

L'appareil circulatoire = système cardiovasculaire

1. Intro
2. Généralité appareil circu
- A. SANG
- B. COEUR
- C. VAISSEAUX
1. Les 2 types de circulations
- A. PETITE
- B. GRANDE
1. Barorécepteurs
chémorecepteurs
bulles
silencieuses
SHUNT et FOP
2. Conclu
3. S'entraîner

En tant GP. Cours support pour comprendre

- Échanges gazeux (petite et grande circulation)
- Trajet des bulles silencieuses responsable ADD
- Effets : du froid (vasodilatation/vasoconstriction) - de l'essoufflement - déshydratation

Objectif pour l'examen

- réaliser schéma sur planches anatomique muettes
- expliquer l'appareil circulatoire

 COMMISSION Technique		
GUIDE DE PALANQUEE – Niveau 4 (GP-N4)		
EPREUVE 11 – THEORIE		
Anatomie, physiologie et physiopathologie du plongeur		
Connaissances	Commentaires et limites	Conditions de réalisation
<u>Anatomie des appareils ventilatoire et circulatoire :</u> Petite et grande circulation : le cœur. Importance de la circulation cérébrale. Localisation des chémorecepteurs et barorécepteurs. Shunts, FOP.		Réalisation des schémas limités aux principes généraux et mise en place de légendes sur des planches anatomiques muettes.

L'appareil circulatoire

1. Intro
 2. Généralité appareil circu
- A. SANG
B. COEUR
C. VAISSEAUX
1. Les 2 types de circulations
- A. PETITE
B. GRANDE
1. Barorécepteurs
chémorecepteurs
bulles
silencieuses
SHUNT et FOP
 2. Conclu
 3. S'entraîner

APPAREIL CIRCULATOIRE

Composition

- Sang (transporteur)
- Cœur (pompe)
- Vaisseaux sanguins (tuyaux)
- Poumons (filtre).

Rôles

- Alimenter en O₂ ses différents organes et muscles
- Évacuer le CO₂ (fabriqué par le corps)
- Faire transiter le N₂ (azote)

En plongée

- Lors de l'immersion** : le cœur est plus sollicité et s'adapte, ralentissement de la fréquence cardiaque (barorécepteurs aortiques)
- **Froid** (vasoconstriction périphérique et cutanée) ou chaud (vasodilatation, surface artérioles aug)
- **Diurèse immersion : en position hippocampe (blood shift / afflux sanguin,)** Aug volume sanguin dans la partie centrale/ cœur. + de sang que la normale. Les barorécepteurs envoient signaux vers reins d'uriner pour réguler => Déshydratation

L'appareil circulatoire

A-) SANG : LE TRANSPORTEUR 8 % (5-6 litres) :

Riche en O₂ / hématosé : rouge vif.
ou Appauvri en O₂ et chargé en CO₂ : rouge foncé ("bleu").

Composition

- Eau 50% // plasma (90% eau - 55% vol sang) // globules blancs (défenses)
- Globules rouges (composé de molécule d'hémoglobine qui fixent O₂ sur leurs Hèmes)
- Plaquettes (permettent coagulation).

Cf cours futur "impact maladie de décompression", formation caillot sanguin.

Pour empêcher, prise aspirine + Oxy 100%)

- nutriments, minéraux, protéines, hormones, gaz

Rôles

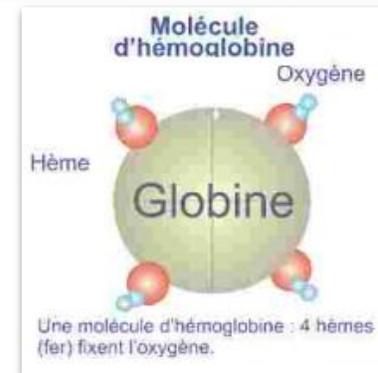
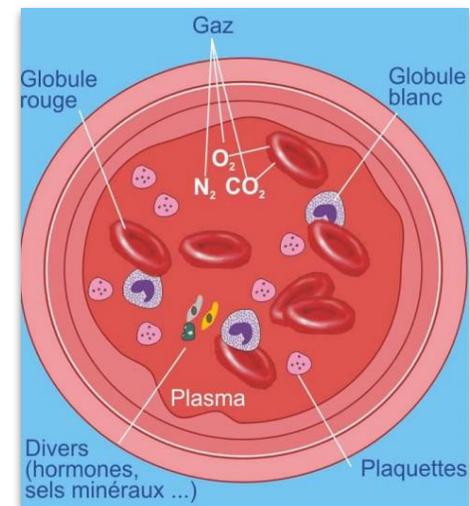
- Évacue les déchets
- Thermorégulateur
- Transporte les éléments nutritifs aux cellules - anticorps - gaz (O₂, CO₂, N₂)...

Transport des GAZ : soit dissous dans plasma ou combiné sur hémoglobine ou combiné plasma

- Oxygène = O₂** Essentiellement (98%) combiné hémog. (2% dissous dans plasma) . Libéré dans plasma au fur et à mesure de la circu.
- Gaz carbonique = CO₂** Principalement dans plasma. (8% combiné hémoglobine +5% dissous dans plasma + 87% sous forme bicarbo dans plasma).

Cf cours sur acci biochimique. Apnée, aug Co₂ qui donne envie de respi (syncope)

- Azote (gaz inerte. Neutre en surface) = N₂** 100% dissous dans plasma.
- Monoxyde de carbone = CO Mêmes sites que l'O₂ sur l'hémoglobine => empêche les échanges gazeux INTOXI mais rare car possible par ex si compresseur thermique à côté (gaz échappement).



1. Intro
 2. Généralité appareil circu
- A. SANG
B. COEUR
C. VAISSEAUX
1. Les 2 types de circulations
- A. PETITE
B. GRANDE
1. Barorécepteurs
chémo-récepteurs
bulles
silencieuses
SHUNT et FOP
 2. Conclu
 3. S'entraîner

L'appareil circulatoire

B-) COEUR : POMPE Schéma à connaître

1. Intro
2. Généralité appareil circu

- A. SANG
- B. COEUR
- C. VAISSEAUX

1. Les 2 types de circulations

- A. PETITE
- B. GRANDE

1. Barorécepteurs
chémo-récepteurs
bulles
silencieuses
SHUNT et FOP
2. Conclu
3. S'entraîner

Rôle

Faire circuler le sang dans corps
 Agit comme 2 pompes (CD et CG) constituées chacune de 2 cavités :
 □ oreillettes et ventricules

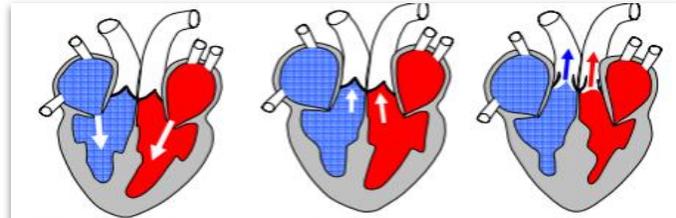
Séparées par des valvules : éviter le reflux sanguins vers les oreillettes lors de la contraction des ventricules.
 SANG DANS 1 sens ,(massage cardiaque - RIFAP)

Le sang chargé en CO2 est acheminé par les veines caves inférieure et supérieure dans le cœur droit puis dirigé aux poumons via les artères pulmonaires.

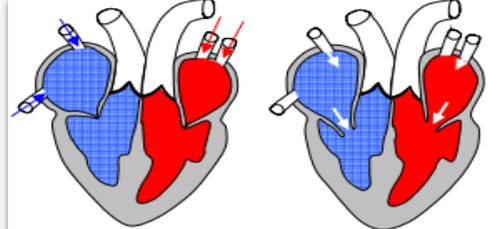
Les veines pulmonaires transportent au cœur gauche le "sang hématosé" riche en O2 qui est dirigé dans tout le corps via l'artère aorte.

Révolution cardiaque (muscle : myocarde)

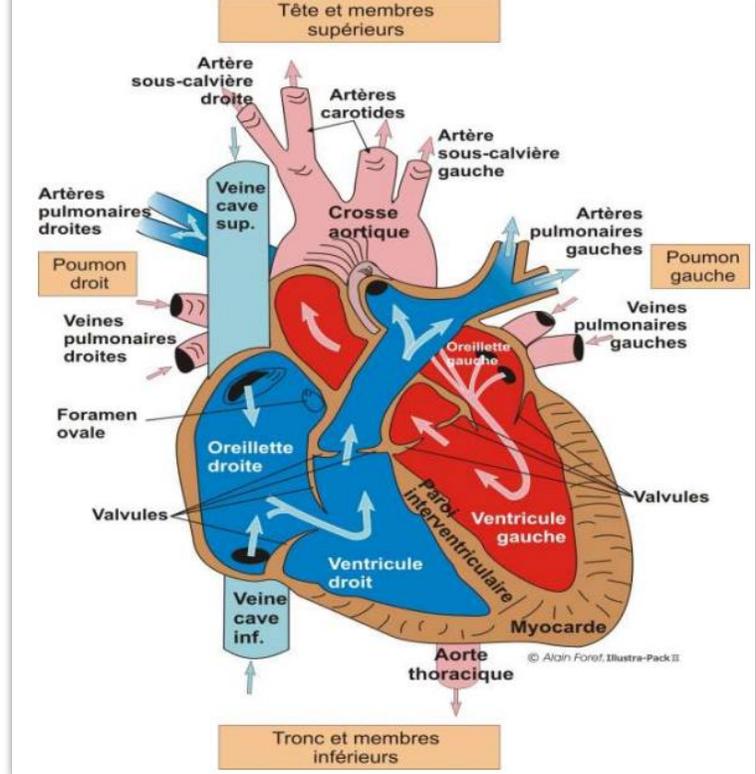
3 étapes : systole auriculaire puis ventriculaire puis diastole



Systole auriculaire : Fin du remplissage des ventricules par contraction des oreillettes.
 Systole ventriculaire début : Mise en pression du sang dans les ventricules.
 Systole ventriculaire fin : Expulsion du sang des ventricules.



Diastole début : Remplissage des oreillettes.
 Diastole fin : Remplissage des ventricules.



Contraction = systole
 Relâchement = diastole

L'appareil circulatoire

1. Intro
 2. Généralité appareil circu
- A. SANG
B. COEUR
C. VAISSEAUX
1. Les 2 types de circulations
- A. PETITE
B. GRANDE
1. Barorécepteurs
chémorécepteurs
bulles
silencieuses
SHUNT et FOP
 2. Conclu
 3. S'entraîner

C -) VAISSEAUX SANGUINS : artères, capillaires et veines.

Schéma à connaître

Localisation : tout le corps, sur chaque organes.

Rôle :

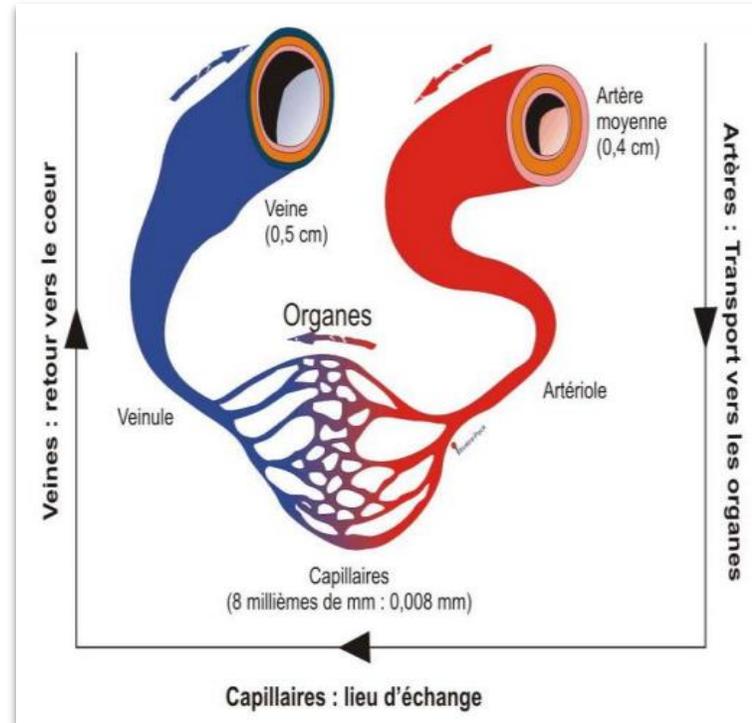
1. Assurer transport du sang entre cœur et poumons et entre cœur et organes,
2. Permettre l'échange des gaz (O_2 , CO_2 et N_2) entre sang et organes.

Artères: Partent du cœur (dans grande circulation artères vers sang). Musclé. Leur calibre diminue plus elles s'en éloignent: artère à artériole/ Paroi épaisse et élastique (fibres musculaires). Calibre varie (ce qui a une influence sur la pression et le débit sanguin)

Au niveau Artériel

Vasodilatation : augmentation du calibre (alcool, chaleur,...)

Vasoconstriction : diminution du calibre (froid, ...)



Veines: Reviennent au cœur. Calibre augmente plus elles s'en rapprochent. Paroi plus mince et plus extensible que celle des artères. Les veines des jambes et coeur comportent des **valvules** anti retour.

Capillaires (fin) : ramifications des artères et des veines . Lieu des échanges gazeux entre sang et cellules

1. Intro
2. Généralité appareil circu

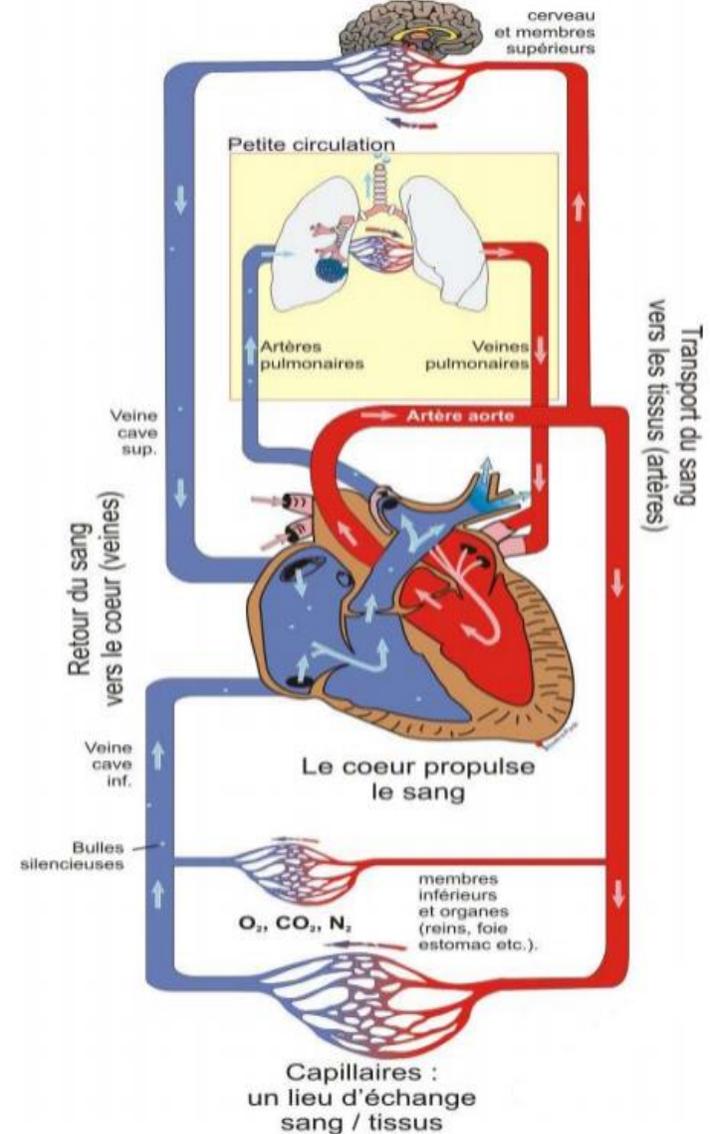
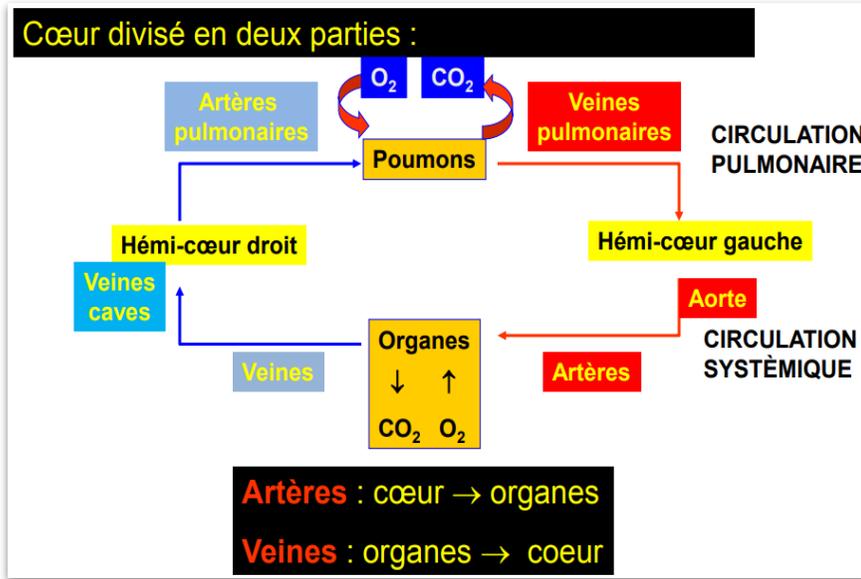
- A. SANG
- B. COEUR
- C. VAISSEAUX

1. Les 2 types de circulations

- A. PETITE
 - B. GRANDE
1. Barorécepteurs
chémorécepteurs
bulles
silencieuses
SHUNT et FOP
 2. Conclu
 3. S'entraîner

Les deux types de circulation Schéma à connaître

- la petite circulation (cœur-poumons)
- la grande circulation (cœur-tissus organes)



L'appareil circulatoire

1. Intro
2. Généralité appareil circu
- A. SANG
- B. COEUR
- C. VAISSEAUX
1. Les 2 types de circulations
- A. PETITE
- B. GRANDE
1. Barorécepteurs chémorécepteurs bulles silencieuses SHUNT et FOP
2. Conclu
3. S'entraîner

A -) PETITE CIRCULATION = CIRCULATION PULMONAIRE (cœur-poumons) Schéma à connaître

Artères : sang bleu - Veines sang rouge

Rôle : Oxy du sang + évac CO2 (passe par poumons)

Fonctionnement :

1. Sang pauvre en O2 et chargé en CO2 arrive dans cœur droit par veines caves.
2. Cœur Droit envoie sang dans poumons par artères pulmonaires puis capillaires.
3. Au niveau alvéoles, échange de gaz :
 - CO2 est évacué vers l'air contenu dans les alvéoles
 - O2 de l'air se fixe sur l'hémo
 - En plongée le N2 (dû pression) : A la descente et au fond, le N2 se dissout dans le plasma, A , il est évacué vers l'air contenu dans les alvéoles.
4. Le sang enrichi en O2 acheminé vers le cœur gauche par veines pulmonaires.

B-) GRANDE CIRCULATION = CIRCULATION GENERALE (cœur-tissus organes)

Artères : sang rouge (héma) - Veine sang bleu

Rôle : oxygénation de tous les organes (tissus, cellules) du corps.

Fonctionnement :

1. cœur G envoie le sang hématosé dans crosse aortique (artère)
2. artères carotides acheminement vers cerveau
3. artères sous-clavières vers bras
4. aorte vers jambes et organes principaux.

Au niveau des capillaires

- O2 est distribué aux organes.
- Évacuation du CO2 (et autres déchets). Sang rejoint cœur D via les veines et veines caves -> passe dans circu pulmo.
- En plongée le N2 : A la descente + au fond, N2 se dissout dans les différents tissus. A , les paliers et l'intervalle de surface, N2 évacué vers cœur par veines de la circulation générale, puis est évacué vers alvéoles par artères pulmonaires.

L'appareil circulatoire

1. Intro
 2. Généralité appareil circu
- A. SANG
 - B. COEUR
 - C. VAISSEAUX
1. Les 2 types de circulations
- A. PETITE
 - B. GRANDE
1. **Barorécepteurs**
chémorécepteurs
bulles silencieuses
SHUNT et FOP
 2. Conclu
 3. S'entraîner

Baro et Chémo

Pour adapter le débit aux besoins il est nécessaire d'obtenir des informations.

Elles sont de nature :

- Physique** (barorécepteurs, volorécepteurs) :
⇒ la pression artérielle (sur l'aorte),
⇒ Volume sanguin,
- Chimique** (chémorécepteurs) : régulation ventilation ⇒ PaO₂, PaCO₂

En plongée, le sang se répartit différemment dans le corps, ce qui  la pression dans veines et entraî remplissage du cœur.

LES RISQUES

Les bulles silencieuses (liens COURS ADD).

L'organisme tolère des bulles de gaz inerte (azote) dans la circu veineuse, si petite taille et petite quantité.

Évacuées par les poumons lors expi.

Apparaissent à la remontée si : V de \square rapide ($> 17\text{m/mi}$ Tables MN90) / saturation élevée (plongée profonde, yo-yo.) Représentent un risque ADD potentiel.

- Shunt.** Le sang (et bulles) ne vont pas où ils doivent aller.
Qd contraction thoracique pour shunt pulmonaire.
Passage bulles azotes du sang veineux \rightarrow sang artériel, sans être dégazé par poumons : accidents cérébraux et de l'oreille interne.
Autre exemple : maladie reynaud (doigt blanc) : le sang shunt son trajet.
- FOP = Foramen Ovale Perméable.** Malformation CARDIAQUE.
Bulles passent du CG au CD sans passer par filtre pulmonaire.
Communication OD OG chez l'embryon, fermé chez l'adulte.
Faiblesse de la paroi chez 30% des individus

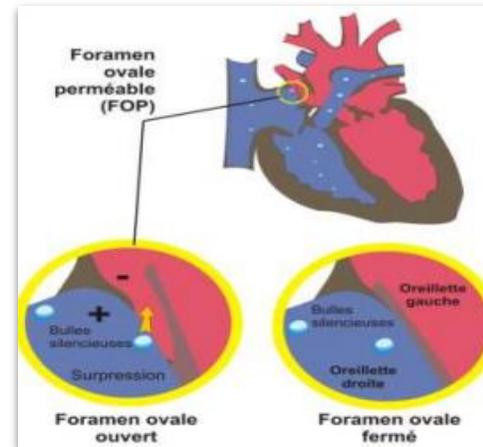
En plongée :

Faiblesse + Surpression (efforts / apnée / valsalva / remonter bloc)
= risque d'ADD quand bulles passent de l'oreillette droite vers l'oreillette gauche.

Cf dernier sub page 70 RÉDUIRE LE RISQUE D'ADD

“le foramen ovale perméable, son lien de causalité avec la survenue d'un ADD et surtout, comment éviter son ouverture”

- AUTRES RISQUES :** déshydratation (viscosité du sang) / Diurèse immersion / Froid

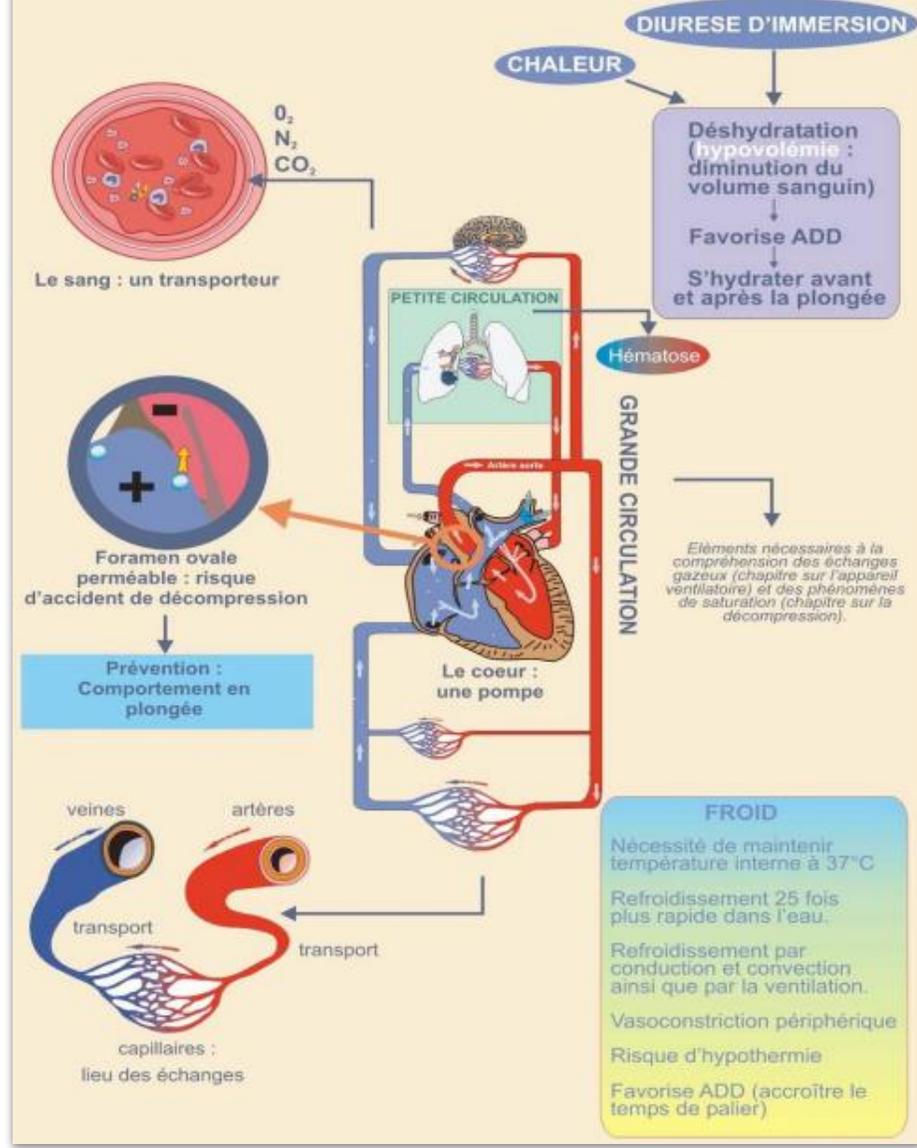


1. Intro
2. Généralité appareil circu
- A. SANG
- B. COEUR
- C. VAISSEAUX
1. Les 2 types de circulations
- A. PETITE
- B. GRANDE
1. Barorécepteurs chémorécepteurs
- bulles silencieuses SHUNT et FOP**
2. Conclu
3. S'entraîner

CONCLUSION

vocabulaire	définition
Artère	Vaisseau éfferent conduisant le sang des ventricules aux organes.
Capillaire	Vaisseau très fin reliant les artérioles aux veinules, zone d'échanges entre le sang circulant et le tissu irrigué.
Cœur	Organe musculaire creux, situé dans le médiastin antérieur, assurant la circulation sanguine.
Sang	Tissu conjonctif liquide, circulant dans les vaisseaux et les cavités cardiaques, composé d'une phase liquide (le plasma) et d'éléments figurés en suspension (GR, GB et plaquettes). On distingue : <ul style="list-style-type: none"> • Sang hématosé : enrichi en O_2 appauvri en CO_2 • Sang non hématosé : appauvri en O_2 enrichi en CO_2
Vaisseau	Organe tubulaire dans lequel circule du sang (v. sanguin) ou de la lymphe (v. lymphatique).
veine	Vaisseau afférent conduisant le sang des organes vers les oreillettes.

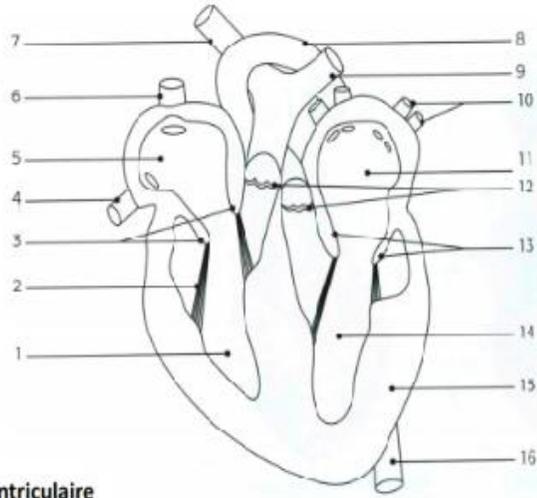
Cours suivants :
 Appareil ventilatoire (19 nov)
 Échanges gazeux (26 nov)



L'appareil circulatoire - s'entraîner

Coupe frontale du cœur :

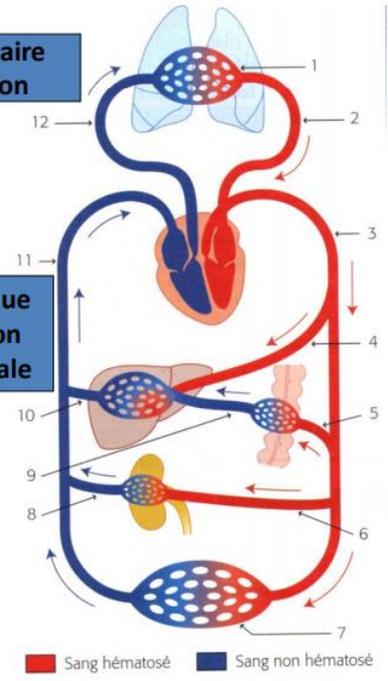
- 1 ventricule droit
- 2 cordages fibreux ou tendineux
- 3 valvule tricusppe ou auriculo-ventriculaire droite
- 4 veine cave inférieure
- 5 oreillette droite
- 6 veine cave supérieure
- 7 artère pulmonaire droite
- 8 crosse aortique
- 9 artère pulmonaire gauche
- 10 veines pulmonaires gauche
- 11 oreillette gauche
- 12 valvules sigmoïdes
- 13 valvule mitrale ou auriculo-ventriculaire gauche ou bicuspe
- 14 ventricule gauche
- 15 myocarde
- 16 aorte



- 1 réseau de capillaires
- 2 veines pulmonaires
- 3 artère aorte
- 4 artère hépatique
- 5 artère mésentérique
- 6 artère rénale
- 7 réseau de capillaires
- 8 veine rénale
- 9 veine porte hépatique
- 10 veines sus-hépatiques
- 11 veine cave inférieure
- 12 artère pulmonaire

Circulation pulmonaire ou petite circulation

Circulation systémique ou grande circulation ou circulation générale



Types de questions :

1- Après avoir expliqué le rôle de la circulation sanguine, vous présenterez un schéma légendé de celle-ci.

2- Expliquer comment se fait le transport des gaz dans le sang.

3- Qu'est-ce que le FOP ? Expliquez en quoi la présence d'un FOP augmente les risques d'ADD.

Une communication entre les deux oreillettes du cœur.

Le sang non oxygéné shunte la petite circulation et repasse dans la grande circulation. En cas de microbulles elles ne peuvent pas être éliminées par respi. La quantité d'azote dans le corps devient donc pathogène.