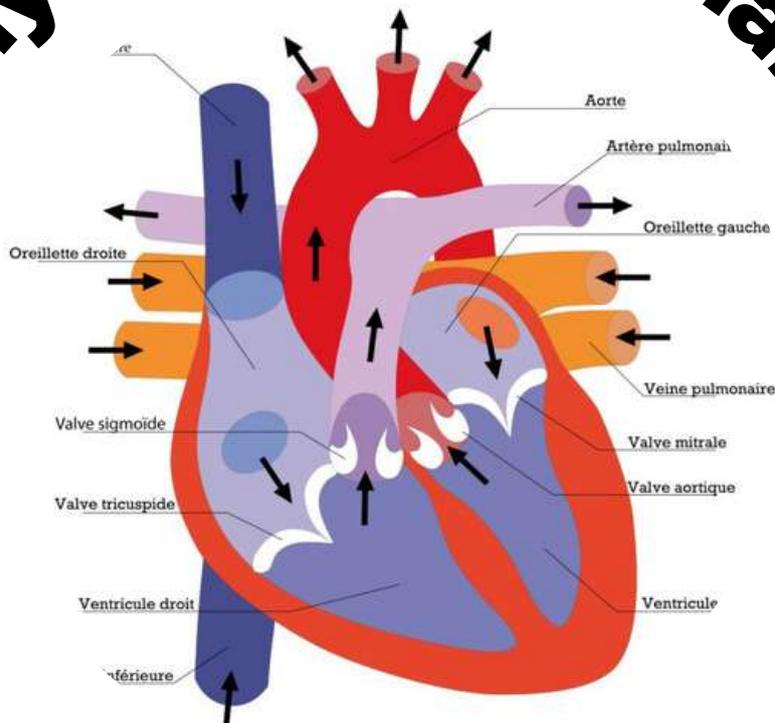


Physiologie Animale



SCIENCES DE LA VIE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



Emploi



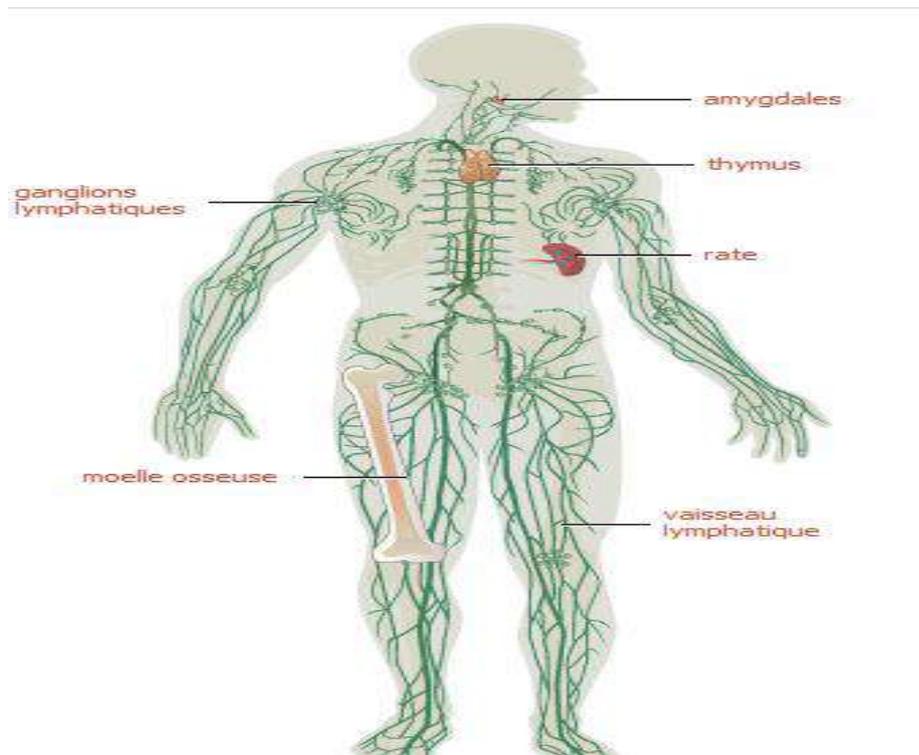
- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE



Université Abdelmalek Essaadi
Faculté des Sciences de Tétouan
Département de Biologie

Cours De Physiologie Animale

SVI S4



T. El Ouazzani

Chapitre I

MILIEU INTERIEUR ET COMPARTIMENTS LIQUIDIENS

I- Milieu intérieur et homéostasie Généralités sur le milieu intérieur

Milieu intérieur :

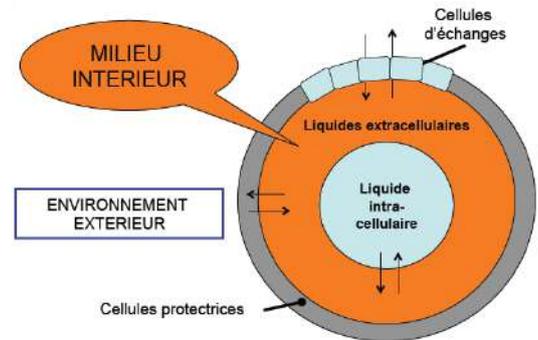
Définition 1 :

Par définition, le milieu intérieur est composé du plasma, de la lymphe et du liquide interstitiel.

En contact direct avec les cellules de l'organisme, sa composition doit permettre à chaque cellule de prélever les éléments qui lui sont nécessaires.

De même, c'est dans le milieu intérieur que sont éliminés les déchets qui sont apportés aux sites d'élimination.

Le milieu intérieur constitue le véritable milieu de vie des cellules de l'organisme.



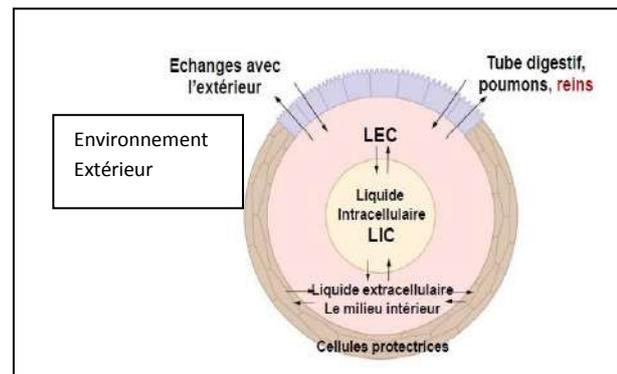
Définition 2 :

Le milieu intérieur d'un organisme multicellulaire, comme l'Homme, correspond au liquide extra-cellulaire contenu dans le corps et séparé du milieu extérieur par le tissu cutané.

= milieu dans lequel vivent les éléments des tissus
= liquides extra℄R (*plasma + lymphe + liquide interstitiel*)

Le liquide extracellulaire est renouvelé par deux circulations qui se font dans des vaisseaux : sanguine et lymphatique

Le milieu intérieur est caractérisé par son HOMEOSTASIE = constance de sa composition



Notion d'homéostasie

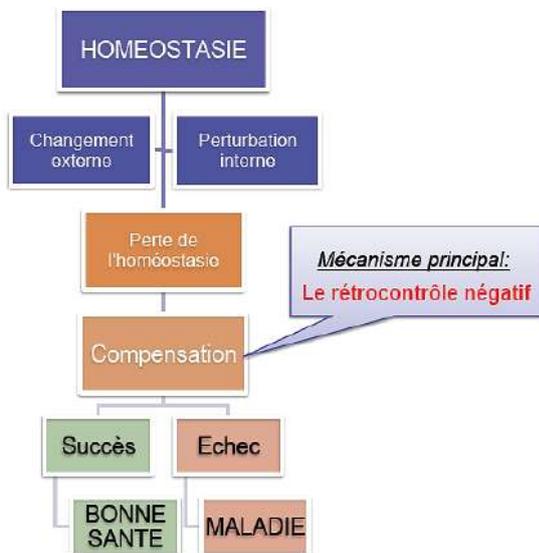
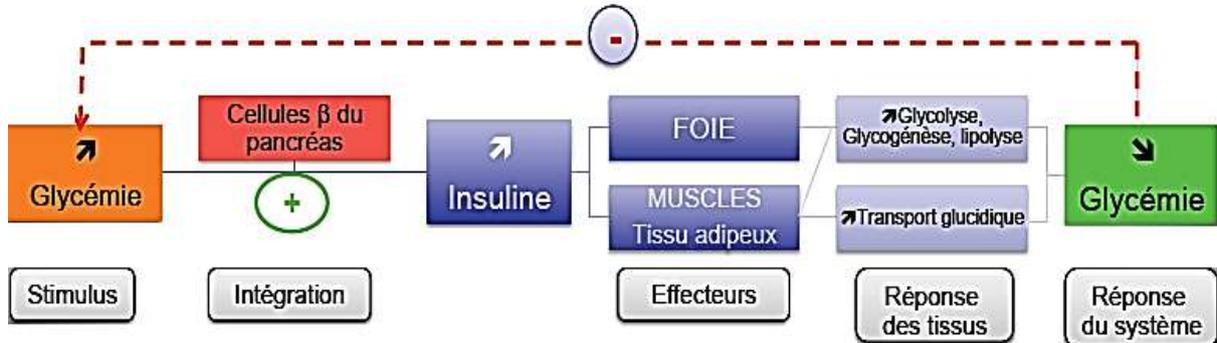
L'homéostasie vise à assurer une **composition constante** (pH, ions, H₂O, O₂) des ℄ de l'organisme, en réagissant aux changements de leur environnement.

	Homéo	Stasis
Non		
	= similaire	= condition (DYNAMIQUE)
	≠ homo (identique)	≠ état (STATIQUE)

Ex de régulation homéostasique :

lors de l'augmentation de la glycémie en période post-prandiale, le pancréas va sécréter de l'insuline pour rétablir une glycémie basale.

= RETROCONTROLE NEGATIF



Le rétrocontrôle négatif

Principal mécanisme de l'homéostasie = **rétrocontrôle négatif**

Un **changement** de la variable contrôlée déclenche des réactions qui tendent à la **ramener dans la direction opposée**. (cf. exemple précédent)

Limites du rétrocontrôle négatif : Non

- ∅ nécessite une **perturbation de la variable d'entrée**
- ∅ ne permet que des **corrections partielles**, puisque les corrections appliquées dépendent beaucoup de l'amplitude du signal.
- ∅ risque de **surcorrection** (notamment en situation de stress).

II- Les compartiments liquidiens

1) Définitions

Compartiment liquidiens = rassemblement de volumes contenant des solutions de composition identique

3 Compartiments ANATOMIQUES	3 Compartiments LIQUIDIENS/FONCTIONNELS
1- Cavité crânienne	1- Liquide intracellulaire /Extracellulaire
2- Cavité thoracique	2- Liquide interstitiel
3- Cavité Abdomino-pelvienne	3- Liquide plasmatique

Rq : les cavités anatomiques sont séparées les unes des autres par des tissus et le squelette. Elles sont bordées par des membranes tissulaires.

2) Importance et répartition de l'eau

La proportion d'eau contenue dans l'organisme en fonction de la masse corporelle dépend de l'âge et du sexe de l'individu. L'eau représente :

- ✓ 75% de la masse corporelle de l'enfant
- ✓ 60% de la masse corporelle de l'homme adulte
- ✓ 55% de la masse corporelle chez la femme adulte

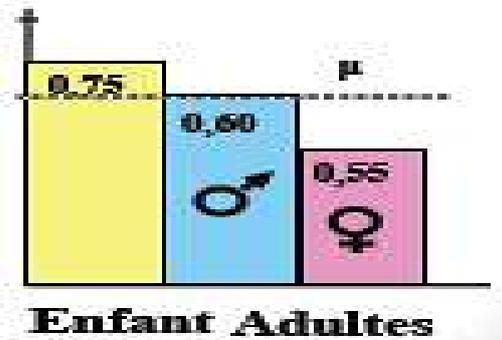


en moyenne, on considère que l'eau représente 60% de la masse corporelle

Application : pour un homme adulte de 70kg, il y a donc $0,6 \times 70 = 42\text{kg}$ d'eau soit 42 L

QUANTITE D'EAU CONTENUE PAR LES TISSUS :

Tissu	Pourcentage d'eau contenue
Os	30 %
Graisse	10 %
Autres	75-80 %



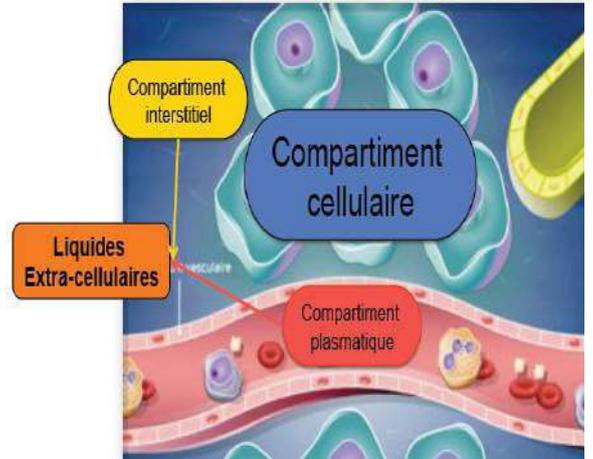
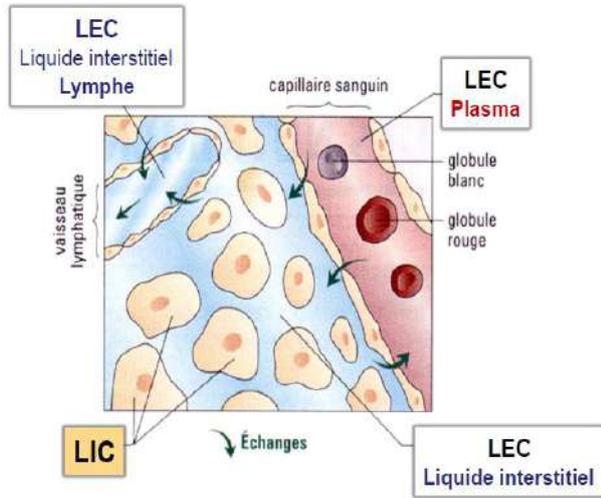
REPARTITION DE L'EAU :

Compartiment		Pourcentage d'eau totale		Caractéristiques du compartiment
Intra \mathcal{C}_R		66% soit $\frac{2}{3}$		Discontinu (car chaque type de \mathcal{C} définit un sous-secteur de par sa composition différente)
Extra \mathcal{C}_R		33 % soit $\frac{1}{3}$		
Plasma	Interstitiel	7%	26%	
Trans \mathcal{C}_R		$\approx 2\%$		Comporte le LCR, les sécrétions digestives, les liquides des cavités séreuses... En cas d'augmentation, on parle de phénomène de 3ème secteur*

*3ème secteur = secteur trans \mathcal{C}_R se formant brutalement (ou devenant significativement important) au cours de processus pathologiques (ex: péritonite = accumulatⁿ de liquide dans la séreuse péritonéale au dépens du compartiment extra \mathcal{C}_R)

Relations entre les différents compartiments :

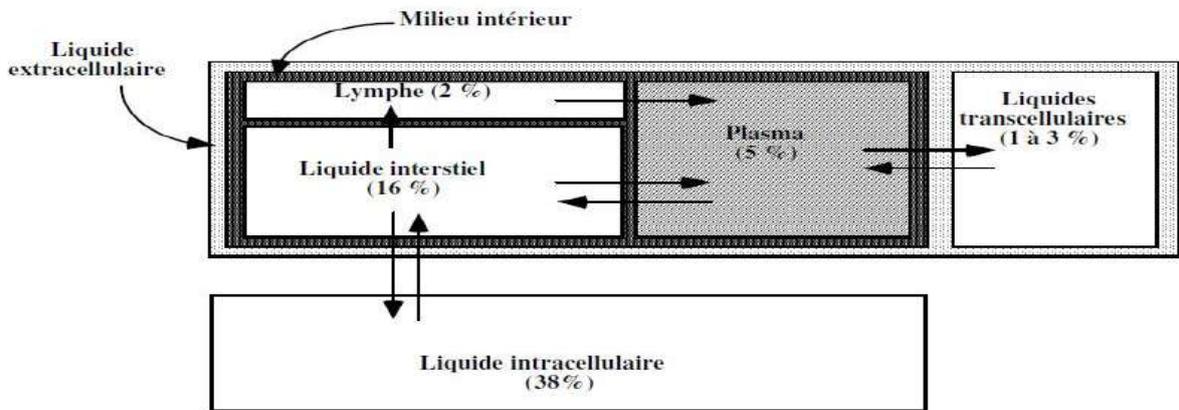
Les liquides corporels



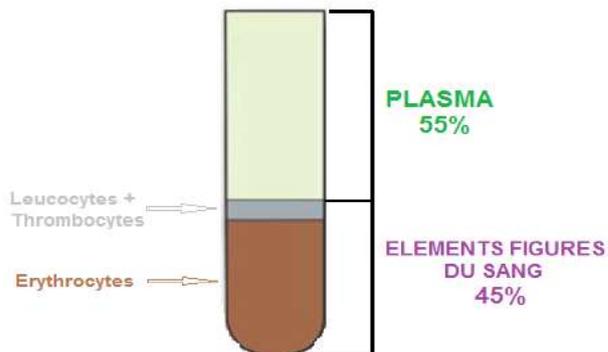
$$V_{\text{intracellulaire}} = V_{\text{total}} - V_{\text{extracellulaire}}$$

$$V_{\text{interstitiel}} = V_{\text{extracellulaire}} - V_{\text{plasmatique}}$$

Les échanges entre les compartiments liquidiens :



(%) : en pourcentage du poids corporel



Remarque : le secteur plasmatique fait lui-même partie d'un autre ensemble qui est le sang total.

3) Bilan hydrique

A une température normale		Total
Entrées = Aliments (0,7 L) + Métabolisme Oxydatif (0,3 L)		1 L
Sorties = Urines (1,5 L) + Perspiration (0,5 L) + Expiration (0,4 L) + Fèces (0,1 L)		2,5 L
→ Il faut donc un apport journalier de 1,5 L d'eau pour combler les pertes		

Par temps chaud		Total
Entrées = Aliments (0,7 L) + Métabolisme Oxydatif (0,3 L)		1 L
Sorties = Transpiration (1,4 L) + Urines (1,2 L) + Perspirat° (0,35 L) + Expiration (0,25 L) + Fèces (0,1 L)		3,3 L
→ Il faut donc un apport journalier de 2,3 L d'eau pour combler les pertes		

Lors d'un exercice prolongé		Total
Entrées = Aliments (0,7 L) + Métabolisme Oxydatif (0,3 L)		1 L
Sorties = Transpiration (5 L) + Urines (0,5 L) + Perspirat° (0,35 L) + Expiration (0,65 L) + Fèces (0,1 L)		6,5 L
→ Il faut donc un apport journalier de 5,5 L d'eau pour combler les pertes		

Physiologiquement, la quantité d'eau contenue dans le corps est **constante**. On a donc un **bilan hydrique** (somme de l'eau consommée et éliminée) **nul**.

Remarque :

Perspiration : ensemble des échanges respiratoires

Transpiration :

Sueur à la surface de la peau

4) Mesure des compartiments liquidiens

Les compartiments liquidiens sont mesurés à l'aide de **traceurs** dont la biodistribution est connue.

PROPRIETES DES TRACEURS :

- **non toxiques** (métabolites compris)
- **n'interfèrent pas avec les échanges** auxquels ils participent
- **ne franchissent pas les limites du compartiment** dans lequel ils diffusent
- **demi-vie suffisamment longue** pour permettre les mesures
- leur **volume d'injection doit être négligeable** par rapport au volume liquidien à déterminer

Remarque : le traceur peut être de 2 origines :

- **Exogène** = étranger à l'organisme (*ex : 125I-SerumAlbumine*)
- **Endogène** = élément de l'organisme marqué par un isotope (*ex : saccharose*)

MESURE PAR METHODE DE DILUTION :

- la **quantité (Q)** de traceur injectée, en mg
- la **concentration (C)** du traceur après dilution, en $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$

A partir de Q et C, on peut trouver le **volume (V)** d'un compartiment en mL :

$$V = \frac{Q}{C}$$

- ☐ Il faut pour cela que le V volume de diffusion du traceur corresponde **exclusivement à V** et que la répartition du traceur soit **uniforme** dans le compartiment.

Quels traceurs pour quels compartiments ?

Compartiment exploré	RadioTraceurs	Caractéristiques du traceur
Eau totale (V_T)	Eau tritiée $3H_2O$ Urée Eau lourde $2H_2O$ Antipyrine	Diffusion libre dans tout l'organisme
Volume Plasmatique (V_P)	125I-SerumAlbumine Bleu Evans	Ne traverse pas l'endothélium vasculaire
Eau extraCR (VEC)	Inuline Saccharose Manitol	Traverse l'endothélium vasculaire mais pas les membranes CR

Compositions des liquides extracellulaires et intracellulaires : tableau comparatif

	Liquide extracellulaire	Liquide intracellulaire
Ions		
Na^+	134 – 146 mmol.dm ⁻³	≈ 10 mmol.dm ⁻³
K^+	3,6 – 4,8 mmol.dm ⁻³	≈ 141 mmol.dm ⁻³
Ca^{2+}	2,2 – 2,6 mmol.dm ⁻³	≈ 10 ⁻³ mmol.dm ⁻³
Mg^{2+}	0,8 – 1,2 mmol.dm ⁻³	≈ 30 mmol.dm ⁻³
Cl^-	98 – 106 mmol.dm ⁻³	≈ 4 mmol.dm ⁻³
HCO_3^-	21 – 30 mmol.dm ⁻³	≈ 10 mmol.dm ⁻³
HPO_4^{2-}	1,0 – 1,4 mmol.dm ⁻³	≈ 40 mmol.dm ⁻³
Cu^{2+}	11 – 22 μmol.dm ⁻³	?
Autres		
Glucose (à jeun)	4,2 – 6,4 mmol.dm ⁻³	0 – 1 mmol.dm ⁻³
Glucose (post-prandial 2 heures)	< 7,8 mmol.dm ⁻³	?
Protéines	Plasma : 55 à 80 g.dm ⁻³ Lymphes : ≈ 2,5 g.dm ⁻³	Variable (jusqu'à 250 g.dm ⁻³)
Acides aminés libres	?	≈ 2 g.dm ⁻³
ATP	?	≈ 4 mmol.dm ⁻³

Chapitre II

Sang et Immunité

Introduction

- Le sang est un élément essentiel aux métazoaires,
- il permet:
 - de distribuer un grand nombre de substances (métabolites, [hormones](#), oxygène) aux cellules de l'organisme
 - et de réguler le milieu intérieur.

Chez les animaux supérieurs,

- il circule dans des vaisseaux spécialisés.
- Le sang contient également des éléments figurés, les cellules sanguines, qui interviennent dans le transport de l'oxygène et la défense du corps.

A- Composition et formation du sang

a- Le plasma

C'est la phase liquide du sang.

Il est composé :

- d'eau (5 % de la masse corporelle totale)
- de substances dissoutes (des gaz, CO₂ et O₂, des ions, en particulier du NaCl, et de petites molécules comme les nutriments)
- de substances non dissoutes (macromolécules comme l'albumine qui représente près de 60% des protéines du plasma).

La [composition](#) du plasma est proche de:

- celle du milieu intracellulaire (excepté les teneurs en sodium et potassium)
- et du milieu intérieur (ou extracellulaire) qui proviendrait de sa diffusion depuis les vaisseaux sanguins.

Les protéines plasmatiques ont plusieurs fonctions :

- **Maintenir l'intégrité de l'organisme :**
 - empêcher la diffusion du plasma au travers des parois des capillaires sanguins (en maintenant la pression oncotique* du sang)
 - stabiliser pH du sang grâce à un certain pouvoir tampon.
- **Transporter diverses molécules.**
 - Les transporteurs sont nombreux : albumine principalement et transcortine, transferrine, thyroglobuline, ceruloprotéines, lipoprotéines...
 - Les substances transportées sont également variées : glucose, acide gras, hormones, fer...
- **Réguler le métabolisme :** ce sont les [hormones](#) et les [enzymes](#).
- **Intervenir dans la nutrition :** l'albumine peut être utilisée comme réserve protéique.
- **Protéger le corps :** contre les
 - [agressions externes](#) (immunoglobulines, facteurs du complément)
 - ou les [lésions internes](#) (fibrinogène, prothrombine, facteurs coagulant)

Par sa circulation dans tout le corps, le plasma sert également à la [thermorégulation](#).

- Il se refroidit en effet dans les vaisseaux cutanés.

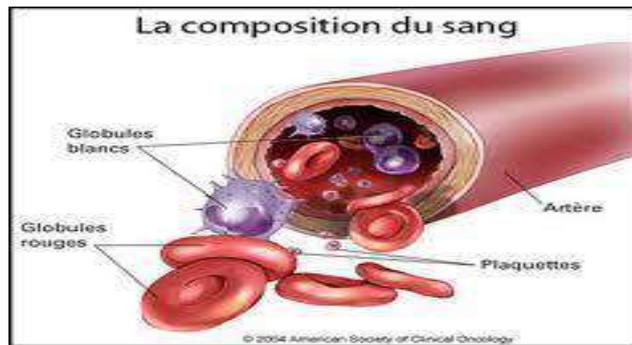
– Il "rafraichit" ainsi les organes internes en récupérant leur trop plein de calories.
Le sérum correspond au plasma sans fibrinogène (molécule à l'origine de la [coagulation](#))*.

b- Les cellules

On trouve trois types différents de cellules sanguines :

- Les hématies, ou [globules rouges](#),
- les leucocytes ou [globules blancs](#)
- les thrombocytes ou [plaquettes](#).

Chacun de ces types possède une fonction précise. Ces cellules ont toutes la même origine.



Formation des cellules sanguines ou hématopoïèse

- C'est dans la moelle osseuse (moelle rouge) que se situent les cellules souches des cellules sanguines.
- Ce sont des cellules indifférenciées [totipotentes](#).
- Elles se différencient en :
 - cellules souches myéloïdes (relatif à la moelle osseuse)
 - ou en cellules souches lymphoïdes.

Les cellules souches myéloïdes

Après différenciation quatre lignées se distinguent alors (Plusieurs étapes et types de cellules intermédiaires) :

- La lignée érythrocytaire** : à l'origine des hématies ou érythrocytes (cellules sans noyau).
- La lignée polynucléaire** : à l'origine des granulocytes ou polynucléaires.
- La lignée Monocytaire** : à l'origine macrophages.
- La lignée thrombocytaire** : à l'origine des [plaquettes](#) anucléées.

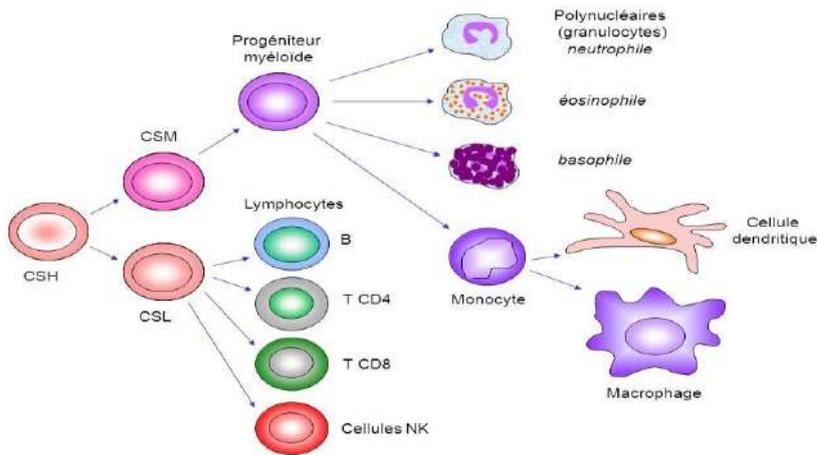
Les cellules souches lymphoïdes :

Les cellules lymphoïdes donnent :

- les lymphocytes B dans la moelle osseuse (et la rate)
- et les lymphocytes T dans le thymus* après migration.

La maturation de ces cellules est complexe et fait intervenir la reconnaissance antigénique.

- Les [lymphocytes](#) portent en effet des récepteurs spécifiques à une molécule du [soi](#)**.
- C'est l'association de cette molécule du soi à un peptide étranger qui reconnue par le récepteur et provoque une [réponse immunitaire](#).



CSH: cellules souches hématopoïétiques

CSM: cellules souches myéloïdes

CSL: cellules souches lymphoïdes

❖ **Les globules rouges** (ou *hématies* ou *érythrocytes*)

- 95% des cellules sanguines.
- Leur importance s'est accrue chez les animaux avec l'apparition de l'homéothermie*.
- Leur rôle est d'assurer le transport de l'oxygène pour la respiration. Ils possèdent ainsi une molécule spécifique, l'hémoglobine,
 - très affine à ce gaz,
 - possède des atomes de fer.
 - donne la couleur rouge aux cellules.
 - Une molécule d'hémoglobine peut fixer 4 molécules de dioxygène.
 - On trouve environ 250 millions molécules d'hémoglobine par globule rouge et 5 milliards de ces cellules par mm³ de sang !
 - Près de 97% de l'oxygène qui circule par le sang l'est sous forme fixée à ce pigment.



- *Les hématies possèdent également des enzymes . Elles permettent:
 - *le maintien du fer à l'état ferreux, en évitant son oxydation,
 - * de former du 2,3 DPG* (qui diminue l'affinité à l'oxygène)
 - *et de maintenir la forme et l'intégrité de la membrane cellulaire.
- *Leur forme caractéristique en disque creux leur permet de passer dans les capillaires dont le diamètre est plus petit que le leur !
- *Les hématies peuvent également s'empiler, en file indienne, dans les gros vaisseaux. Cela permet de réguler la viscosité du sang.

❖ **Les globules blancs** (ou leucocytes)

- ils interviennent dans la défense du corps contre des agresseurs extérieurs.
- Ils ne représentent que 0,2% des cellules sanguines !
 - Il en existe plusieurs types :

*Les polynucléaires ou granulocytes (70% des gl. Bl.).

- Ils circulent dans le sang et n'en sortent que lors d'une inflammation pour phagocyter les éléments étrangers.
- On peut distinguer les neutrophiles, les plus nombreux, les acidophiles et les basophiles (qui forment les mastocytes* dans les tissus conjonctifs).
- Leur durée de vie est très brève, au maximum quelques jours.

Globules blancs polynucléaires



***Les monocytes (2 à 8 %) :**

Ils circulent dans le sang et pratiquent la [phagocytose](#).

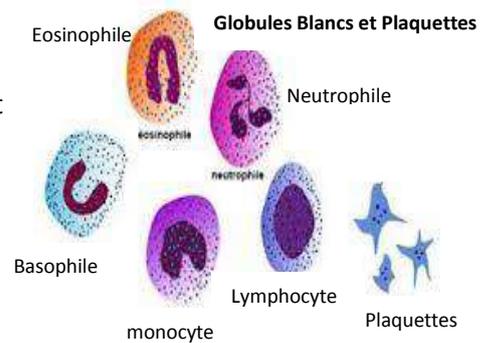
- Au bout de seulement 3 jours ils se différencient en macrophages et passent dans les tissus.

- Les macrophages vivent plusieurs mois. Ils "surveillent" plus particulièrement les muqueuses que les éléments étrangers ont le plus de chance de pénétrer.

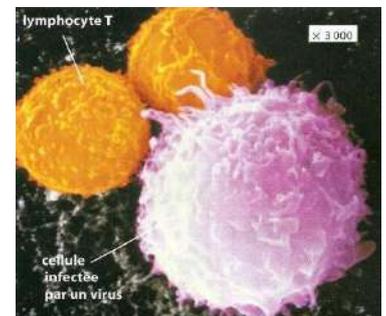
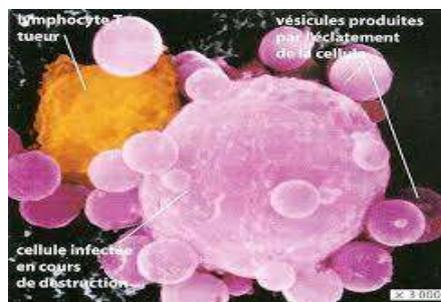
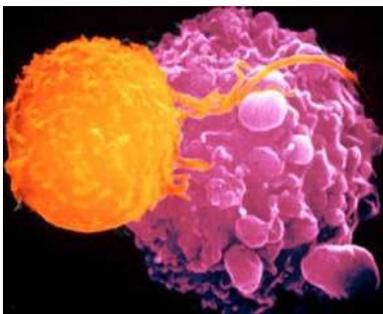
***Les lymphocytes (25 à 30%) :**

- Selon leur lieu de maturation on distingue

- les [lymphocytes B](#) : Lors d'une réaction immunitaire, seuls les lymphocytes B, portant les récepteurs aux antigènes présents, se différencient en plasmocytes sécréteurs d'[anticorps](#) et, une petite partie, en [lymphocytes B mémoire](#).
- Les lymphocytes T: circulent aussi dans le sang mais restent également dans les organes lymphoïdes. Ils ont plusieurs fonctions dont la principale est de déclencher les [réactions immunitaires spécifiques](#) à un antigène particulier. Certains sont spécialisés dans la production de [cytokines](#) (lymphocytes T auxiliaires ou helpers ou T4) tandis que d'autres sont spécialisés dans la destruction de l'[antigène](#) (Lymphocytes T cytotoxiques ou effecteurs ou T8).
- Les lymphocytes sont capables de sortir du sang pour aller dans les tissus infectés. Leur durée de vie est de quelques mois, excepté pour les [lymphocytes mémoires](#) qui peuvent vivre 10 ans !



- **Les cellules NK** dérivent des lymphocytes T.



❖ **Les plaquettes** (thrombocytes).

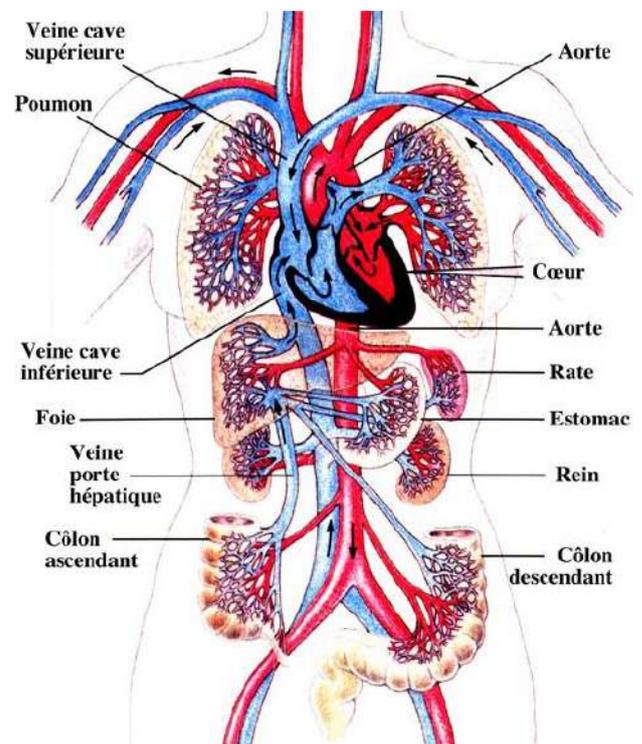
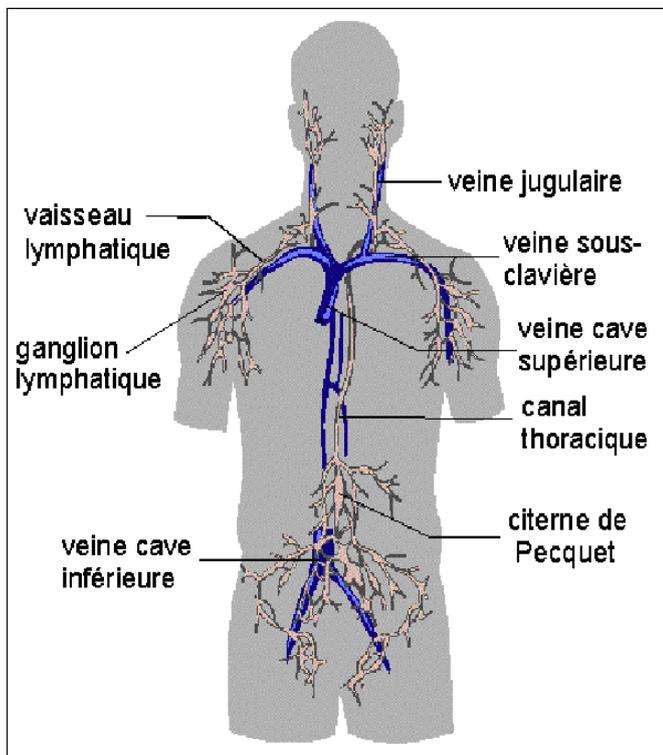
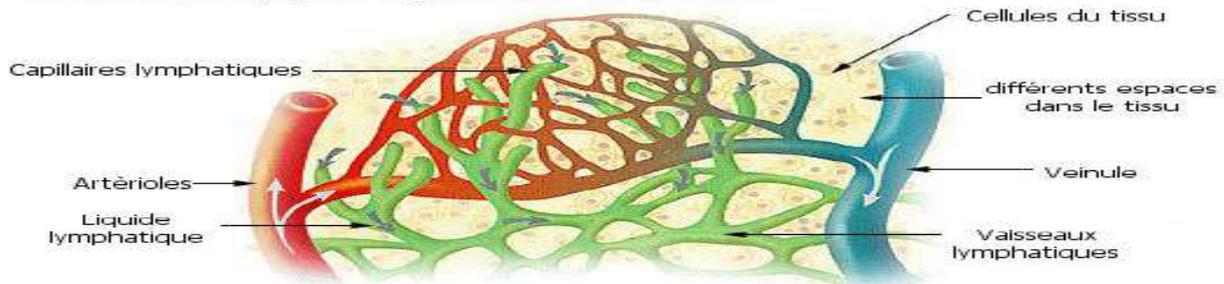
- Ce ne sont pas de vraies cellules : elles proviennent de la fragmentation des mégacaryocytes.
- Elles ne possèdent ainsi pas de noyau (uniquement chez les mammifères).
- Les plaquettes interviennent principalement dans la [coagulation](#).
- Elles représentent un peu moins de 5% des cellules sanguines et ne vivent qu'une dizaine de jours.



c- La lymphe

- En annexe du système circulatoire sanguin, existent d'autres vaisseaux, dits lymphatiques,
 - où ne circulent que le Plasma (appauvri en protéines) et des [leucocytes](#), c'est la lymphe.
 - irriguent les [organes lymphoïdes](#) (l'immunité de l'organisme).
- La lymphe se forme à partir:
 - du liquide interstitiel (de composition proche du plasma)
 - et des leucocytes présents dans les tissus.
- A chaque organe lymphoïde se trouvent:
 - des vaisseaux lymphatiques entrants
 - et un vaisseau sortant, plus important.
- Ces vaisseaux rejoignent un vaisseau principal qui se jette dans la veine sous-clavière droite. C'est le seul point de relation entre lymphe et sang. Il permet de faire recirculer les leucocytes présents dans les tissus vers le système circulatoire.
- La lymphe est également le lieu de transport principal des acides gras et glycérol provenant de la digestion.

Vaisseaux lymphatiques dans les tissus

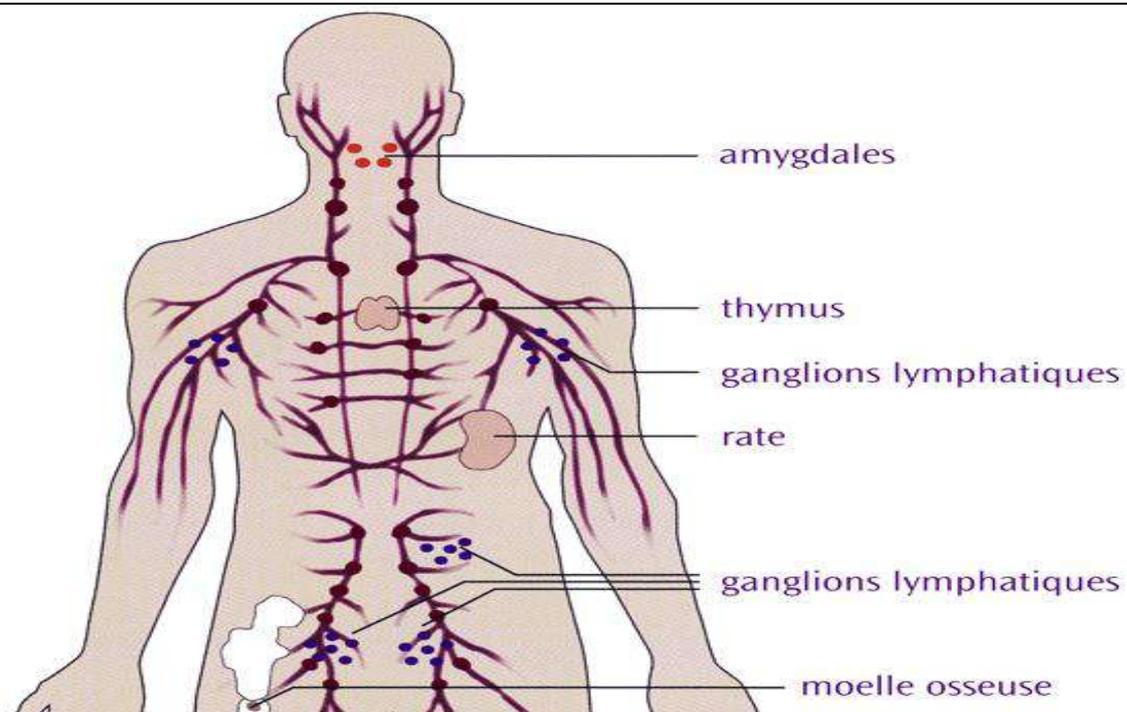


Les organes lymphoïdes : Non

Près des organes en relation avec le milieu extérieur, existent des ganglions ou des tissus lymphoïdes riches en cellules immunitaires. Ce sont les organes lymphoïdes secondaires (les primaires sont la moelle osseuse et le thymus).

On trouve ainsi :

- les amygdales qui surveillent l'entrée du tube digestif et des poumons, la cavité buccale et les trompes d'eustache. Elles produisent des [anticorps](#) (IgA) qui entrent dans la composition des différentes sécrétions ou mucus.
- Les plaques de Peyer. Ce sont des formations situées dans les villosités de l'intestin grêle.
- La rate surveille le sang. Son rôle principal est de stocker le sang veineux (pulpe rouge). Elle possède également des îlots de tissus lymphoïdes (pulpe blanche) situés autour de sinus veineux (partie de vaisseau élargie). Les phagocytes présents nettoient le sang des cellules mortes ou anormales mais ils capturent aussi les [antigènes](#) qui circulent.
- Les ganglions lymphatiques. Situés sur le trajet des vaisseaux lymphatiques, ils sont également richement vascularisés par des artérioles et des veinules. On trouve plus particulièrement les ganglions lymphatiques au niveau des articulations des membres et au niveau du ventre. Ces ganglions possèdent une certaine organisation : Dans leur zone corticale se trouvent uniquement des lymphocytes B, dans la zone médullaire, ce sont des macrophages et des lymphocytes. Dans la partie intermédiaire on repère en plus des cellules interdigitées. Les ganglions, par leur position et leur composition, jouent le rôle d'un véritable filtre à [antigène](#). C'est d'ailleurs à leur niveau qu'ont lieu la plupart des batailles !



B- La coagulation

Lorsque l'on se blesse, une cascade d'événements se déclenche automatiquement pour stopper la perte du sang en obturant les vaisseaux sanguins lésés. Il existe en fait deux phénomènes différents, mais complémentaires : l'hémostase qui correspond à une action rapide pour obturer le vaisseau et la coagulation, phénomène plus lent mais plus fin, qui permet de boucher complètement la lésion et de solidifier ce bouchon.

a- L'hémostase

La première réaction à la suite de la rupture d'un vaisseau est sa vasoconstriction pour arrêter le saignement .

Les [plaquettes](#) , au contact du collagène* du tissu conjonctif , mis à nu par la lésion, s'agglutinent contre la déchirure. Puis d'autres plaquettes adhèrent aux précédentes. Rapidement le vaisseau est complètement obturé.

Cette agrégation (appelée aussi thrombus blanc) stimule la sécrétion de plusieurs substances par les thrombocytes (l'ADP; facteur III ; sérotonine; précurseur du thromboxane A2, fibrinogène; facteur V) Cela aboutit à la formation du clou plaquettaire qui ferme la brèche dans la paroi du vaisseau.

b- La coagulation proprement dite

La coagulation est une réaction normale de l'organisme dont le but est la formation d'un caillot qui sert à stopper une [hémorragie](#) à la suite d'une brèche dans un vaisseau sanguin.. C'est un phénomène essentiel dans la protection du système vasculaire.

On parle aussi d'hémostase secondaire. Le [plasma](#) liquide va se transformer en un gel solide emprisonnant et consolidant le clou plaquettaire.

☐ LA RÉACTION DE COAGULATION

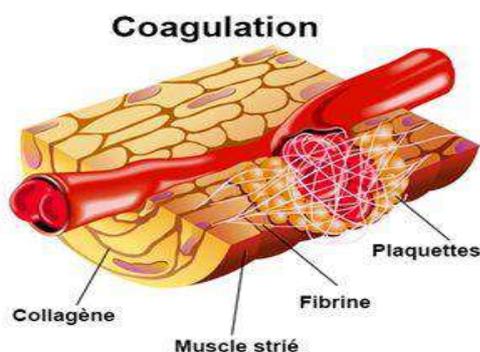
- Réaction en chaîne qui met en jeu les [plaquettes](#) et les [facteurs de la coagulation](#) .

Le résultat :

- formation de fibrinogène (protéine soluble, donc incapable de former le caillot).
 - la transformation de fibrinogène en fibrine (protéine insoluble) et cohérente à l'origine du caillot.
- Trois phases se succèdent pour la formation de la fibrine :
 1. la formation de la thromboplastine (qui est une enzyme dont le rôle va être d'activer la deuxième phase).
 2. Celle-ci est la formation de trombine (qui va activer la troisième phase,)
 3. la transformation de fibrinogène en fibrine.

Non

la chaîne de coagulation connaît l'intervention de 13 éléments. La déficience de l'un des éléments provoque son interruption. C'est ce qui se passe en cas de [trouble de la coagulation](#) . Parmi ceux-ci, le plus connu est [l'hémophilie](#) qui est dû à un déficit en facteur VIII ou en facteur IX de la coagulation



En Résumer:

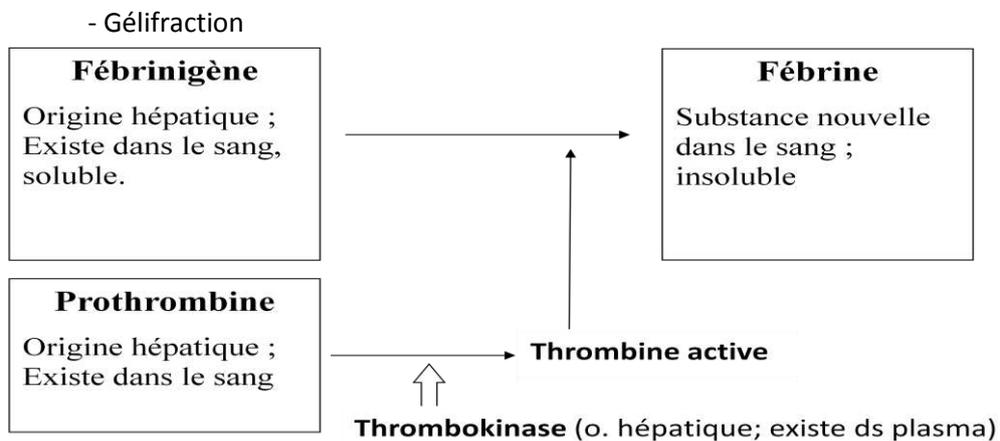
- Gélification

Caractérisée par l'apparition de la fibrine , qui est une globuline dénaturée insoluble de structure fibrillaire. La fibrine est un précurseur plasmatique (2g/l de sang). La fibrinogène est la substance coagulable du plasma (4g/l de sang). C'est une globuline soluble de forme allongée d'origine plasmatique.

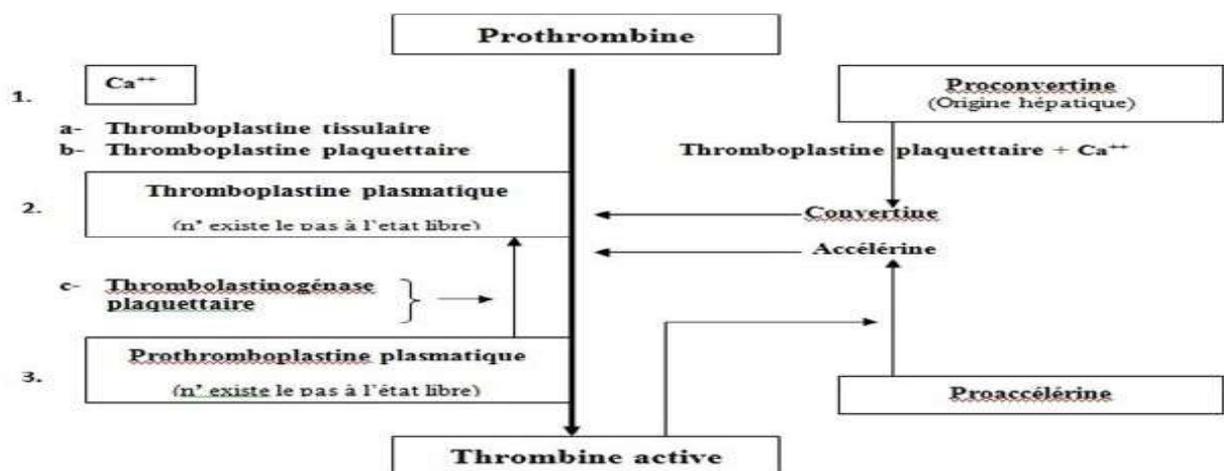
Au cours de la coagulation, la fibrinogène disparaît au fur et à mesure que la fibrine se forme. La thrombine agit comme ferment (pH et t° d'action optimum, agit en très faible quantité ; elle se retrouve intégralement à la fin de la réaction).

La thrombine ne peut pas exister dans le plasma sous peine de la coagulation. Cela suppose la présence d'un précurseur dans le plasma, la prothrombine et d'un activateur qui existe sur les leucocytes, la thrombokinasé.

La synthèse de la prothrombine se fait dans le foie par l'intervention de la vitamine liposoluble K



La formation de thrombine est le point central de la coagulation. Plusieurs « agents coagulants » participent à sa formation.



- ✓ 1., 2. et 3. Existents dans le sang (2 provient de 3)
- ✓ A-, b- et c- apparaissent au moment de la coagulation.

L'accélélerine (présente dans le sang sous forme de proaccélélerine) et la convertine (présente dans le sang sous forme de proconvertine) sont des facteurs accélérateurs de la coagulation.

La proaccélélerine est activée dans le plasma par la première trace de la thrombine formée. Elle est instable.

La proconvertine est d'origine hépatique et synthétisée par la vitamine K.

La vitesse de coagulation est accélérée une vingtaine de fois en présence d'accélélerine et de convertine : de 180mn on passe à 10mn

– **La rétraction du Caillot**

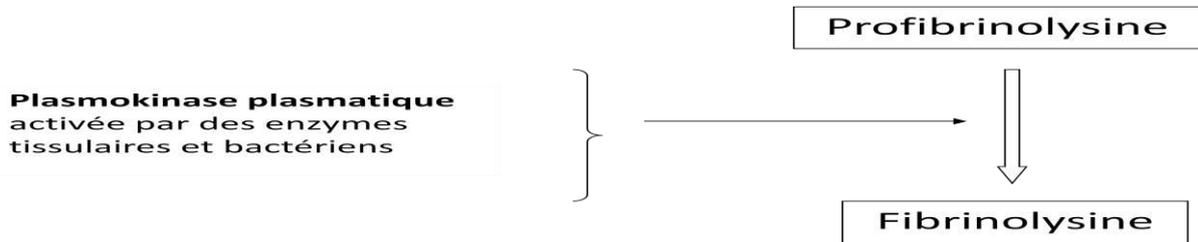
La présence des plaquettes est indispensable. Elles forment des centres de condensation de la fibrine.

La vitesse du phénomène dépend du pH , de la Température et des sels .

Normalement la vitesse de rétraction du caillot se fait en 1 heure pour s’achever en 3 heures.

- **La lyse du Caillot**

A lieu dans 48h si le sang n’a pas été prélevée aseptiquement.



C- GROUPES SANGUINS

Systèmes ABO et Rh

Chez les êtres humains, le groupe sanguin est déterminé en fonction des substances présentes à la surface des globules rouges, appelées «antigènes».

Les groupes sanguins sont regroupés en «systèmes».

Dans le système ABO, il existe quatre groupes sanguins possibles : A, B, O et AB.

Dans le système Rh, la présence ou l'absence de substance «D» à la surface du globule rouge détermine si on est Rh positif (+) ou négatif (-).

Répartition des groupes sanguins

Certains groupes sanguins sont plus rares que d'autres. À l'échelle de la France, la répartition est la suivante :

	Rhésus positif (Rh+) : 85%	Rhésus négatif (Rh-) : 15%
Groupe O : 46%	O+ : 39%	O- : 7%
Groupe A : 42%	A+ : 36%	A- : 6%
Groupe B : 9%	B+ : 7,5%	B- : 1,5%
Groupe AB : 3%	AB+ : 2,5%	AB- : 0,5%

Compatibilité des groupes sanguins

Avant de procéder à une transfusion, il est primordial qu’il y ait compatibilité entre le groupe sanguin du donneur et celui du receveur.

Si l'on transfuse au malade un composant sanguin d'un groupe non compatible, son système immunitaire va reconnaître la présence de substances qui lui sont étrangères, appelées «antigènes».

Une incompatibilité peut entraîner le rejet du composant sanguin et une aggravation de l'état du malade.

Des tests de compatibilité sont réalisés à l'hôpital avant chaque transfusion.

*Groupe O- : «donneur universel».

*Groupe AB+ : «receveurs universels».

Toutefois, dans la majorité des cas, les receveurs sont transfusés avec le sang d'un donneur de leur propre groupe sanguin. C'est donc dire qu'un receveur A+ va recevoir du sang d'un donneur A+.

		DONNEUR							
		O-	O+	B-	B+	A-	A+	AB-	AB+
RECEVEUR	AB+	●	●	●	●	●	●	●	●
	AB-	●		●		●		●	
	A+	●	●			●	●		
	A-	●				●			
	B+	●	●	●	●				
	B-	●		●					
	O+	●	●						
	O-	●							

D- Les Défenses Immunitaires

Rappel : Les microbes pénètrent en permanence dans l'organisme malgré les barrières naturelles. Cependant l'individu n'est que rarement malade.

Il existe donc un système de défense capable d'empêcher la multiplication des microbes (infection) : le système immunitaire.

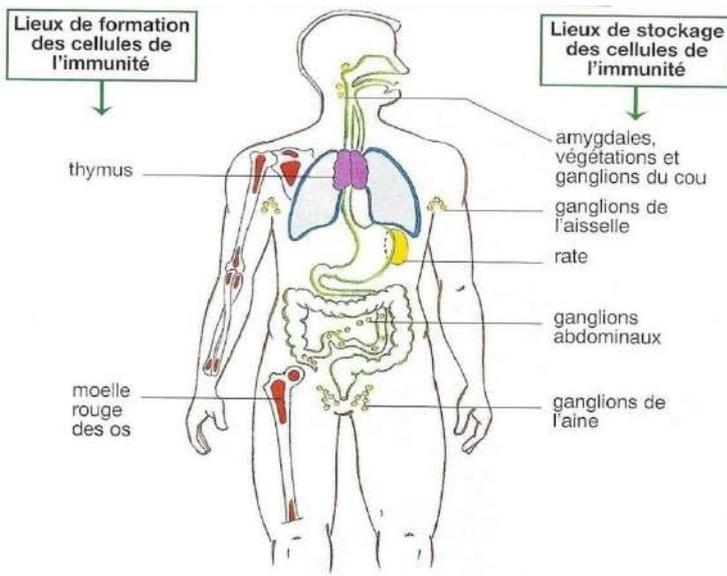
1) Le système immunitaire

- Quel que soit l'endroit de la blessure, les éléments du système immunitaire doivent pouvoir se déplacer pour lutter contre les microbes.
- Ce système immunitaire est donc constitué par « des éléments mobiles » qui se trouvent obligatoirement dans le sang.

Evolution du nombre de leucocytes		lymphocytes	phagocytes	total de leucocytes
Nombre de cellules par mm ³ de sang	sujet non malade	1900	5100	7000
	sujet atteint d'une angine	2100	13200	15300

*Comparaison du taux de globules blancs chez un individu sain et un individu malade :

*Chez un individu malade, on observe une augmentation du taux de globules blancs dans le sang. Ces derniers constituent donc les cellules de défense de l'organisme.



Le système immunitaire est constitué par:

- les différents leucocytes
- et les organes qui:
 - * les produisent (thymus, moelle rouge des os)
 - * ou qui les stockent (ganglions lymphatiques, rate, amygdales...).

II) Une première réaction de défense locale et immédiate : la phagocytose :

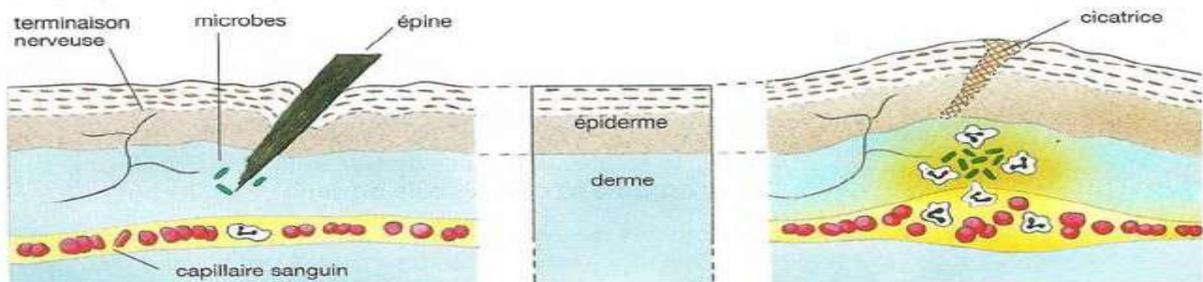


Une réaction inflammatoire lors d'une blessure est caractérisée par 4 signes principaux: rougeur, chaleur, gonflement, douleur; et parfois la formation de pus au niveau de la plaie.

➤ Origine des symptômes :

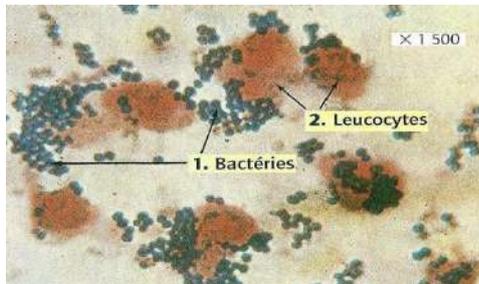
Les cellules blessées:

- libèrent des substances chimiques qui provoquent la dilatation des capillaires (rougeur et chaleur),
- les capillaires dilatés laissent échapper du plasma qui s'infiltré dans les tissus (gonflement),
- Irritation des terminaisons nerveuses (douleur).
- capillaires distendus , sortie des leucocytes attirés par substances chimiques libérées par les cellules lésées, rassemblement au contact des microbes (pus)



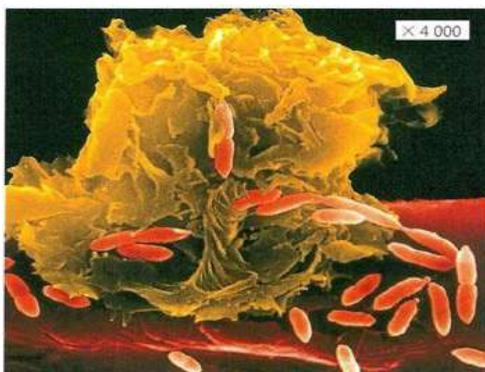
Une réaction inflammatoire locale et rapide stoppe généralement la prolifération microbienne et assure la guérison

➤ observation microscopique du pus :



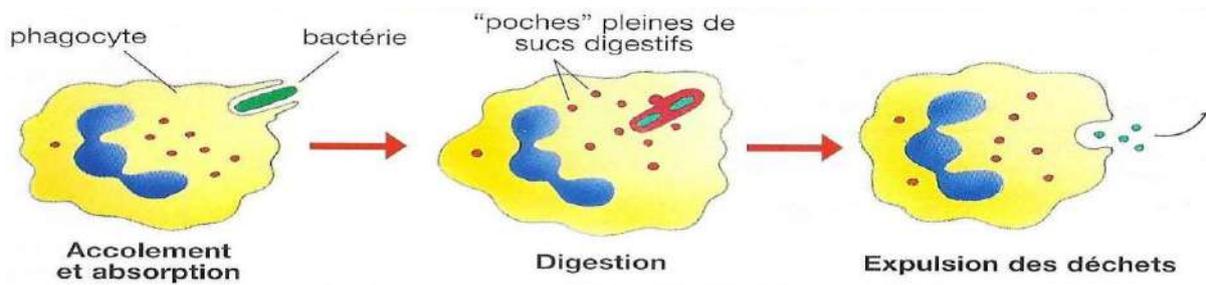
Dans le pus, les phagocytes luttent contre les microbes.

➤ Mode d'action des phagocytes : La Phagocytose (3 phases : adhésion, ingestion et digestion)



adhésion, ingestion

Phagocytose



Les phagocytes représentent la première ligne de défense contre tous les microbes. Cette réaction immédiate d'élimination des microbes suffit le plus souvent à arrêter l'infection.

III) Des réactions de défenses plus lentes par les lymphocytes :

Si l'infection se poursuit, des réactions immunitaires plus lentes se mettent en place. Elles font alors intervenir d'autres leucocytes : les lymphocytes.

1) Lymphocyte B et infection bactérienne

Tous les microbes portent des molécules sur leur membrane ou produisent des toxines que l'organisme reconnaît comme différentes des siennes. Ces éléments étrangers sont appelés antigènes.

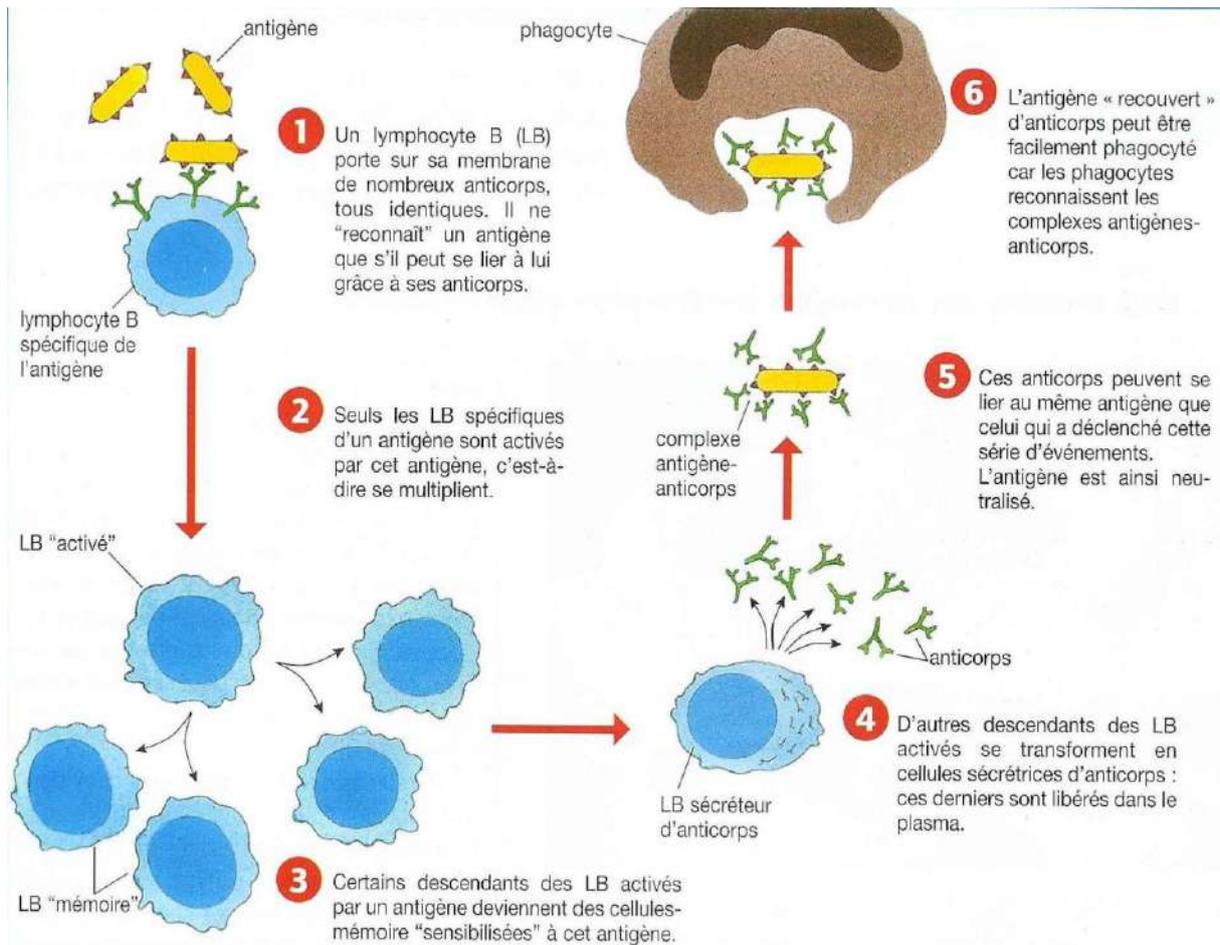
Non

Notion d'antigène

On appelle **antigène** une molécule qui est reconnue comme étrangère par l'organisme et qui déclenche donc une réaction de défense de sa part. La plupart des antigènes sont de grosses molécules normalement absentes de l'organisme. Ce sont par exemple des molécules portées par des microbes (virus, bactéries...), par des cellules étrangères, par des cellules cancéreuses ; il peut s'agir aussi de substances non liées à des cellules.

La réaction de défense de l'organisme contre un antigène est parfois excessive : c'est le cas lors de réactions allergiques déclenchées chez certains sujets par les pollens, les poussières...

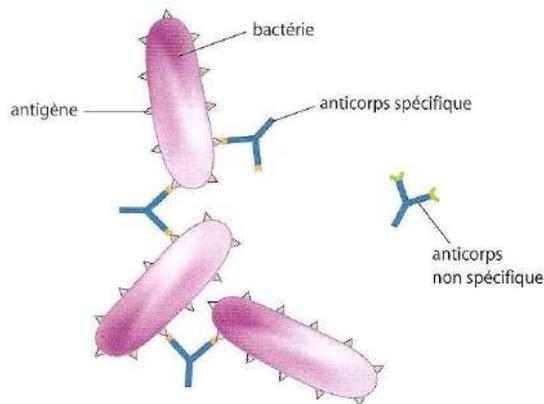
➤ **mode d'action des lymphocytes B :**



Des lymphocytes B spécifiques:

- ✓ reconnaissent un antigène
- ✓ et se multiplient rapidement dans les ganglions lymphatiques.
- ✓ Ils fabriquent alors dans le sang des anticorps capables
 - de se fixer sur cet antigène
 - et de le neutraliser.

L'élimination du complexe antigène-anticorps se fera par phagocytose.

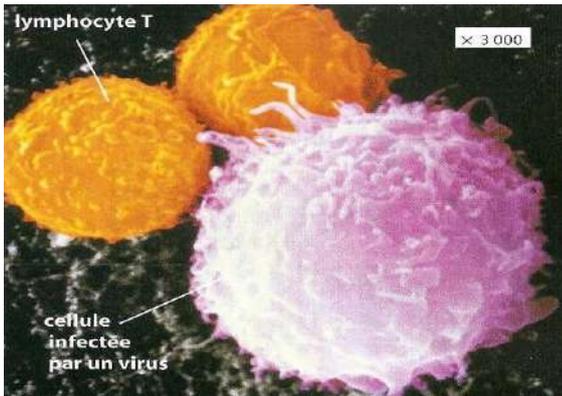


Remarque :

- Chaque type d'anticorps est spécifique d'un antigène car il existe une complémentarité de forme entre les deux.

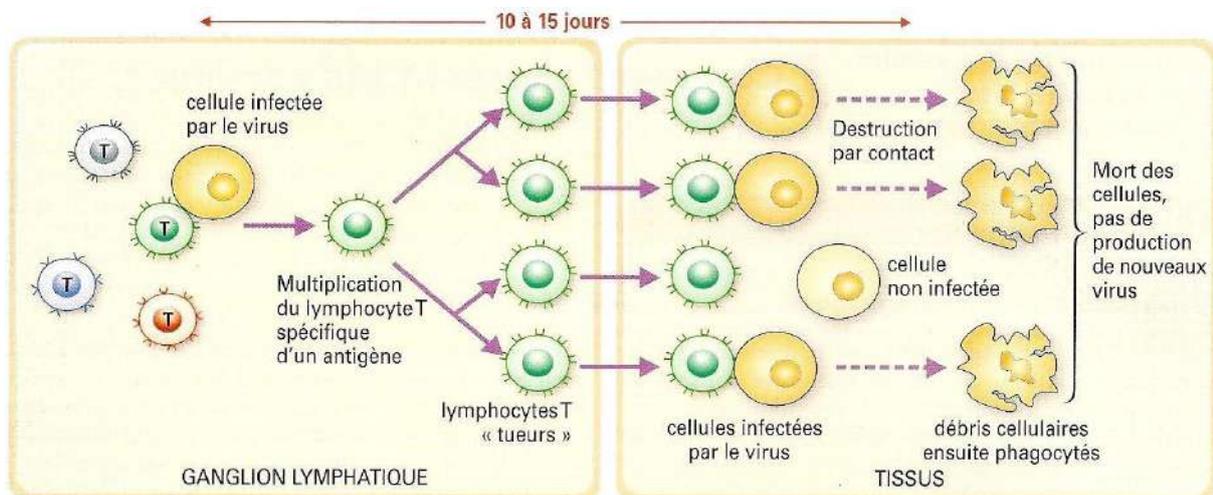
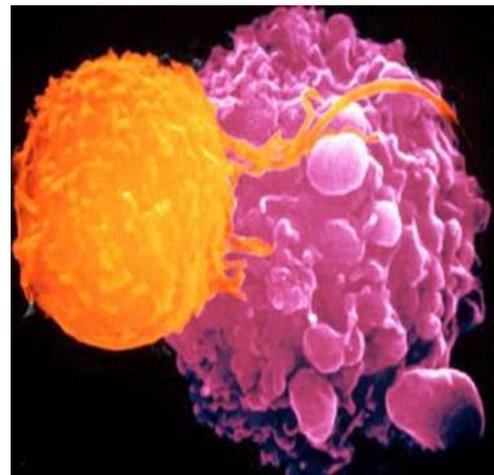
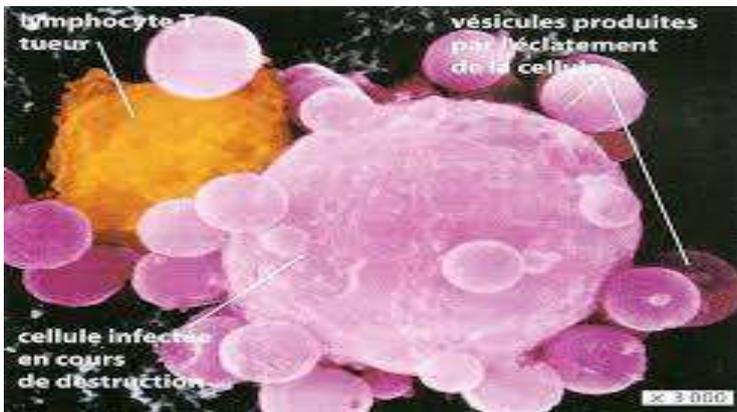
2) Lymphocyte T et infection virale

Les lymphocytes T sont capables de détecter les cellules infectées par un virus.



Cette reconnaissance permet alors la multiplication des lymphocytes T spécifiques dont une partie deviennent des lymphocytes T tueurs.

Ils se fixent à leur tour sur la cellule infectée et vont la détruire en perforant sa membrane (baiser de la mort).



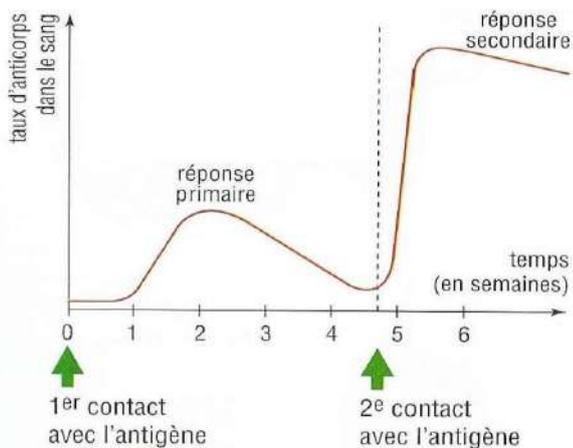
● lymphocyte T □ △ ▽ dispositifs de reconnaissance d'un antigène donné

Les lymphocytes T :

- ✓ reconnaissent une cellule infectée par un virus grâce à des antigènes viraux présents sur sa membrane.
- ✓ Ils se multiplient alors dans les ganglions lymphatiques et se transforment en lymphocytes tueurs.
- ✓ Ils se fixent alors sur les cellules infectées
- ✓ puis perforent leur membrane et les détruisent.
- ✓ L'élimination des débris se fera alors par phagocytose.

IV) La mémoire immunitaire :

1) le principe de la mémoire immunitaire



courbe de production d'anticorps lors du premier et du second contact avec antigène.

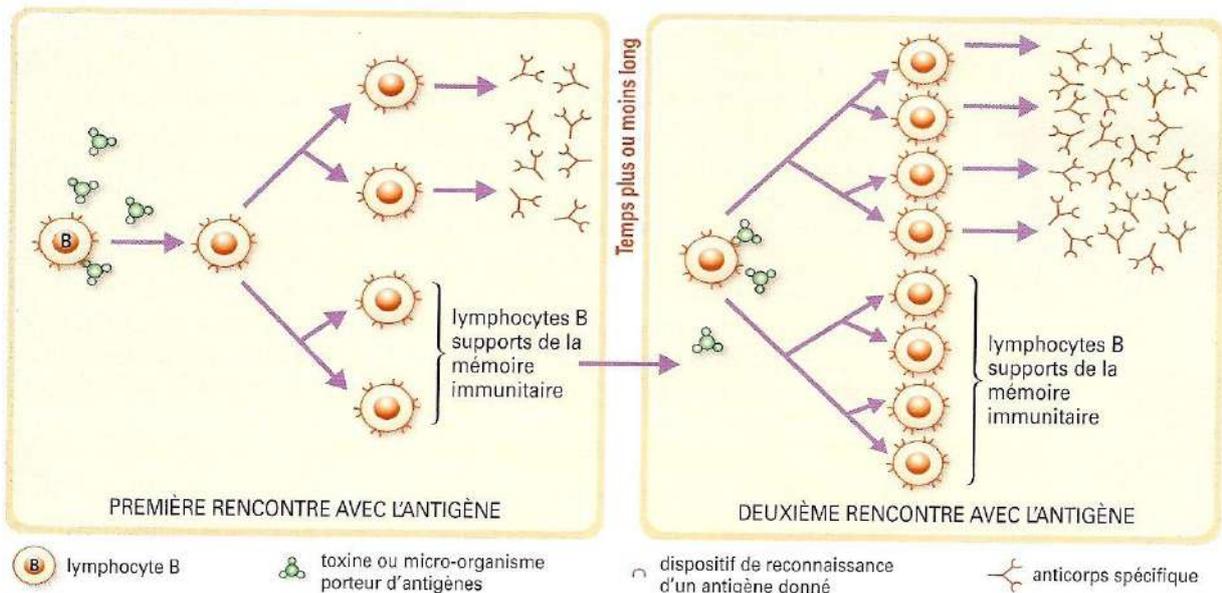
La réponse primaire est la production d'anticorps suite au premier contact avec l'antigène.

La réponse secondaire est la production d'anticorps suite au second contact avec l'antigène.

Lors de la réponse secondaire, la production d'anticorps est plus importante.

De plus, cette production est plus rapide car le délai d'une semaine observé lors de la réponse primaire est supprimé.

Ceci s'explique par la mise en place lors du premier contact avec l'antigène de lymphocytes mémoires capables lors du second contact avec le même antigène de reconnaître beaucoup plus rapidement l'antigène et donc de permettre une réponse beaucoup plus efficace.



Les réactions de reconnaissance de l'antigène sont lentes mais certains lymphocytes gardent en mémoire leur rencontre avec l'antigène.

Cette mémoire immunitaire permet aux réactions spécifiques d'être plus rapides et plus efficaces lors d'un second contact avec le même antigène.

2) Une application médicale de la mémoire immunitaire : la vaccination :

La vaccination consiste à injecter des microbes ou des toxines rendus inoffensifs mais qui déclenchent une production d'anticorps et de cellules mémoires spécifiques.

La vaccination permet donc à l'organisme d'acquérir préventivement et durablement une mémoire immunitaire contre un micro-organisme et un seul.

Chapitre III

Homéostasie

1. Notion d'homéostasie : Equilibre Statique et Dynamique
2. Notion de boucle de régulation : Caractéristiques des Systèmes de Contrôle Homéostatiques

La notion d'homéostasie

L'organisme pluricellulaire est composé de cellules dont la plupart ne sont pas en contact direct avec le milieu extérieur.

Ces cellules, sont en contact avec le milieu intérieur représenté par l'ensemble des liquides extracellulaires.

Pour que le fonctionnement cellulaire soit normal, il faut que les paramètres du milieu intérieur soient relativement stables.

Le maintien de cette stabilité interne, malgré les variations du milieu extérieur constitue l'**homéostasie** et les mécanismes qui y participent sont dits homéostatiques.

1. La stabilité du milieu intérieur est due à un équilibre dynamique

Les systèmes biologiques:

- ✓ ne sont pas figés
- ✓ et ne présentent pas d'équilibre statique.

L'équilibre, lorsqu'il y en a un, est:

- ✓ de nature dynamique, c'est-à-dire que le maintien d'un paramètre soumis à une variation ne se réalise qu'au prix d'une compensation (figure 1).

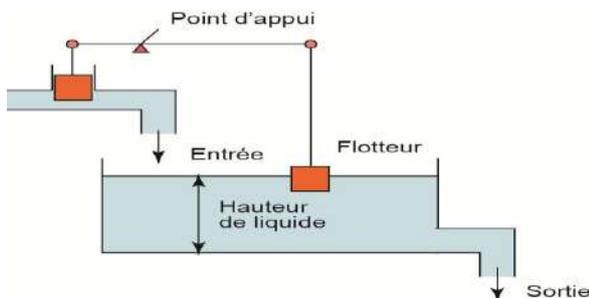


Figure 1 Modèle de contre réaction permettant le maintien d'une variable

Ici, le niveau de liquide dans la cuve a une valeur constante. Une chute du niveau augmente le débit d'entrée, tandis qu'une augmentation de niveau diminue le débit d'entrée.

➤ Par exemple,

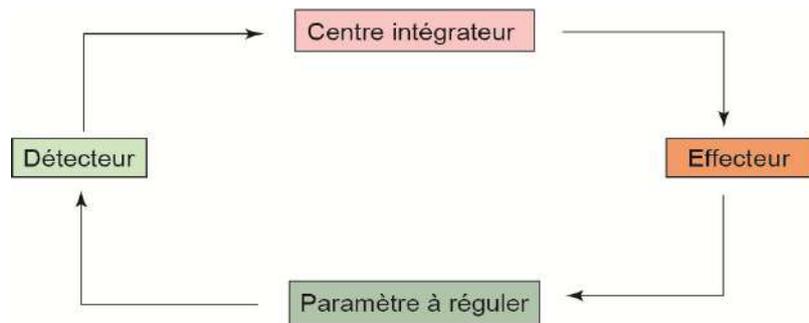
*le maintien d'une température interne stable lorsque l'organisme est placé en ambiance froide, ne se réalise que si cet organisme compense les pertes caloriques en faisant de la thermogenèse.

*Le maintien d'un état d'équilibre dynamique passe donc par une contre-réaction ; un tel système constitue un système régulé.

Le principe de base de la régulation d'une variable ou d'un système repose sur une boucle mettant en jeu trois paramètres :

- ✓ un détecteur,
- ✓ un centre intégrateur et
- ✓ un ensemble d'effecteurs .

Figure 2
Le principe de fonctionnement
d'une boucle de régulation



2. Importance fonctionnelle des différents paramètres d'un système de régulation

a- La variable régulée est à la fois le point de départ et le point d'aboutissement de la boucle, ses variations d'origine et les compensations qui s'en suivent lui donnent souvent une valeur oscillante due au temps de réaction cumulé de l'ensemble des phénomènes impliqués.

b- Le détecteur, ou capteur, est un élément qui mesure en permanence la variable régulée. Dans l'organisme, ces capteurs mesurent des grandeurs chimiques (taux de glucose ou de calcium) ou des grandeurs physiques (pression, étirement, température).

c- Le Centre Intégrateur: Le capteur envoie un signal vers le centre intégrateur. Selon la proximité anatomique entre capteur et intégrateur, la nature de ce signal est variable.

*Il peut s'agir de messages nerveux (cas des barorécepteurs éloignés du bulbe rachidien)

*ou de signaux intracellulaires (cas de la cellule B pancréatique qui sert à la fois de capteur et d'intégrateur).

❖ **Le Point de consigne**

Le centre intégrateur se comporte comme un comparateur, ou un point de sommation, qui compare la valeur donnée par le capteur à une valeur attendue : le point de consigne.

Le point de consigne n'est en fait inscrit nulle part dans la cellule ou dans l'organisme, c'est une valeur théorique propre au système et définie par l'inertie globale du système.

❖ **Signal d'erreur et Fonction de Transfert du système**

Si les valeurs attendues et mesurées diffèrent, alors le comparateur envoie un signal efférent vers des effecteurs.

Ce signal, dit signal d'erreur, est soit hormonal soit nerveux et son intensité est en relation avec la variation d'origine mesurée.

Cette relation entre le signal d'entrée et le signal de sortie constitue la fonction de transfert du système.

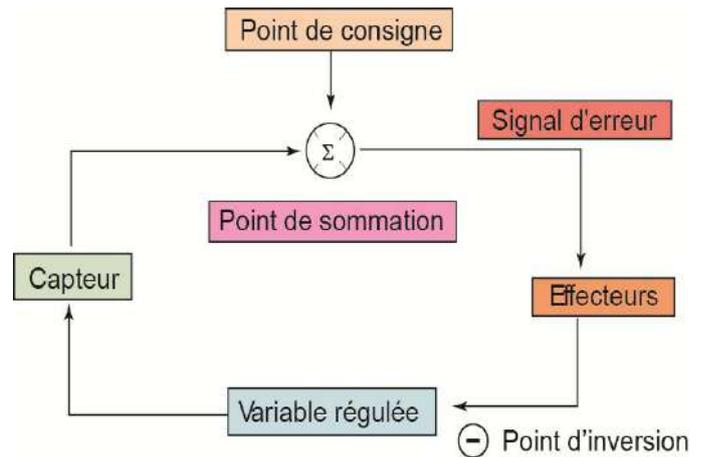
d- Les systèmes Effecteurs,

contrôlés par le signal d'erreur, subissent des activations ou des inhibitions et présentent des effets qui vont dans le sens opposé à la variation d'origine de la variable régulée.

Ainsi, le fonctionnement d'ensemble d'une boucle de régulation est basé sur l'existence de ce **retrocontrôle négatif**, également qualifié de **feedback négatif**.

Ce principe de fonctionnement est schématiquement représenté par la présence d'un point d'inversion de la boucle de régulation (figure 3).

Figure 3 ,
Les éléments de la boucle de régulation



3 Contrôle du fonctionnement d'une boucle de régulation

Une boucle de régulation ne fonctionne pas de façon indépendante. Des éléments, ou systèmes de contrôle, externes peuvent en modifier le fonctionnement en modulant, soit la fonction de transfert, soit le point de consigne.

➤ **Exemple,**

Dans le cas de la réaction de fièvre, il ne s'agit pas d'un dérèglement de la thermorégulation mais d'une modification du point de consigne qui permet à l'organisme une élévation de la température corporelle destinée à lutter contre les agressions pathogènes.

Enfin, aucune boucle de régulation ne fonctionne de façon totalement isolée au sein de l'organisme.

Il y a toujours des imbrications entre les différentes boucles intervenant sur les mêmes paramètres. Plusieurs boucles interviennent par exemple dans la régulation de la pression artérielle.

Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

