

# **LE SANG ET L'APPAREIL CIRCULATOIRE**

## **Introduction**

En passant par les villosités et les alvéoles, le sang s'approvisionne en nutriments et en dioxygène, puis il les transporte vers l'ensemble des organes, en passant par un réseau de vaisseaux sanguins qui, avec le cœur, forment l'appareil circulatoire.

- \*\* Quels sont les constituants du sang, et comment les mettre en évidence ?
- \*\* Comment le sang transporte -t- il les gaz respiratoires et les nutriments ?
- \*\* Comment est organisé l'appareil circulatoire ?
- \*\* Quel mécanisme assure -t- il la propulsion du sang dans les vaisseaux sanguins ?

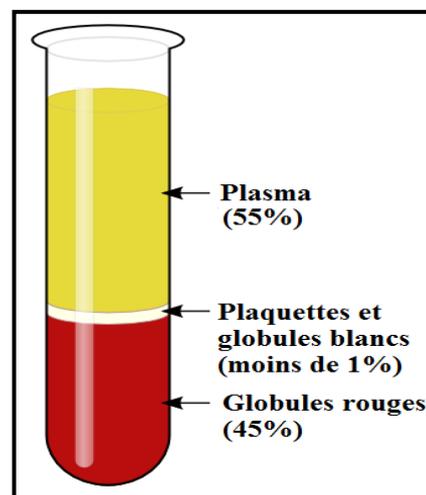
## **I- Mise en évidence des constituants du sang :**

Notre organisme contient environ 4 à 5 litres de sang. Comment mettre en évidence ses constituants ?

### **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. Ce qui permet de constater l'existence de trois constituants essentiels :

- \*\* Plasma, liquide jaunâtre transparent, 55 % environ.
- \*\* Globules blancs et plaquettes sanguines, moins de 1 %.
- \*\* Globules rouges ou Hématies, 45 % environ.



### **2) L'analyse chimique du sang :**

Les constituants organiques en g/l	Glucose à jeun	0,7 à 1,10
	Lipides	4 à 8
	Protides	60 à 85
Les constituants minéraux en g/l	Sodium	3,20
	Potassium	0,18
	Calcium	0,10
	Chlorures	6,85
	Phosphates	0,10
Les déchets en g/l	Urée	0,20 à 0,45
	Acide urique	0,03
	Ammoniac	0,001
les gaz	CO <sub>2</sub>	600 mL /l
	O <sub>2</sub>	3 à 5 mL/l

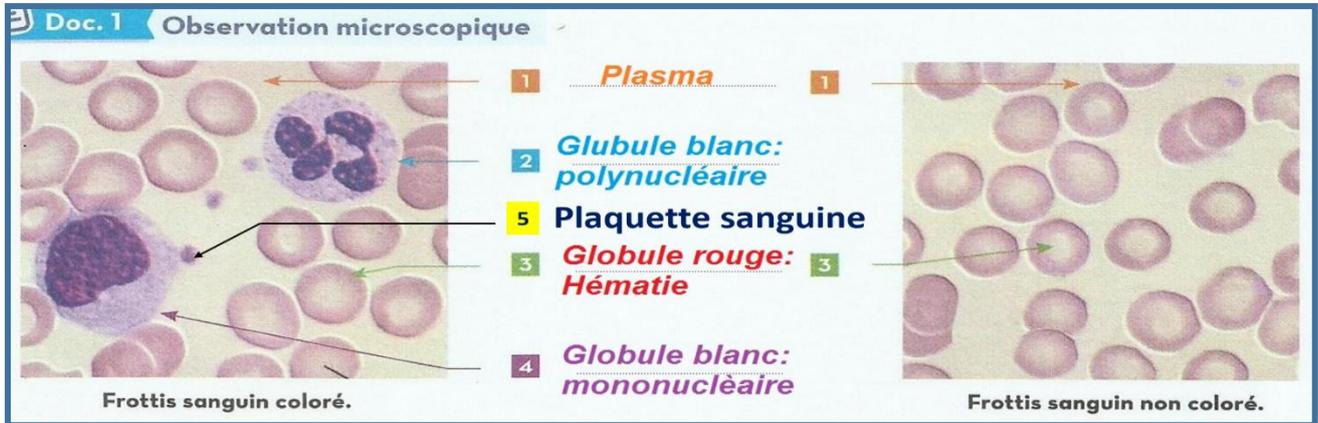
Le plasma contient une protéine dissoute, le **fibrinogène**, qui peut se transformer en **fibrine**, protéine dure en forme de filaments. Ces derniers « immobilisent » les cellules sanguines et le sang est alors coagulé. Le sang contient aussi d'autres éléments représentés par le tableau ci-contre:

### 3) Observation microscopique :

#### A) Préparation d'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.

#### A) Résultats de l'observation :



Le sang est constitué plasma, liquide dans lequel baignent des cellules sanguines :

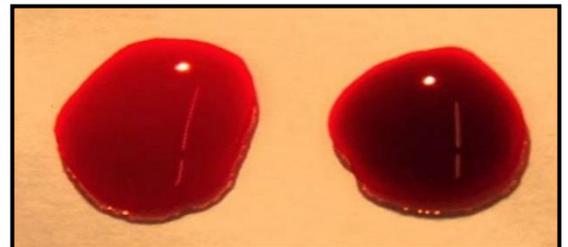
- \*\* Globules rouges (Hématies), nombreuses (5 million par ml de sang), sous forme de disque Biconcave, dépourvues de noyau et contiennent une protéine colorée dite : Hémoglobine.
- \*\* Globules blancs (lymphocytes), moins nombreuses, et existent sous deux types : mononucléaires et polynucléaires.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

## II- Le sang, transporteur des gaz respiratoires et des nutriments :

### 1) Transport des gaz respiratoires:

#### A- Le dioxygène :

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



#### a- Expériences :

Manipulation	Résultat	Interprétation
On étale un peu de sang frais sur la paroi inférieure d'un ballon, au contact de l'air.	Le sang est rouge vif.	Le O <sub>2</sub> de l'air se lie à l'hémoglobine (Hb) du sang, et le complexe Oxyhémoglobine (rouge vif) est formé : $\text{Hb} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HbO}_2$
On fait le vide d'air dans le ballon.	Le sang devient rouge sombre.	Quand le milieu est pauvre en oxygène, le complexe HBO <sub>2</sub> se décompose et l'hémoglobine se retrouve seule (couleur sombre) $\text{Hb} + \text{O}_2 \leftarrow \text{HbO}_2$

On réintroduit l'air dans le ballon	Le sang est de nouveau rouge vif.	De nouveau il y a de l'air, donc il y a combinaison entre Hb et O <sub>2</sub> pour former le complexe HbO <sub>2</sub> (rouge vif)  Hb + O <sub>2</sub>  HbO <sub>2</sub>
-------------------------------------	-----------------------------------	---

### **b- Conclusion :**

L'hémoglobine (Hb) existe sous deux forme : combinée à l'oxygène, formant l'Oxyhémoglobine (HbO<sub>2</sub>) de couleur rouge vive, ou non combinée (libre), de couleur rouge sombre.

Au niveau des capillaires alvéolaires, le taux de O<sub>2</sub> est important, il y a alors formation du complexe (HbO<sub>2</sub>).

Au niveau des organes, le taux de O<sub>2</sub> est faible. Et puisque le complexe (HbO<sub>2</sub>) est instable, le O<sub>2</sub> est libéré et la Hb est libre.

La réaction est alors réversible (peut se faire dans les deux sens) :

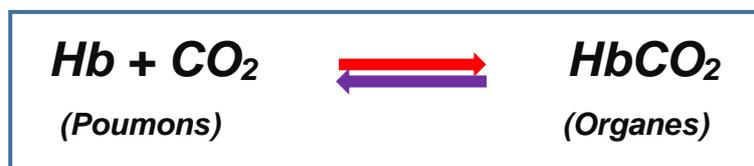


Par cette capacité, l'hémoglobine assure le transport de 98 % du dioxygène. Le reste est transporté sous forme dissoute dans le plasma.

### **- Le dioxyde de carbone :**

Au niveau des organes, le taux de CO<sub>2</sub> est important. Il s'associe à (Hb) libre pour former le complexe (HbCO<sub>2</sub>).

Au niveau des capillaires alvéolaires, le taux de CO<sub>2</sub> est faible. Il se dissocie de (Hb) pour passer dans l'air alvéolaire avant d'être refoulé à l'extérieur.



\* L'hémoglobine assure le transport juste de 20 à 30 % de CO<sub>2</sub>, selon la réaction précédente.

\*\* La plus grande partie (60 à 70 %) est transportée sous forme de composés dissous dans le plasma (Hydrogénocarbonates).

\*\* 7 à 10 % se dissout directement dans le plasma.

## **2) Transport des nutriments :**

(Voire Cours sur l'absorption des nutriments.)

Le sang assure le transport des nutriments (produits de la digestion) des villosités intestinales aux cellules de nos différents organes.

### III- La lymphe, liquide intermédiaire entre le sang et les cellules :

Le sang circule dans notre organisme pour ravitailler en oxygène et en nutriments les cellules de nos organes. Cependant, ces dernières ne sont pas en contact direct avec les capillaires sanguins, mais elles baignent dans un milieu liquide. (Doc. 6 page 55)

C'est quoi ce liquide ? D'où vient-il ? Et quel est son rôle ?

#### 1) Origine et formation de la lymphe :

Le document montre que c'est avec ce liquide que les cellules effectuent leurs échanges ( $O_2$ ,  $CO_2$ , nutriments ...). Ce liquide interstitiel où baignent les cellules est appelé : **Lymphe interstitielle**. Mais quelle est son origine ?

Hypothèse : La lymphe interstitielle se forme à partir du plasma.

Contrôle de l'hypothèse :

Soient les documents suivants :

1) Tableau comparatif des constituants du plasma et celle de la lymphe interstitielle :

Constituants (g/l)	Plasma	Lymphe interstitielle
Eau	900	970
Ions ( $Na^+$ , $K^+$ , $Cl^-$ , $Ca^{2+}$ , ...)	8	8
Protides	70	5
Glucose	1	1
Acides aminés	0,5	0,5
Lipides	5	0,5
Déchets azotés	0,3	traces

2) Tableau représentant une expérience :

Expérience	Résultat directement après injection	Résultat 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.

\* Comparez les constituants du plasma à ceux de la lymphe interstitielle.

\* En quoi cette comparaison, ainsi que le résultat de l'expérience, pourrait-elle vous aider quant à la confirmation de votre hypothèse ?

Bilan :

\*\*On constate que la composition chimique de la lymphe est la même que celle du plasma.

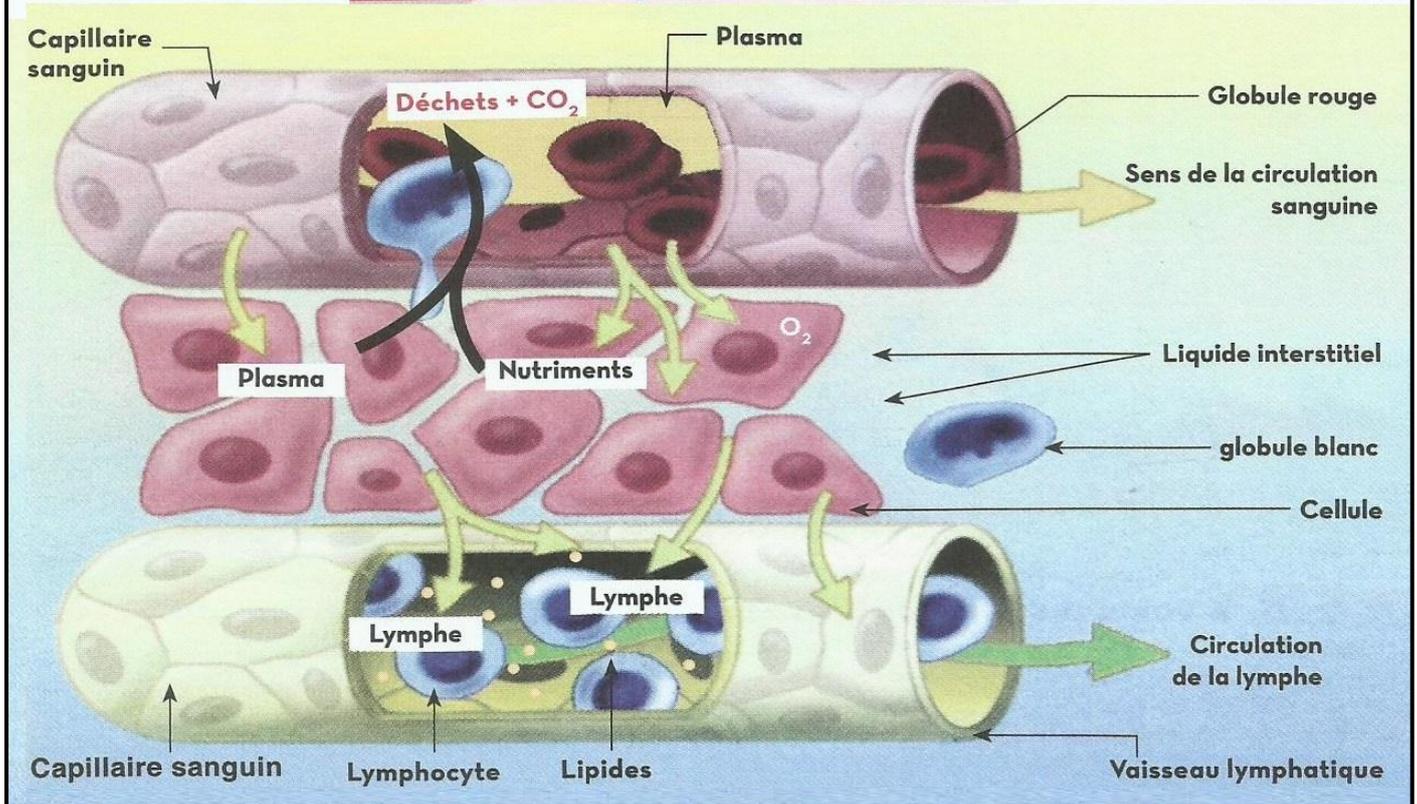
\*\*Cette comparaison ainsi que le résultat de l'expérience révèlent que la paroi des capillaires sanguins est perméable au plasma et aux substances dissoutes.

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**.

**Doc. 5 Les échanges dans le milieu interne**



## 2) Le système lymphatique et son rôle :

Le système lymphatique est constitué de :

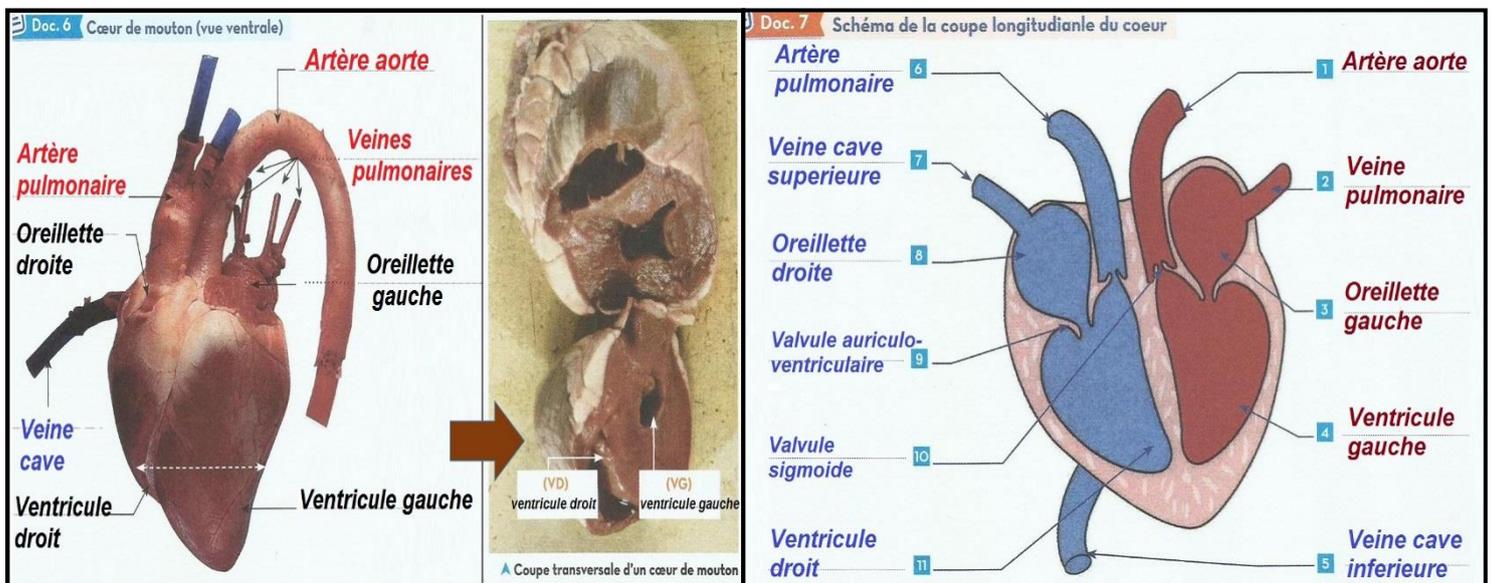
- \*\* Vaisseaux lymphatiques : permettent le retour de la lymphe interstitielle à la circulation Sanguine. Grâce à ce renouvellement permanent, les cellules s'approvisionnent en nutriments et en  $O_2$ , et se débarrassent des déchets et de  $CO_2$ .
- \*\* Organes et tissus lymphatiques : la rate, 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*.

## IV- L'appareil circulatoire :

L'appareil circulatoire est formé du cœur et des vaisseaux sanguins : artères, veines et capillaires sanguins.

### 1) La structure du cœur :



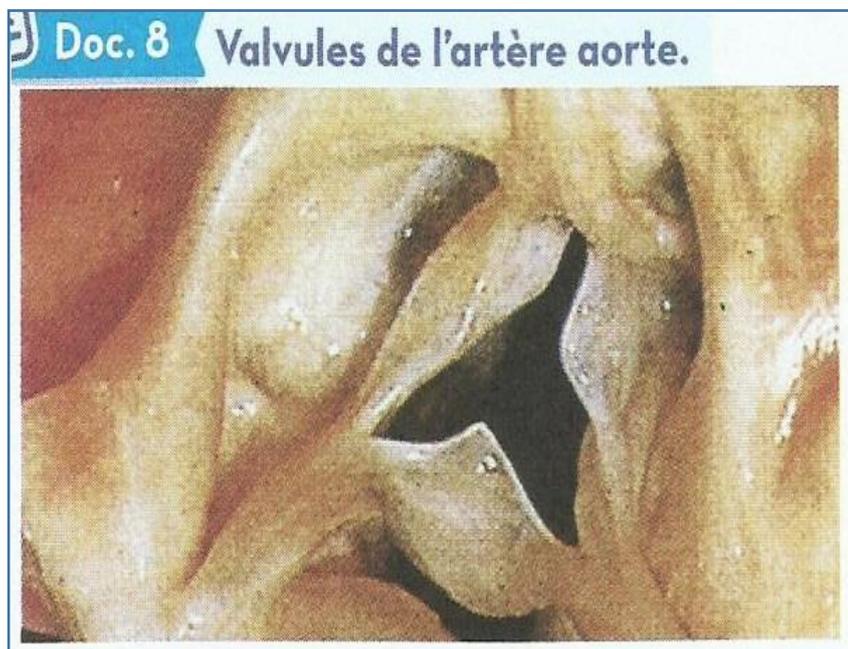
Le cœur est formé d'un muscle (le myocarde) creux, de forme conique. Le myocarde se contracte et se dilate involontairement, on parle de l'automatisme cardiaque. L'anatomie du cœur permet de constater qu'il y a l'existence de deux parties : un cœur gauche et un cœur droit, chacun contient deux cavités de taille et de volume différent : Une oreillette et un ventricule.

## 2) Le sens de la circulation sanguine :

### A- Expériences :

Expérience	Résultat	Conclusion
Injection d'eau dans le cœur par la veine cave.	L'eau arrive à l'oreillette droite puis dans le ventricule droit, puis elle sort par l'artère pulmonaire.	Au niveau du cœur droit, le sang rentre par la veine cave et sort par l'artère pulmonaire.
Injection d'eau dans le cœur par une veine pulmonaire.	L'eau arrive à l'oreillette gauche puis dans le ventricule gauche, puis elle sort par l'artère aorte.	Au niveau du cœur gauche, le sang rentre par les veines pulmonaires et sort par l'artère aorte.
Injection d'eau dans le cœur par les artères, aorte et pulmonaire.	L'eau n'arrive ni au ventricule gauche ni au ventricule droit.	Le sang ne rentre pas au cœur ni par l'artère aorte ni par l'artère pulmonaire.

### B- Conclusion :



Au niveau du cœur, la circulation sanguine se fait en sens unique : de l'oreillette au ventricule puis vers l'artère. Ce sens unique est assuré par de petites poches membraneuses appelées : **Valvules**, qui jouent le rôle de clapets anti-retour du sang dans le sens inverse, et qui sont de deux types :

**\*\* Valvules artérielles**, dites aussi sigmoïdes, situées à la base des artères et empêchent le sang de retourner aux ventricules

**\*\* Valvules auriculo-ventriculaires**, situées à la limite entre les oreillettes et les ventricules, et empêchent le sang de retourner dans les oreillettes.

## 3) Les vaisseaux sanguins et leur rôle :

Les vaisseaux sanguins existent sous trois types :

**\*\* Artères :** Dans lesquelles le sang circule du cœur vers les différents organes.

**\*\* Veines :** Dans lesquelles le sang circule des organes vers le cœur.

**\*\* Capillaires sanguins :** Sont des vaisseaux sanguins microscopiques qui permettent au sang, au niveau d'un organe, de passer d'une artériole à une veinule.

## V- Le cœur, moteur de la circulation sanguine :

### 1) La révolution cardiaque :

La révolution cardiaque est l'alternance de phénomènes qui affectent le cœur, et qui se répètent de façon cyclique :

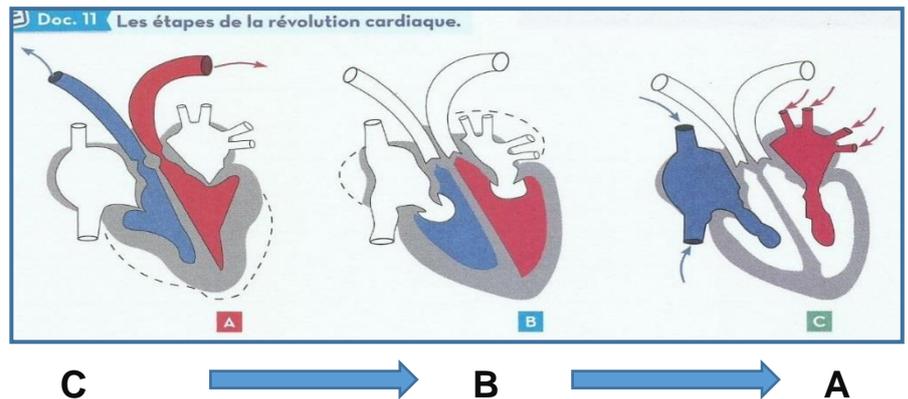
\*\* Diastole : période de relaxation cardiaque lors de laquelle le sang pénètre par les veines et remplit les oreillettes.

\*\* Systole auriculaire : Les oreillettes se contractent et éjectent vers les ventricules le sang qu'elles contiennent. Puis les valvules auriculo-ventriculaires se ferment.

\*\* Systole Ventriculaire : Les ventricules se contractent et éjectent vers les artères le sang qu'elles contiennent. Puis les valvules sigmoïdes se referment.

#### \* Application :

Remets en ordre les étapes de la révolution cardiaque.

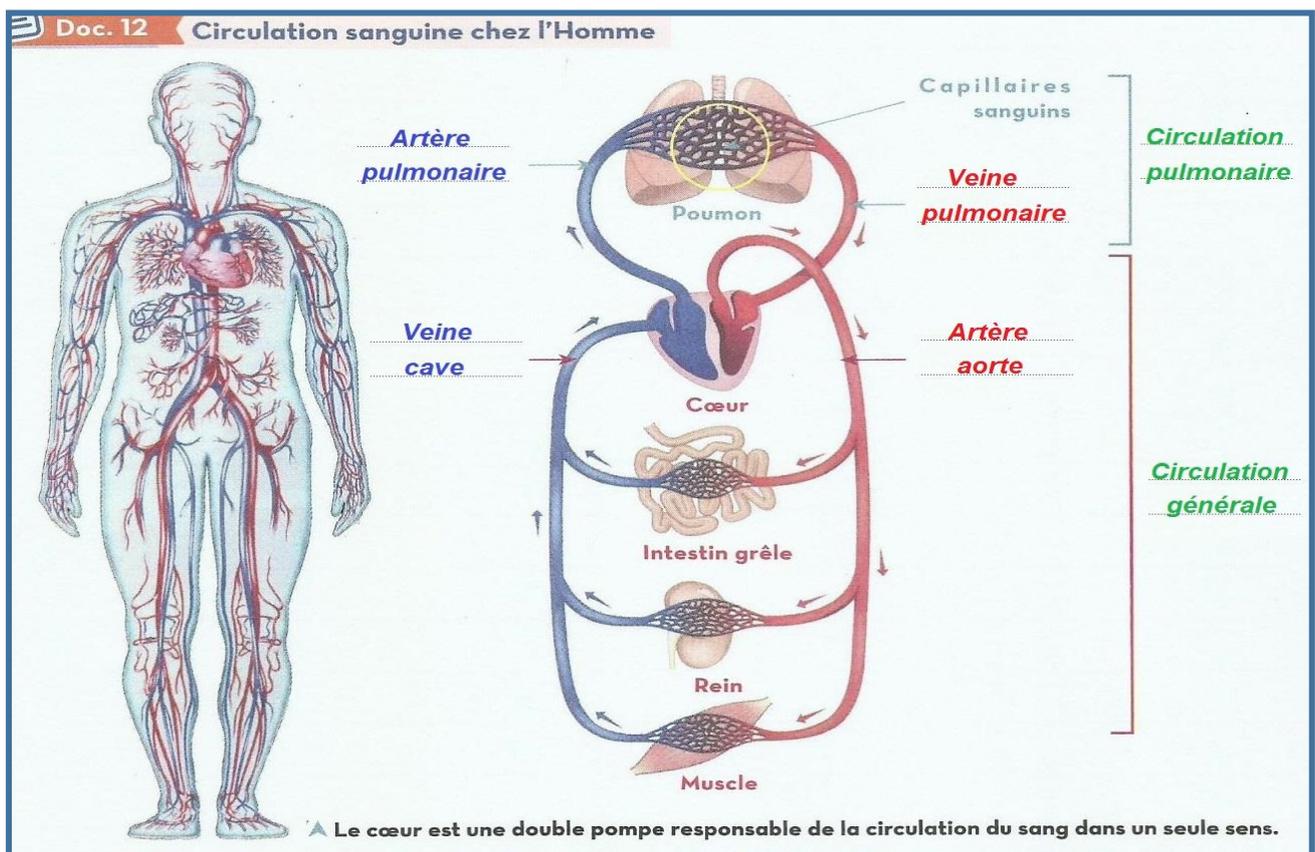


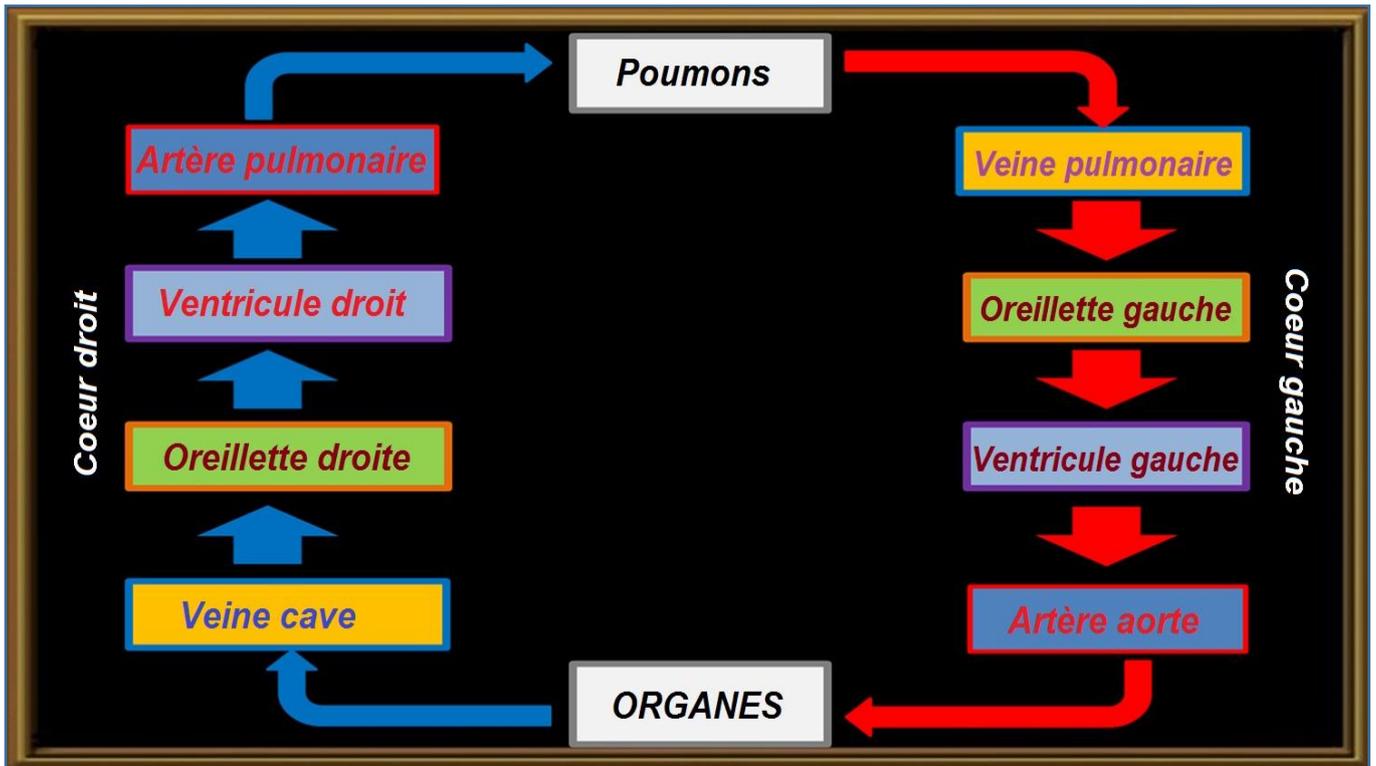
### 2) Les phases de la circulation sanguine :

Le cœur est considéré comme une double pompe qui met le sang en un mouvement organisé en deux circulations parallèles :

\*\* Petite circulation, ou pulmonaire : part du ventricule droit et revient à l'oreillette droite, via les poumons.

\*\* Grande circulation, ou générale : part du ventricule gauche et revient à l'oreillette gauche, via les autres organes de l'organisme : intestin grêle, rein, muscle ...





**Document: la double circulation sanguine**

 Sang riche en dioxyde de carbone

 Sang riche en dioxygène