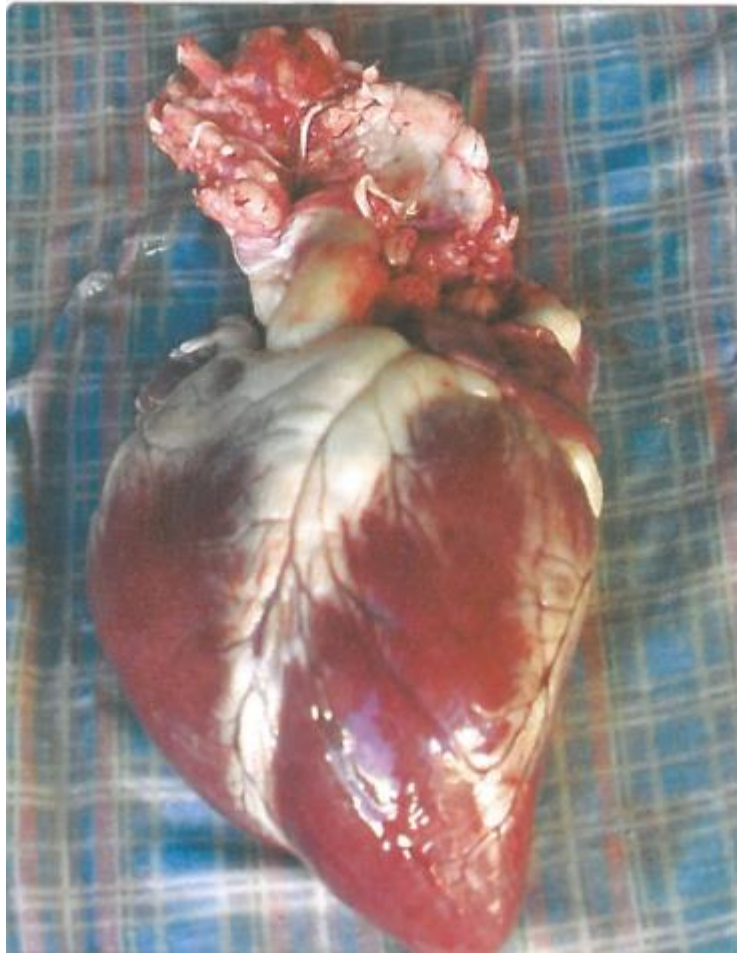


Chapitre 4 : Sang et circulation sanguine



Situation de départ : le fonctionnement des organes du corps nécessite des échanges incessants avec le sang qui circule dans un ensemble de vaisseaux, il est mis en circulation par le cœur. Il apporte ainsi à tous les organes, les nutriments et l'O₂ nécessaire à leur fonctionnement et les débarrasse du CO₂ résultant de leur activité.

- **Quels sont les constituants du sang ?**
- **Comment le sang transporte-t-il les nutriments et les gaz respiratoires dans le corps ?**
- **Comment est organisé l'appareil respiratoire ?**
- **Comment est assurée la propulsion du sang dans les différents vaisseaux sanguins ?**

Activité 1 : les constituants du sang

L'activité des cellules nécessite un approvisionnement en dioxygène et en nutriments par le sang qui emporte aussi les déchets. Donc le sang sert d'intermédiaire entre le milieu extérieur et les cellules.

- Quels sont les constituants du sang ?

A – mise en évidence les constituants du sang

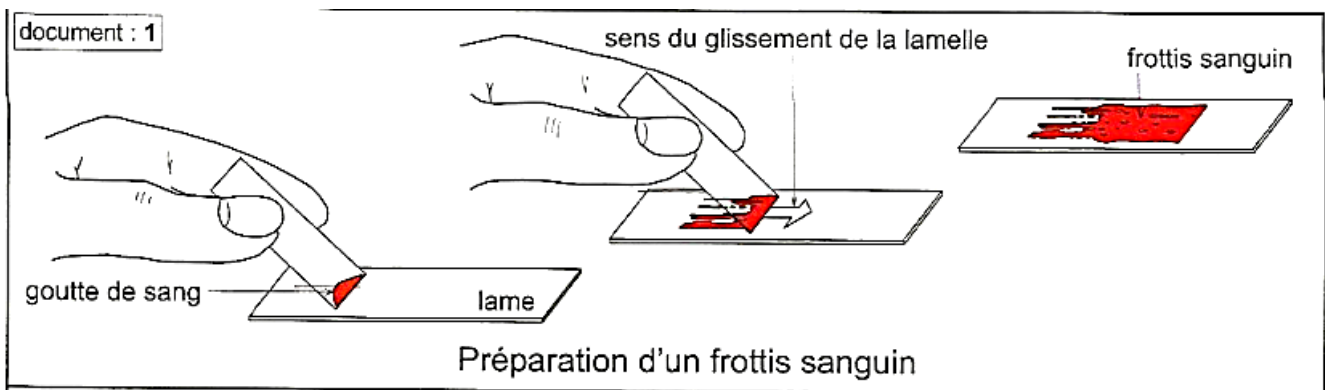
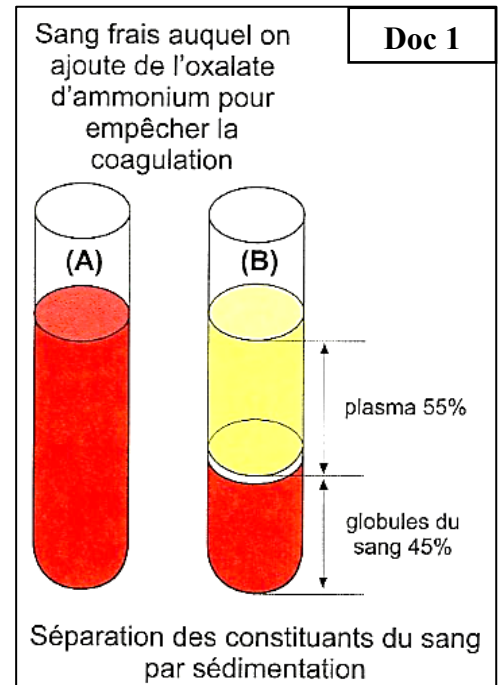
1. Observation à l'œil nu

Juste en sortant de ses vaisseaux, le sang se **coagule**. Pour l'observer, il faut empêcher cette coagulation en lui ajoutant un **anticoagulant** comme l'**oxalate d'ammonium**. Le sang reste alors liquide et on obtient, après un moment de repos, un **sang sédimenté (tube B)**. Ce qui permet de constater l'existence de trois constituants essentiels :

- ✓ **Plasma** : liquide jaunâtre transparent, 55% du sang total
- ✓ **Globules blancs et plaquettes sanguines**, moins de 1% du sang total
- ✓ **Globule rouges ou Hématies**, 45% du sang total

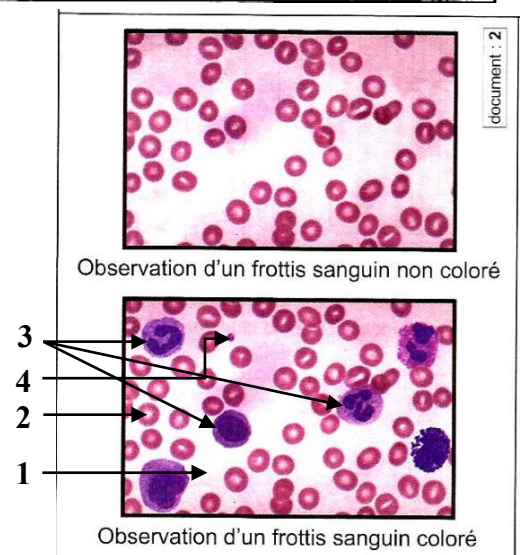
2. Observation microscopique du sang

Pour réaliser une observation microscopique du sang, on prépare un frottis sanguin. On pose une goutte de sang frais sur une lame, puis on l'étale à l'aide d'une lamelle. On ajoute un colorant puis on observe la préparation au microscope. Les résultats sont présentés dans les documents ci-dessous.



Le sang est constitué de plasma (1), liquide dans lequel baignent des cellules sanguines :

- **Globules rouges (Hématies) (2)**, très nombreuses (5 millions par ml de sang), sous forme de disque **Biconcave**, **dépourvues de noyau** et contiennent une protéine colorée dite : **Hémoglobine**.
- **Globules blancs (lymphocytes) (3)**, moins nombreuses, et existent sous deux types : **mononucléaires** et **polynucléaires**.
- **Plaquettes sanguines (4)**, dont la forme est bien petite, sans noyaux et regroupées en amas.



3. L'analyse chimique du sang

Le plasma contient une protéine dissoute, le fibrinogène, qui peut se transformer en fibrine, protéine dure en forme de filaments. Ces derniers « immobilisent » les cellules sanguines et le sang est alors coagulé.

Le sang contient aussi d'autres éléments représentés par le tableau ci-dessous :

Résultats de l'analyse du sang de l'homme	
Constituants	Valeurs normales
Nombre des globules rouges dans 1 mm ³ de sang	5 000 000
Nombre d'hémoglobine en g/l de sang	15
Nombre des globules blancs dans 1 mm ³ de sang	de 4 000 à 10 000
Nombre de plaquettes dans 1 mm ³ de sang	de 200 000 à 400 000
Constituants organiques en g/l	
glucose à jeun	de 0,70 à 1,10
lipides	de 4 à 8
protides	de 60 à 85
Constituants minéraux en g/l	
sodium	3,20
potassium	0,18
calcium	0,10
chlorures	6,95
phosphates	0,10
Les déchets en g/l	
urée	de 0,20 à 0,45
acide urique	0,03
ammoniaque	0,001
acide lactique	0,10
dioxygène	de 3 à 5 ml/l
dioxyde de carbone	600 ml/l

Activité 2 : Rôle du sang dans le transport des gaz respiratoires et des nutriments

Le sang circulant, transporte les gaz respiratoires et des nutriments vers les organes

- Comment le sang transporte-t-il ces éléments ?

A – Transport des gaz respiratoires

On constate que dans certains cas le sang est de couleur rouge clair. Dans d'autre cas, sa couleur est rouge sombre. Pourquoi cette différence de couleur ?

Doc 1					
Expérience	<p>O₂ → introduction de l'oxygène dans le ballon</p> <p>(a)</p>	<p>← extraction de l'air du ballon</p> <p>(b)</p>	<p>CO₂ → introduction du dioxyde de carbone dans le ballon</p> <p>(c)</p>	<p>(a) sang (b) sang</p>	
	Résultat
	Conclusion

Questions :

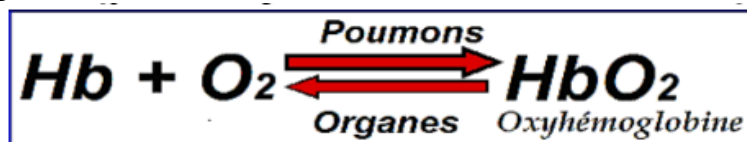
- 1) **Donnez** le résultat et la conclusion de chaque expérience
- 2) **Déterminer** le rôle de l'Hémoglobine dans le transport de gaz respiratoires

Eléments de réponse :

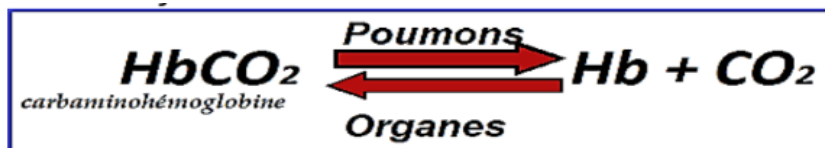
1)

document : 4					
Expérience	<p>O₂ → introduction de l'oxygène dans le ballon</p> <p>(a)</p>	<p>← extraction de l'air du ballon</p> <p>(b)</p>	<p>CO₂ → introduction du dioxyde de carbone dans le ballon</p> <p>(c)</p>	<p>(a) sang riche en : O₂ (b) sang riche en : CO₂</p>	
	Résultat	le sang devient rouge vif	le sang devient rouge sombre		le sang devient rouge sombre
	Conclusion	l'O ₂ change la couleur du sang	l'O ₂ est responsable de la couleur rouge vive du sang		en présence du CO ₂ le sang reste sombre

- 2) L'Hémoglobine est une protéine qui peut se lier à l'oxygène pour former l'Oxyhémoglobine (HbO₂), de couleur rouge vif.



Il peut aussi se lier au dioxyde de carbone pour former le **Carbaminohémoglobine** (HbCO₂), de couleur rouge sombre.



B – Transport des nutriments

Le sang assure le transport des nutriments (produits de la digestion) des villosités intestinales aux cellules de nos différents organes. (Voir le cours de l'absorption intestinale)

C – La lymphe, liquide intermédiaire entre le sang et les cellules :

Le sang circule dans notre organisme pour apporter de l'oxygène et les nutriments aux cellules. Cependant, ces dernières ne sont pas en contact direct avec les capillaires sanguins, mais elles baignent dans un milieu liquide qu'on appelle la lymphe. Le sang et La lymphe forment le milieu intérieur :

1. Origine et formation de la lymphe

C'est avec la lymphe que les cellules effectuent leurs échanges (O₂, CO₂, nutriments ...). Ce liquide interstitiel où baignent les cellules est appelé : **Lymphe interstitielle**. Mais quelle est son origine ?

Le tableau suivant montre une comparaison entre les constituants du plasma et celle de la lymphe interstitielle

Constituants	Plasma	Lymphe interstitielle
Eau	900	970
Ions (Na ⁺ , Cl ⁻ , Ca ²⁺ , ...)	8	8
Protides	70	5
Glucose	1	1
Acides aminés	0.5	0.5
Lipides	5	0.5
Déchets azotés	0.3	Traces

Le tableau suivant montre une expérience :

Expérience	Résultat directement après l'injection	Résultats quelques minutes après injection
Injection d'une substance radioactive dans une veine d'un rat.	La substance radioactive est uniquement dans les capillaires sanguins du rat.	La substance radioactive s'est diffusée dans la lymphe interstitielle à partir des capillaires sanguins.

Questions :

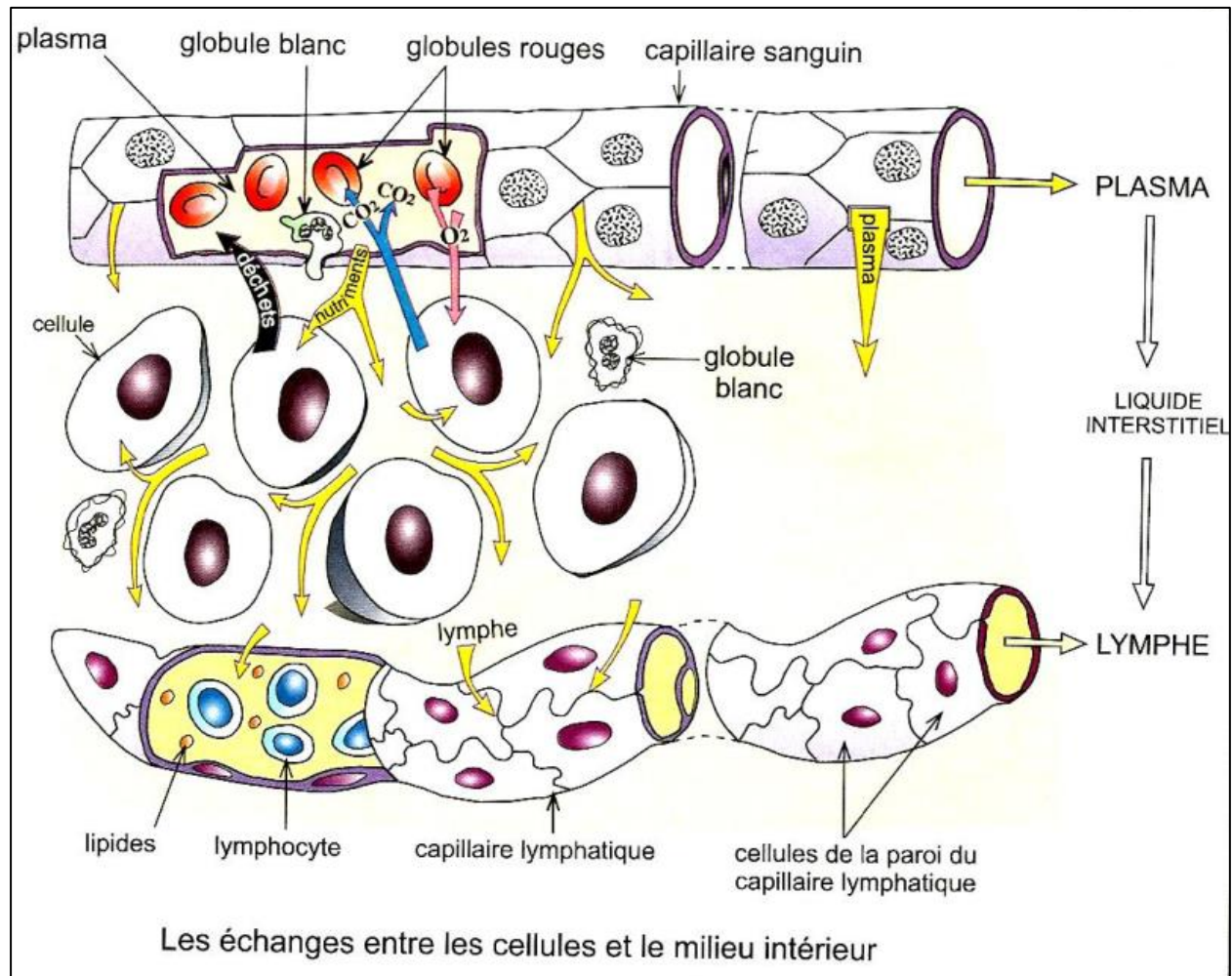
- 1) **Comparez** les constituants du plasma à ceux de la lymphe interstitielle
- 2) En quoi cette comparaison, ainsi que le résultat de l'expérience, **pourrait-elle vous aider** quant à la confirmation de votre hypothèse ?

Eléments de réponse :

- 1) On constate que la composition chimique de la lymphe est la même que celle du plasma
- 2) Cette comparaison ainsi que le résultat de l'expérience révèlent que la paroi des capillaires sanguins est perméable au plasma et aux substances dissoutes.

➔ **Conclusion :**

Sous l'effet de la pression dans les capillaires sanguins, le plasma traverse la paroi de ces capillaires, entraînant les autres constituants du sang, à l'exception des hématies et des plaquettes sanguines. La lymphe interstitielle se forme ainsi. Cette lymphe interstitielle passe dans des capillaires lymphatiques, et on parle de lymphe vasculaire.



2. Système lymphatique et son rôle :

Le système lymphatique est constitué de :

- **Vaisseaux lymphatiques** : permettent le retour de la lymphe interstitielle à la circulation Sanguine. Grâce à ce renouvellement permanent, les cellules s'approvisionnent en nutriments et en O₂, et se débarrassent des déchets et de CO₂.
- **Organes et tissus lymphatiques** : la rate, les ganglions lymphatiques.... etc.

Remarque : Grâce au sang et à la lymphe qui constituent le milieu intérieur, ce dernier garde toujours une composition **stable**, quelles que soient les conditions : c'est l'**Homéostasie**.

Activité 3 : l'activité cardiaque et la circulation sanguine

Afin d'assurer la distribution de l'oxygène et des nutriments, et la récupération du CO₂ et d'autres déchets cellulaires, le sang circule dans ensemble de canalisation appelées vaisseaux sanguins.

- **Comment le cœur oriente-t-il la circulation du sang ?**
- **Quels sont les structures responsables de ce sens de circulation unique ?**

A – Organes de l'appareil circulatoire

1. Les vaisseaux sanguins

On distingue trois types :

- **Les artères** : (ou **artériole**, si la taille est petite) : transportent le sang du cœur aux organes.
- **Les veines** : (ou **veinules**, si la taille est petite) : transportent le sang du cœur aux organes.

- **Les capillaires sanguins** : Sont des vaisseaux sanguins microscopiques qui permettent au sang, au niveau d'un organe, de passer d'une artériole à une veinule au sein des tissus.

2. Le cœur :

Le cœur est un muscle épais (le myocarde) ; Il est constitué d'une partie droite et une partie gauche séparée par une cloison ; ces deux parties renferment deux oreillettes et deux ventricules. Le cœur fonctionne comme une pompe pour assurer la circulation du sang dans l'organisme.

document : 2

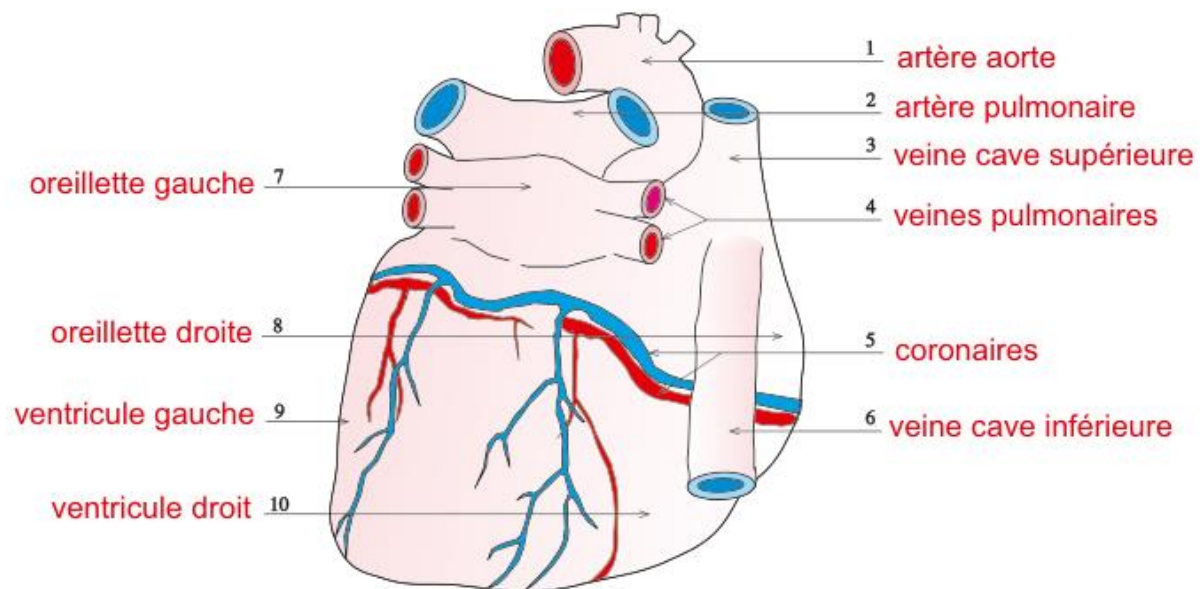


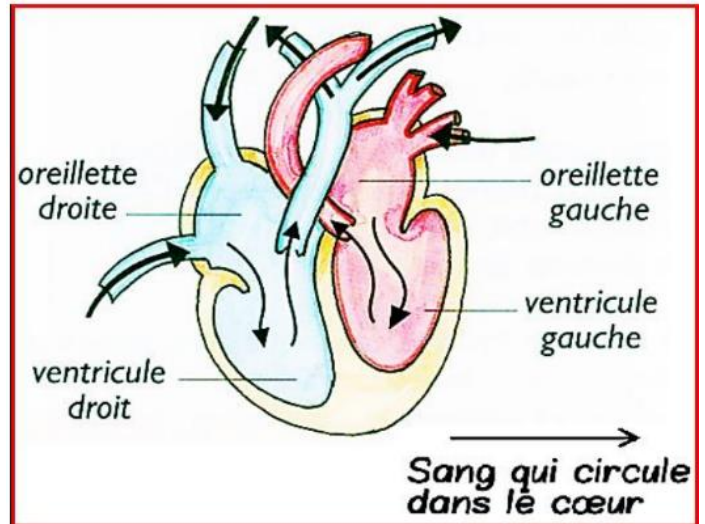
Schéma du coeur du mouton (face postérieure)

B – Sens de circulation du sang dans le cœur

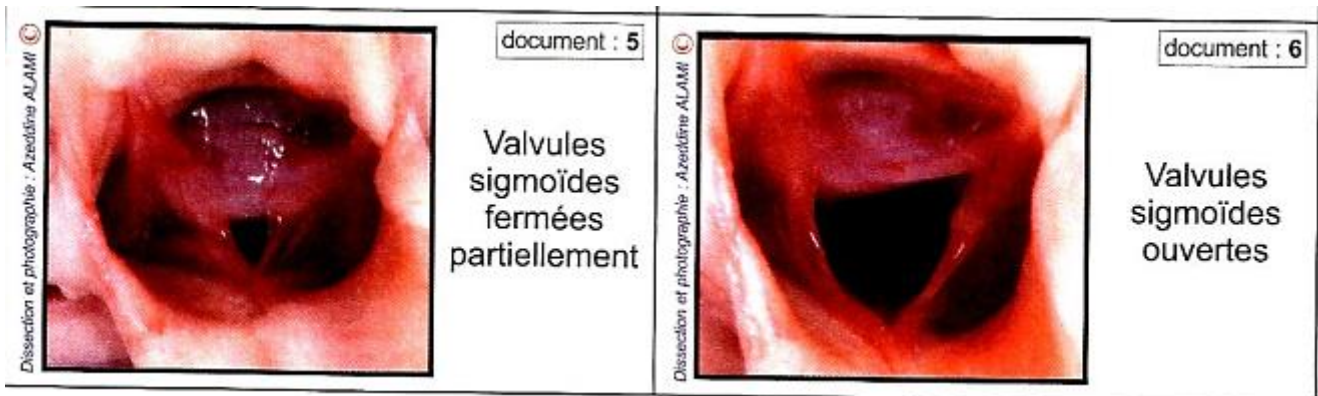
Manipulations	Résultats	Conclusion
Envoyer un courant d'eau de la veine supérieure après le bouchon de la veine inférieure	L'eau atteint l'oreillette droite puis le ventricule droit	Le sang pénétrant dans le cœur par la veine cave atteint l'oreillette droite puis le ventricule droit puis quitter le cœur par l'artère pulmonaire.
Envoyer un courant d'eau à partir d'une des veines pulmonaires	L'eau atteint l'oreillette gauche puis le ventricule gauche	Le sang pénétrant dans le cœur par les veines pulmonaires atteint l'oreillette gauche puis le ventricule gauche puis quitte le cœur par l'aorte
Envoyer un courant d'eau à partir d'aorte ou d'artère pulmonaire	L'eau n'atteint pas le ventricule droit et le ventricule gauche	Le sang ne revient pas en arrière

→ La direction obligatoire de la circulation du sang dans le cœur. Le sang circule toujours dans le même sens, aussi bien dans l'hémicœur droit que dans le gauche. Il entre dans les oreillettes via les veines et sort du cœur au niveau des ventricules via les artères. Leur fonctionnement est parfaitement synchrone.

Pour que ce sang circule dans le bon sens, sans jamais revenir en arrière, ton cœur est équipé de **4 petites portes** qu'on appelle des **valves**. Ces valves s'ouvrent et se ferment à chaque battement de ton cœur



- **Valve mitrale (bicuspide)** : sépare l'oreillette gauche du ventricule gauche.
- **Valve tricuspide** : sépare l'oreillette droite du ventricule droit.
- **Valve aortique (sigmoïde)** : sépare le ventricule droit de l'artère aorte.
- **Valve pulmonaire (sigmoïde)** : sépare le ventricule gauche de l'artère pulmonaire.



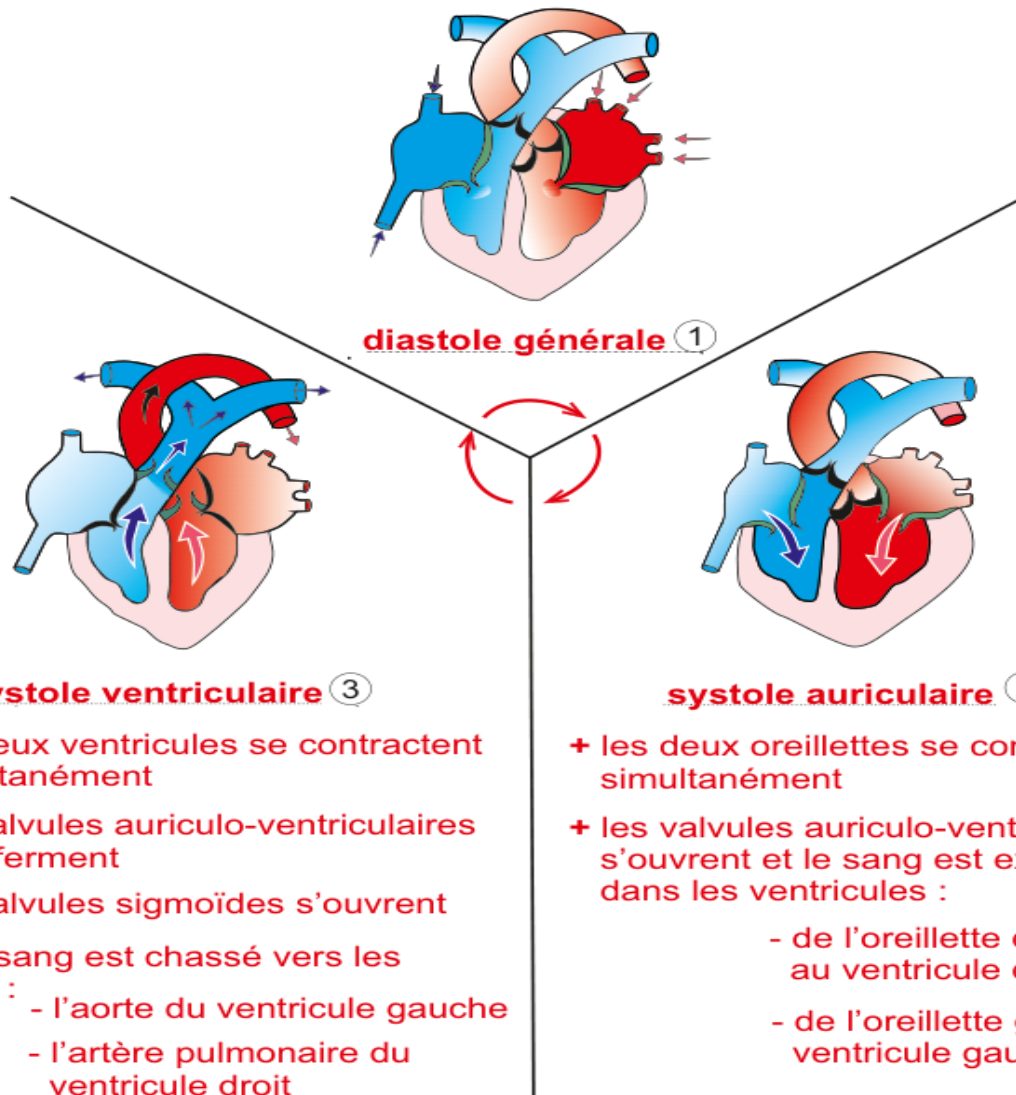
C – Cœur : moteur de la circulation sanguine

1. Etapes de la révolution cardiaque

document : 1

Le coeur se relâche, s'élargit, ce qui entraîne l'aspiration du sang et son retour au coeur :

- par les veines caves vers l'oreillette droite
- par les veines pulmonaires vers l'oreillette gauche

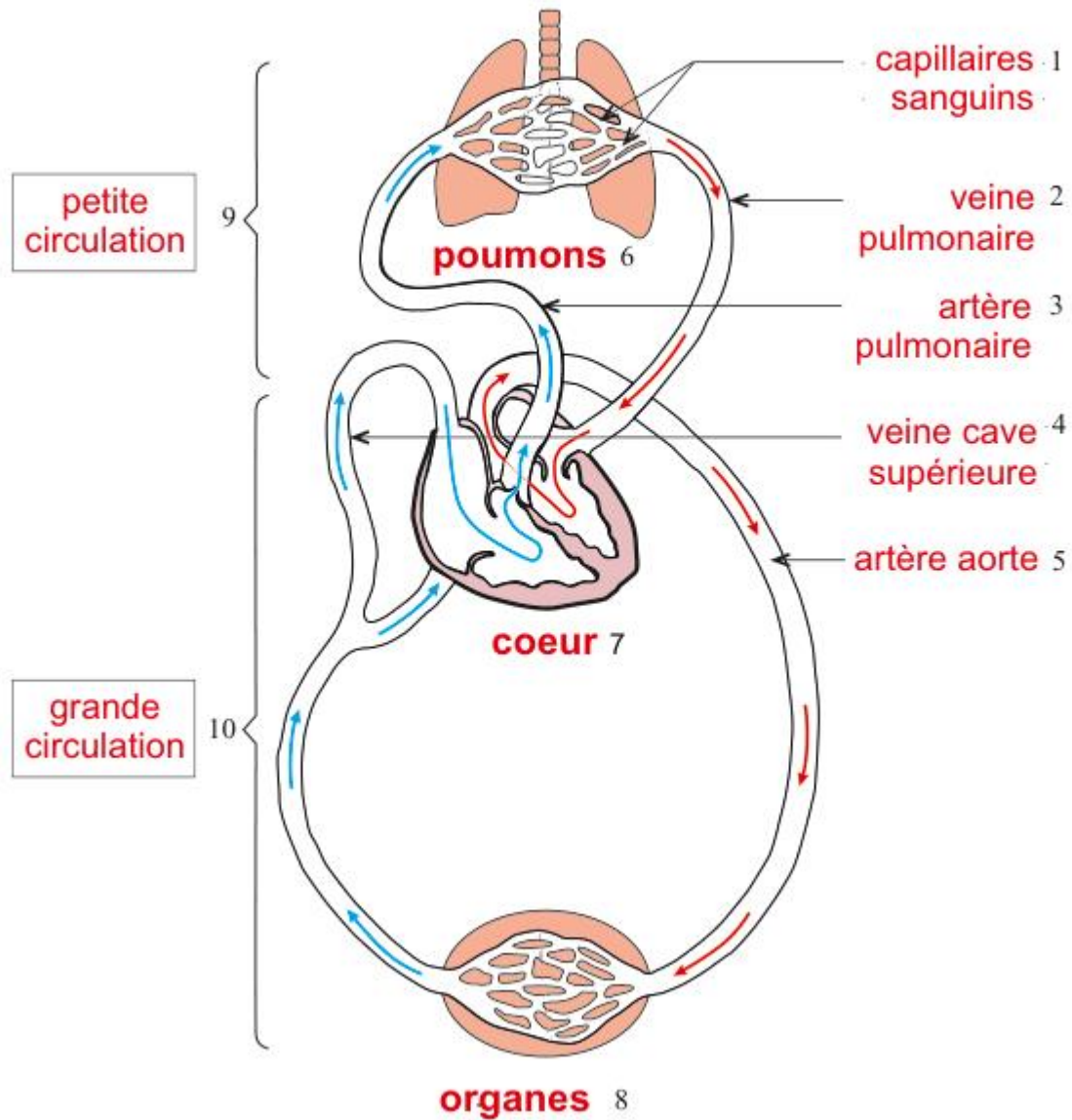


- systole ventriculaire ③**
- + les deux ventricules se contractent simultanément
 - + les valvules auriculo-ventriculaires se referment
 - + les valvules sigmoïdes s'ouvrent
 - + et le sang est chassé vers les artères :
 - l'aorte du ventricule gauche
 - l'artère pulmonaire du ventricule droit

- systole auriculaire ②**
- + les deux oreillettes se contractent simultanément
 - + les valvules auriculo-ventriculaires s'ouvrent et le sang est expulsé dans les ventricules :
 - de l'oreillette droite au ventricule droit
 - de l'oreillette gauche au ventricule gauche

2. La circulation sanguine

document : 2



En rouge : le trajet du sang riche en O₂

En bleu : le trajet du sang riche en CO₂