

# MODULE 3

## LE SYSTEME CIRCULATOIRE

### LE SANG

# L'APPAREIL CIRCULATOIRE

## SOMMAIRE

### **A – ANATOMIE DU SYSTEME CIRCULATOIRE**

- 1 – Le système circulatoire général
- 2 – Le cœur
  - a – Configuration extérieure
  - b – Configuration intérieure
  - c – Structure du cœur
- 3 – Les vaisseaux
  - a – Le système artériel
  - b – Le système veineux
  - c – Le système lymphatique

### **B – PHYSIOLOGIE DE LA CIRCULATION**

### **C – PHYSIOLOGIE DES VAISSEAUX**

- 1 – La vasomotricité
- 2 – La pression artérielle
- 3 – Le pouls
- 4 – La circulation dans les veines

### **D – PATHOLOGIES DU SYSTEME CIRCULATOIRE**

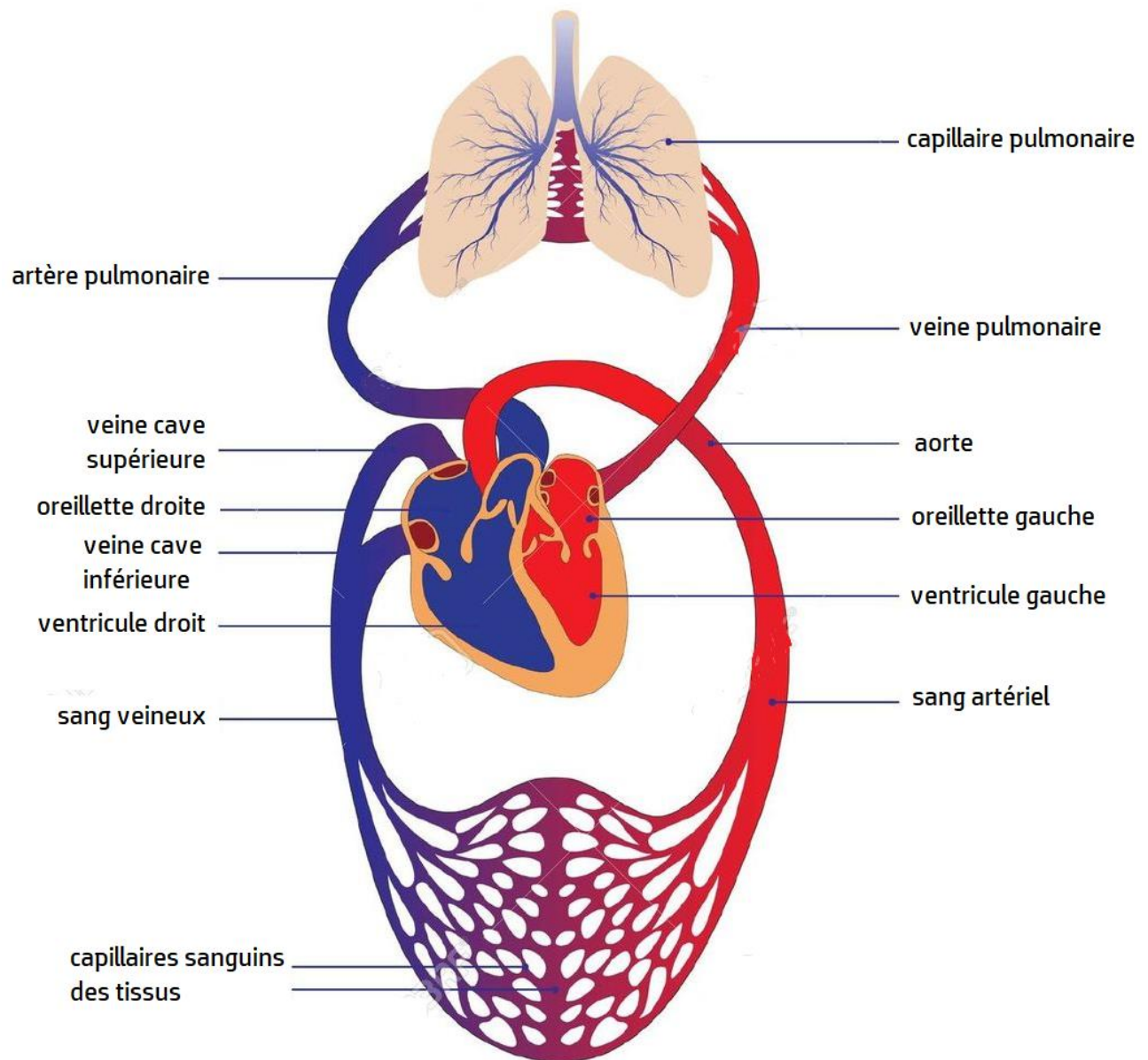
- 1 – Au niveau du cœur
- 2 – Au niveau des artères
- 3 – Au niveau des veines
  - L'accident vasculaire cérébral
  - L'infarctus du myocarde

### **E – MOYENS D'EXPLORATION**

- 1 – Du cœur
- 2 – Des vaisseaux

## LE SYSTEME CIRCULATOIRE

L'appareil circulatoire est constitué du cœur et d'un système de vaisseaux dans lesquels circule le sang, ce qui permet à l'organisme de subvenir à ses besoins les plus élémentaires.

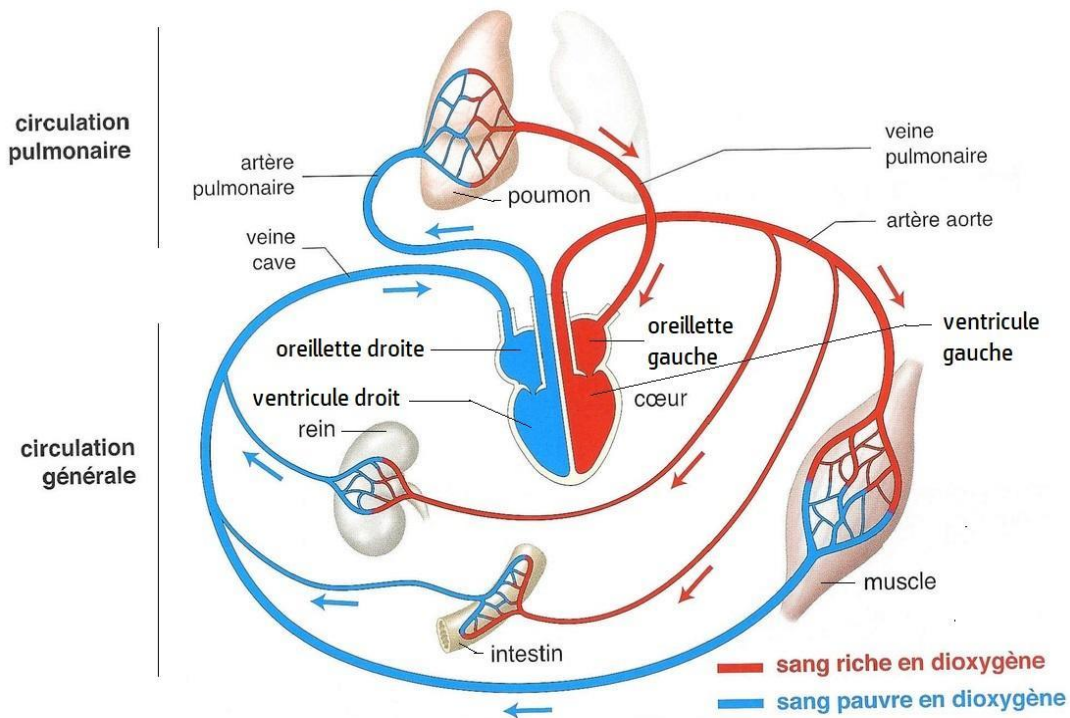


En effet, les cellules des différents tissus de l'organisme tirent du sang, les éléments nécessaires à l'entretien de la vie, c'est à dire l'oxygène des aliments, et y rejettent les résidus de leur métabolisme, le gaz carbonique et autres déchets.

On distingue trois catégories de vaisseaux : les artères, les veines, et les capillaires.

## A – ANATOMIE DU SYSTEME CIRCULATOIRE

### 1 – Le système circulatoire général :



Le sang part du cœur gauche grâce au ventricule gauche et arrive aux différents tissus, richement oxygéné et transportant les différents nutriments par le biais des artères.

Il en repart appauvri et chargé des déchets cellulaires et organiques par le biais des veines.

Le sang artériel est donc rouge vif et le sang veineux rouge sombre.

Le sang arrive au cœur droit par les veines caves dans l'oreillette droite. Puis il est propulsé grâce au ventricule droit dans les poumons, où grâce aux différents échanges, il va se débarrasser du CO<sub>2</sub> et se charger en O<sub>2</sub>, devenant ainsi le sang artériel nourricier.

Il revient au cœur par les veines pulmonaires dans l'oreillette gauche, puis est éjecté dans le ventricule gauche d'où il repart pour un nouveau cycle.

Le sang emprunte des voies diverses pour aller vers les différents tissus et organes :

- Une digestive (intestinale) et une hépatique où le sang s'enrichit en nutriments issus de la digestion,
- Une rénale visant à épurer le sang
- Une cellulaire pour nourrir et nettoyer l'ensemble des cellules de l'organisme.

Une fois la zone d'irrigation atteinte et les échanges faits, le sang devient le sang veineux.

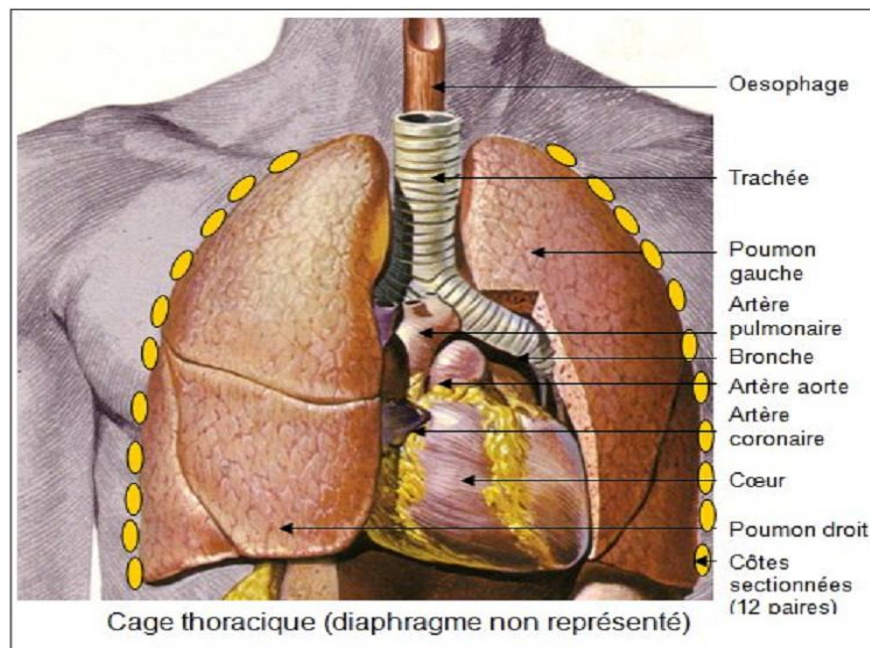
On décrit donc une **grande circulation** (ou générale ou systémique) et une **petite circulation** (ou pulmonaire)

## . 2 – Le cœur :

Le cœur est un muscle creux, qui par sa contraction rythmique, assure la progression du sang dans les vaisseaux.

Il est situé dans le thorax, entre les deux poumons, au-dessus du diaphragme sur lequel il repose.

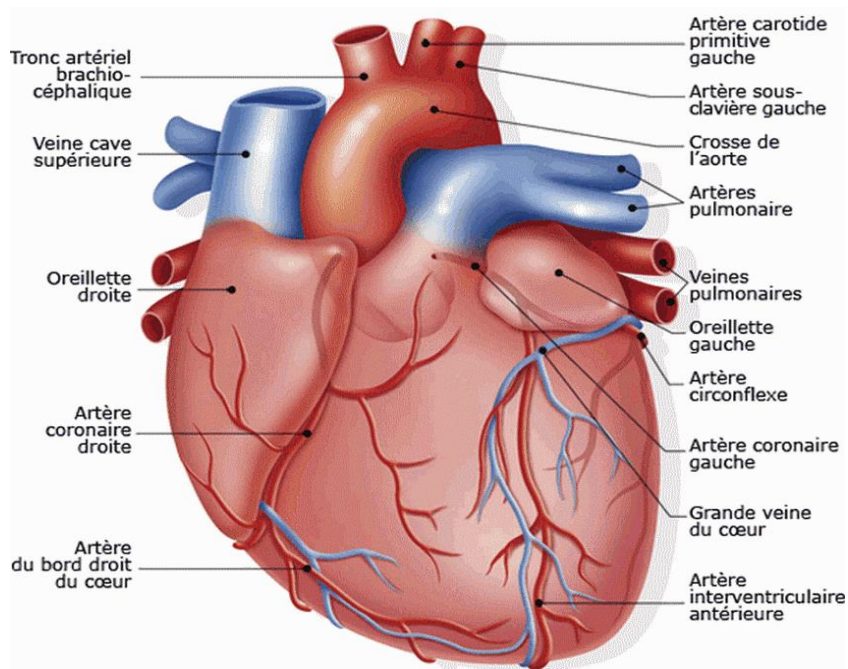
Il occupe une loge cellulaire appelée le **médiastin** antérieur.



Il a la forme d'une pyramide triangulaire, dont la pointe est en bas et vers l'avant. Il pèse environ 250 g chez l'adulte.

### a – Configuration extérieure :

Le cœur présente trois faces, une base et un sommet.

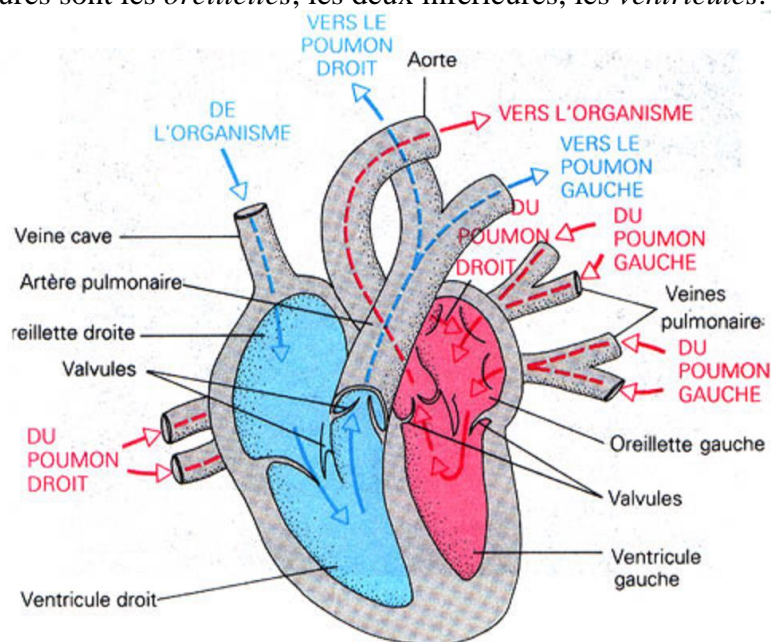


La face antérieure est divisée en deux parties séparées par un sillon transversal, le sillon auriculo-ventriculaire. Les deux parties sont les oreillettes et les ventricules.

Sur la partie moyenne du sillon, émergent deux gros vaisseaux : *l'aorte et l'artère pulmonaire*.

#### b – Configuration intérieure :

Le cœur est divisé intérieurement en quatre cavités, par une cloison verticale et une horizontale. Les deux cavités supérieures sont les *oreillettes*, les deux inférieures, les *ventricules*.

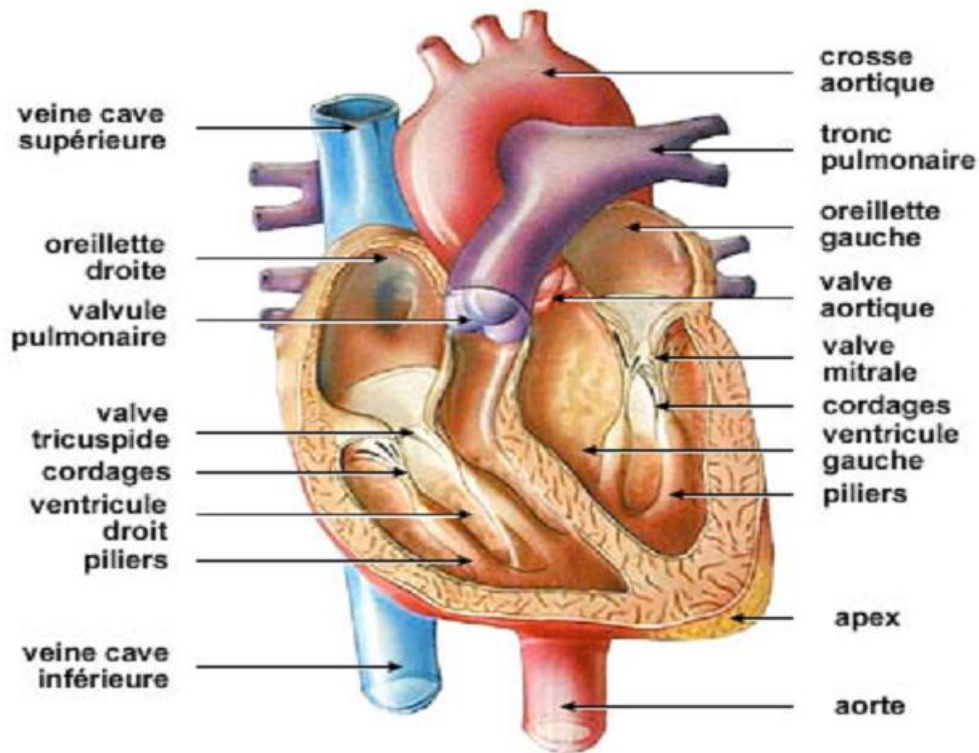


Chaque oreillette communique avec le ventricule sous-jacent, par l'orifice auriculo-ventriculaire.

Les oreillettes ne communiquent pas entre elles, les ventricules non plus. Ils sont séparés par des cloisons inter-auriculaires ou inter-ventriculaires.

Le sang qui circule dans les cavités droites, ne se mélange jamais au sang qui circule dans les cavités gauches, et vice versa.

La paroi des oreillettes est mince, celle des ventricules est très épaisse et jalonnée de saillies musculaires : les colonnes charnues. Cette disposition tient à la vigueur nécessaire à la contraction des ventricules pour propulser le sang dans tout le système circulatoire.



Dans l'oreillette droite, on trouve les orifices des deux veines caves supérieures et inférieures.

Entre l'oreillette droite et le ventricule droit, on trouve une valvule qui évite le reflux de sang du ventricule dans l'oreillette au moment de la contraction du ventricule. Cette valvule est formée de trois valves accrochées aux parois du ventricule. Elle porte le nom de *valvule tricuspide*.

Entre l'oreillette gauche et le ventricule gauche, c'est la *valvule mitrale*.

Les gros vaisseaux sont tous pourvus de valvules qui évitent les reflux de sang : *valve aortique* pour l'aorte, et *valve pulmonaire* pour les artères pulmonaires.

Les ventricules droit et gauche sont soutenus grâce à des piliers, et des cordages, qui constituent un système d'amarrage.

### c- Structure du cœur :

Le cœur est formé d'un tissu musculaire spécial, le *myocarde*. Il est tapissé intérieurement d'un endothélium, l'*endocarde*, et extérieurement d'une séreuse, le *péricarde*.

- **Le myocarde** : est un muscle strié dont les cellules sont attachées les unes aux autres pour former un réseau de tissu musculaire, ce qui explique la contraction en masse du tissu musculaire.

C'est le seul muscle strié de l'organisme qui ne réponde pas à la volonté, il a un fonctionnement autonome.

- **L'endocarde** : est une mince membrane endothéliale (composée de cellules lisses et aplaties, favorables à l'écoulement du sang, et évitant ainsi la formation de caillots), qui tapisse la face interne du myocarde, et qui se prolonge, en dehors du cœur, par la tunique interne des artères et des veines.

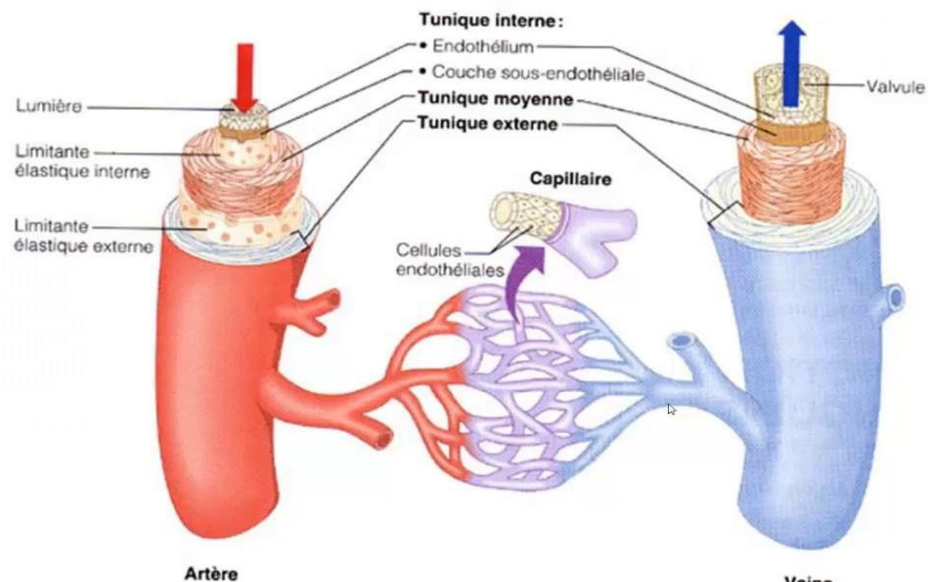
- **Le péricarde** : est l'enveloppe extérieure du cœur. Il est constitué de deux parties, une externe, le péricarde fibreux, et une interne, le péricarde séreux.

Le péricarde fibreux constitue surtout le moyen de fixation du cœur, étant constitué de fibres et de ligaments, rattachés aux organes voisins.

Le péricarde séreux, composé de deux feuillets distincts, l'un contre le myocarde, l'autre contre la face interne du péricarde fibreux.

### 3 – **Les vaisseaux** :

On distingue trois catégories de vaisseaux : les artères, les veines et les capillaires.



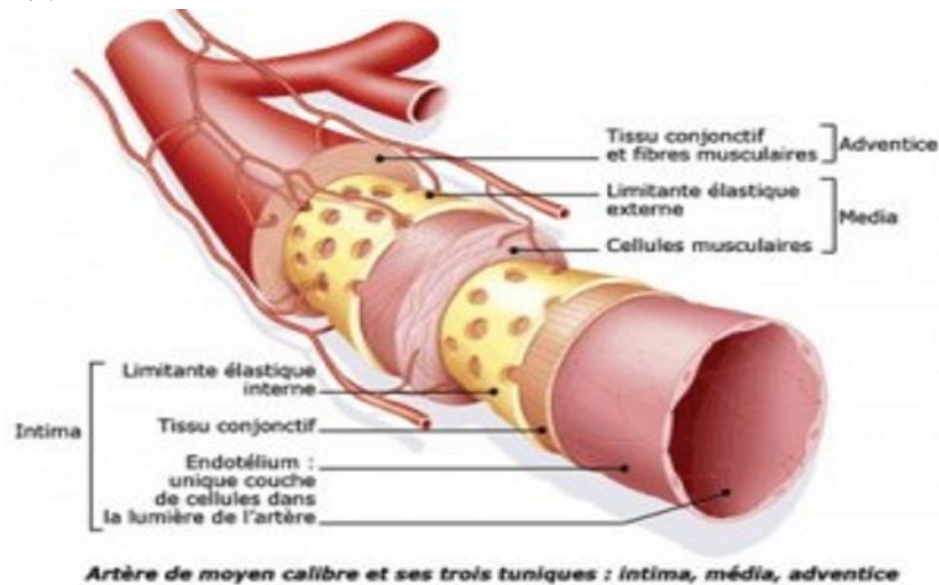
#### - **Les artères** :

Ce sont les vaisseaux qui conduisent le sang depuis le cœur jusque dans les organes.



Leurs parois sont épaisses et sont faites de trois tuniques concentriques :

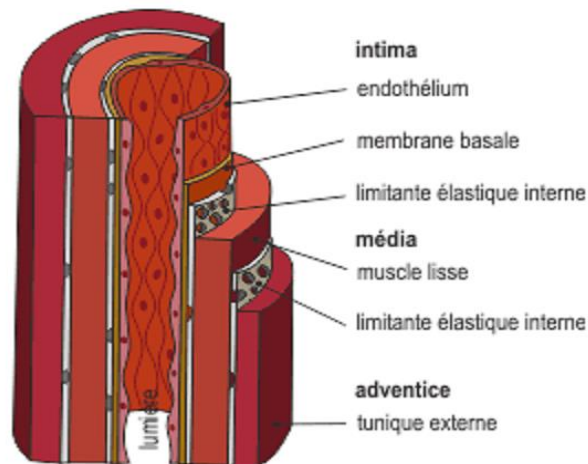
- Une paroi interne lisse, *l'intima*, en continuité avec l'endothélium cardiaque, qui a pour rôle d'assurer l'étanchéité du vaisseau et empêche la coagulation du sang à l'intérieur de celui-ci.



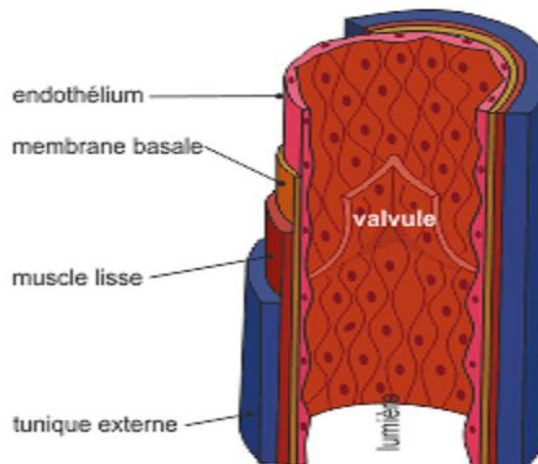
- Une tunique moyenne, ou *média*, faite de fibres musculaires lisses et élastiques. Cette tunique transmet les impulsions dues aux contractions cardiaques. Les grosses artères ont plus de fibres élastiques, les petites artères plus de fibres musculaires.
  - Une tunique externe, ou *adventice*, faite de fibres conjonctives et élastiques. Cette tunique porte les filets du système nerveux végétatif, qui commande les fibres musculaires lisses de la média, et de très fins vaisseaux qui assurent la nutrition de la paroi des artères.
- **Les veines :**

Ce sont les vaisseaux qui ramènent le sang depuis les organes jusqu'au cœur. Leur structure est identique à celle des artères, avec trois tuniques.

L'intima au niveau des membres inférieurs forme de replis appelés *valvules*, qui obligent le sang à



circuler en sens unique, vers le cœur, et à l'encontre de la loi de la pesanteur puisque le sang remonte.

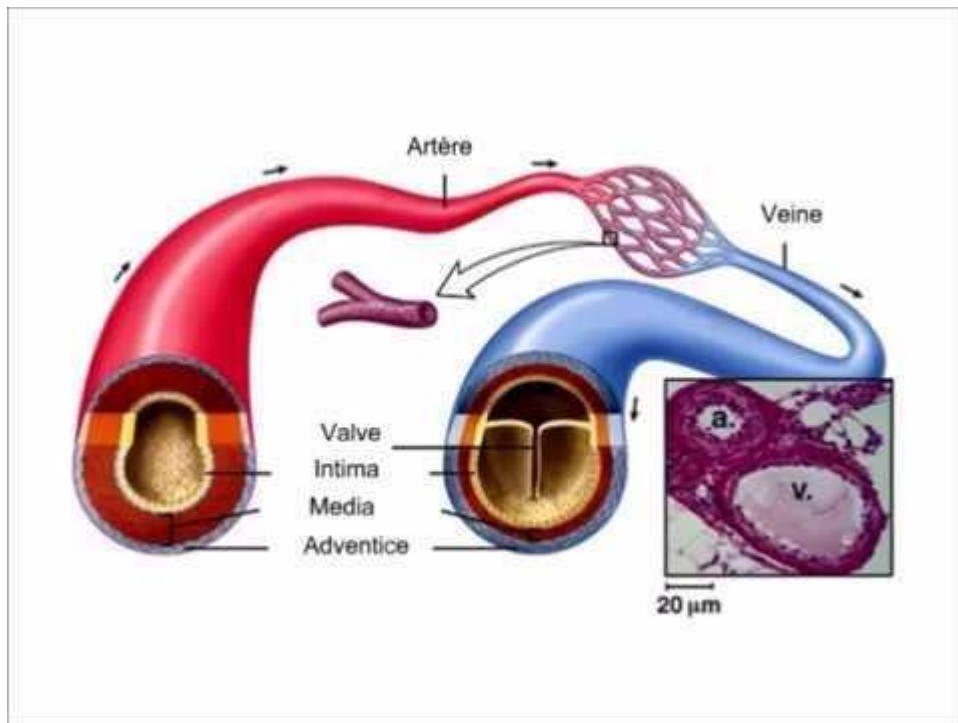


- **Les capillaires :**

Sont des vaisseaux microscopiques, intermédiaires entre les artères et les veines, reliant ces deux systèmes, et grâce auxquels le sang arrive au contact de toutes les cellules de l'organisme.

Leur calibre est extrêmement fin, il suffit tout juste à laisser passer les globules rouges (environ 1/100mm). Leur paroi n'est formée que d'une seule couche de cellules endothéliales, et elle

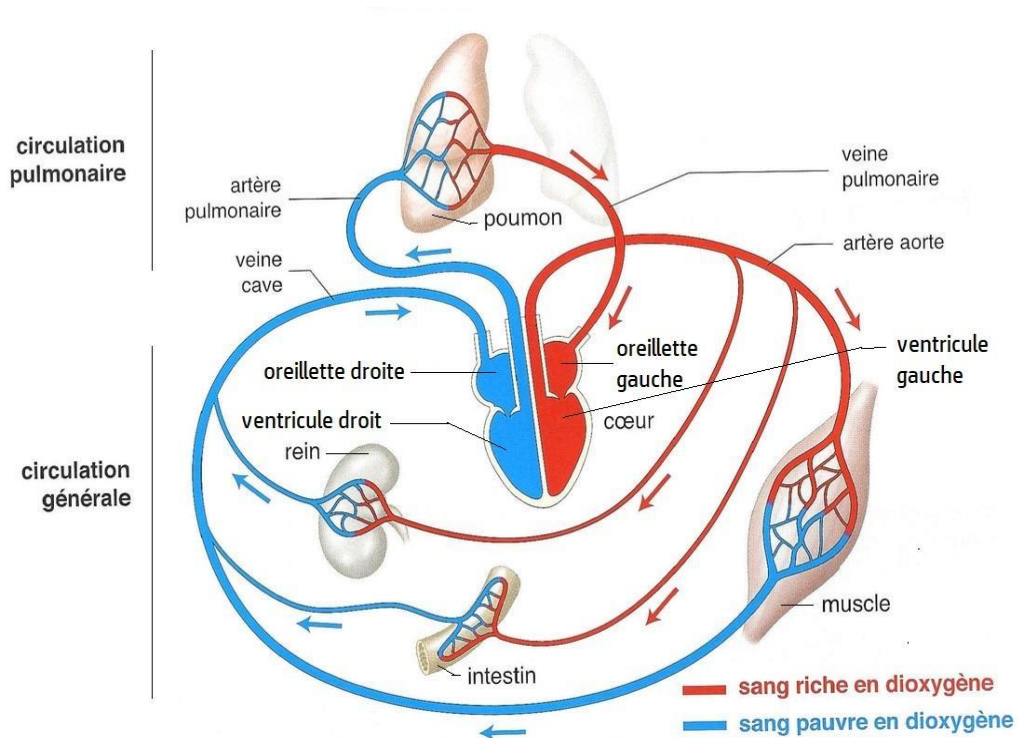
est perméable aux substances chimiques du sang et aux globules blancs.



### a – Le système artériel :

Nous avons déjà vu qu'il y a deux circulations dans notre système : la petite et la grande circulation.

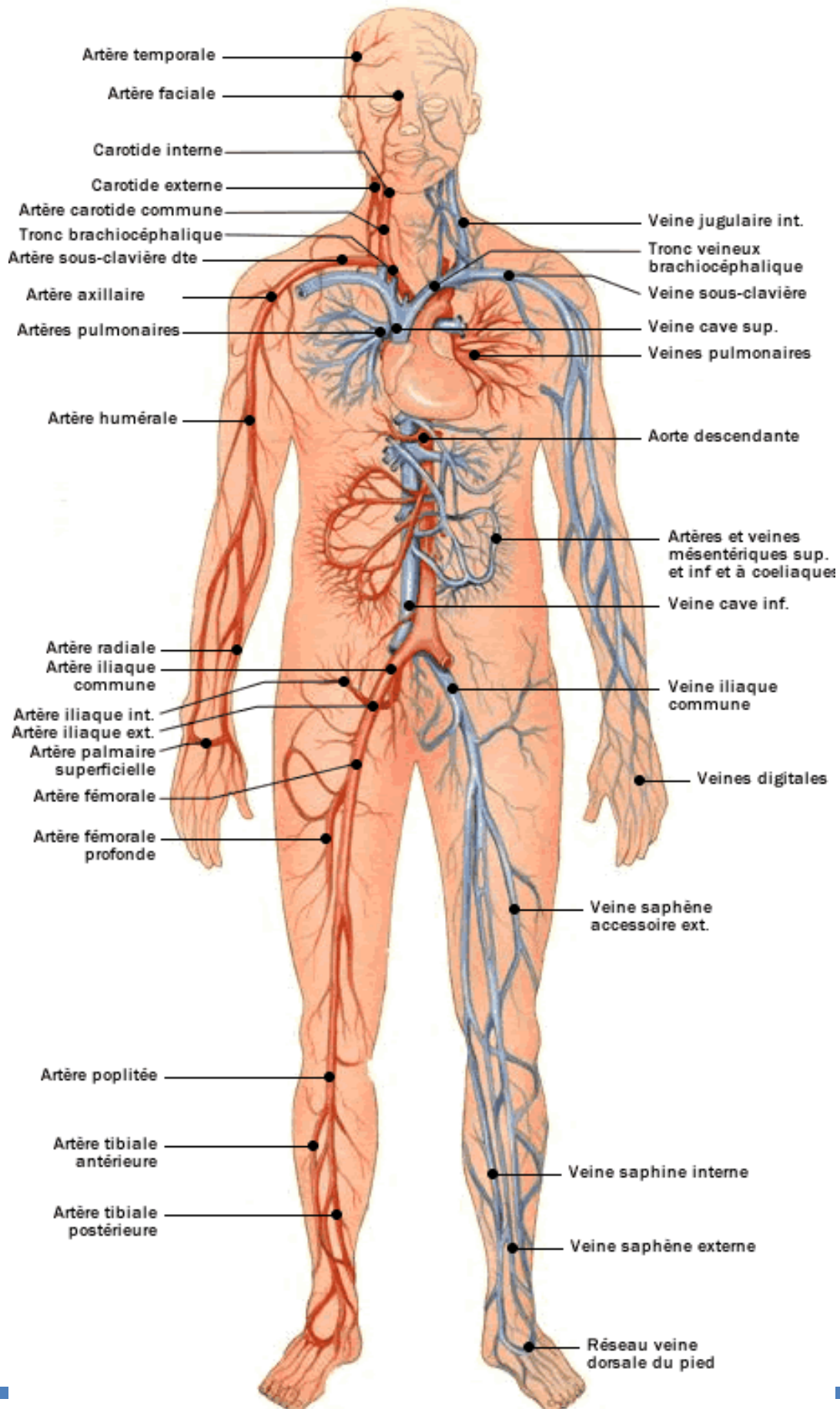
La petite circulation est représentée par l'artère pulmonaire, qui naît du ventricule droit et se divise en deux branches : l'artère pulmonaire droite et gauche. Chacune se ramifie en un grand nombre de vaisseaux et capillaires qui donneront naissance aux veines pulmonaires.

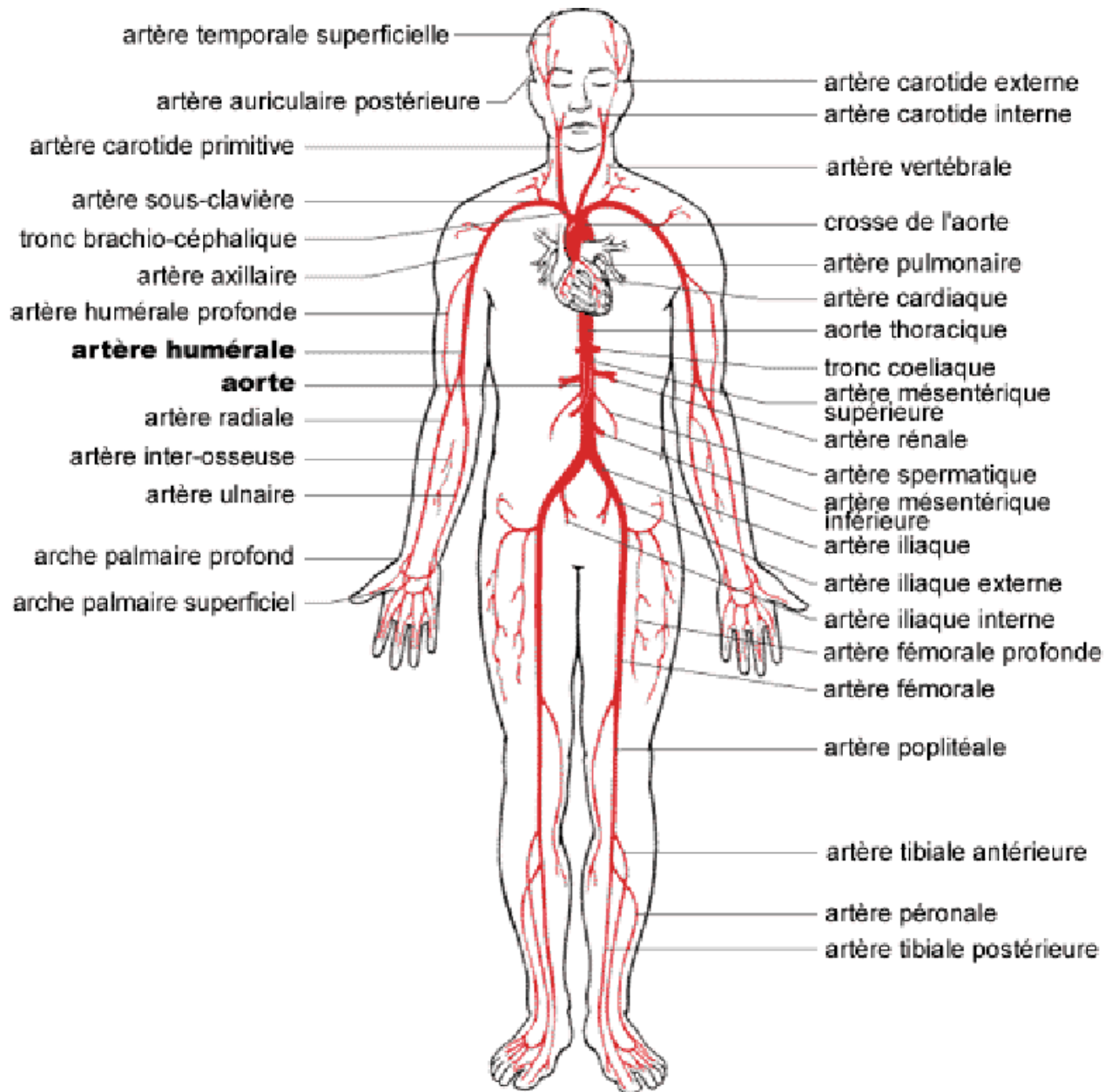


La grande circulation est représentée par l'aorte et ses branches. L'aorte naît du ventricule gauche, décrit une courbe (la crosse de l'aorte) et descend dans le thorax pour se diviser en de nombreuses branches, chacune allant nourrir un organe précis.

Les branches de la ***crosse de l'aorte*** sont, dans leur ordre de naissance :

- Les artères coronaires : qui sont les artères nourricières du cœur. Il y en a deux, une droite et une gauche.
- Le tronc artériel brachio-céphalique : qui se divise en deux branches, l'artère carotide primitive qui elle aussi se redivise en une droite et une gauche, (qui montent dans le cou pour irriguer le cerveau, les yeux, les maxillaires), et l'artère sous-clavière droite, qui passe au niveau des cervicales et au niveau des intercostaux.
- L'artère sous-clavière gauche, qui irrigue les cervicales les intercostaux ...





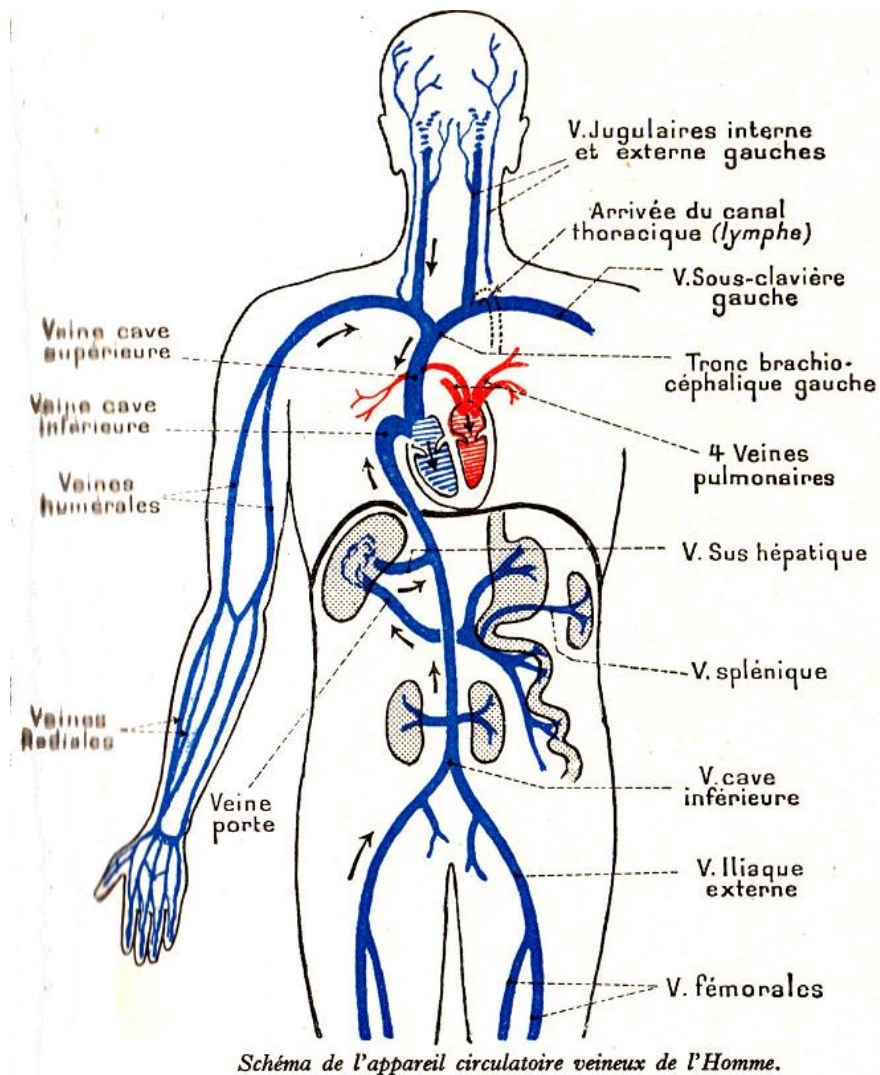
Les branches de l'*aorte thoracique* sont les artères bronchiques, les artères œsophagiennes, les intercostales.

Les branches de l'*aorte abdominale* vont irriguer tous les organes de l'abdomen, du bassin, puis l'aorte se divise en *branches iliaques et fémorales*, qui vont descendre dans les deux jambes, en se divisant toujours en plus petites branches.

### **b – Le système veineux :**

Comme les artères, nous retrouvons la petite et la grande circulation. La petite circulation est représentée par les *veines pulmonaires*. Il y en a quatre : deux veines pulmonaires droites, et deux gauches. Elles naissent du réseau des capillaires pulmonaires, et se terminent dans l'oreillette

gauche.



**Le système veineux de la grande circulation** est constitué par les veines correspondant au système artériel aortique. D'une façon générale, chaque artère est accompagnée de deux veines qui suivent le même trajet que l'artère, et qui portent le même nom qu'elle.

Ce n'est qu'au niveau des gros vaisseaux qu'il n'existe qu'une seule veine satellite de l'artère correspondante.

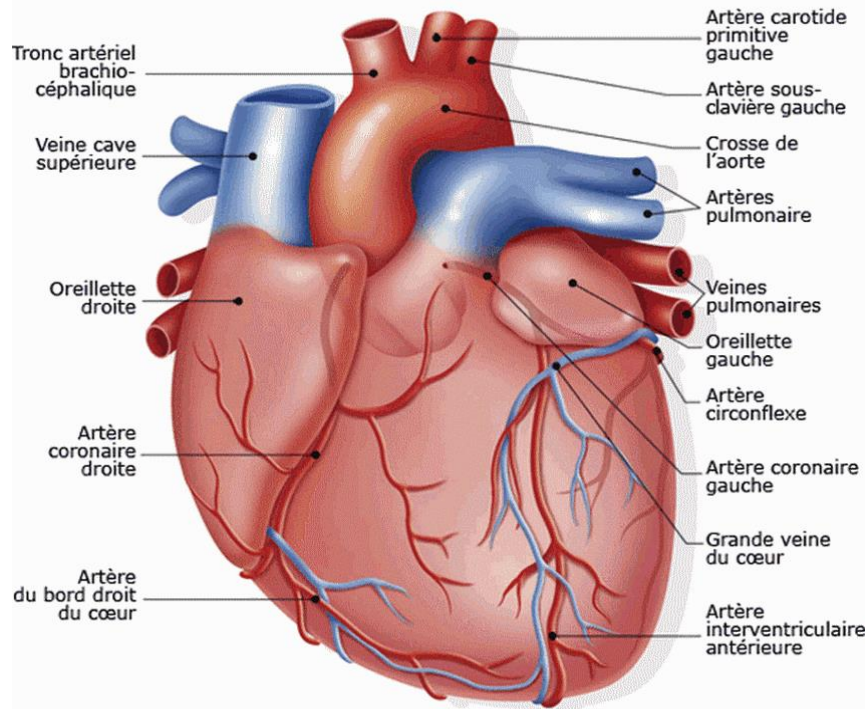
Les veines de la grande circulation sont collectées par deux veines énormes qui se jettent dans l'oreillette droite, les *veines caves supérieures et inférieures*, qui donnent naissance à deux systèmes de circulation :

- *Le système de la veine cave supérieure* qui draine le sang des membres supérieurs, de la tête, du cou, du thorax, du rachis.
- *Le système de la veine cave inférieure* qui draine le sang de toutes les parties du corps situées sous le diaphragme.

**Le système porte** regroupe la veine stomacique(=estomac), splénique(=rate), mésentérique (toute

la circulation du système digestif arrive dans la veine porte, passe dans le foie, et retour dans la veine cave inférieure).

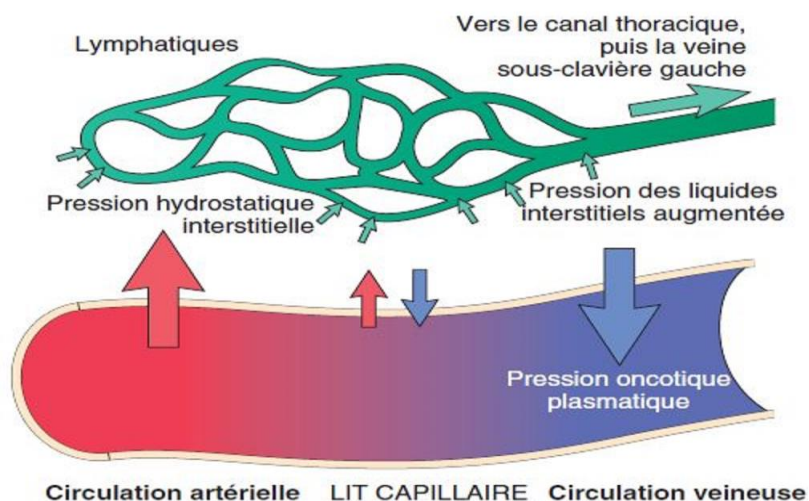
**Les veines coronaires** sont les veines propres du cœur, et sont satellites des artères correspondantes. Elles se réunissent en un tronc commun, le sinus coronaire, qui se jette dans l'oreillette droite.



**c – Le système lymphatique :**

Ce système va être étudié plus en détail dans le module 4.

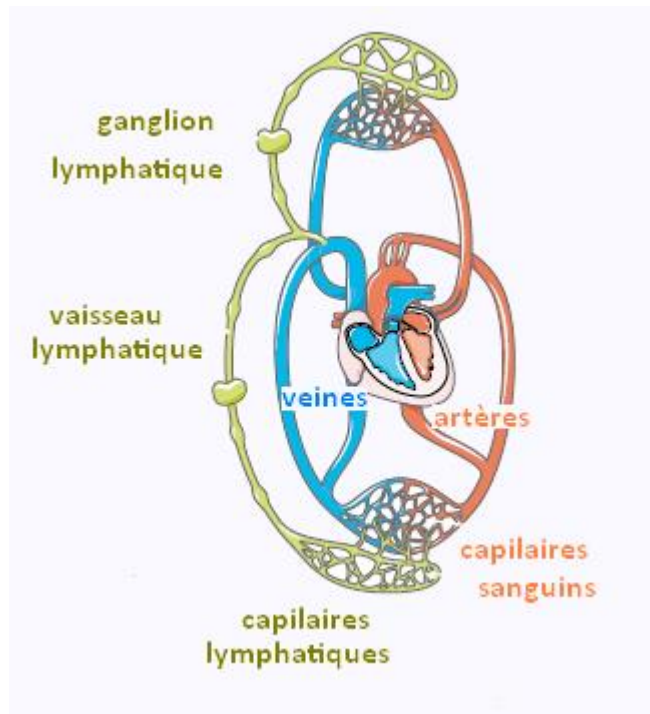
Le système lymphatique représente une circulation partant des capillaires sanguins qui vont laisser passer au travers de leur paroi, les globules blancs et le plasma du sang, et former la lymphe qui circule dans un réseau lymphatique.





Celui-ci a :

- Un rôle *nutritif*, puisque la lymphe apporte au sang les graisses absorbées dans l'intestin grêle.
- Un rôle *de drainage et d'épuration*, puisqu'elle transporte une partie des déchets cellulaires et des éléments non utilisés par les tissus.
- Un rôle *de défense*, puisque le long du parcours lymphatique on trouve des ganglions, qui vont retenir les microbes que la lymphe a pu absorber dans son parcours, et les détruire.



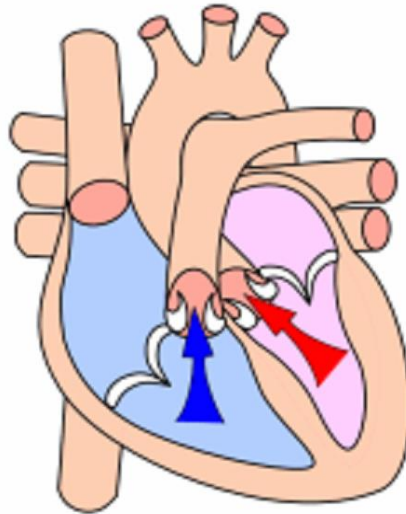
## **B – PHYSIOLOGIE DE LA CIRCULATION**

Le fonctionnement cardiaque consiste en des alternances de contraction et de relâchement du myocarde. La fréquence des contractions cardiaques est environ de 75 à 80 battements par minute, mais ce chiffre varie avec de nombreux facteurs : exercice, émotionnel, sommeil, etc...

L'ensemble des phénomènes dont le myocarde est le siège du début d'une contraction jusqu'au début de la contraction suivante s'appelle une *révolution cardiaque*. Celle-ci comprend trois temps successifs :

- 1er temps : *la systole auriculaire* : c'est la contraction des oreillettes. Le sang contenu dans les oreillettes est chassé dans les deux ventricules (environ 1/10 de seconde).

- 2ème temps : *la systole ventriculaire* : c'est la contraction des ventricules (environ 3/10 de seconde). Les oreillettes se relâchent, les ventricules remplis se contractent. La poussée du sang ferme les orifices auriculo-ventriculaires (=premier bruit du cœur) empêchant le reflux du sang dans les oreillettes, et celui-ci pénètre dans l'aorte et l'artère pulmonaire.



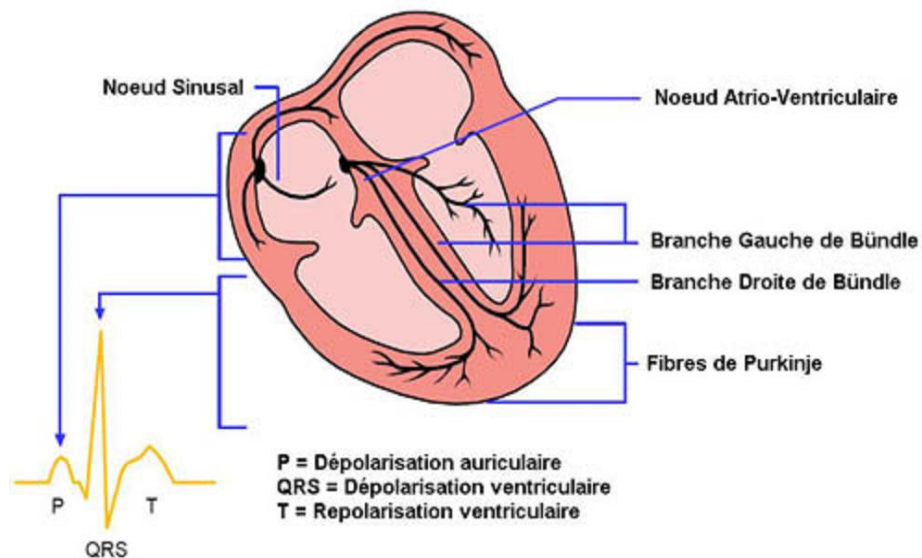
- 3ème temps : *la diastole générale* : c'est la pause des oreillettes et des ventricules, la période de repos du cœur (environ 4/10 de seconde). Pendant ce temps, le sang veineux remplit de nouveau les oreillettes, et ce remplissage prépare à la révolution suivante. Le sang qui a été chassé dans les artères ne peut revenir en arrière dans le ventricule, car il vient buter sur les valvules sigmoïdes (=pulmonaire et aortique) qui se ferment (deuxième bruit du cœur).

Au total, la révolution cardiaque dure environ 8/10 de seconde, et sur cette durée, la moitié est consacrée au repos du myocarde.

Au cours de sa contraction, le cœur subit des modifications de forme, de consistance, de dimension, qui traduisent l'activité mécanique de cet organe.

Le cœur est doué d'automatisme, c'est à dire que son fonctionnement est spontané. Le rythme des battements constitue la *fréquence cardiaque*.

Cette activité est sous la dépendance du système nerveux intrinsèque, constitué d'un tissu nerveux particulier : le *tissu nodal*, appelé ainsi car il est constitué de nœuds, qui donnent le départ d'un influx nerveux, donc d'une contraction.



L'intégrité de ce tissu nerveux est indispensable pour conserver une contraction normale. Toute altération peut entraîner des extra-systoles (=systoles supplémentaires) ou des fibrillations (contractions anarchiques des oreillettes ou des ventricules).

Le système nerveux intrinsèque n'assure que la contraction du cœur.

Le *système nerveux végétatif* (=système nerveux autonome régulant entre autres, les différentes fonctions organiques) intervient également, mais uniquement pour modifier l'activité cardiaque par rapport à l'activité générale de l'organisme.

- *Le système nerveux parasympathique* exerce une action permanente de ralentissement cardiaque. C'est le *système cardio-moderateur*. Il agit sur le cœur par l'intermédiaire d'un médiateur chimique : *l'acétylcholine*.
- *Le système sympathique* constitue le *système cardio-accélérateur*. Il agit par l'intermédiaire d'un autre médiateur chimique : *la noradrénaline*.

Le cœur possède des récepteurs (alpha et bêta) qui vont intercepter ces médiateurs, qui agiront sur le rythme cardiaque.

La fibre musculaire cardiaque trouve l'énergie nécessaire à la contraction dans le métabolisme des lipides (par oxydation des acides gras). Les glucides ne jouent quasiment aucun rôle dans la contraction cardiaque.

## C – PHYSIOLOGIE DES VAISSEAUX

### 1 – La vasomotricité

*La vasomotricité* est la contraction ou le relâchement des fibres musculaires de la paroi des vaisseaux ou des artères.

Elle a pour action d'adapter à chaque instant le calibre vasculaire en fonction des besoins en sang de chaque organe.

Elle est commandée par le système végétatif :

- *Le parasympathique* et son médiateur (l'acétylcholine) ont une action dilatatrice sur les vaisseaux.  
C'est la *vasodilatation*.
- *Le sympathique* et son médiateur (la noradrénaline) ont une action de constriction sur les vaisseaux.  
C'est la *vasoconstriction*.

## 2 – **La pression artérielle**

A chaque contraction, le cœur propulse le sang dans les vaisseaux, avec une vigueur plus ou moins importante. Ce sang se heurte à la paroi élastique des vaisseaux, et de ce fait, il règne à l'intérieur des artères, une certaine pression : la pression artérielle (ou la tension).

Au moment de la systole ventriculaire, la pression artérielle s'élève, le chiffre qu'elle atteint est la *pression systolique, ou maxima*.

Pendant la diastole, la pression artérielle diminue et son chiffre est fonction du tonus des parois artérielles, et de la quantité de sang qu'elles contiennent. Ce chiffre est la *pression diastolique, ou minima*.

La pression artérielle normale, chez un adulte au repos est d'environ 13 pour la maxima, et 7 pour la minima.

Ces chiffres subissent une augmentation plus ou moins importante lors d'un effort, de la digestion, etc...

Ils dépendent de trois facteurs :

- ***Le débit cardiaque*** : qui règle la quantité de sang que les ventricules envoient à chaque systole (environ 5 litres par minute, jusqu'à 30 litres lors d'un effort intense). Cette augmentation résulte du fait d'une augmentation du rythme cardiaque (ou tachycardie).
- ***Le calibre vasculaire*** : la vasodilatation tend à faire baisser la pression artérielle, la vasoconstriction à la faire monter. Les chiffres de la pression artérielle sont maintenus constants par le jeu continu de la vasomotricité.
- ***Le volume de la masse totale de sang*** : toute diminution (hémorragie) entraîne une chute tensionnelle, toute augmentation de cette masse (transfusion) entraîne une élévation. La répartition du volume sanguin à l'intérieur du corps, joue un rôle sur l'équilibre tensionnel. (Lors de la digestion par exemple, le volume sanguin digestif augmente, et celui-ci baisse aux autres niveaux, faisant baisser la tension artérielle).

**La régulation de la pression artérielle** est adaptée à chaque instant par l'organisme, qui agit sur les facteurs d'équilibre ci-dessus.

Quand pour une raison ou une autre, la pression est modifiée, les centres nerveux sont avertis par des fibres nerveuses sensibles, qui mettront en jeu les mécanismes régulateurs.

- Une chute tensionnelle entraînera immédiatement une triple compensation :
  - Une accélération du rythme cardiaque
  - Une vasoconstriction
  - Un rétablissement de la masse sanguine par contraction de la rate.
- Une augmentation de la tension entraînera immédiatement :
  - Un ralentissement du rythme cardiaque
  - Une vasodilatation
  - Une augmentation de la diurèse (réduisant le volume sanguin circulant).

### **3 – Le pouls**

C'est la sensation de choc que perçoit le doigt lorsqu'il comprime légèrement une artère. Il est dû à la transmission, le long des parois artérielles, du choc du sang contre l'aorte au moment de son éjection du ventricule gauche, et non pas à l'arrivée du flux sanguin dans les vaisseaux, qui est plus lente.

La palpation du pouls au niveau des artères périphériques, renseigne sur la vigueur de la contraction cardiaque.

### **4 – La circulation dans les veines :**

Elle s'effectue grâce à plusieurs mécanismes :

- La chasse du sang veineux par le sang artériel, envoyé continuellement par le cœur.
- La contraction des muscles qui compriment les veines profondes intramusculaires.
- L'aspiration thoracique, produisant un effet de succion très important pendant l'inspiration pulmonaire

## **D – PATHOLOGIES DU SYSTEME CIRCULATOIRE**

### **1 – Au niveau du cœur :**

Les pathologies cardiaques sont de loin la cause la plus fréquente de décès dans les pays industrialisés. Elles compromettent la qualité de vie de million de personnes, restreignant leurs activités en déclenchant des douleurs, des dyspnées, de la fatigue, des malaises et de l'anxiété.

- Affections génétiques : les facteurs héréditaires ne jouent pas un grand rôle dans les maladies cardiaques. Ils contribuent plutôt à la survenue d'une hyperlipidémie (augmentation du taux des graisses du sang), qui prédispose à l'*athérosclérose* et à la maladie coronarienne. (Définitions dans les pathologies des artères).
- Malformations congénitales : les plus fréquentes sont les anomalies structurales du cœur, et sont souvent curables chirurgicalement. Elles sont dues à des anomalies de développement du fœtus. (Communications inter-auriculaires ou inter-ventriculaires, ou anomalies de certaines

valvules...).

- Infections : l'*endocardite* est une infection des valves cardiaques, survenant sur des lésions déjà existantes. Elle touche aussi les toxicomanes qui se piquent avec des aiguilles non stérilisées. L'infection peut provoquer la destruction ou un dysfonctionnement des valvules cardiaques. Des formes de cardiopathies peuvent être provoquées par une infection virale.
- Tumeurs : les tumeurs des tissus cardiaques sont rares. La plus fréquente est le myxome, tumeur bénigne, qui se forme dans une des cavités cardiaques, et peut gêner le passage du sang. Les cancers secondaires (dus à un autre cancer du sein et du poumon par ex.) sont beaucoup plus fréquents. Ces métastases se développent en général dans le myocarde (muscle cardiaque) ou dans le péricarde (enveloppe du cœur), mais affectent rarement les valvules. Ces tumeurs peuvent provoquer une insuffisance cardiaque.
- Maladies du myocarde : le terme de *cardiomyopathie* regroupe toutes les maladies du muscle cardiaque, qu'elles soient héréditaires, ou secondaires à une infection virale, alcoolique, ou autre.

La *myocardite* est une infection du muscle cardiaque, provoquée par une infection virale, ou par des toxines sécrétées au cours d'une infection bactérienne.

- Blessures : dans les accidents de voiture mortels, environ 2/3 des victimes sont atteintes d'une rupture d'une cavité cardiaque, due au choc.

Les plaies perforantes du cœur sont souvent mortelles en quelques minutes.

- Maladies nutritionnelles : le myocarde est sensible aux carences nutritionnelles graves. Il peut devenir mince et flasque par manque de protéines et de calories. La déficience de vitamines B1 (thiamine), habituelle chez les alcooliques, entraîne une insuffisance cardiaque.

L'obésité est un facteur important de maladie du cœur, en raison de ses effets sur d'autres facteurs comme l'hypertension, le diabète, ou le cholestérol.

- L'ischémie myocardique : cause principale de la maladie cardiaque, elle est due au rétrécissement des artères coronaires (qui fournissent le sang au cœur), dû à l'*athérosclérose*, et prive de sang une partie du myocarde. Elle est responsable de l'angine de poitrine et de l'infarctus du myocarde
- Intoxications : la substance la plus toxique pour le cœur est l'alcool. L'ingestion d'alcool à forte dose pendant de longues années entraîne une dilatation du cœur et constitue une insuffisance cardiaque.
- Médicaments : certains médicaments perturbent le rythme cardiaque, et peuvent même provoquer des lésions du myocarde : certains anticancéreux, certains antidépresseurs...
- Autres troubles : les troubles du rythme ou de la conduction cardiaque, l'insuffisance

cardiaque (le cœur ne peut plus fournir le travail exigé de lui).

Le cœur pulmonaire (défaillance de la moitié droite du cœur) dû à une maladie pulmonaire comme l'emphysème par exemple.

## 2 – Au niveau des artères :

On appelle *artériopathie*, les maladies ou lésions touchant les artères. Cela peut être une *sténose* (=obstruction qui réduit le flux sanguin et peut entraîner des lésions tissulaires), ou une *occlusion* complète (qui peut entraîner la mort des tissus), ou une *dilatation* avec amincissement de la paroi entraînant un risque de rupture de celle-ci.

- **L'anévrisme** : amincissement et dilatation d'une paroi artérielle, favorisée par l'athérosclérose.
- **L'angéite** : inflammation des parois des artères entraînant leur rétrécissement et parfois leur occlusion.
- **L'athérosclérose** : caractérisée par des dépôts lipidiques au niveau de la paroi des artères. C'est l'artériopathie la plus fréquente, et elle peut toucher n'importe quelle artère, y compris celles du cerveau (ce qui va provoquer un *accident vasculaire cérébral*), au niveau du cœur (maladie coronaire, entraînant un infarctus), au niveau des membres inférieurs (artériopathie périphérique), entraînant une phlébite, ou dans les cas graves une gangrène, nécessitant l'amputation (le sang ne passant plus du tout dans certains vaisseaux)
- **L'embolie** : qui va provoquer une occlusion complète d'un vaisseau. L'embolie peut être due à un caillot de sang, à une plaque de calcaire (à partir d'une plaque d'athérosclérose calcifiée), ou à une bulle d'air libérée à l'occasion d'un accident de décompensation ou au cours d'une circulation extra-corporelle (embolie gazeuse).

L'embolie entraîne une ischémie des tissus autour de l'obstacle (mort des tissus). C'est *l'infarctus*, si l'embolie se situe dans le cœur, ou *l'embolie pulmonaire* si c'est une artère pulmonaire qui est bouchée, ou *l'embolie cérébrale*, si c'est une artère du cerveau qui est bouchée.

- **L'hypertension** : l'élévation excessive de la pression sanguine peut entraîner un épaississement et un rétrécissement de la lumière artérielle (=du diamètre intérieur de l'artère), ce qui va provoquer une insuffisance coronarienne et augmenter le risque d'accident vasculaire cérébral.
- **La maladie de Raynaud** : spasmes intermittents des petites artères des mains et des pieds, souvent déclenchés par le froid. La gêne circulatoire provoque une modification de la couleur de la peau, un engourdissement et des fourmillements.
- **La thrombose** ; un *thrombus* (=caillot sanguin) peut se former dans la lumière de l'artère, et former un obstacle partiel ou total au passage du sang. Survient souvent dans les zones déjà lésées par l'athérosclérose

### 3 – Au niveau des veines :

- Les affections veineuses les plus fréquentes sont les *varices*.

Une veine variqueuse est gonflée, tortueuse. Elle est due à une défaillance des valvules anti-reflux, et siège le plus souvent au niveau des membres inférieurs.

Mais il existe également des varices sur d'autres veines :

- Les *varices œsophagiennes* : veines variqueuses de la partie inférieure de l'œsophage, qui résultent en général de l'élévation de la pression de retour causée par une cirrhose du foie.
- Les *hémorroïdes* : sont des veines variqueuses de l'anus.
- Les veines peuvent être le siège d'une inflammation : *la phlébite*. Celle-ci peut être accompagnée d'une tendance accrue à la coagulation dans la veine affectée. On parle alors d'une *thrombo-phlébite*.

La formation d'un petit caillot peut être dangereuse, car celui-ci peut migrer vers le cœur, et provoquer une embolie.

### 4 – Au niveau des capillaires :

Vu leur finesse, les capillaires sont extrêmement fragiles. Un coup direct sur une région du corps peut provoquer leur rupture sous la peau : c'est *l'ecchymose*.

Les capillaires sont beaucoup plus fragiles chez les personnes âgées.

Les angiomes capillaires sont des tumeurs bénignes de la paroi capillaire, parfois présents à la naissance. Ils forment des taches rouges de taille diverses sur la peau et les muqueuses.

## L'ACCIDENT VASCULAIRE CEREBRAL

L'accident vasculaire cérébral (ou AVC), est dû à l'obstruction d'une artère du cerveau, entraînant la mort du tissu cérébral autour de la zone lésée.

L'obstruction est due soit à une thrombose cérébrale, à une embolie, ou à une hémorragie cérébrale due à une rupture d'un vaisseau sanguin du cerveau.

Les manifestations cliniques ont différents degrés de gravité. Certains épisodes sont à peine visibles, d'autres entraînent des troubles de la parole, des troubles visuels, de la déglutition, un état confusionnel, des céphalées (soit un seul de ces symptômes, soit plusieurs, et à des degrés divers).

Dans les cas les plus graves, le malade perd rapidement conscience, sombre dans le coma et meurt, ou bien reste atteint d'un handicap physique ou mental grave, suivant la zone du cerveau touchée.

## L'INFARCTUS DU MYOCARDE

Mort d'une zone tissulaire du myocarde, due à une ischémie.

L'infarctus peut être dû à une embolie, une thrombose, ou l'athérosclérose.

L'infarctus n'entraîne pas toujours la mort, mais suite à la mort d'une partie des tissus, il va provoquer une insuffisance cardiaque, et une fragilité des vaisseaux environnants, donc des rechutes sont possibles.



## E - MOYENS D'EXPLORATION

### 1 – Du cœur :

Vous retrouverez les définitions des examens les plus courants à la fin du module 5.

- **L'électrocardiogramme** : qui enregistre l'activité électrique des contractions du cœur.
- **L'échographie cardiaque** : qui donne des renseignements morphologiques et dynamiques (par l'étude des mouvements des parois et des valvules)
- **L'épreuve d'effort** : des enregistrements cardiaques sont fait pendant un effort sur une bicyclette. (Certaines anomalies ne sont pas présentes au repos).
- **La scintigraphie myocardique** : permet de visualiser les parois des ventricules, voir leurs anomalies d'irrigation et de contraction.
- **La coronarographie** : visualisation des artères du cœur après injection d'un produit opaque aux rayons X par introduction d'une sonde fine dans une artère périphérique jusque dans l'aorte.
- **Le cathétérisme cardiaque** : introduction à partir d'une artère périphérique, d'une sonde très fine jusque dans le cœur.

Celle-ci permet :

- D'enregistrer les pressions à l'intérieur du cœur, les bruits du cœur,
- De prélever du sang directement dans le cœur afin d'en doser les constituants surtout les gaz (oxygène) = gazométrie,
- D'injecter dans le cœur des produits opaques aux rayons X afin d'étudier la forme et les volumes intra-cardiaques.

### 2 – Des vaisseaux :

- **La prise des pouls** : aux membres supérieurs et inférieurs, renseigne sur la qualité des contractions cardiaques, et leur rythme, ainsi que sur une éventuelle maladie artérielle (artérite).

- **L'étude de la coloration de la peau** et des muqueuses, qui renseigne sur l'état circulatoire.

Une *pâleur* indique soit un état d'anémie (=manque de globules rouges) soit un obstacle à la circulation artérielle.

Une *cyanose* (=coloration bleu violacée) traduit un ralentissement de la circulation veineuse.

Une *érythrose* (=coloration rouge) indique une inflammation.

- **L'auscultation** des trajets artériels peut révéler des lésions des parois artérielles.

- **La prise de la tension artérielle** : avec un tensiomètre, pour détecter les hypertensions.
- **L'échographie** : qui renseigne sur la forme des vaisseaux et l'existence d'un anévrisme. Renseignements dynamiques par effet Doppler, qui apprécie la façon dont s'effectue la circulation
- **L'artériographie** : par injection d'un produit opaque, permet de voir la morphologie des vaisseaux et de leurs parois.
- **La phlébographie** : idem à l'artériographie, mais sur des vaisseaux superficiels.

# LE SANG

## SOMMAIRE

### **A – COMPOSITION DU SANG**

- 1 – Les globules :
  - Les globules rouges
  - Les globules blancs
  - Les globulines ou plaquettes
- 2- Le plasma

### **B – FORMATION ET RENOUVELLEMENT DU SANG**

### **C- RÔLE DES ELEMENTS FIGURES DU SANG**

- 1 – Les hématies
- 2 – Les plaquettes
- 3 – Les globules blancs

### **D – LA COAGULATION DU SANG ET DE L'HEMOSTASE**

### **E – LES GROUPES SANGUINS**

- 1 – Les groupes de base
- 2 – Les groupes rhésus
- 3 – Les autres groupes

### **F – PATHOLOGIES DU SANG**

### **G – TABLEAU DES PRINCIPAUX CONSTITUANTS DU SANG**

## LE SANG

Le sang est le liquide circulant dans les artères et les veines, irriguant tous les tissus de notre corps, dont il entretient la vie.

C'est un liquide visqueux, faiblement alcalin (pH à 7,40), de saveur salée. Il est opaque, et sa couleur varie en fonction de son degré d'oxygénation, du rouge rutilant au rouge foncé, bleuté. Son volume représente environ 1/14 du poids du corps, c'est-à-dire qu'un adulte de 70 kg possède environ 5 litres de sang.

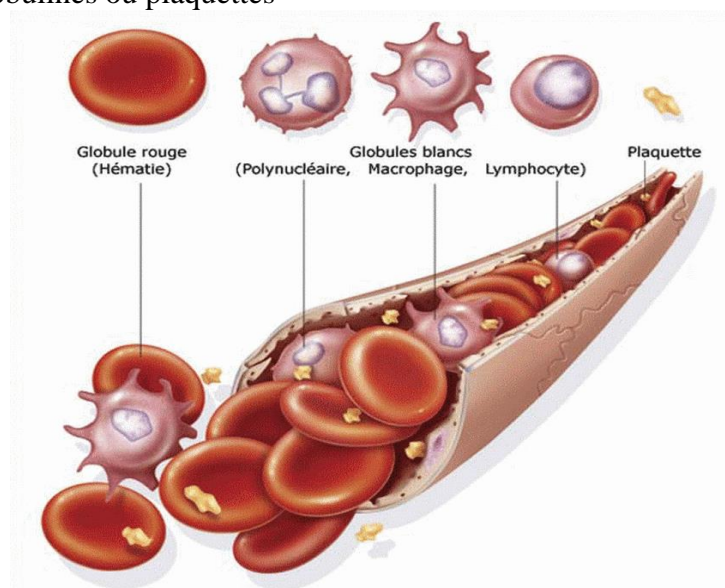
### A – COMPOSITION DU SANG

Le sang est constitué de deux parties : une partie comprenant des cellules mobiles, *les globules* (=éléments figurés), baignant dans un milieu liquide et également mobile, *le plasma*.

#### 1 – Les globules : (=éléments figurés du sang)

Les éléments figurés sont de trois sortes :

- les globules rouges
- les globules blancs
- les globulines ou plaquettes



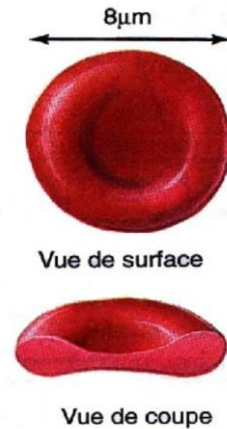
1 millimètre cube de sang contient normalement 5 millions de globules rouges, 6 000 à 7 000 globules blancs et 200 000 plaquettes.

#### a – Les globules rouges : (=hématies)

Ce sont des éléments cellulaires dont le noyau a disparu. Ils ont la forme d'un disque biconcave, de 7

microns de diamètre et 3 microns d'épaisseur.

Ils ont une couleur pourpre du fait qu'ils contiennent un pigment rouge, *l'hémoglobine*, qui va se combiner avec l'oxygène pour former l'oxyhémoglobine pour amener cet oxygène aux tissus.



Ils possèdent une propriété importante : leur déformabilité. Ils subissent en effet au cours de la circulation, de nombreuses déformations, ce qui leur permet le passage dans des capillaires mesurant 1 à 2 microns de diamètre, alors qu'ils en mesurent 7.

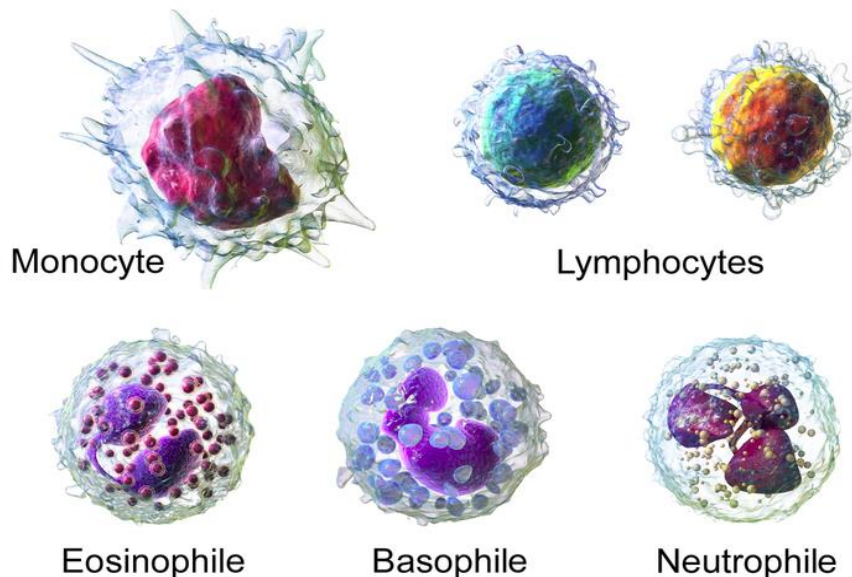
Dans certaines maladies aussi, leur forme est altérée de façon permanente.

b – Les globules blancs : (=leucocytes)

Ce sont des cellules d'une taille supérieure à celle des globules rouges (de 7 à 15 microns).

Ces cellules sont très mobiles, il en existe plusieurs variétés, que l'on classe suivant la forme plus ou moins segmentée de leur noyau.

## Les globules blancs



Les cellules à noyau non segmenté s'appelle *les mononucléaires*, celles à noyau segmenté, *les*

*polynucléaires* (mono = 1 seul – poly = plusieurs – nucléus = noyau).

Les mononucléaires comprennent deux variétés : *les monocytes et les lymphocytes*.

Les polynucléaires comprennent trois variétés, suivant les affinités de leur cytoplasme (substance dans laquelle baigne le noyau) : *les polynucléaires neutrophiles, éosinophiles (ou acidophiles) et basophiles*.

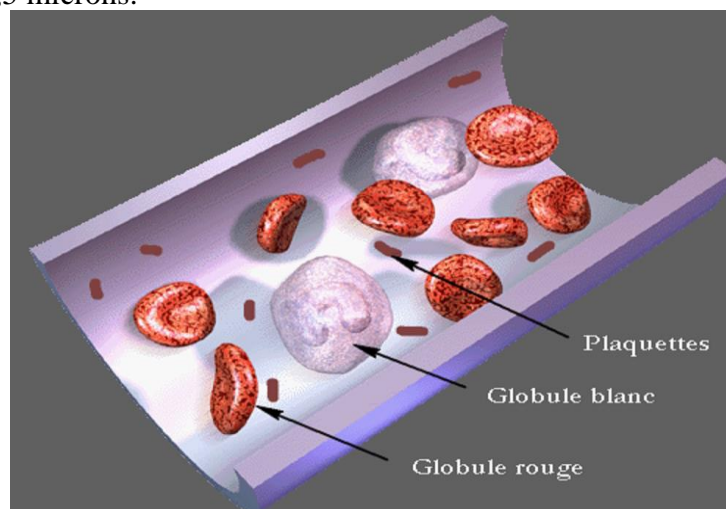
La répartition normale des leucocytes est la suivante (on appelle cela la formule leucocytaire) :

- Lymphocytes : 25 %
- Monocytes : 10 %
- Polynucléaires neutrophiles : 60 à 65 %
- Polynucléaires éosinophiles : 1 à 2 %
- Polynucléaires basophiles : 0,5 à 1 %

Toute modification de cette formule constitue un guide précieux en pathologie.

c – Les globulines ou plaquettes :

Ce sont de petites lamelles en circulation dans le sang, qui sont dépourvues de noyau, et dont la taille est en moyenne de 3,5 microns.



## 2 – Le plasma :

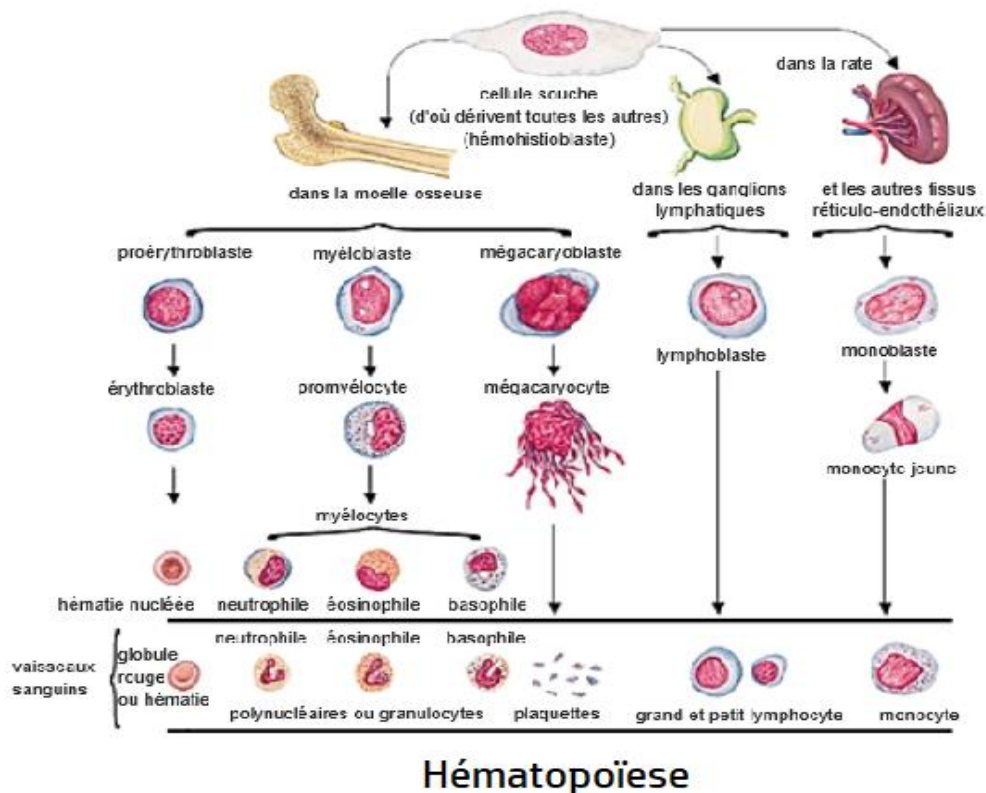
C'est la partie liquide du sang. Il se présente sous la forme d'un liquide jaunâtre, qui contient par litre :

- 900 cm<sup>3</sup> d'eau
- Des substances organiques :      75 g de protides  
    6 g de lipides  
    1 g de glucides
- Des substances : du métabolisme (acide lactique, acide urique), des déchets (urée 0,25g)

- Des éléments minéraux : chlore, chlorures, calcium, potassium, magnésium, phosphore.
- Du phosphate et des bicarbonates qui assurent un pH constant du sang
- Des gaz dissous : oxygène et gaz carbonique
- Des hormones
- Des anticorps qui jouent un rôle dans la défense de l'organisme.

## **B – FORMATION ET RENOUVELLEMENT DU SANG**

Le sang est un milieu en perpétuelle évolution, et est le siège de renouvellements incessants. La durée de vie d'un globule rouge n'étant que de 120 jours, ceux-ci sont donc continuellement détruits et continuellement renouvelés. La formation des globules porte le nom d'*hématopoïèse*. Le plasma subit également des phénomènes de renouvellement.



**La formation** permanente des globules sanguins s'effectue dans la moelle osseuse.

Dans les 20 premières années, la moelle osseuse se trouve dans la totalité de l'espace médullaire, puis elle est peu à peu remplacée par de la moelle osseuse jaune (= graisse). Chez l'adulte, l'hématopoïèse ne se fait que dans les os plats irréguliers ou les épiphyses des os longs (sternum, côtes, pelvis).

Il existe dans la moelle un ensemble de cellules souches non différenciées, et qui peuvent évoluer de multiples façons.

Ces cellules souches vont, après division, donner naissance à des cellules capables de se différencier, et qui, sous l'influence de stimuli spécifiques (hormones, ou facteurs spéciaux...) vont donner naissance aux différentes lignées :

Les hématies, les plaquettes, les polynucléaires (neutrophiles, basophiles, éosinophiles) et les mononucléaires (monocytes, lymphocytes B et T)

Le nombre de globules rouges demeure tout à fait constant, ce qui veut dire que la moelle osseuse produit les érythrocytes au même rythme auquel ils sont détruits.

**La destruction** des éléments figurés arrivés au terme de leur vie est assurée par la rate et le système réticulo-endothélial, et le foie.

- **La rate** a pour fonction essentielle la destruction des globules vieillissants, notamment les globules rouges, ainsi qu'un rôle de réservoir de sang qui se manifeste à l'occasion d'une hémorragie. Elle intervient également dans les défenses immunitaires contre les infections.
- **Le système réticulo-endothélial** est un système complexe dont les éléments cellulaires sont disséminés dans l'organisme (foie, rate, tissu conjonctif). Il s'associe à la rate pour la destruction des globules rouges vieillissants.

La destruction des globules rouges libère de la *bilirubine* (= principal composant de la bile, qui colore la bile et donne la couleur brune aux matières fécales) et du fer, qui gagnent le foie où ils sont stockés

## C – LE RÔLE DES ÉLÉMENTS FIGURES DU SANG

### 1 – Les hématies :

Les *érythrocytes* (=hématies adultes) ont pour seule fonction le transport de l'oxygène des poumons vers les tissus, et du gaz carbonique des tissus vers les poumons.

Leur rôle est donc fondamental dans les échanges gazeux de l'organisme. Durée de vie 4 mois environ.

Le transport de l'oxygène est rendu possible car les érythrocytes contiennent un pigment, l'hémoglobine, qui se combine à l'oxygène pour former l'*oxyhémoglobine*. Au niveau des cellules, l'oxygène se dissocie à nouveau, pour rejoindre celles-ci.

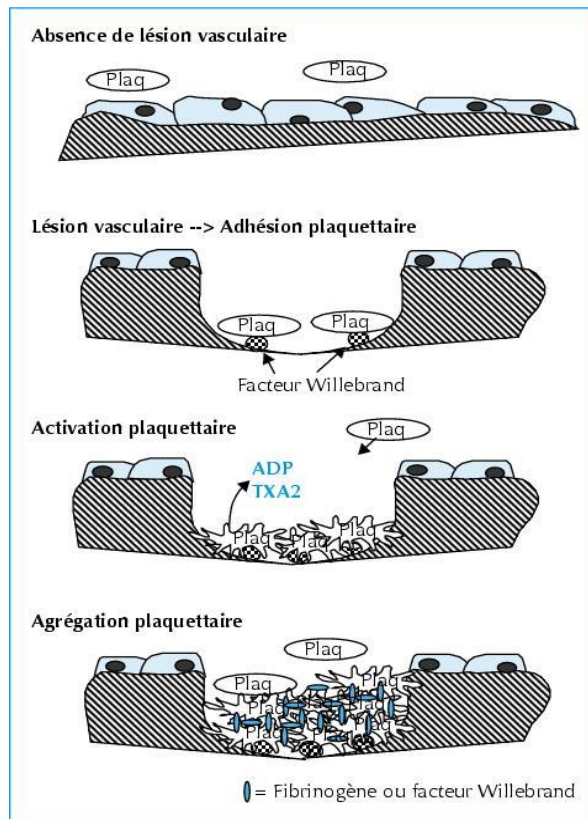
Le transport du gaz carbonique s'effectue de trois façons :

- Une partie sous forme de gaz dissous
- Une partie combinée à l'hémoglobine (carbohémoglobine)
- Une partie combinée à l'eau pour former de l'acide carbonique

### 2 – Les plaquettes :

Les plaquettes ont un rôle fondamental dans l'hémostase, c'est-à-dire dans le mécanisme d'arrêt des hémorragies. Lorsqu'un vaisseau est blessé, l'adhésion des plaquettes et leur agrégation au niveau de la plaie détermine un bouchon appelé clou plaquettaire, qui obstrue la blessure et arrête le saignement. Ce clou plaquettaire est complété par la formation du caillot de fibrine. (voir coagulation). Durée de vie 8 à 11 jours. Celles non utilisées sont mangées par les cellules macrophages de la rate.





### 3 – Les globules blancs :

Chaque variété de globules blancs a une fonction différente.

- **Les polynucléaires** : leur rôle essentiel est la lutte contre l'inflammation et l'infection. Ils ont un rôle de tueurs vis-à-vis des microbes. Dès qu'un germe a pénétré dans l'organisme, on rencontre les phénomènes suivants :

- ralentissement du courant sanguin dans les capillaires
- adhérence des polynucléaires à la paroi des vaisseaux
- migration des polynucléaires vers le lieu de l'infection
- phagocytose des germes par les polynucléaires (=absorption des germes)
- destruction et digestion des germes par les polynucléaires

La durée de vie des polynucléaires est d'environ 15 heures. Après leur formation, les polynucléaires jeunes restent dans la moelle osseuse. Lorsqu'ils arrivent en fin de maturation, ils passent dans le sang et forment deux groupes : un circulant, un adhérent à la paroi des vaisseaux, et se mobilisant à la demande.

Les polynucléaires âgés passent dans les tissus où ils vont mourir et disparaître.

- **Les lymphocytes** : leur rôle est essentiel dans les phénomènes immunitaires.

Leur rôle sera développé dans le chapitre de l'immunité (module 4).

L'immunité est la propriété que possède notre organisme de reconnaître les éléments qui lui appartiennent, de ceux qui lui sont étrangers, et de déclencher une réaction spécifique visant à la neutraliser.

*Les lymphocytes T* reconnaissent les éléments étrangers et provoquent une prolifération cellulaire. Ils ont une durée de vie de plusieurs mois.

*Les lymphocytes B* entraînent la formation d'anticorps, et ont une durée de vie de quelques jours.

- **Les monocytes** : jouent également un rôle fondamental dans l'immunité. Leur mode d'action est cependant très différent de celui des lymphocytes.

Après leur formation dans la moelle osseuse, ils passent dans le sang, où ils ne circulent que peu de temps, puis dans les tissus où ils se transforment et se fixent. Ils deviennent *des macrophages*. Leur durée de vie est longue et peut atteindre plusieurs mois.

Ils ont un double rôle : - Ils détruisent par *phagocytose* (=absorption puis digestion) les microbes et particules étrangères, et les cellules mortes.

Ils peuvent phagocyter des éléments de grande taille, d'où leur nom. (Ils nettoient la voirie de l'organisme)

- Ils transmettent l'information immunitaire aux lymphocytes mais n'ont pas de rôle direct dans la réponse immunitaire. (Ils détectent les intrus et appellent les lymphocytes)

## **D – LA COAGULATION DU SANG ET L'HEMOSTASE :**

Le sang reste normalement fluide à l'intérieur des vaisseaux, mais lorsqu'il s'épanche à l'extérieur au contact de l'air, il se prend en gelée en une dizaine de minute environ : il *coagule*, et forme un *caillot*.

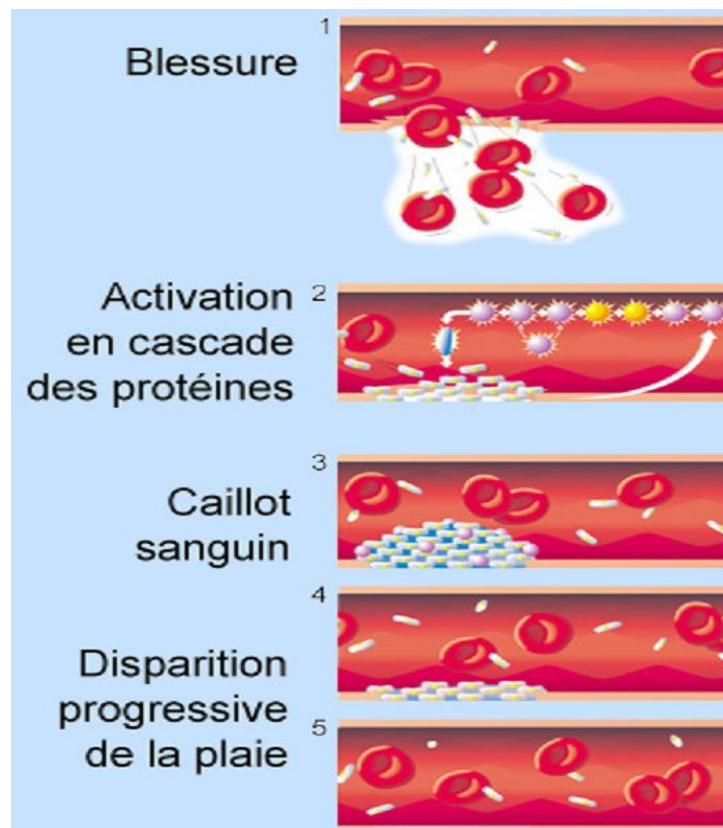
Au bout de deux heures, le caillot se rétracte et le sang se sépare en deux parties : le caillot, et le sérum. Après deux jours, le caillot se redissout et le sang redevient liquide : c'est *la lyse* du caillot (= destruction).

*L'hémostase* est l'ensemble des mécanismes qui assurent le maintien du sang à l'intérieur des vaisseaux, des phénomènes qui déterminent l'arrêt du saignement lorsqu'un vaisseau a été blessé.

La coagulation est un temps de l'hémostase.

L'hémostase comporte trois temps :

- un temps pariétal
- un temps plasmatique
- un temps thrombodynamique (post-coagulation)



a – *le temps pariétal* : (ou temps vasculaire) lors d'une blessure les phénomènes suivants sont immédiatement mis en œuvre :

- Vasoconstriction : pour diminuer le flux sanguin
- Adhésion des plaquettes (au niveau de la blessure)
- Libération par les plaquettes de substances : sérotonine et thromboplastine qui vont servir par la suite.
- Agrégation des plaquettes pour former un clou plaquettaire, (c'est-à-dire un caillot formé uniquement de plaquettes) qui va obturer la brèche de la blessure, et arrêter le saignement.

b – *Le temps plasmatique* : ce sont les phénomènes de coagulation proprement dits. La coagulation est le fait d'un emprisonnement des globules rouges par des filaments d'une protéine spéciale : *la fibrine*. La fibrine résulte de la transformation d'une autre protéine du plasma : *le fibrinogène*.

La transformation du fibrinogène en fibrine se fait grâce à l'action d'un ferment : la thrombine, qui elle-même provient de la transformation de la prothrombine par l'action de la thromboplastine. L'ensemble des phénomènes de coagulation dure environ 7 mn.

c – *Le temps thrombodynamique* (ou post coagulation)

Après la coagulation, deux phénomènes se produisent :

- *La rétractation du caillot* : le caillot se rétracte et laisse exsuder le sérum. Cette

rétractation se fait en quelques heures. Elle ne survient que si les plaquettes sont normales (quantitativement et qualitativement).

- *La dissolution du caillot* : elle survient au bout de 72 heures, et est due à la dissolution de la fibrine par une enzyme plasmatique. C'est la *fibrinolyse* (l'enzyme s'appelle la profibrinolyse).

## E – LES GROUPES SANGUINS :

Les premiers groupes sanguins ont été découverts en 1911 par Landsteiner et Poper.

On s'est rendu compte que certains sangs étaient incompatibles avec d'autres : en présence l'un avec l'autre, il se forme une *réaction d'agglutination des globules rouges* (=processus équivalent à la coagulation du sang mis en présence de l'air).

### 1 – Les groupes de base : le système A-B-O

L'ensemble de l'espèce humaine se répartit en quatre groupes fondamentaux. A l'intérieur de chaque groupe, les sangs sont compatibles. D'un groupe à l'autre, il peut y avoir incompatibilité.

Ces différents groupes sont liés à la présence dans le sang de substances spécifiques :

- *Les antigènes ou agglutinogènes* : présents à la surface des globules rouges.

Il n'existe que deux sortes d'antigènes : **A** et **B**

- Les *agglutinines* : substance présente dans le sérum sanguin, et qui sont des anticorps naturels contre les antigènes A et B. Il existe deux agglutinines : *l'agglutinine  $\alpha$*  (= anticorps anti-A) et *l'agglutinine  $\beta$*  (=anticorps anti-B).

Les agglutinines et les antigènes sont des marqueurs qui existent naturellement. Ils sont présents chez tous les individus, et sont transmissibles selon les lois de l'hérédité.

Groupe Sanguin	[A]	[B]	[AB]	[O]
Marqueur				
Forme de l'hématie				

	Donneur							
Receveur	O-	O+	A-	A+	B-	B+	AB-	AB+
O-	O-							
O+	O-	O+						
A-	O-		A-					
A+	O-	O+	A-	A+				
B-	O-				B-			
B+	O-	O+			B-	B+		
AB-	O-		A-		B-		AB-	
AB+	O-	O+	A-	A+	B-	B+	AB-	AB+

## 2 – Les groupes rhésus :

Le rhésus est un facteur que l'on retrouve à la surface des globules rouges : le facteur D. Certaines personnes sont porteuses de ce facteur : elles seront classées Rhésus + (=positif).

Les personnes n'ayant pas ce facteur seront classées Rhésus - (=négatif).

Les personnes Rh + ont un sang que va agglutiner les Rh -, il y a donc incompatibilité.

Le problème va se poser pour une femme enceinte de Rh – qui porte un enfant de Rh +. Elle va fabriquer des anticorps anti Rh +, qui vont détruire les globules rouges de son prochain enfant s'il est Rh +. (les accidents n'arrivent pas lors de la première grossesse).

Il est donc capital de lui injecter des gamma-globulines, de suite après son accouchement, qui vont empêcher la formation de ces anticorps, et ainsi protéger ses futures grossesses (les gamma-globulines sont des fractions de protéines, qui vont fixer les anticorps anti Rh + secrétées par la mère, et les neutraliser).

La répartition des groupes se fait de façon suivante : O (43 %), A (45 %), B(9 %) et AB (3 %)

## 3 – Les autres groupes :

Il existe de nombreux sous-groupes, dus à des systèmes d'antigènes fixés sur les globules rouges, mais qui ne donnent lieu que très exceptionnellement à des accidents de transfusion.

On recherche donc toujours la présence d'agglutinines « irrégulières », qui mettent en évidence la présence d'un sous groupe.

## F – PATHOLOGIES DU SANG :

Tous les composants du sang (globules rouges, blancs, plaquettes, et constituants du plasma) peuvent présenter des anomalies relevant de diverses causes.

- *Les anomalies des globules :*

**L'anémie** (=manque d'hémoglobine dans les globules rouges, donc baisse de la capacité à véhiculer l'oxygène) est de loin l'affection la plus courante. Elle a de nombreuses causes possibles.

**La polyglobulie** (excès de globules rouges)

**L'excès de globules blancs** : dans la leucémie par ex. la moelle osseuse élabore trop de globules blancs immatures, qui évincent les globules normaux.

- *Les anomalies des plaquettes et les troubles de la coagulation* provoquent diverses tendances à l'hémorragie : *l'hypocoagulabilité* due à une déficience de certains facteurs, provoque une maladie appelée *l'hémophilie*, qui peut entraîner des hémorragies graves.

*L'hypercoagulabilité* due à un excès d'activateurs, qui entraîne des accidents de thrombose. La libération excessive de fibrinolysine, qui détruit le caillot de suite après sa formation, ce qui empêche toute coagulation et provoque des hémorragies redoutables par *fibrinolyse*.

- *Les anomalies génétiques* : il s'agit d'anomalies héréditaires de la production de certains composants du sang. *La drépanocytose*, maladie dans laquelle l'hémoglobine est anormale, ce qui fragilise les globules rouges et les rends indéformables en situation de manque d'oxygène.

*L'hémophilie* (citée plus haut) est également héréditaire. Ces maladies durent toute la vie.

- *Les troubles de la nutrition* : des hémorragies peu abondantes, mais répétées, peuvent entraîner une perte en fer, plus rapide que son remplacement par l'alimentation, ce qui va provoquer une *anémie ferriprive*.

Le manque de vitamine B12 ou d'acide folique au niveau de la moelle osseuse, les globules rouges fabriqués par cette dernière seront de mauvaise qualité, et anormalement gros (anémie mégaloblastique).

- *Les infections* : la *bactériémie*, et la septicémie se caractérisent par une multiplication de bactéries dans le sang, avec production de toxines.

D'autres micro-organismes (champignons, virus,...) peuvent infecter le sang.

Certains germes, notamment ceux du paludisme, attaquent les globules rouges et les détruisent, provoquant une *anémie* (anémie hémolytique).

- *Les tumeurs* : (ou *leucémie* lorsqu'elles touchent le sang) toutes sortes de leucémies sont un type de cancer de la moelle osseuse provoquant une surproduction de globules blancs anormaux et la destruction de moelle saine.

Il en va de même pour la *polyglobulie* vraie, mais avec une production excessive de globules rouges. La maladie de Kahler est un autre type de cancer de la moelle, avec un excès de certaines protéines plasmatiques.

- *Intoxications* : par l'oxyde de carbone : celui-ci empêche directement le bon fonctionnement des globules rouges, en déplaçant l'oxygène lié à l'hémoglobine.

L'intoxication par le plomb entraîne la production de globules rouges anormaux.

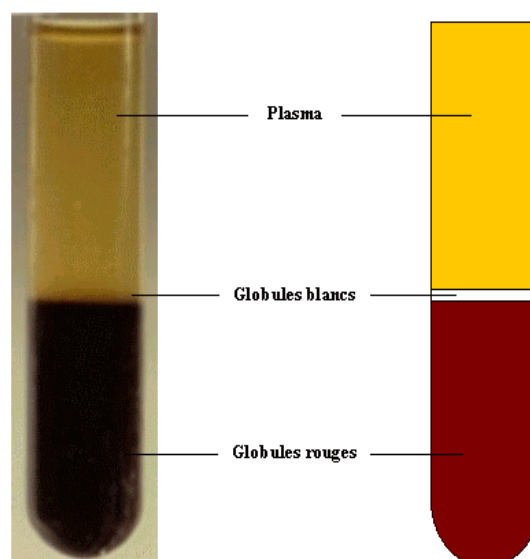
Certains venins de serpent détruisent les globules rouges, et/ou provoquent des caillots.  
 Une *septicémie* se caractérise par la présence dans le sang de toxines produites par les bactéries.  
 Une *toxémie*, par la présence de toxines d'origine métabolique.

- *Médicaments* : Certains médicaments provoquent des anomalies sanguines comme effet secondaire, soit en réduisant la production de globules blancs ou des plaquettes, soit en réduisant la production de tous les globules. Mais ce ne sont pas des médicaments à usage fréquent. Les anticoagulants, à forte dose, entraînent des risques hémorragiques, du fait d'un dysfonctionnement des mécanismes de la coagulation.
- *Radiations* : des doses importantes de radiations (lors d'une thérapie, ou par suite d'exposition nucléaire ou de fuite radioactive), peuvent gravement endommager la moelle osseuse, provoquant la diminution de production de tous les globules (= *aplasie médullaire*).
- *Autres affections* : il peut exister une carence en albumine (importante protéine du plasma), par suite de maladie hépatique qui provoque une diminution de la production d'albumine, ou par atteinte rénale, qui provoque une fuite de l'albumine dans les urines.

Les troubles hépatiques peuvent également entraîner une *hyperbilirubinémie* (excès de bilirubine dans le sang), une anémie ou une carence de certains facteurs de coagulation.

Les maladies rénales entraînent une *urémie* (=excès d'urée dans le sang), parfois une *anémie* (par suite d'une diminution de la production d'érythropoïétine), ainsi que des transformations chimiques complexes du sang, provoquant des pathologies.

## G – LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS DU PLASMA SANGUIN



<b>Globules rouges</b>	4 850 000 par mm <sup>3</sup>
<b>Globules blancs</b>	7 500 par mm <sup>3</sup>
<b>Plaquettes</b>	250 000 par mm <sup>3</sup>

<b>Globules rouges</b>	4 850 000 par mm <sup>3</sup>
<b>Globules blancs</b>	7 500 par mm <sup>3</sup>
<b>Plaquettes</b>	250 000 par mm <sup>3</sup>

Solvant	Eau		
Solutés minéraux	<b>Cations</b>	Na <sup>+</sup>	910 000 mg/L
		Ca <sup>2+</sup>	25 200 mg/L
		K <sup>+</sup>	400 mg/L
		Mg <sup>+</sup>	900 mg/L
	<b>Anions</b>	Cl <sup>-</sup>	100 mg/L
		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	18 900 mg/L
		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	700 mg/L
	<b>Oligo-éléments</b>		40 mg/L
		Fer	
		Iode	
Zinc			
Cuivre			
Solutés organiques	<b>Protéines</b>	Fluor	
		Albumine	
		Globulines	
	<b>Substances azotées non protéiques</b>	Fibrinogène	
		Acides aminés	500 mg/L
		Urée	300 mg/L
		Acide urique	45 mg/L
		Créatine - Créatinine	30 mg/L
	<b>Glucose</b>	Bilirubine	5 mg/L
			1 000 mg/L
<b>Lipides</b>		Triglycérides	3 000 mg/L
		Cholestérol	2 000 mg/L
<b>Hormones</b>		< 2 mg/L	
<b>Vitamines</b>		< 25 mg/L	
Gaz respiratoires	<b>O<sub>2</sub></b>		2 ml/L
	<b>CO<sub>2</sub></b>		20 ml/L

## H – SANG ET SHIATSU

1 – Le sang correspond au liquide nutritif du corps, mais aussi à des manifestations féminines telles que les menstruations.

2 – Selon le contexte en ETC, le sang sera rapproché du fonctionnement du foie ou de la rate par exemple

3 – Sa composition dépend :

- De l'alimentation
- Du stockage des composantes
- Du filtrage par le rein
- De la dépense corporelle
- Des pertes sanguines (hémorragies, règles ...)



- De la fabrication par les os et la maturation des cellules sanguines

Autant de facteurs sont responsables d'un équilibre qui peut être précaire