

Chapitre 8

Le système circulatoire

1. Organisation générale
2. Le cœur
 - 2.1 Structure générale
 - 2.2 Les valvules cardiaques
 - 2.3 Régulation du battement
 - 2.4 Circulation coronaire
 - 2.5 L'électrocardiogramme
3. Vaisseaux sanguins et lymphatiques
 - 3.1 Veines, artères et capillaires
 - 3.2 Le retour veineux
 - 3.3 Le système lymphatique
4. Régulation de la pression sanguine
 - 4.1 La pression artérielle
 - 4.2 Facteurs pouvant faire varier la pression
 - 4.3 Contrôle par rétroaction
5. Le sang
 - 5.1 Composition
 - 5.2 Les groupes sanguins
 - 5.2.1 Le système ABO
 - 5.2.3 Le système Rh

Objectifs

À la fin de ce chapitre, vous serez en mesure de :

1. Énoncer les grands systèmes de l'organisme en relation avec le système circulatoire.
2. Décrire le trajet du sang dans le système circulatoire et le cœur.
3. Identifier sur un schéma les principales structures du cœur.
4. Énoncer le rôle des valvules.
5. Expliquer les causes des bruits du cœur.
6. Décrire le système responsable de la coordination des battements cardiaques.
7. Énoncer les principales étapes de la révolution cardiaque.
8. Expliquer le rôle des vaisseaux coronaires.
9. Expliquer ce qu'est l'athérosclérose.
10. Décrire les techniques utilisées afin d'éviter les problèmes liés à l'obstruction des coronaires par des plaques d'athérome.
11. Définir les termes : thrombose coronarienne, angine de poitrine, infarctus du myocarde.
12. Dessiner le tracé d'un électrocardiogramme normal ; en identifier les différentes parties.
13. Énoncer les principales différences anatomiques entre les veines et les artères.
14. Expliquer les deux mécanismes responsables du retour veineux.
15. Expliquer le rôle des vaisseaux lymphatiques et des ganglions lymphatiques.
16. Décrire le trajet de la lymphe dans l'organisme.
17. Expliquer pourquoi la pression artérielle est toujours exprimée par deux chiffres.
18. Énoncer les risques liés à l'hypertension.
19. Énoncer les facteurs pouvant faire varier la pression artérielle.
20. Expliquer le mécanisme de contrôle de la pression artérielle.
21. Énoncer les principaux constituants du sang.
22. Énoncer les rôles respectifs des globules rouges, blancs et des plaquettes.
23. Expliquer pourquoi il faut tenir compte du système ABO lors des transfusions sanguines.
24. Expliquer pourquoi il faut tenir compte également du système Rh.
25. Expliquer ce qu'est la maladie hémolytique du nouveau-né et comment on peut l'éviter.

1. Organisation générale

On divise le système circulatoire en deux sous-systèmes :

1. Système cardio-vasculaire

coeur + sang + vaisseaux sanguins

2. Système lymphatique

lymphe + vaisseaux lymphatiques + ganglions lymphatiques

RÔLE: Transport de : matières chimiques
 de gaz respiratoires
 de chaleur

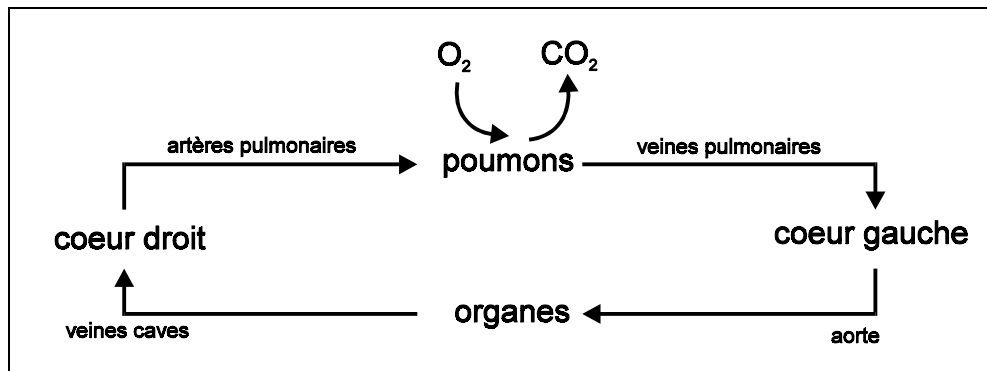
Le système circulatoire a donc un rôle important dans le bon fonctionnement des autres systèmes de l'organisme :

- **Respiration:** Transport d'O₂ et de CO₂
- **Nutrition:** Transport, du tube digestif aux cellules, des éléments nutritifs ;
- **Excrétion:** Transport des déchets rejetés par les cellules vers les organes de l'élimination (reins, foie, poumons, peau...)
- **Immunité:** Transport des globules blancs et des anticorps
- **Endocrinien:** Transport des hormones sécrétées par les glandes
- **Thermorégulation:** Transport de chaleur

Si la température du corps est trop élevée, il y aura alors augmentation de la circulation sanguine au niveau de la peau ce qui permet au sang de se refroidir. Inversement, si la température du corps est trop basse, les vaisseaux sanguins de la peau se resserrent (vasoconstriction) de façon à conserver le sang chaud loin de la surface où il pourrait se refroidir.

Le cœur constitue l'organe moteur du système circulatoire. Il est formé de deux pompes fonctionnant en parallèle :

- **Cœur droit** : pompe le sang provenant des différents organes vers les poumons
- **Cœur gauche** : pompe le sang oxygéné provenant des poumons vers l'ensemble des organes de l'organisme



Circulation pulmonaire (ou petite circulation) = cœur dr. → poumons → cœur g.

Circulation systémique (ou grande circulation) = cœur g. → organes → cœur dr.

Artères (et artérioles) : cœur → organes

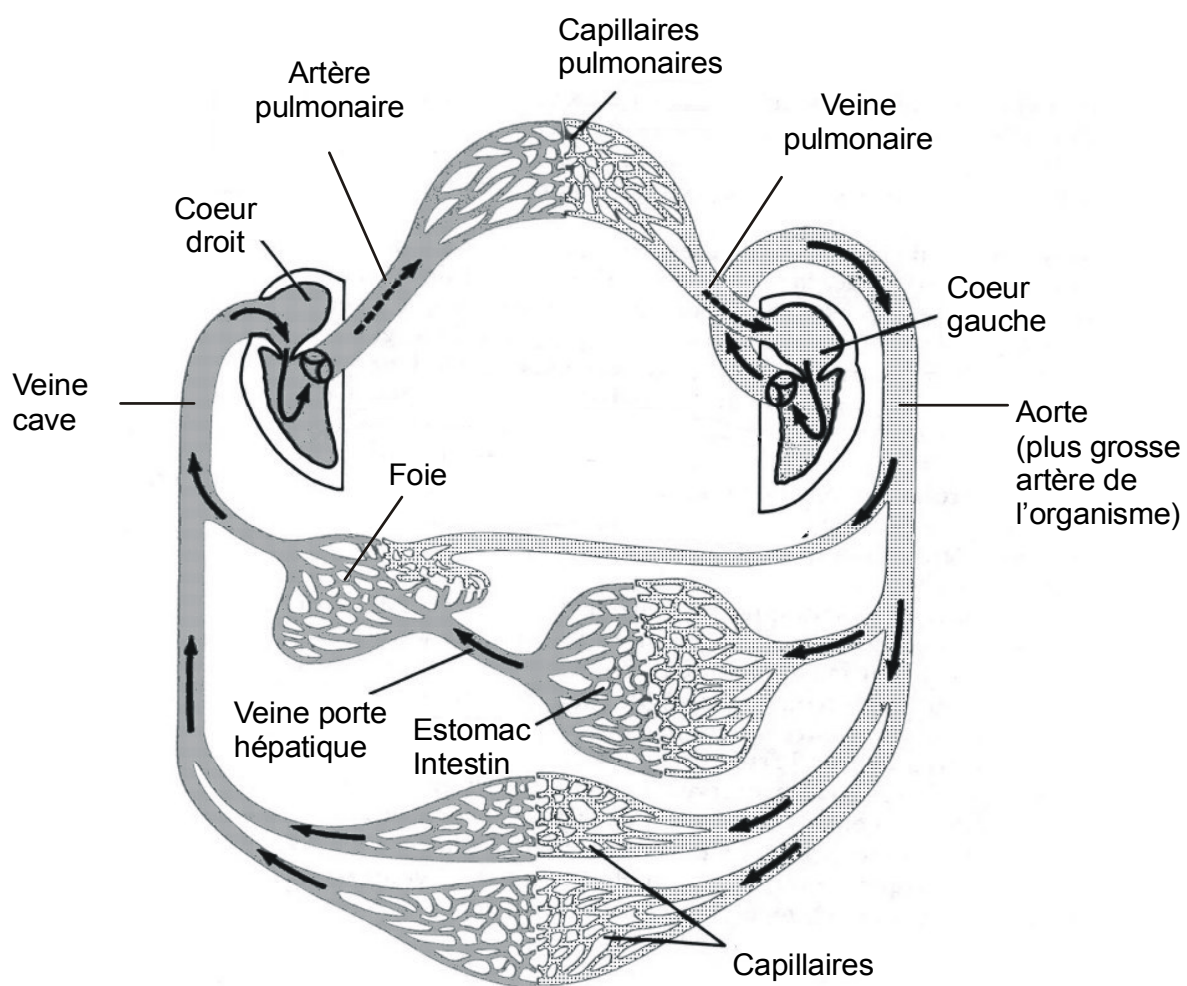
Veines (et veinules) : organes → cœur

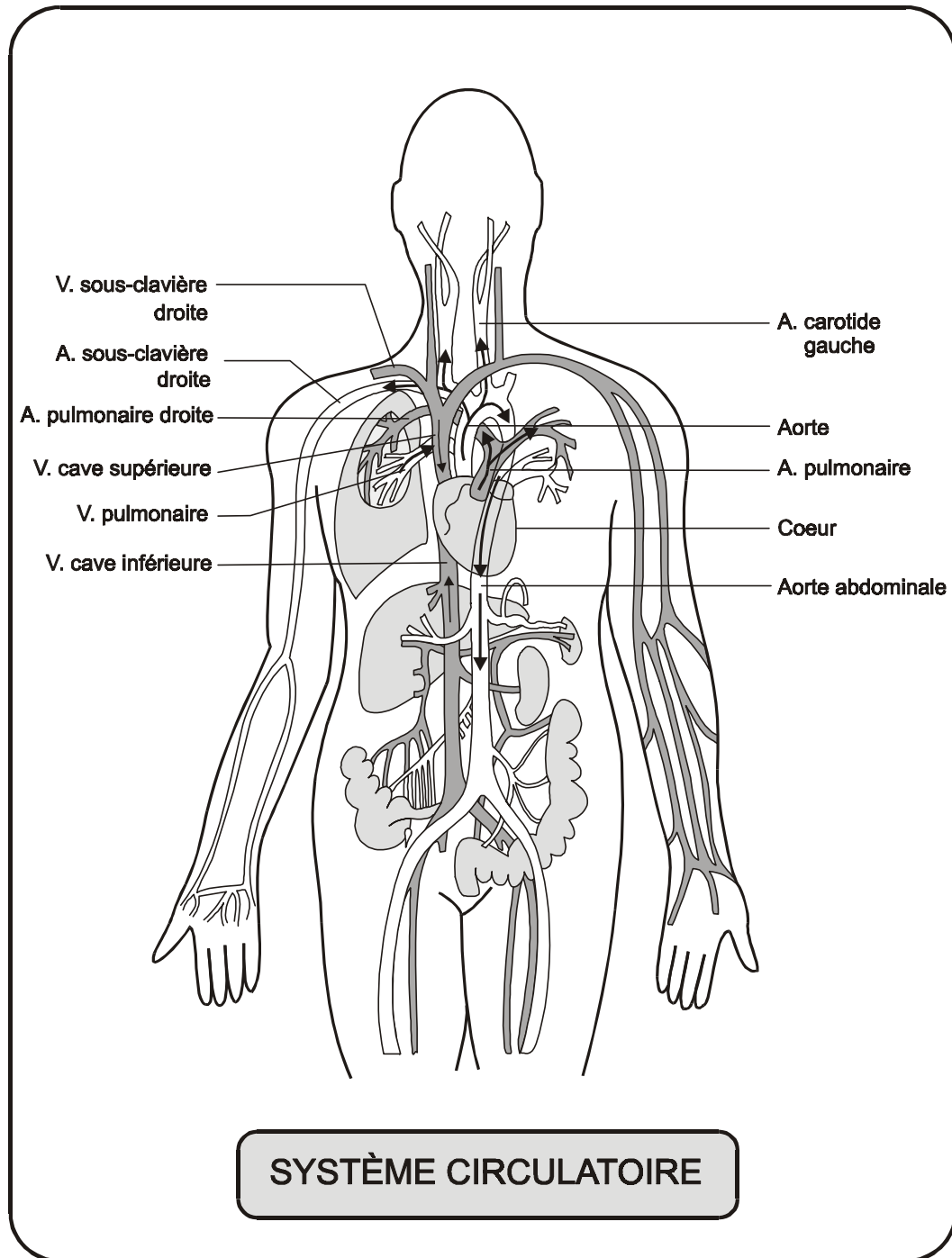
Capillaires: plus petits vaisseaux sanguins (diamètre ~10 μm)
réunissent les artérioles aux veinules

La circulation se fait donc dans la direction :

artères → artérioles → capillaires → veinules → veines

Le cœur pompe en 100 ans environ 600 000 tonnes de sang le long de 9600 Km de vaisseaux sanguins. Le simple fait de fabriquer 1 Kg de gras nécessite la fabrication de 3 Km de vaisseaux sanguins afin d'alimenter les cellules graisseuses. Le travail quotidien du cœur humain suffirait à soulever tout le corps à une altitude de 1500 m.





2. Le coeur

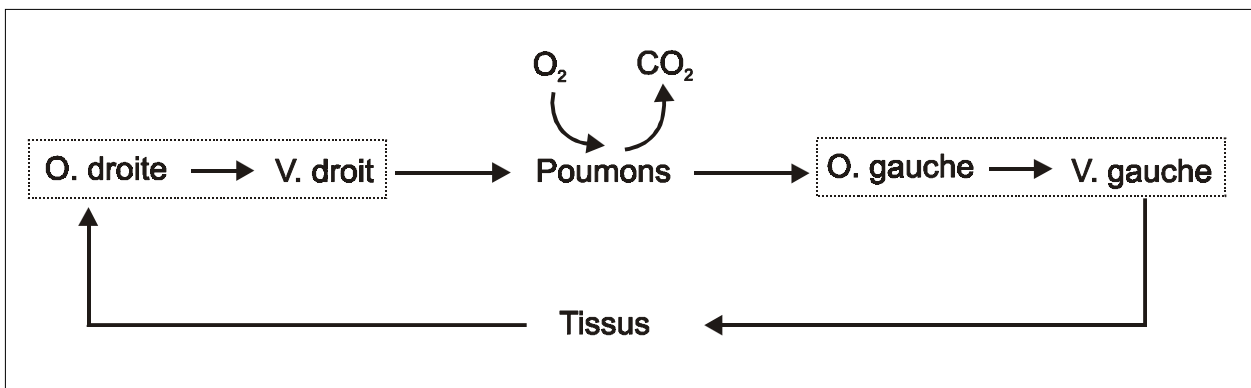
2.1. Structure générale

Oreillettes et ventricules :

Le coeur est formé de quatre cavités

2 oreillettes : oreillette droite et oreillette gauche

2 ventricules : ventricule droit et ventricule gauche



N.B. Les deux oreillettes se contractent en même temps :

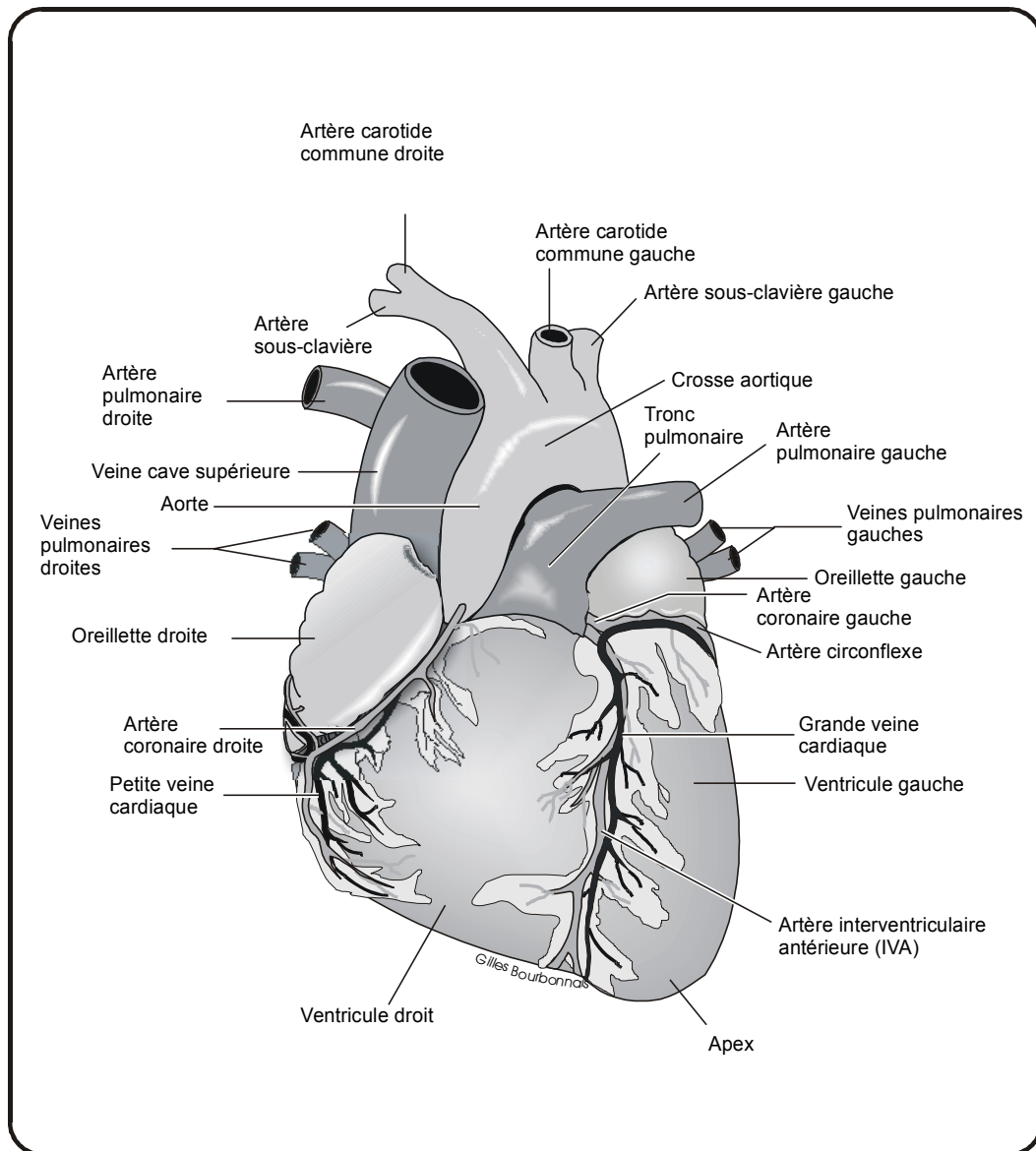
Le sang est alors poussé dans les ventricules

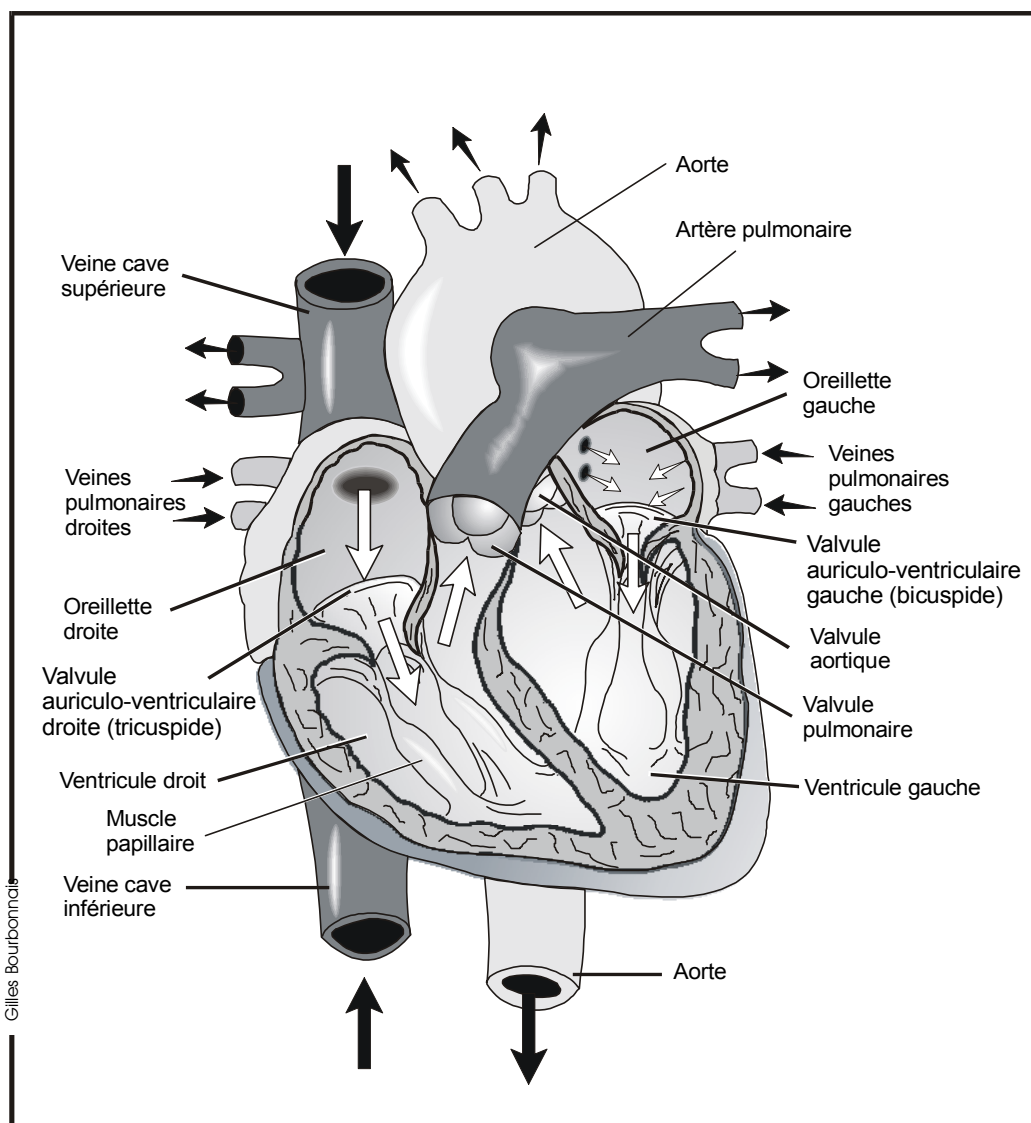
Les deux ventricules se contractent ensuite en même temps :

Le sang est alors poussé dans les artères (artère pulmonaire et aorte)

Contraction = Systole

Repos = Diastole





Enveloppes du coeur :

Le muscle cardiaque est recouvert, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, d'un mince tissu fibreux résistant :

À l'intérieur : *endocarde*

À l'extérieur : *péricarde viscéral (ou épicarde)*

Dans la poitrine, le coeur est logé dans une cavité formée par un tissu fibreux : le *péricarde pariétal*.

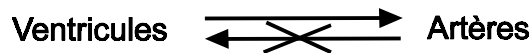
2.2. Les valvules cardiaques

Dans le coeur, au cours de la **systole auriculaire**, le sang passe des oreillettes aux ventricules puis, au cours de la **systole ventriculaire**, des ventricules aux artères. Jamais l'inverse. Les valvules cardiaques sont responsables de cet écoulement à sens unique dans le coeur.

Valvules auriculo-ventriculaires : (*droite = tricuspide*,
gauche = bicuspide ou mitrale) :



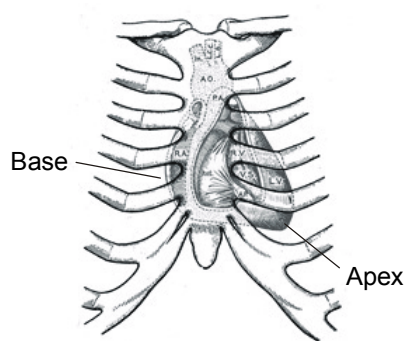
Valvules pulmonaire et aortique (ou sigmoïdes droite et gauche)



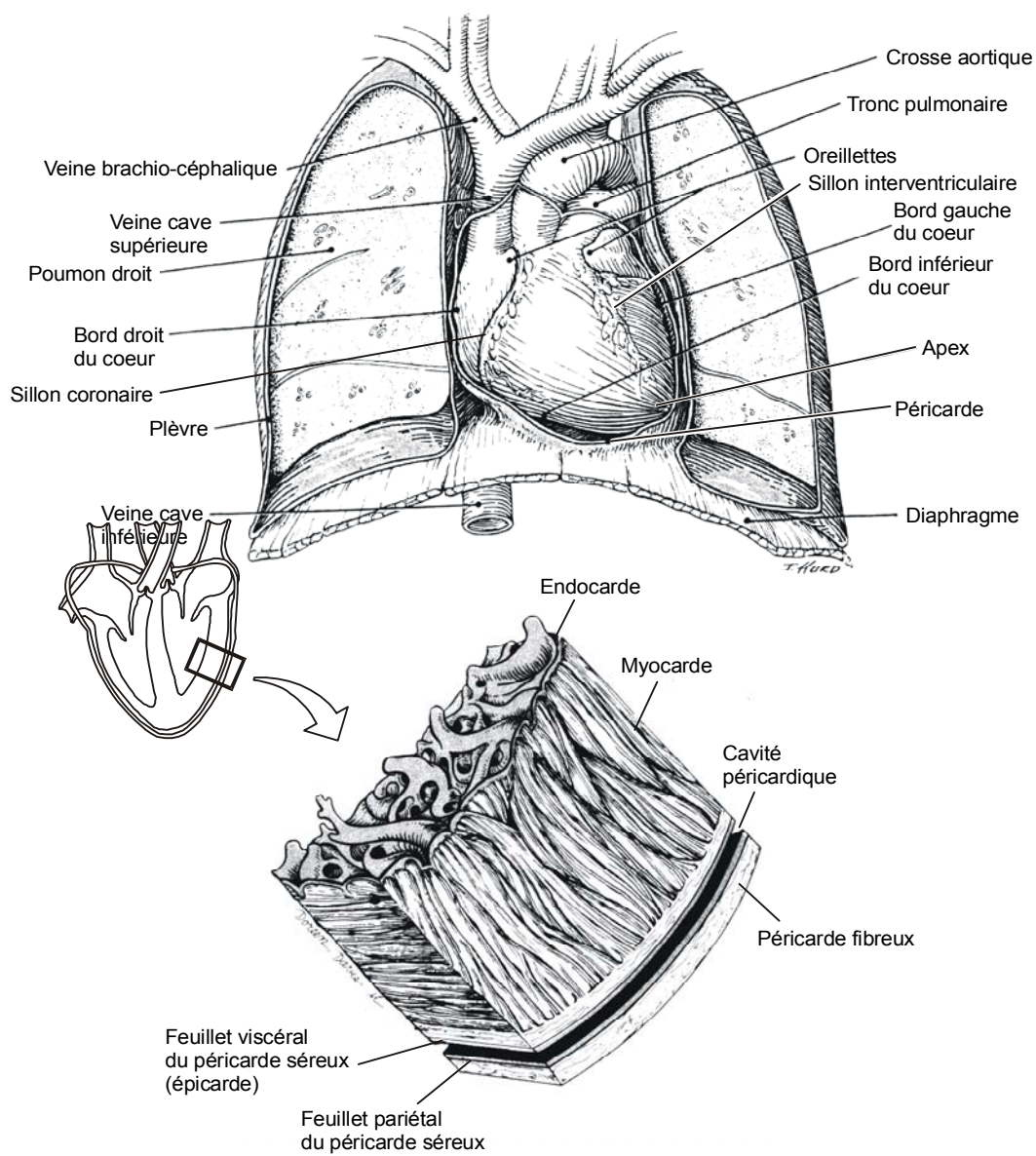
A l'auscultation d'un coeur, on peut nettement distinguer deux sons :

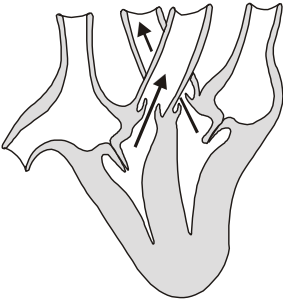
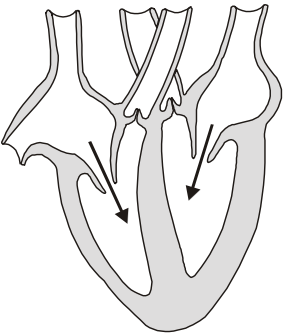
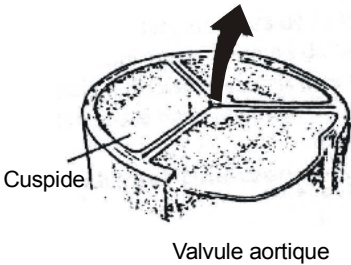
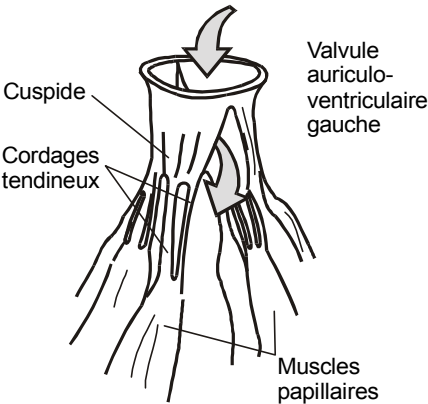
Le premier son est sourd (Poum !)

Le second est plus sec, plus bref (Ta !)

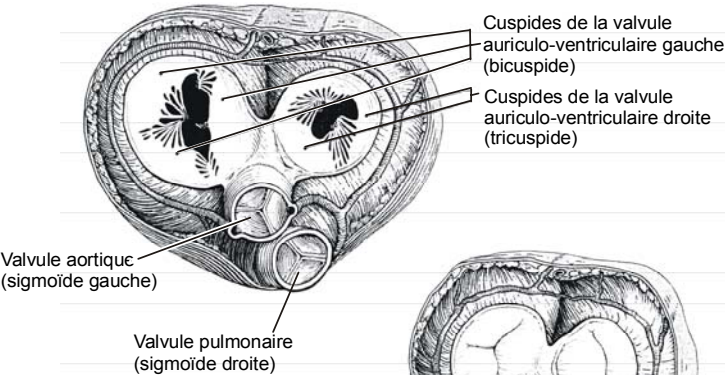


Position du coeur dans la cage thoracique





DIASTOLE VENTRICULAIRE



SYSTOLE VENTRICULAIRE

La fermeture des valvules cardiaques constitue le principal facteur responsable des bruits du coeur :

1e bruit : fermeture des valvules auriculo-ventriculaires au début de la systole ventriculaire

2e bruit : fermeture des valvules aortique et pulmonaire à la fin de la systole ventriculaire

Une **mauvaise fermeture** des valvules permettrait à une certaine quantité de sang de s'écouler dans le sens contraire du sens normal (reflux de l'artère au ventricule ou reflux du ventricule à l'oreillette).

Le reflux sanguin par des valvules partiellement fermées est turbulent et produit un son sifflant (chuintement) qui peut être entendu à l'auscultation. C'est ce phénomène qui est responsable de ce qu'on appelle un souffle au cœur.

2.3. Régulation du battement

Cellules musculaires cardiaques :

La portion musculaire du coeur, le myocarde, est formée de cellules musculaires cardiaques. Les cellules musculaires cardiaques s'unissent entre elles pour former un réseau de cellules. Le coeur est formé de deux réseaux séparés de cellules : les oreillettes et les ventricules.

La dépolarisation (cause de la contraction) d'une cellule d'un réseau se communique rapidement aux autres cellules du réseau.

Automatisme cardiaque :

Les cellules cardiaques se contractent "**automatiquement**" de façon rythmique. Leur contraction **n'est pas tributaire d'un influx nerveux** en provenance du SNC.

Le coeur contient deux types de cellules musculaires cardiaques :

1- Cellules musculaires à contractions lentes

- Constituent la plupart des cellules cardiaques
- Si elles ne sont pas stimulées par d'autres cellules cardiaques, elles se contractent spontanément de façon rythmique à un rythme d'environ 20 contractions/min.

2- Cellules musculaires stimulantes

- Ces cellules peuvent se dépolariser mais elles ne se contractent alors presque pas.
- Elles sont liées les unes aux autres et forment un réseau semblable à un réseau de neurones du système nerveux.
- Leur rythme de dépolarisation automatique est plus rapide que celui des cellules contractiles lentes.
- Leur dépolarisation se transmet aux cellules contractiles du coeur.

- Les cellules stimulantes se regroupent, dans le myocarde, en noeuds (amas de cellules) et en faisceaux (l'union des cellules forme des fibres ramifiées dans le myocarde) :

- **Noeud sinusal** (*noeud S.A.*) (*ou noeud de Keith et Flack*)

= amas de cellules stimulantes regroupées en un point de la paroi de l'oreillette droite.

De toutes les cellules cardiaques, ce sont les cellules du noeud sinusal qui possèdent le rythme de dépolarisation le plus élevé.

- **Noeud auriculo-ventriculaire** (noeud A.V.) (ou noeud d'Aschoff-Tawara)

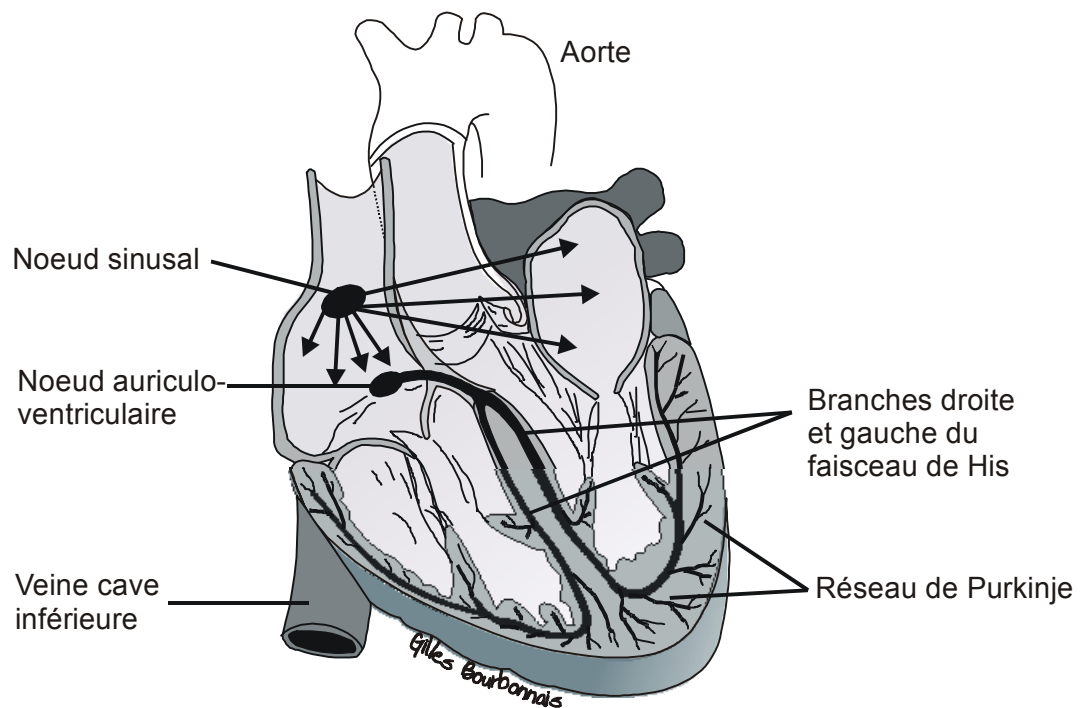
Amas de cellules situé à la jonction des oreillettes et des ventricules

- **Faisceau de His :**

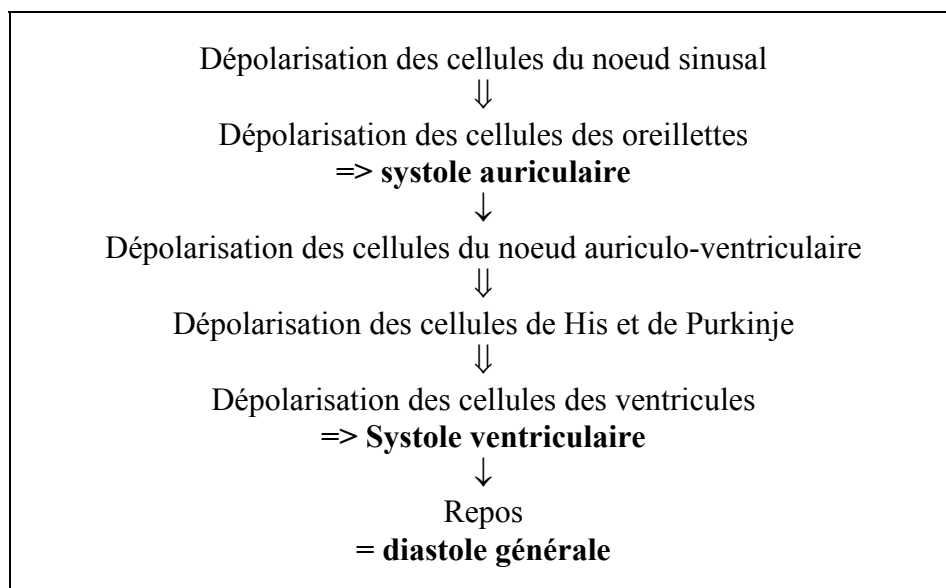
= faisceau de cellules situé entre les deux ventricules

- **Réseau de Purkinje**

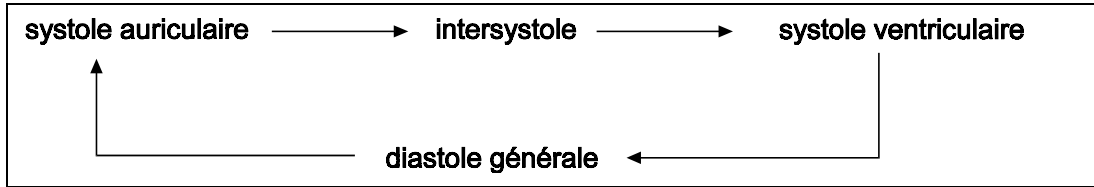
= faisceau de cellules se ramifiant dans les parois des ventricules



La révolution cardiaque :



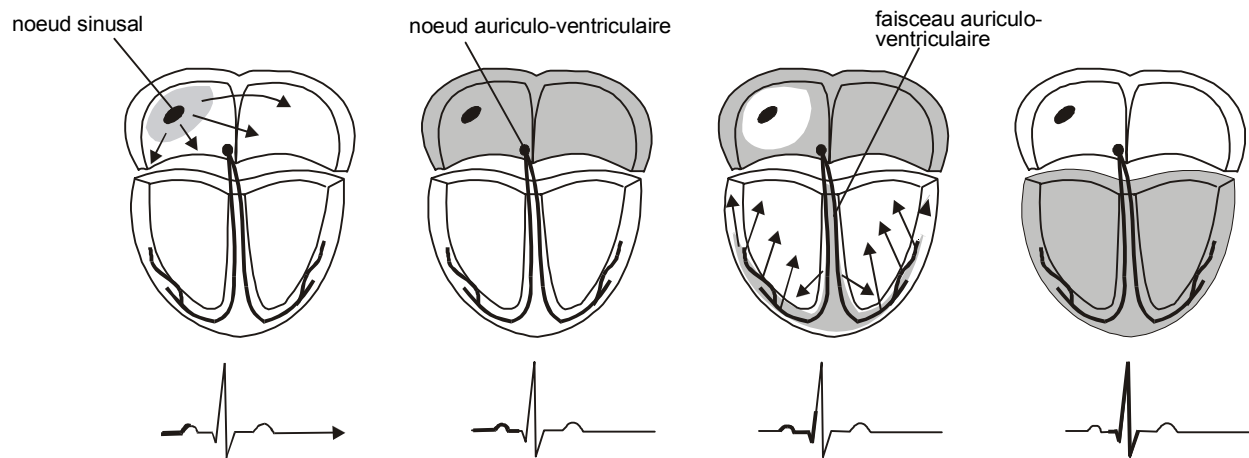
La dépolarisation des cellules du noeud sinusal provoque donc, dans l'ordre, les phénomènes suivants :



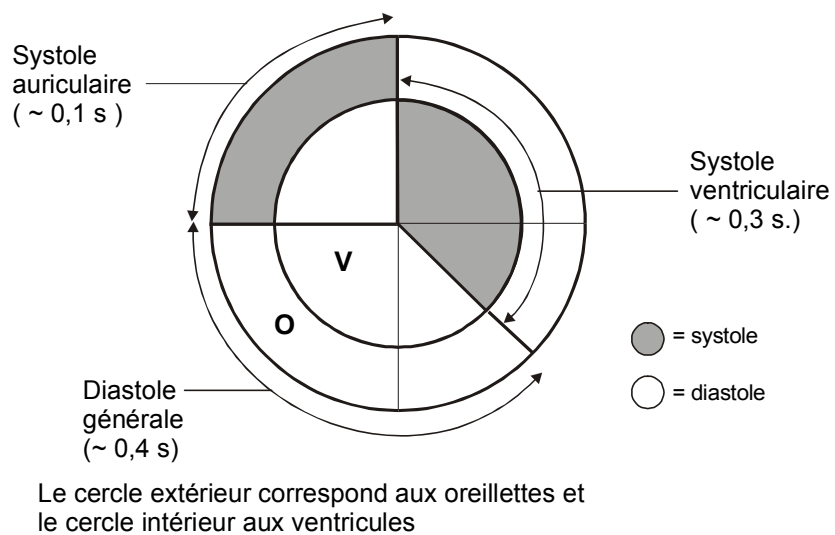
L'intersystole est une courte période entre la systole auriculaire et la systole ventriculaire

On peut imaginer les graves conséquences de toute lésion au niveau des cellules stimulantes du cœur. Le cœur ne pourrait plus battre de façon coordonnée.

Dépolarisation du coeur



Le cycle cardiaque



2.4. Circulation coronaire

Comme toutes les cellules de l'organisme, les cellules cardiaques doivent être approvisionnées par le sang (O_2 , glucose, excrétion des déchets, etc.)

L'irrigation du myocarde se fait par un dense réseau d'artères ramifiées : les *artères coronaires*

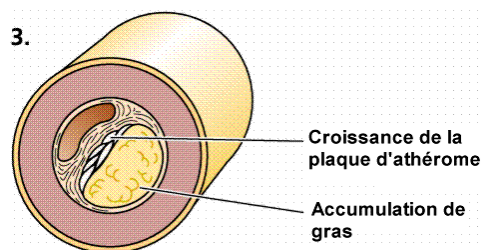
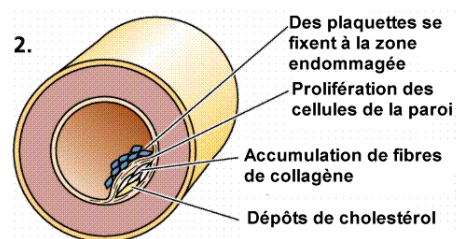
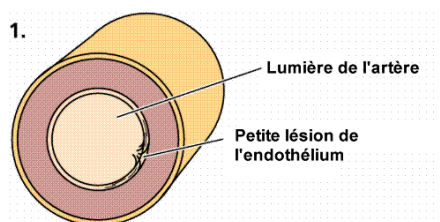
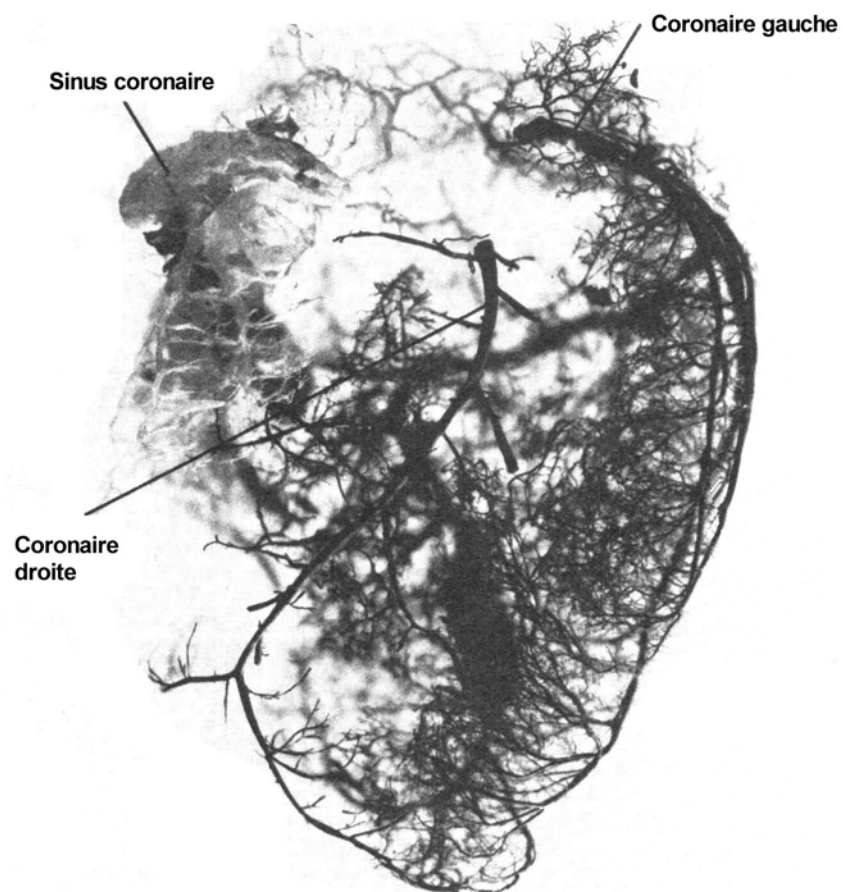
- Les deux artères coronaires (a. coronaire droite et a. coronaire gauche) prennent naissance directement à partir de l'aorte à la sortie du ventricule gauche.
- Elles se ramifient en artérioles et capillaires dans l'épaisseur des parois cardiaques.
- Le sang veineux se déverse directement dans l'oreillette droite par une ouverture : le sinus coronaire.

On nomme **insuffisance coronarienne** toute baisse du débit sanguin dans le système artériel coronaire.

L'insuffisance coronarienne est le plus souvent due à l'**athérosclérose** maladie caractérisée par une **perte d'élasticité** des artères coronaires et par l'**obstruction partielle** de ces artères par des **plaques d'athérome**.

La plaque d'athérome est un renflement qui se forme sur la paroi interne d'une artère. Ce renflement est dû à une multiplication anormale de cellules musculaires lisses de la paroi et par l'accumulation de dépôts constitués surtout de lipides (triglycérides et cholestérol).

Le phénomène peut se produire dans n'importe quelle artère de l'organisme. Il est particulièrement dangereux s'il se produit dans des artères coronaires ou des artères cervicales.



Lorsqu'une plaque d'athérome bloque environ 75% d'une importante artère coronaire, il y a risque de **crise d'angine**.

L'angine est une violente douleur ressentie au niveau de la poitrine lorsque le muscle cardiaque manque d'oxygène. Cette douleur peut irradier dans le bras gauche et parfois dans le cou.

Le plus souvent la crise d'angine est causée par une **thrombose coronarienne**, c'est-à-dire une obstruction de l'artère coronaire par un caillot sanguin (ou thrombus) au niveau de l'artère rétrécie par l'athérome.

Si le manque d'oxygène persiste, les cellules cardiaques **meurent**, c'est l'**infarctus du myocarde**.

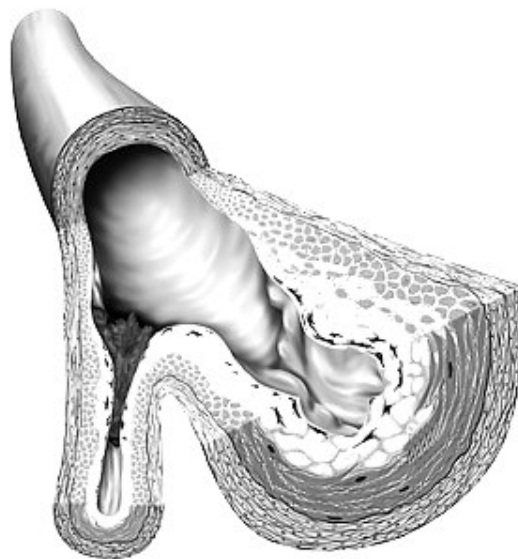
Les cellules mortes ne se régénèrent pas. Le myocarde est donc, après un infarctus, affaibli de façon irréversible.

L'infarctus peut entraîner l'arrêt cardiaque total.

= première cause de mortalité en Amérique du Nord

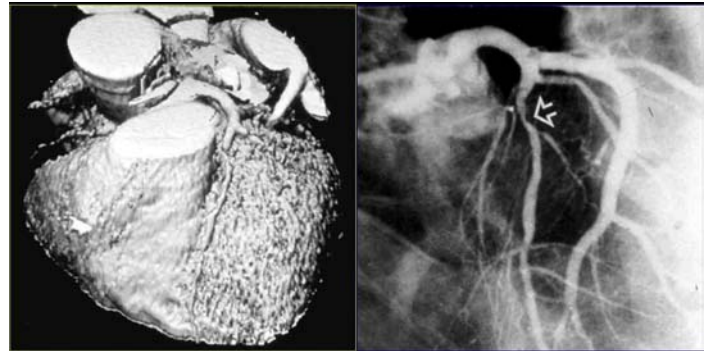
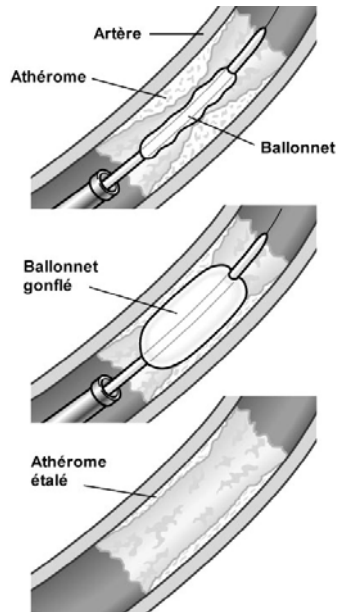
On ne connaît pas encore en détail tout le mécanisme menant à la formation de plaques d'athérome. Cependant, les principaux facteurs de risque ont été identifiés:

- Hérité
- Cholestérol élevé
- Obésité
- Tabac
- Sédentarité



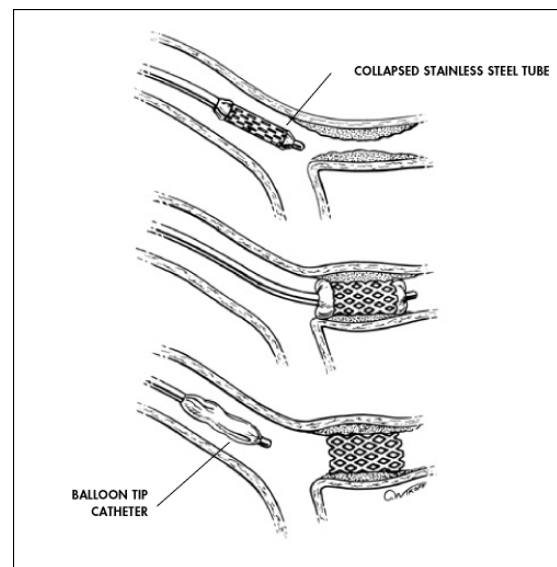
Solutions possibles à l'athérosclérose :

- 1- Angioplastie coronarienne :** élargissement de l'artère, au niveau de l'obstruction, par un ballonnet gonflable ;



Le dépistage des athéromes se fait par **angio-graphie**, technique consistant à radiographier le coeur après avoir injecté dans la circulation coronaire un liquide opaque aux rayons X.

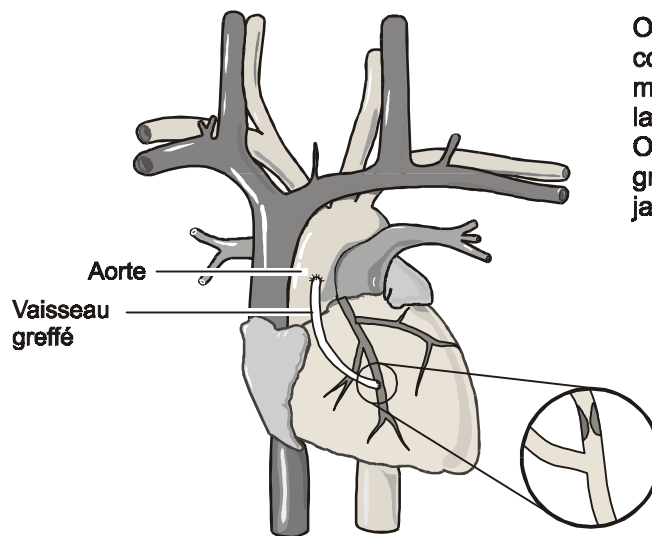
On peut aussi ajouter un "Stent" de façon à maintenir l'artère dilatée.



2- Pontage coronarien :

= greffe d'un vaisseau sanguin, prélevé sur le malade, entre **l'aorte** (à la sortie du coeur) et **l'artère coronaire**, immédiatement **en aval** de la plaque d'athérome.

Pontage coronarien



On utilise généralement comme greffon l'artère mammaire interne (artère de la poitrine).
On peut aussi utiliser la veine grande saphène (veine de la jambe)

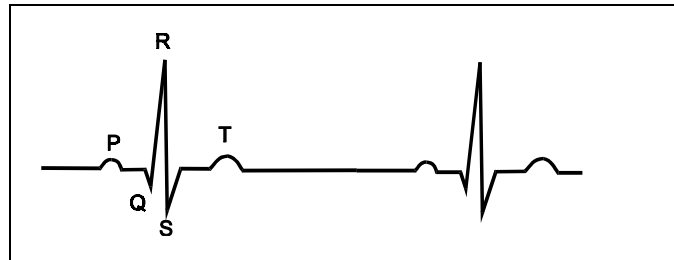
2.5. L'électrocardiogramme (ECG)

Le déplacement, dans les parois du coeur, de l'onde de dépolarisation responsable de la contraction engendre un champ électrique qui peut être enregistré par des électrodes et traduit en un graphique.

Le corps étant électriquement conducteur, il est inutile de placer les électrodes directement sur le coeur. On peut les placer sur la peau à différents endroits = *dérivations*.

Ex. Dérivation I → Bras gauche et bras droit
Dérivation II → Bras droit et jambe gauche
Dérivation III → Bras gauche et jambe gauche
Etc.

La **dérivation II** permet d'obtenir le tracé suivant :

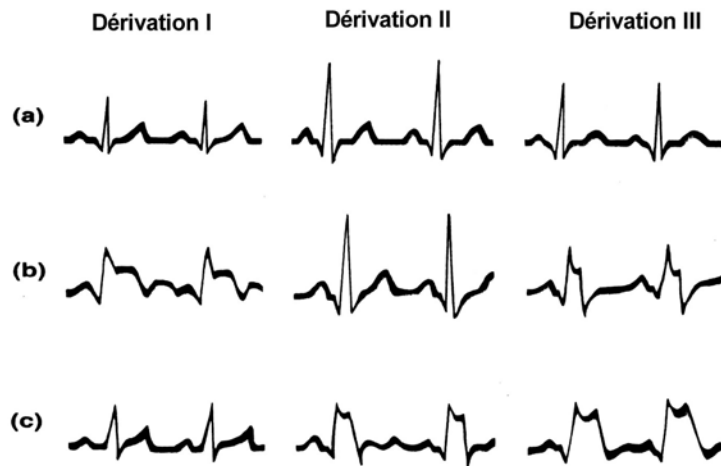


Onde P = dépolarisation des oreillettes

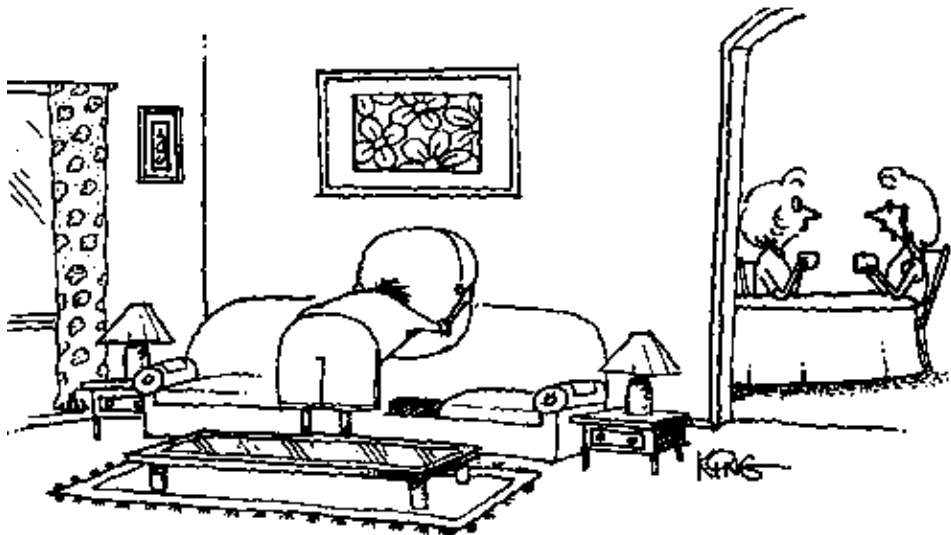
Onde QRS = repolarisation des oreillettes et dépolarisation des ventricules

Onde T = repolarisation des ventricules

L'ECG est un important instrument de diagnostic en médecine cardiaque. En effet, en général, une anomalie de fonctionnement du coeur se manifeste par une ou plusieurs anomalies de l'ECG.



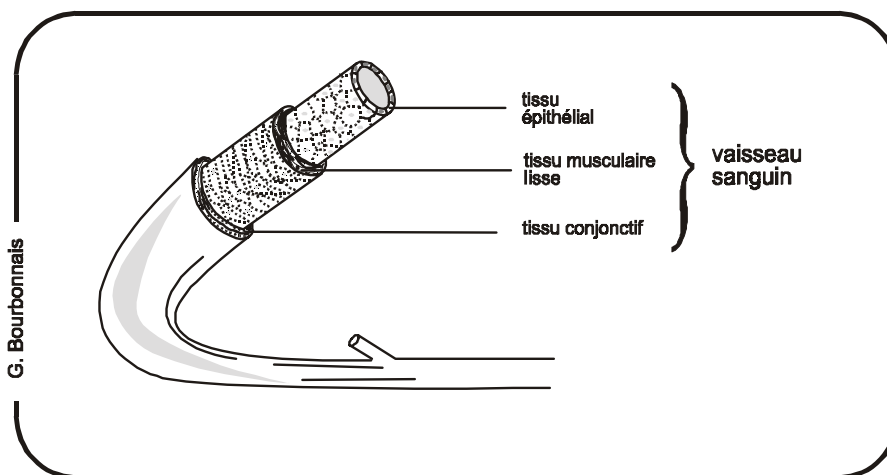
- a. électrocardiogrammes normaux
- b. infarctus aigu de la paroi antérieure du myocarde
- c. infarctus apical aigu de la paroi postérieure du myocarde



Le docteur a dit qu'il devait faire plus d'exercice. Alors, trois fois par semaine, je lui cache sa télécommande.

3. Vaisseaux sanguins et lymphatiques

3.1. Veines, artères et capillaires



Artères:

- Les parois artérielles sont épaisses, musclées et élastiques.

Contraction des muscles lisses entourant l'artère ⇒

Relâchement des muscles lisses entourant l'artère ⇒

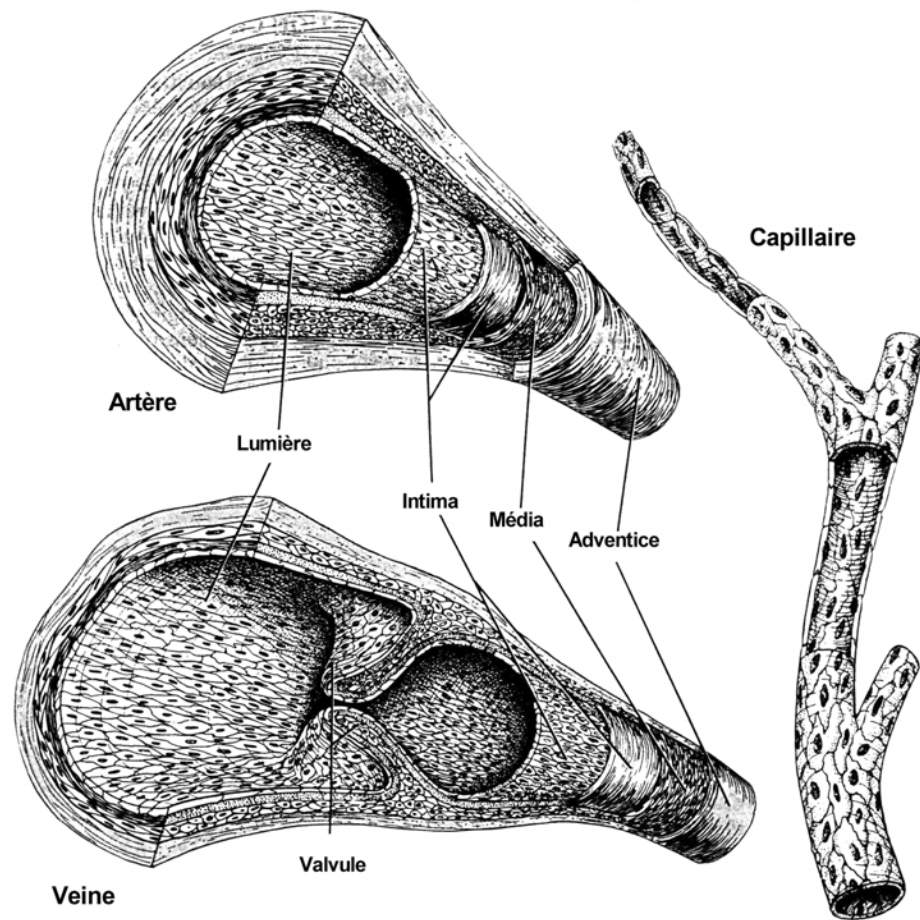
- Les artères se ramifient en **artérioles** (petites artères).

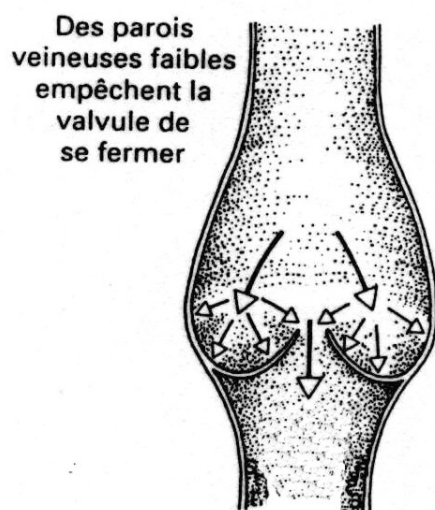
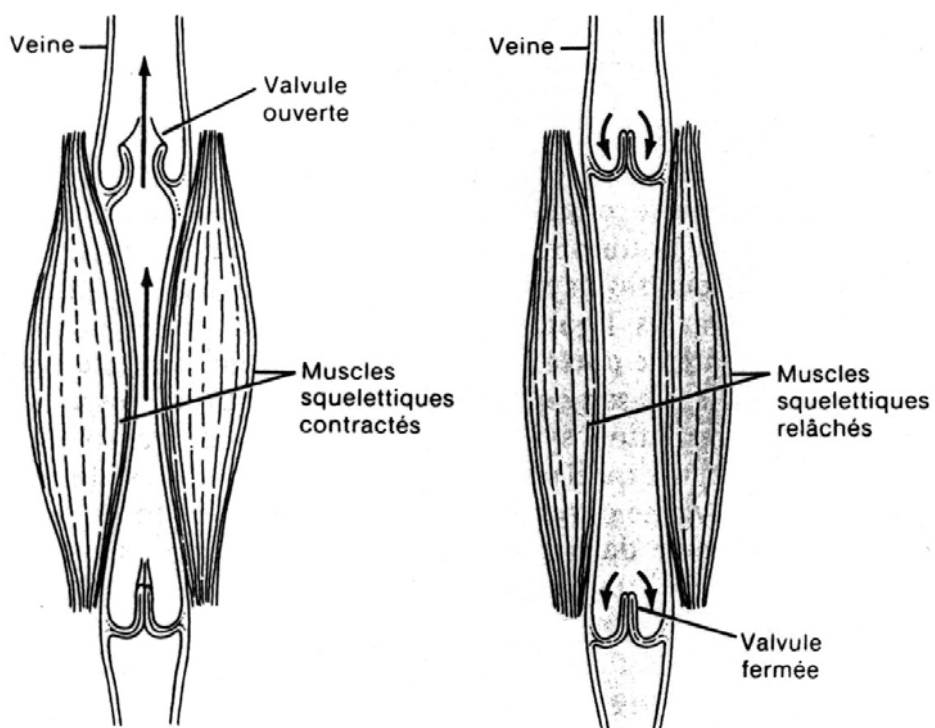
Veines:

- Les parois veineuses sont minces et peu musclées.
- On retrouve au niveau de la paroi des veines des bras et des jambes des replis de tissus formant des **valvules** obligeant le sang à ne circuler que dans une seule direction, vers le coeur.
- Les plus petites veines sont appelées **veinules**.

Capillaires:

- entre artérioles et veinules
- parois minces, dépourvues de muscles, formées d'une seule couche de cellules
- très faible diamètre, environ 10 μm
- Formés d'une seule couche de cellules minces, les capillaires laissent assez bien diffuser de nombreuses substances. Les échanges entre le sang et les cellules s'effectuent au niveau des capillaires :
- L'eau et les substances pouvant diffuser des capillaires aux cellules forment le **liquide interstitiel**.





3.2. Le retour veineux

A la sortie des capillaires, dans les veinules, la pression sanguine est très faible, trop faible pour permettre au sang de retourner au coeur. Le sang a donc tendance à s'accumuler dans les veines.

Deux mécanismes permettent au sang de retourner au coeur malgré la faible pression sanguine intraveineuse :

1. **Compression des veines par les muscles squelettiques et action des valvules veineuses :**

2. **Mouvements respiratoires :**

L'inspiration s'accompagne d'une baisse de la pression thoracique et d'une augmentation de la pression abdominale. Cette différence de pression permet au sang de l'abdomen de remonter au niveau du thorax.

Une trop grande accumulation de sang dans les veines basses du corps peut entraîner une trop forte augmentation de la pression intraveineuse. Il peut alors en résulter un **affaiblissement** suivi d'un **relâchement** de la paroi de la veine. L'élargissement de la veine empêche alors les valvules de se fermer. Plus de sang s'accumule encore dans la veine, la pression augmente. Il peut en résulter l'éclatement de petites veines de surface, ce sont les **varices**.

Les veines de la cavité abdominale ne contiennent pas de valvules. Une forte augmentation de la pression à l'intérieur de l'abdomen peut chasser une grande quantité de sang vers les veines rectales et anales. Sous l'effet de la pression intraveineuse, les parois de celles-ci peuvent se relâcher et causer des **hémorroïdes**.

3.3. Le système lymphatique

Au niveau des tissus :

- le volume de liquide quittant les capillaires sanguins est supérieur au volume de liquide interstitiel qui y retourne
- certaines protéines pouvant sortir des capillaires sanguins ne peuvent les réintégrer par la suite.

Le retour à la circulation sanguine de ce surplus de liquide et de ces protéines s'effectue par les vaisseaux du **système lymphatique**.

Dans les tissus, les vaisseaux lymphatiques se ramifient en une multitude de **capillaires lymphatiques** qui se terminent en "cul de sac".

La **lymphe**, le liquide circulant dans le système lymphatique, se forme, au niveau des capillaires lymphatiques, à partir du liquide interstitiel.

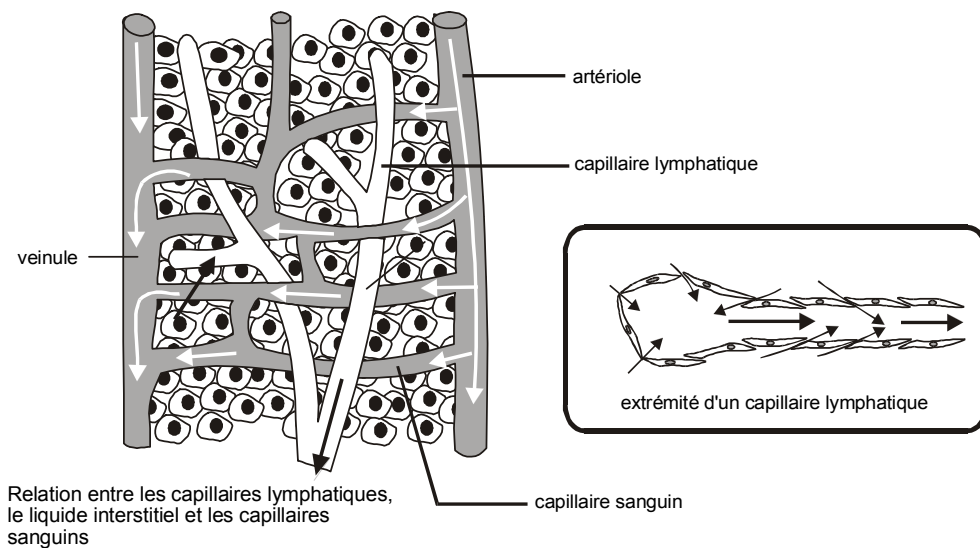
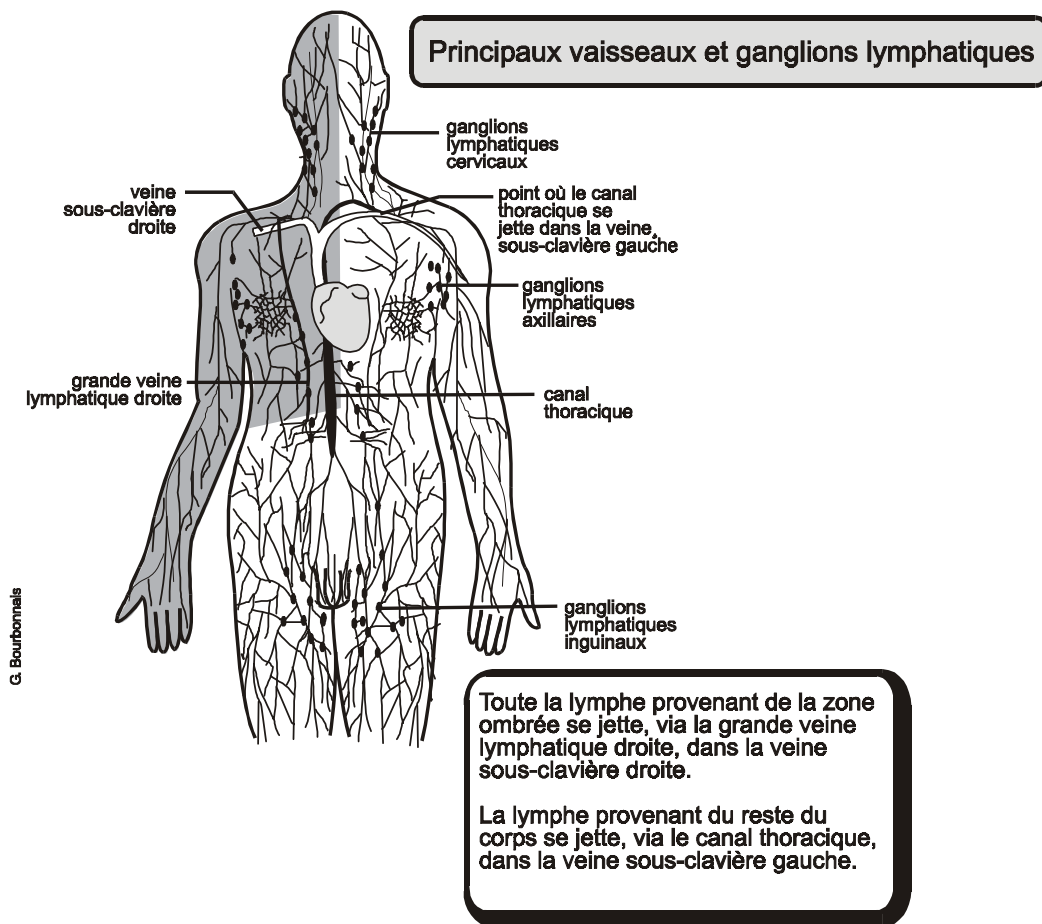
Les capillaires lymphatiques se réunissent pour former des vaisseaux plus gros, les **vaisseaux lymphatiques**. Ces derniers se réunissent en deux gros vaisseaux (le canal thoracique et la grande veine lymphatique) qui s'unissent aux veines sous-clavières du système circulatoire sanguin. **La lymphe retourne ainsi dans la circulation sanguine.**

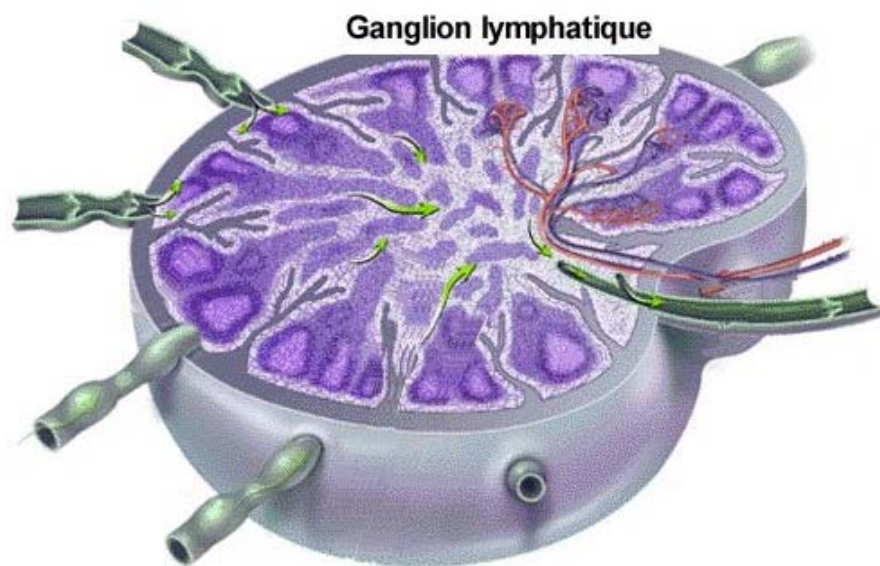
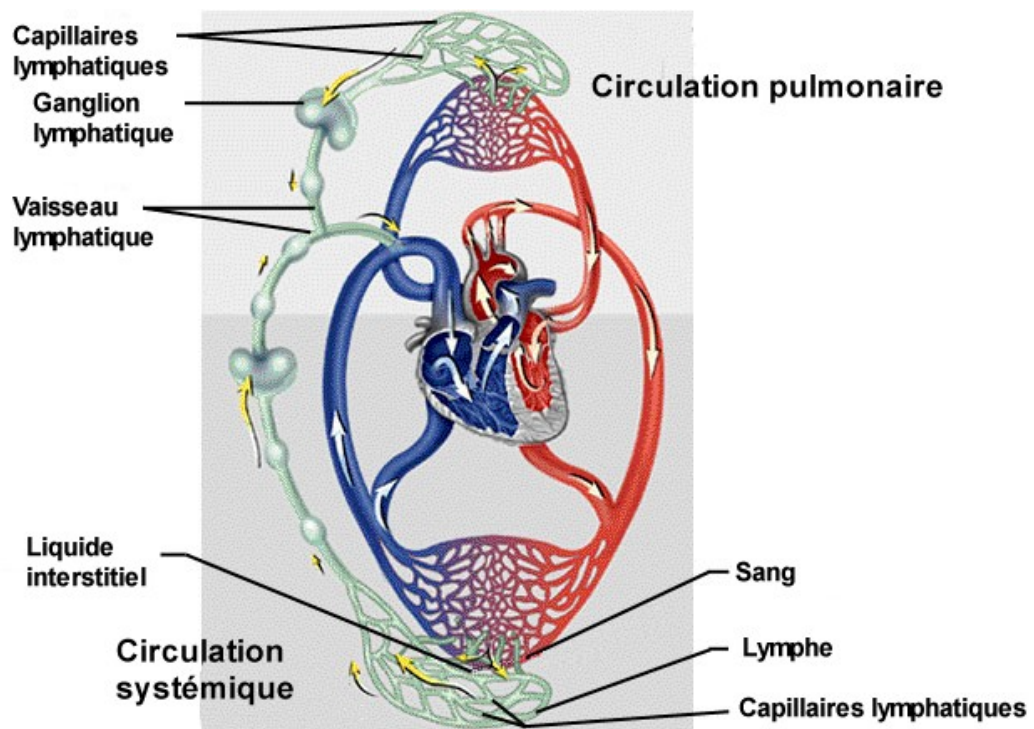
Le long des gros vaisseaux lymphatiques, on note des élargissements formant des capsules : les **ganglions lymphatiques**.

Les ganglions lymphatiques contiennent un grand nombre de **globules blancs**. Ces globules blancs sont essentiellement de deux types différents :

- **Macrophages**: phagocytent les cellules mortes et les substances étrangères
- **Lymphocytes**: se fixent aux cellules étrangères pour les détruire (lymphocytes T) ou fabriquent des anticorps dirigés contre les substances étrangères (lymphocytes B).

La lymphe est ainsi "nettoyée" par son passage dans les ganglions lymphatiques. Les ganglions lymphatiques jouent donc un rôle important dans le système immunitaire. La réponse immunitaire à une infection se manifeste d'ailleurs souvent par un gonflement des ganglions lymphatiques de la région infectée.







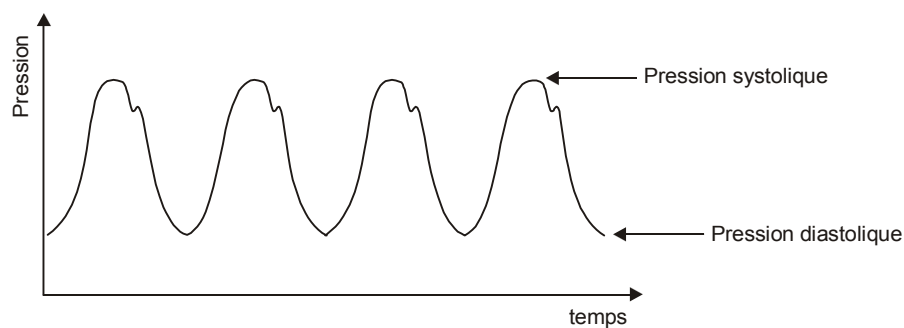
Personne atteinte d'éléphantiasis, maladie due à l'obstruction des vaisseaux lymphatiques par un petit ver parasite.

4. Régulation de la pression sanguine

4.1. La pression artérielle

La pression artérielle, **pression exercée par le sang dans les grosses artères**, varie au cours de la révolution cardiaque :

- La pression augmente au cours de la systole ventriculaire.
- La pression diminue pendant la diastole ventriculaire.



P maximale = **pression systolique**

P minimale = **pression diastolique**

Pression moyenne chez l'humain = 120 / 80 mmHg

Hypotension: trop faible pression artérielle

danger de **syncope** : manque de sang au cerveau

En pratique, on ne parle d'hypotension que si des symptômes se manifestent.

Hypertension: trop forte pression artérielle

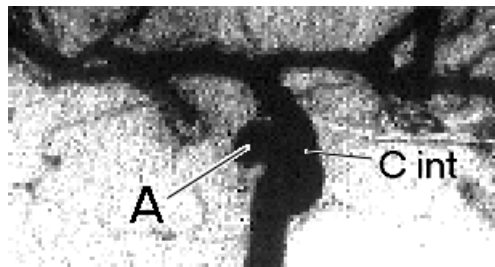
P systolique > 160 mmHg (140 mmHg est considéré comme limite)
et/ou
P diastolique > 95 mmHg (90 mmHg est considéré comme limite)

L'hypertension peut devenir chronique (permanente). Il y aura alors dangers de:

1. Danger d'éclatement de vaisseaux sanguins $\Rightarrow$ hémorragie

De par ses conséquences graves, **l'hémorragie cérébrale** (accident cérébro-vasculaire) est particulièrement à craindre. Les risques d'hémorragie cérébrale sont augmentés si la personne souffre **d'anévrismes vasculaires:**

= renflements de l'artère causés par un affaiblissement de la paroi



L'hypertension artérielle augmente de **3 à 5 fois** les risques d'hémorragie cérébrale.

2. Insuffisance cardiaque

Les ventricules ayant à lutter contre une pression élevée, le muscle cardiaque doit fournir un plus grand effort pour faire circuler le sang. Au cours d'un effort physique, le myocarde risque donc de se fatiguer plus vite surtout si, en plus, la personne souffre d'athérosclérose.

Les risques d'infarctus du myocarde sont **6 fois** plus élevés chez les personnes souffrant d'hypertension chronique.

3. Insuffisance rénale

Une trop forte pression sanguine peut détériorer de façon irréversible les petits vaisseaux sanguins des reins.

L'hypertension multiplie par **deux** les risques d'insuffisance rénale.

4.2. Facteurs pouvant faire varier la pression artérielle

Il y aura variation de la pression artérielle s'il y a variation :

- 1. du volume sanguin
- ou 2. du débit cardiaque
- ou 3. du débit aux organes

1. Volume sanguin

Une augmentation du volume sanguin a tendance à faire augmenter la pression. Une hémorragie, par exemple, a tendance à faire chuter la pression.

Le volume moyen de sang chez l'humain = 5,6 L

2. Débit cardiaque

Une hausse du débit cardiaque tend à faire augmenter la pression alors qu'une baisse a l'effet contraire.

Débit moyen chez l'humain = 5 L / min

La valeur du débit sanguin peut se calculer par l'équation suivante :

$$D = F * V_s$$

où

D = débit cardiaque

F = fréquence cardiaque

V_s = *volume systolique*

= volume de sang chassé par le ventricule à chaque contraction

Facteurs pouvant faire varier la fréquence :

➔ Système nerveux autonome :

Les influx sympathiques font augmenter la fréquence alors que les influx parasympathiques la font diminuer.

➔ Certaines hormones :

L'adrénaline, par exemple, a pour effet de faire augmenter la fréquence cardiaque.

Facteurs pouvant faire varier l'ondée systolique :

➔ Augmentation du retour veineux au coeur :

S'il y a une augmentation du retour veineux au coeur, plus de sang pénètre dans celui-ci à chaque cycle et donc plus les cavités cardiaques se gonflent de sang. **Plus les cavités sont gonflées, plus leurs parois sont étirées.** Comme tout muscle, le muscle cardiaque répond à l'étirement en se contractant avec **plus de force** ce qui permet de vider totalement les cavités. Plus de sang est alors expulsé, le débit de sortie est donc augmenté. Cette réponse automatique du coeur à l'étirement, c'est ce qu'on appelle la **loi de Starling ou loi du coeur**.

➔ Volume ventriculaire :

A long terme, l'exercice physique stimulant le système cardio-vasculaire entraîne une augmentation du volume du coeur (ventricule gauche surtout) et donc une augmentation de l'ondée systolique.

La fréquence cardiaque, au repos, est d'environ 70 battements/minute chez les humains. Cette fréquence peut cependant être aussi basse que 40 chez certains athlètes de haut niveau. Comment expliqueriez-vous ce fait ?

3. Débit aux organes

Le débit à un organe dépend en grande partie du degré de vasoconstriction des artères irriguant cet organe :

Vasoconstriction $\Rightarrow$ **Baisse du débit sanguin**

Vasodilatation $\Rightarrow$ **Hausse du débit sanguin**

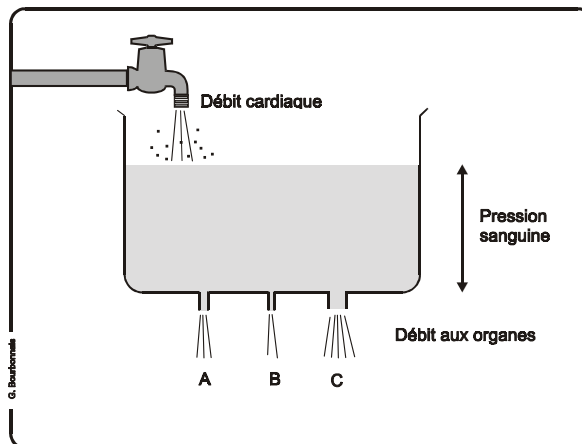
La vasoconstriction ou la vasodilatation des artères d'un organe dépend :

- du SNA
- d'hormones
ex. le manque d'O₂ au niveau d'un muscle provoque la libération, par le muscle, d'hormones locales vasodilatatrices

Toute augmentation du débit à un organe devra être compensée par :

- une baisse du débit à un ou plusieurs autres organes
- et/ou**
- une augmentation du débit cardiaque

afin que la pression artérielle demeure stable.



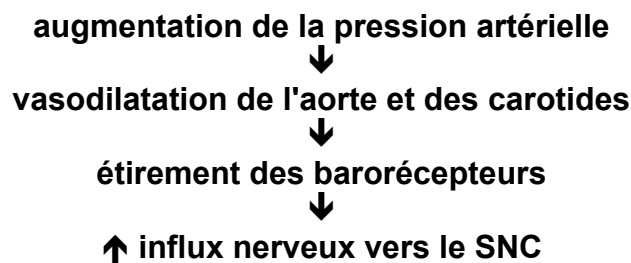
S'il se produit une augmentation de débit en A, comment le système devra-t-il réagir pour que la pression (le niveau du liquide dans la cuve) demeure constante ?



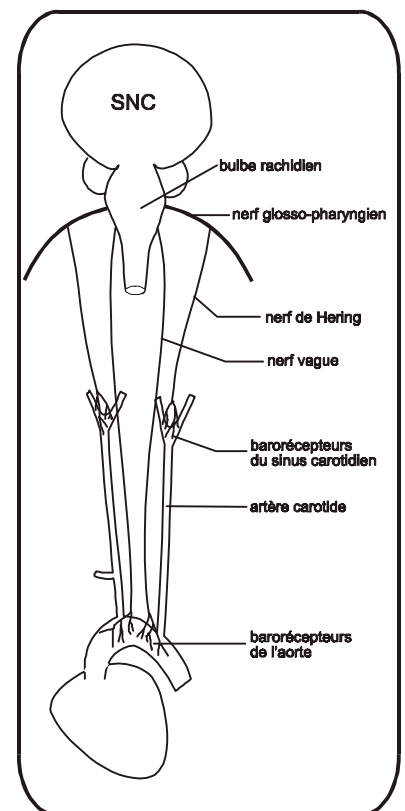
4.3. Contrôle par rétroaction

Le SNC est continuellement informé de la valeur de la pression artérielle par des récepteurs nerveux sensibles à cette pression : les **barorécepteurs**.

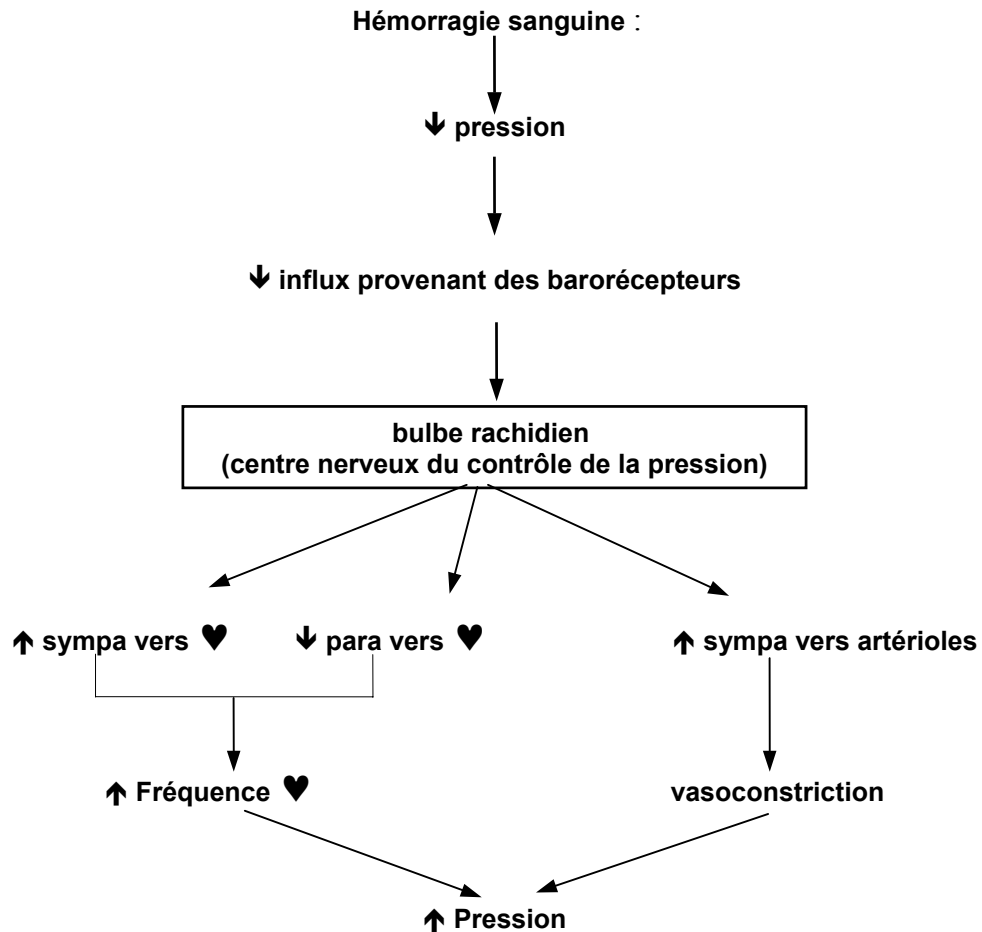
Les barorécepteurs sont situés dans les parois de l'aorte et des carotides. Ce sont des cellules nerveuses sensibles à l'étirement :



Le contrôle de la pression sanguine se fait principalement par des centres nerveux situés dans le bulbe rachidien du **tronc cérébral** (à la base de l'encéphale). Ces centres peuvent agir sur la pression artérielle en modifiant la fréquence cardiaque et le degré de constriction des artères.



Exemple:



5. Le sang

5.1. Composition

Sang = plasma (portion liquide) + éléments figurés (cellules)

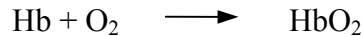
Plasma = Eau (90%)
 Soluté (10%)
 . protéines
 . minéraux
 . déchets
 . éléments nutritifs
 . etc.

Éléments figurés : globules rouges, globules blancs et plaquettes

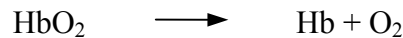
1. Globules rouges (ou hématies ou érythrocytes)

- environ 5 millions par mm^3 de sang
- chaque globule rouge contient environ 280 millions de molécules **d'hémoglobine**(= protéine transportant l' O_2) :

Au niveau des poumons :



Au niveau des tissus :

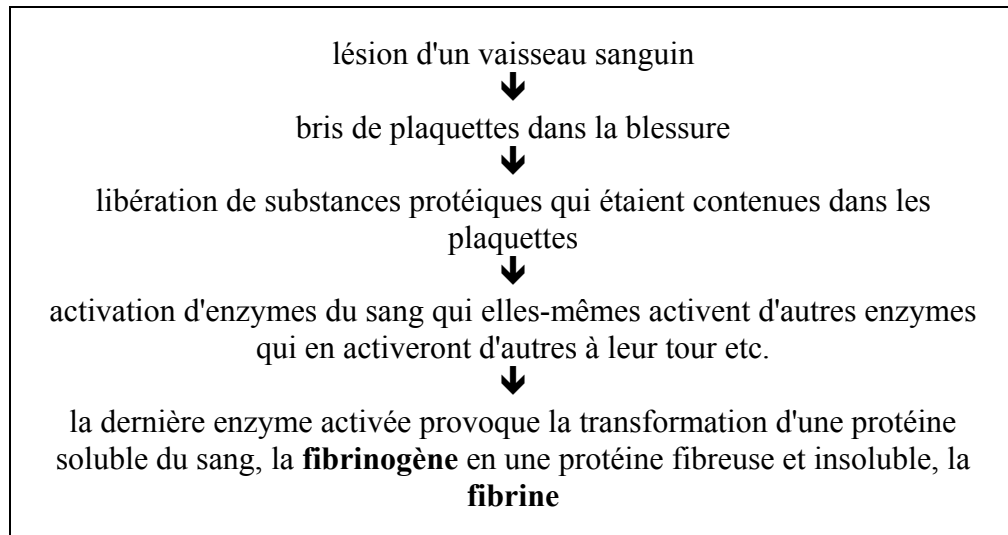


2. Globules blancs (ou leucocytes)

- Environ 1 globule blanc pour 600 globules rouges
- On reconnaît 5 grands types de globules blancs sanguins. Chaque type joue un rôle particulier dans la **réponse immunitaire** de l'organisme à toute substance étrangère.
- Le travail conjugué des globules blancs permet de :
 - . identifier la substance étrangère
 - . éliminer la substance étrangère

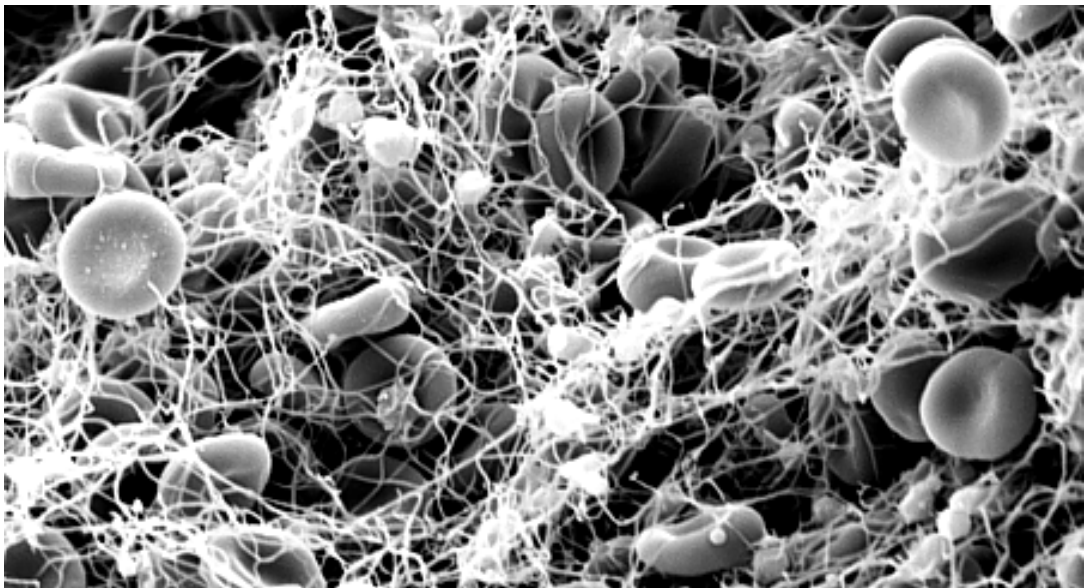
3. Plaquettes sanguines

Les plaquettes jouent un rôle important dans la **coagulation** du sang :



La fibrine forme un réseau fibreux qui emprisonne de nombreuses cellules sanguines : c'est le **caillot sanguin**

N.B. Le plasma sanguin débarrassé de la fibrinogène forme le **sérum** sanguin.



**Globules rouges emprisonnés dans un réseau de fibrine
d'un caillot sanguin**

5.2. Les groupes sanguins

5.2.1. Le système ABO

Le groupe sanguin est caractérisé par la présence ou l'absence de certaines protéines (ou **agglutinogènes**) au niveau de la membrane des cellules sanguines : **agglutinogènes A et agglutinogènes B**

De plus :

Une personne possédant un agglutinogène donné possède les anticorps (**ou agglutinines**) spécifiques à l'autre type d'agglutinogène.

Ex. Une personne aux globules rouges A possède, dans son plasma sanguin, les agglutinines anti-B

DONC

Groupe sanguin	Agglutinogènes	Agglutinines	% pop. caucasienne
A	A	anti-B	41%
B	B	anti-A	9%
AB	A et B	aucune	3%
O	aucune	anti-A et anti-B	47%

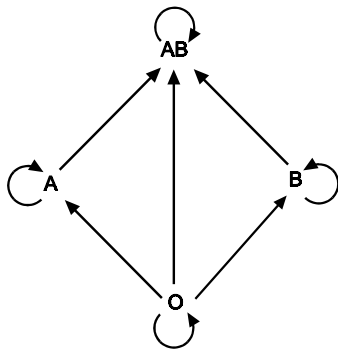
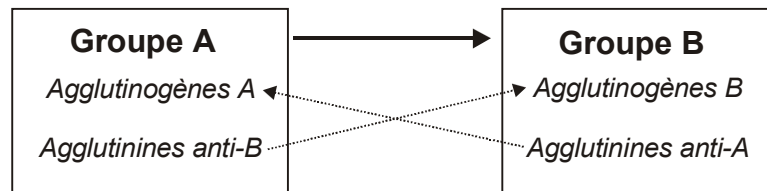
Si des globules rouges possédant un type donné d'agglutinogène viennent en contact avec l'agglutinine spécifique à ce type (globules rouges A avec anti-A, par exemple) il s'ensuit une réaction **d'agglutination** :

Les agglutinines se fixent alors sur les globules rouges qui se collent alors les uns aux autres en formant de petits amas.

Il y aura par la suite destruction de ces globules rouges agglutinés et libération, dans le plasma, de l'hémoglobine qu'ils contenaient. L'hémoglobine libérée précipitera au niveau des reins ce qui aura pour effet d'en bloquer le fonctionnement.

C'est pourquoi les transfusions sanguines entre personnes de groupes sanguins différents peuvent être mortelles :

Ex. Donneur de groupe A et receveur de groupe B



Au cours d'une transfusion, il est impératif **que les agglutinines du receveur ne se fixent pas aux globules du donneur**. L'inverse est moins dangereux (agglutinines du donneur qui se fixent aux globules du receveur) mais quand même à éviter.

En pratique, les transfusions sanguines se font toujours **entre personnes de même groupe sanguin**.

5.2.2. Le système Rh

Avant de procéder à une transfusion, il est important de tenir compte d'un troisième type d'agglutinogène : **la protéine Rh**.

Une personne Rh- ne possède pas d'anticorps (agglutinines) anti-Rh. Cependant, si son organisme vient en contact, par une transfusion par exemple, avec des protéines Rh il y aura alors réponse immunitaire et synthèse d'agglutinines anti-Rh.

Pas de danger pour la première transfusion : l'organisme n'est pas sensibilisé à la protéine Rh et il faudra un certain temps pour que la réponse immunitaire se fasse.

Danger pour toute transfusion subséquente : L'organisme, sensibilisé à la protéine Rh lors de la première transfusion, réagira rapidement en sécrétant de l'agglutinine anti-Rh. Il y aura alors agglutination des globules rouges du donneur par l'agglutinine anti-Rh.

Doit-on aussi éviter les transfusions Rh- à Rh+ ?

Maladie hémolytique du nouveau-né (ou érythroblastose) :

Une **femme Rh-** enceinte d'un **enfant Rh+** (cas possible si le père est Rh+) peut faire face à d'importants problèmes lors de sa prochaine grossesse.

A l'accouchement du premier enfant, un peu du sang de celui-ci peut passer dans la circulation de sa mère. Le système immunitaire de la mère réagit alors en **se sensibilisant à la protéine Rh** et en fabriquant des anti-Rh.

Au cours de la seconde grossesse, des anti-Rh maternels peuvent pénétrer dans la circulation de l'enfant et attaquer ses globules Rh+ (surtout si le système immunitaire de la mère est stimulé par la rencontre de protéines Rh de l'enfant ayant pénétré dans la circulation maternelle). Les globules rouges de l'enfant sont alors détruits par les agglutinines fabriquées par sa mère. L'anémie ainsi provoquée chez l'enfant peut lui être fatale.

Solution à ce problème :

Injecter à la mère, juste avant son accouchement (le premier et tous les autres après) **des agglutinines anti-Rh**.

En effet, ce qu'il faut éviter à tout prix, c'est que le système immunitaire de la mère ne se sensibilise à la protéine Rh. Les agglutinines anti-Rh injectées se fixeront sur toute protéine Rh de l'enfant qui pourrait pénétrer dans le système de la mère. La protéine Rh sera donc neutralisée empêchant ainsi le système immunitaire de la mère de réagir trop vivement.

Questions de révision

1. Énoncez le rôle du système circulatoire dans le contrôle de la température.
2. Le côté gauche du coeur est toujours plus gros que le côté droit. Plus un muscle travaille fort, plus il grossit. Est-ce donc que le côté gauche travaille plus que le droit ?
3. Une accumulation d'eau aux poumons (oedème pulmonaire) est souvent un signe de défaillance cardiaque gauche. Pouvez-vous expliquer pourquoi une défaillance du coeur gauche entraîne l'accumulation d'eau dans les poumons ?
4. Quels phénomènes sont responsables du premier et du second bruit du coeur ?
5. Le coeur peut-il battre si on l'isole complètement du système nerveux (section chirurgicale de toutes les fibres nerveuses qui s'y rendent) ?
6. Expliquez le système permettant au coeur de battre de façon coordonnée.
7. L'infarctus du myocarde et la crise d'angine, est-ce la même chose ?
8. Une personne peut-elle souffrir d'une crise d'angine même si elle ne fait pas d'athérosclérose ?
9. Qu'est-ce qu'un "*infarctus aigu de la paroi antérieure du myocarde*" ?
10. Pourquoi un infarctus du myocarde augmente-t-il énormément les chances d'en faire un autre ?
11. Quels vaisseaux sanguins sont greffés lors d'un pontage coronarien ?
12. Dessinez la courbe normale d'un électrocardiogramme.
13. Pourquoi les artères sont-elles plus musclées et plus élastiques que les veines ?
14. Pourquoi les femmes enceintes souffrent-elles souvent d'hémorroïdes ou de varices ?
15. Une personne demeurant debout, immobile, pendant une longue période de temps peut s'évanouir. Pourquoi ?
16. Quelle est l'utilité des ganglions lymphatiques ?

17. La pression sanguine est toujours exprimée par deux chiffres. À quoi correspond chacun de ces deux chiffres?
 18. On administre à un patient un médicament provoquant une forte vasodilatation. Quel sera l'effet sur sa pression? Pourquoi?
 19. Souvent, lorsqu'un patient souffre d'hypertension, on lui administre des diurétiques (médicaments augmentant le débit urinaire) afin de faire baisser sa pression. Pouvez-vous expliquer pourquoi les diurétiques ont cet effet sur la pression?
 20. Arrivé sur les lieux d'un accident, vous constatez que la personne blessée a un pouls à peine perceptible mais très rapide et qu'elle est très pâle. Expliquez ce qui se passe (pourquoi le pouls est-il rapide, pourquoi est-il si faible, pourquoi la personne est-elle si pâle).
 21. On peut donner du sang O+ à une personne AB+. Cependant, on ne le fera que si on manque de sang AB+. Pourquoi est-il préférable de donner du AB+ plutôt que du O+ à un receveur AB+?
 22. Peut-on donner du sang AB- à un receveur AB+?
 23. Pourquoi administre-t-on toujours des agglutinines anti-Rh à une femme Rh- se faisant avorter?
-