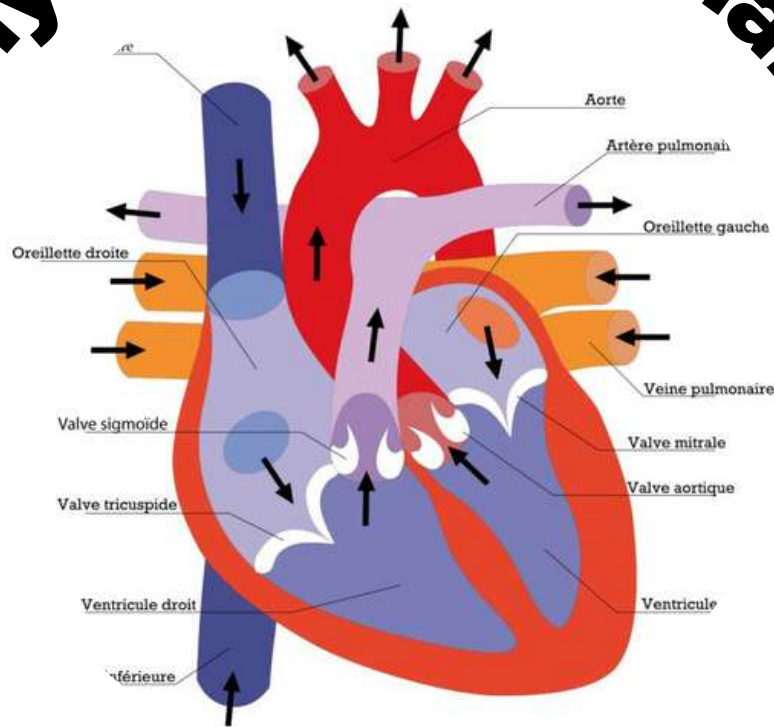


Physiologie Animale



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

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, CO_2 et O_2 , 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)*.

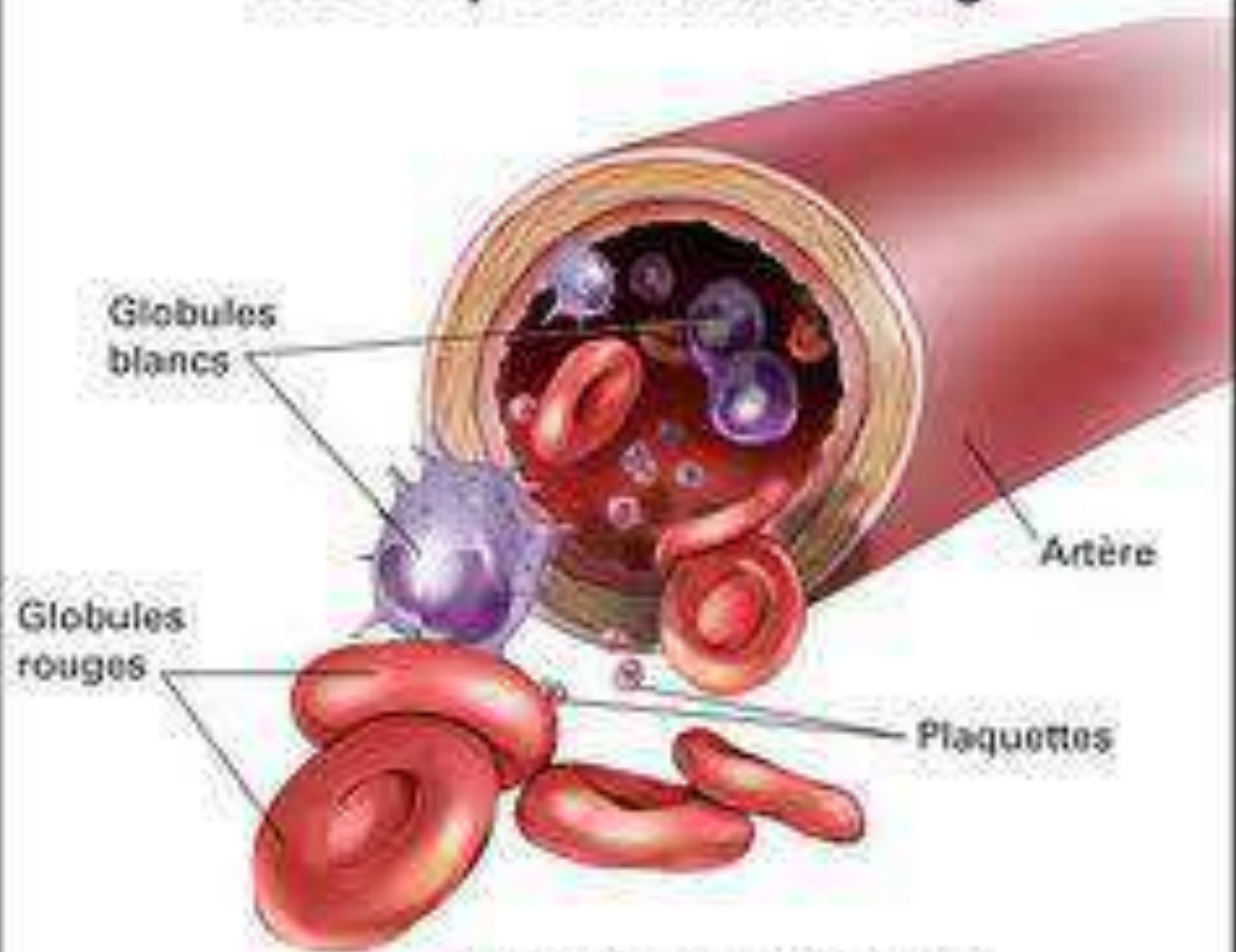
b- Les cellules

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.

La composition du sang



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.

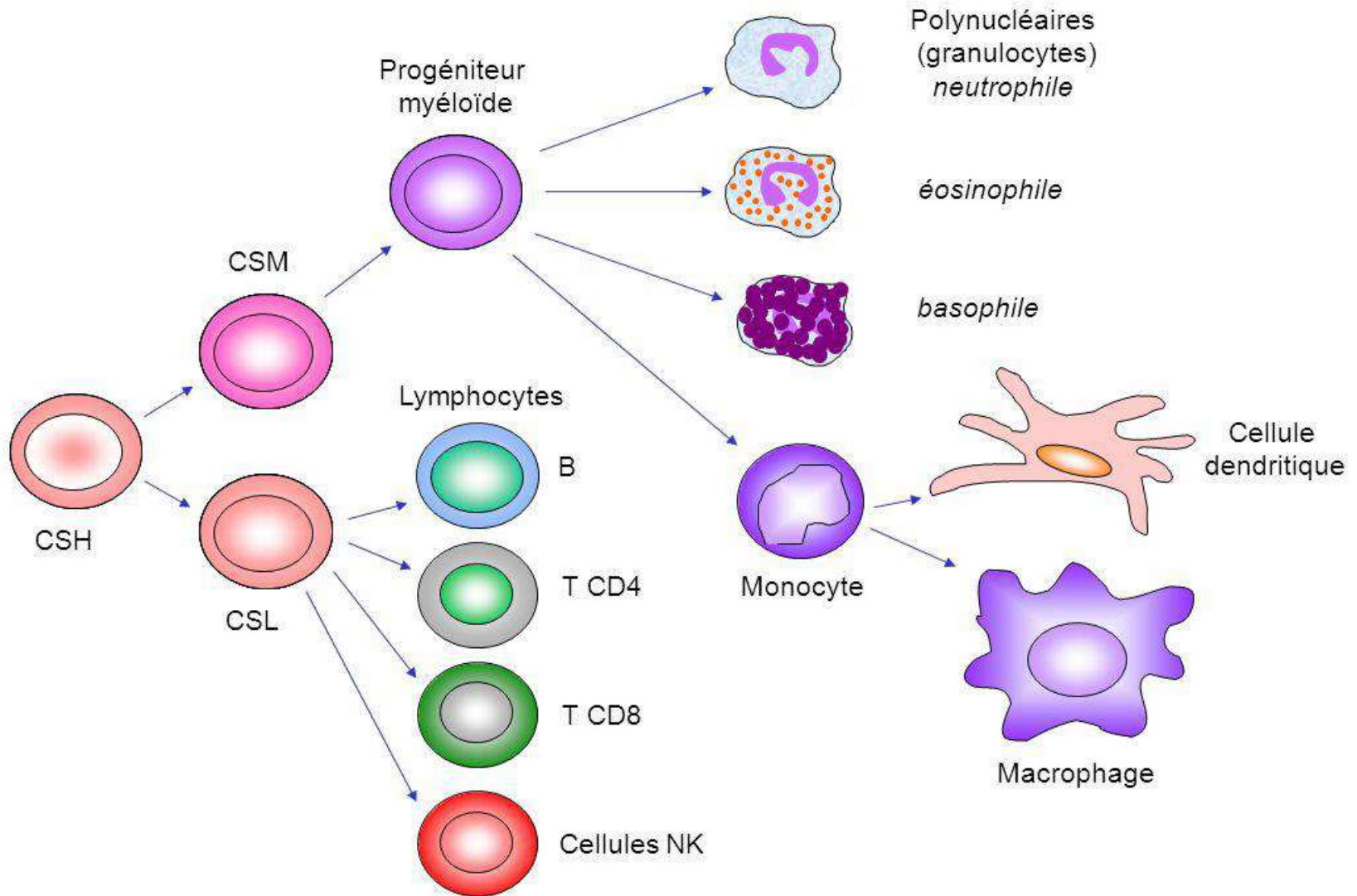
Les cellules souches lymphoïdes

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

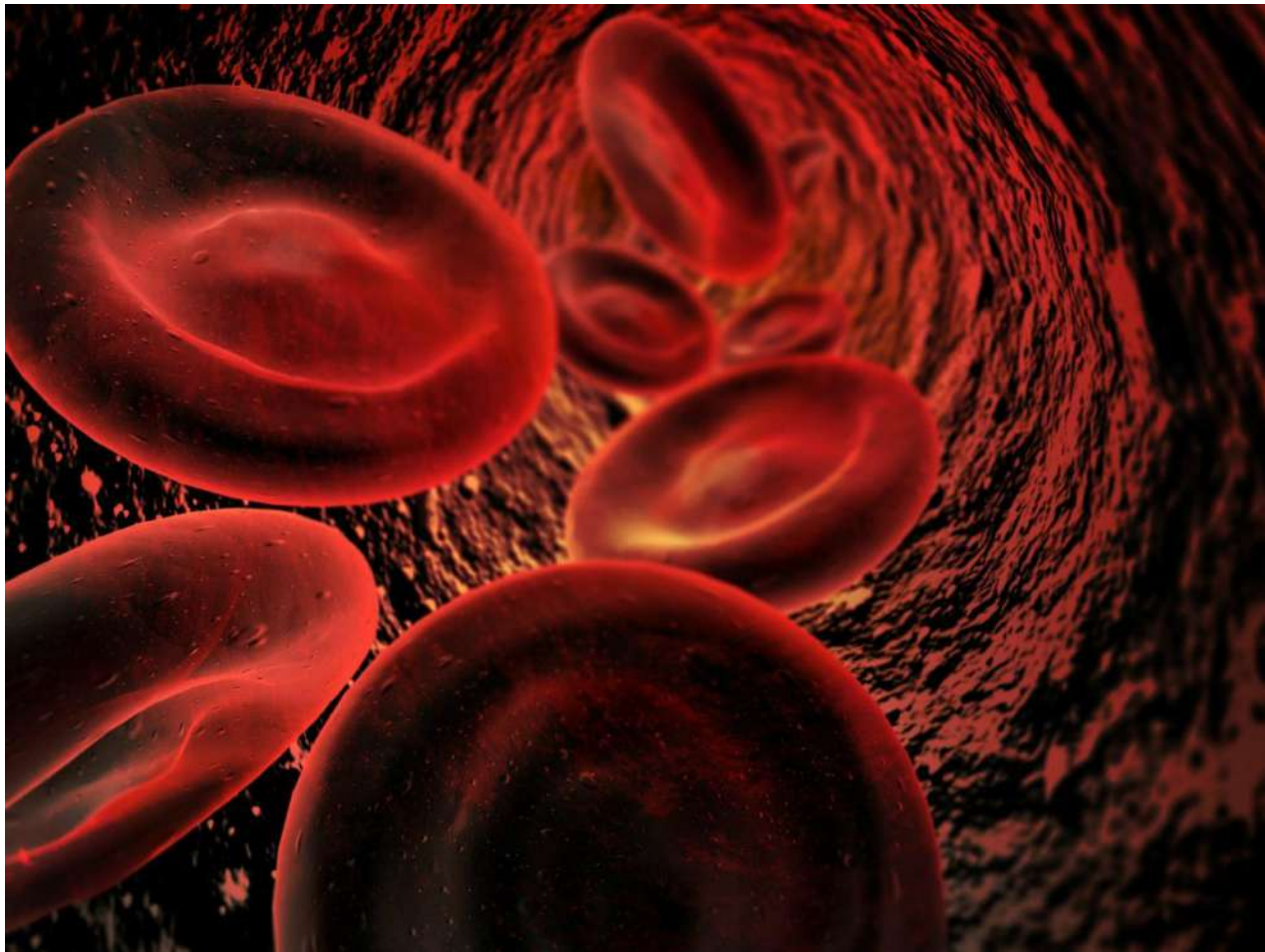
CSM: cellules souches myéloïdes

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.

Globules rouges



- 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.

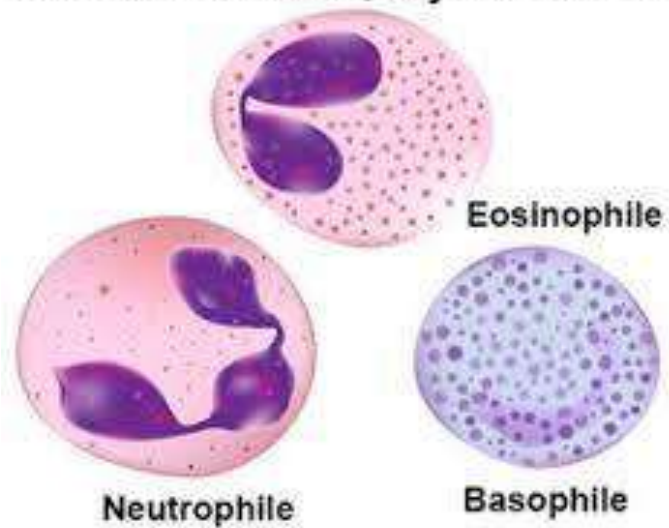
توقف

❖ **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 !

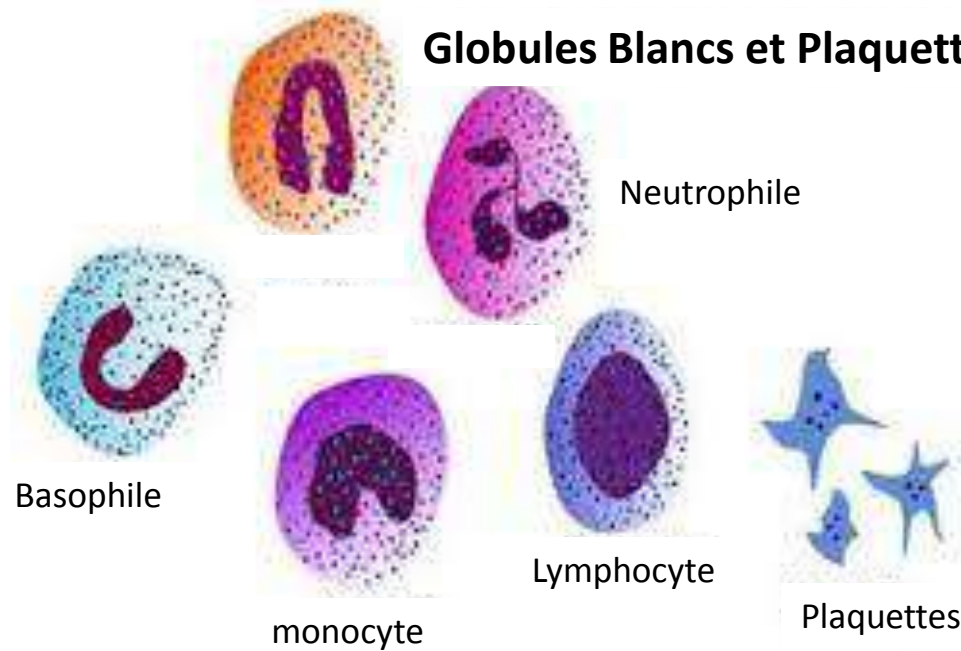
- Il en existe plusieurs types :
 - Les **polynucléaires ou granulocytes** (70% des gl. Bl.).
 - Ils circulent dans le sang et n'en sortent que lors d'une inflammation pour phagocyter les éléments étrangers.
 - On peut distinguer les neutrophiles, les plus nombreux, les acidophiles et les basophiles (qui forment les mastocytes* dans les tissus conjonctifs).
 - Leur durée de vie est très brève, au maximum quelques jours.
 - 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.

Globules blancs polynucléaires

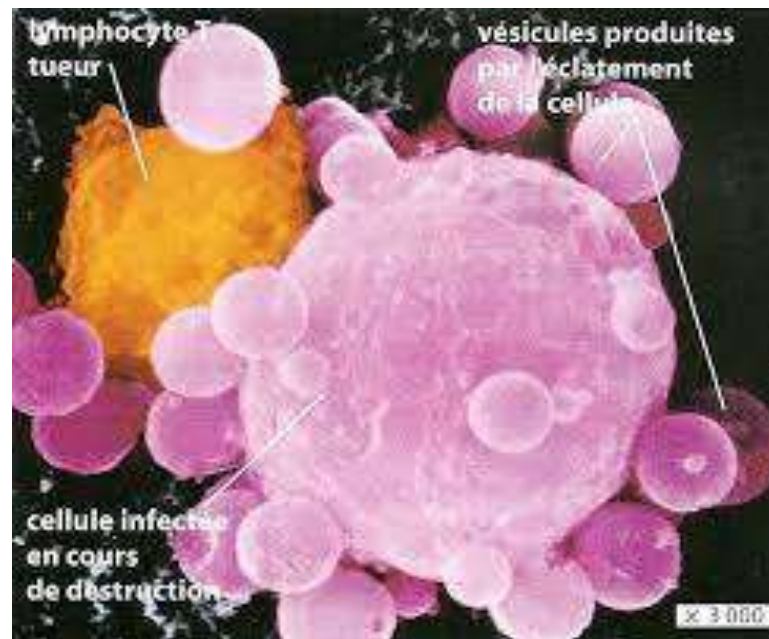
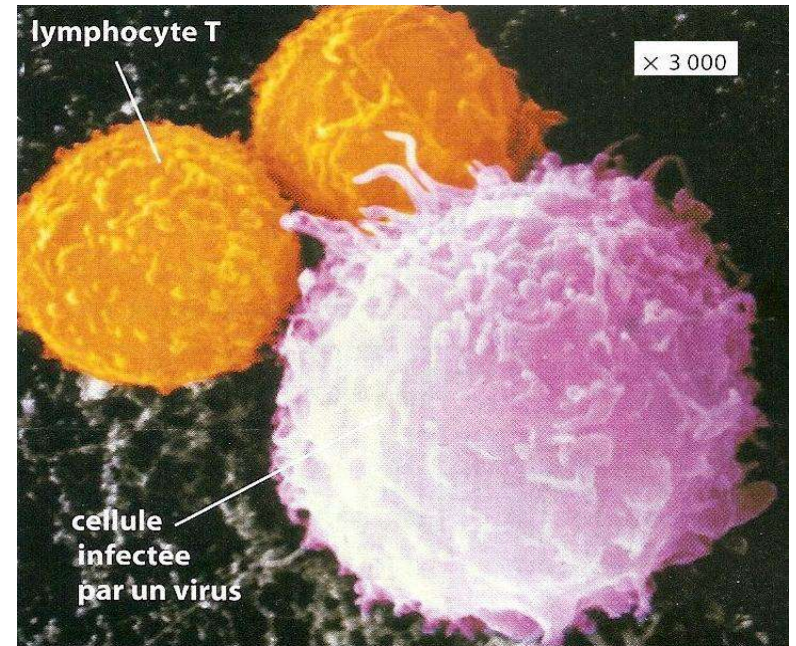
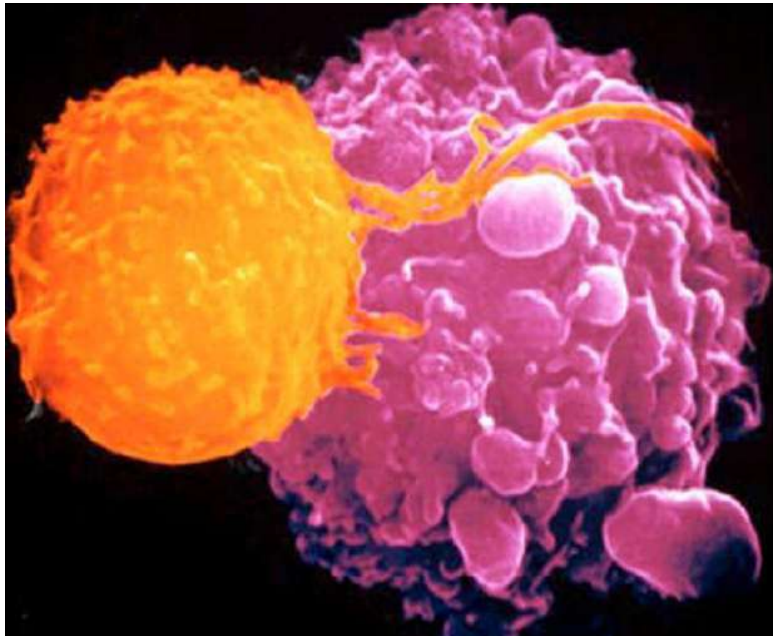


Eosinophile

Globules Blancs et Plaquettes

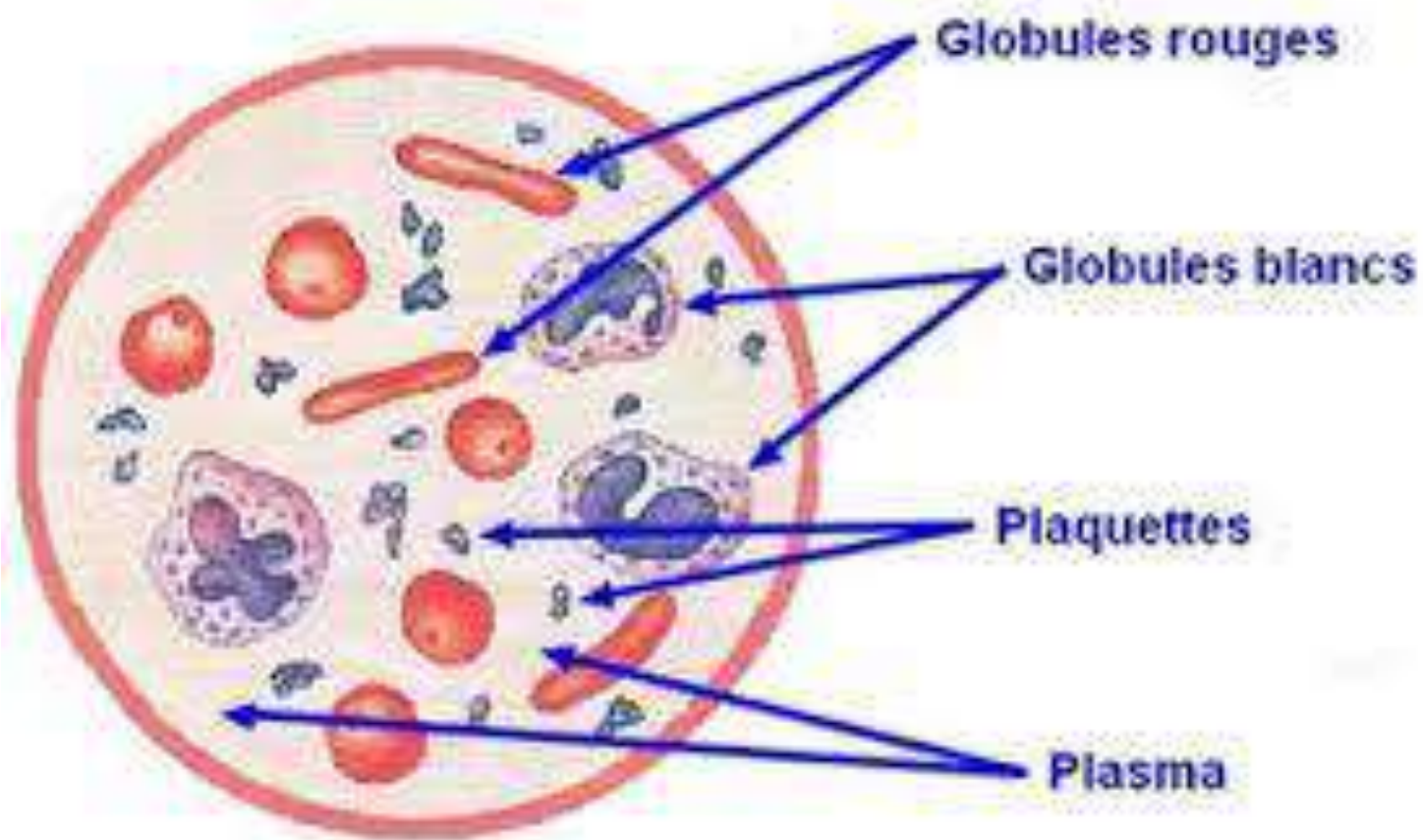


- **Les lymphocytes** (25 à 30%) :
 - Selon leur lieu de maturation on distingue
 - les **lymphocytes B** : Lors d'une réaction immunitaire, seuls les lymphocytes B, portant les récepteurs aux antigènes présents, se différencient en plasmocytes sécréteurs d'anticorps et, une petite partie, en lymphocytes 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.

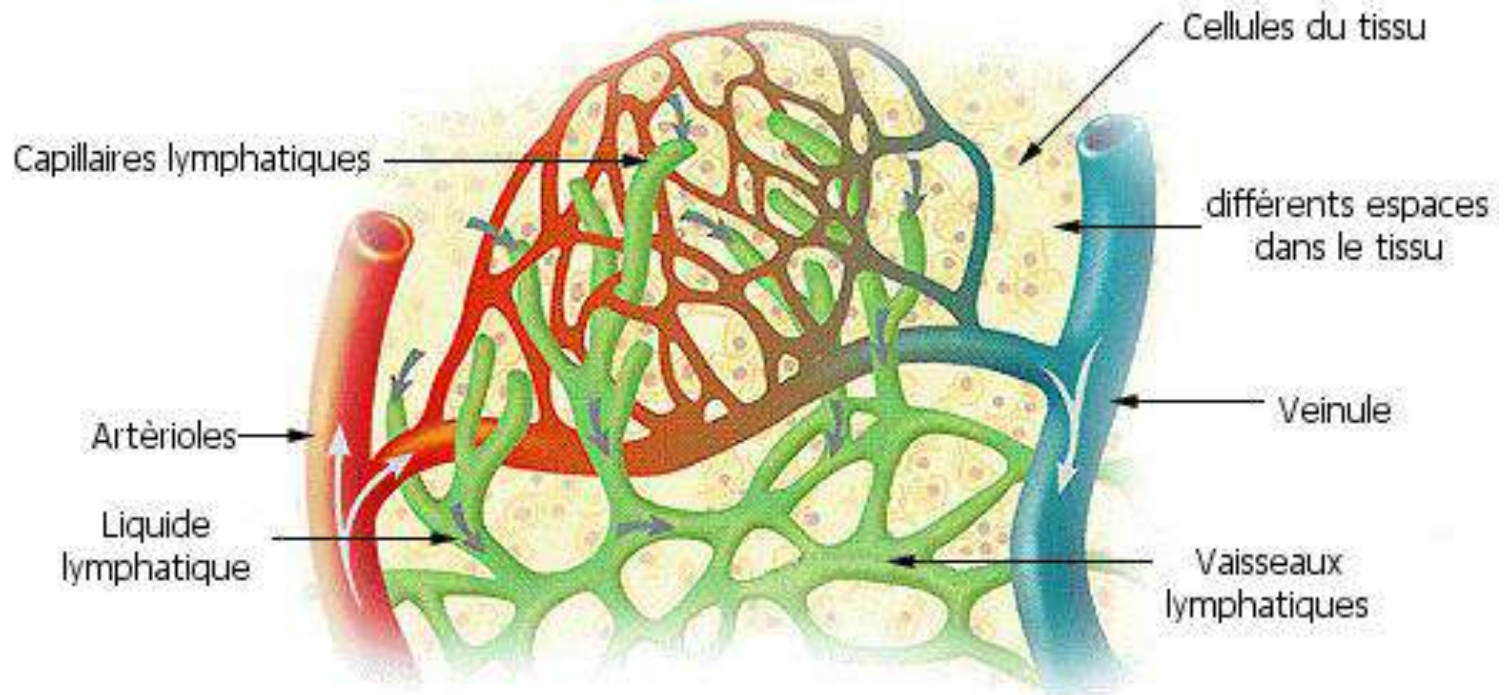


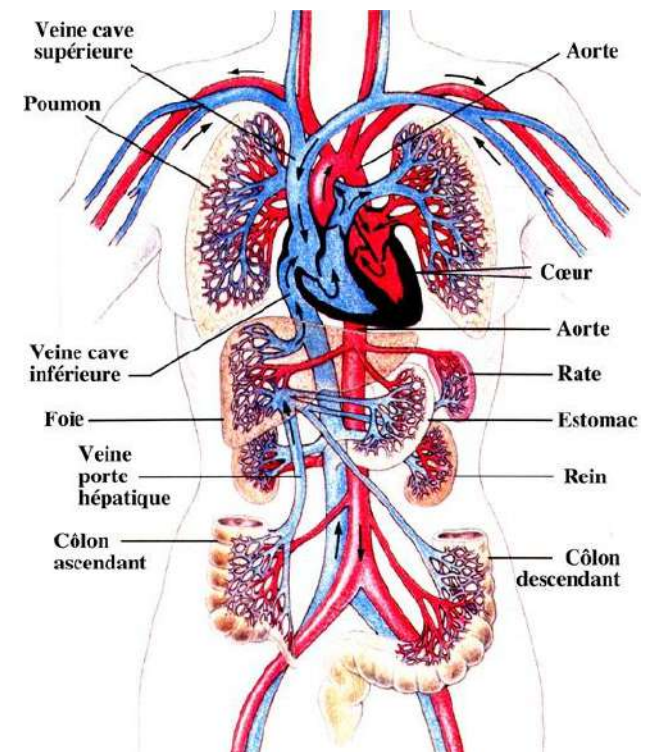
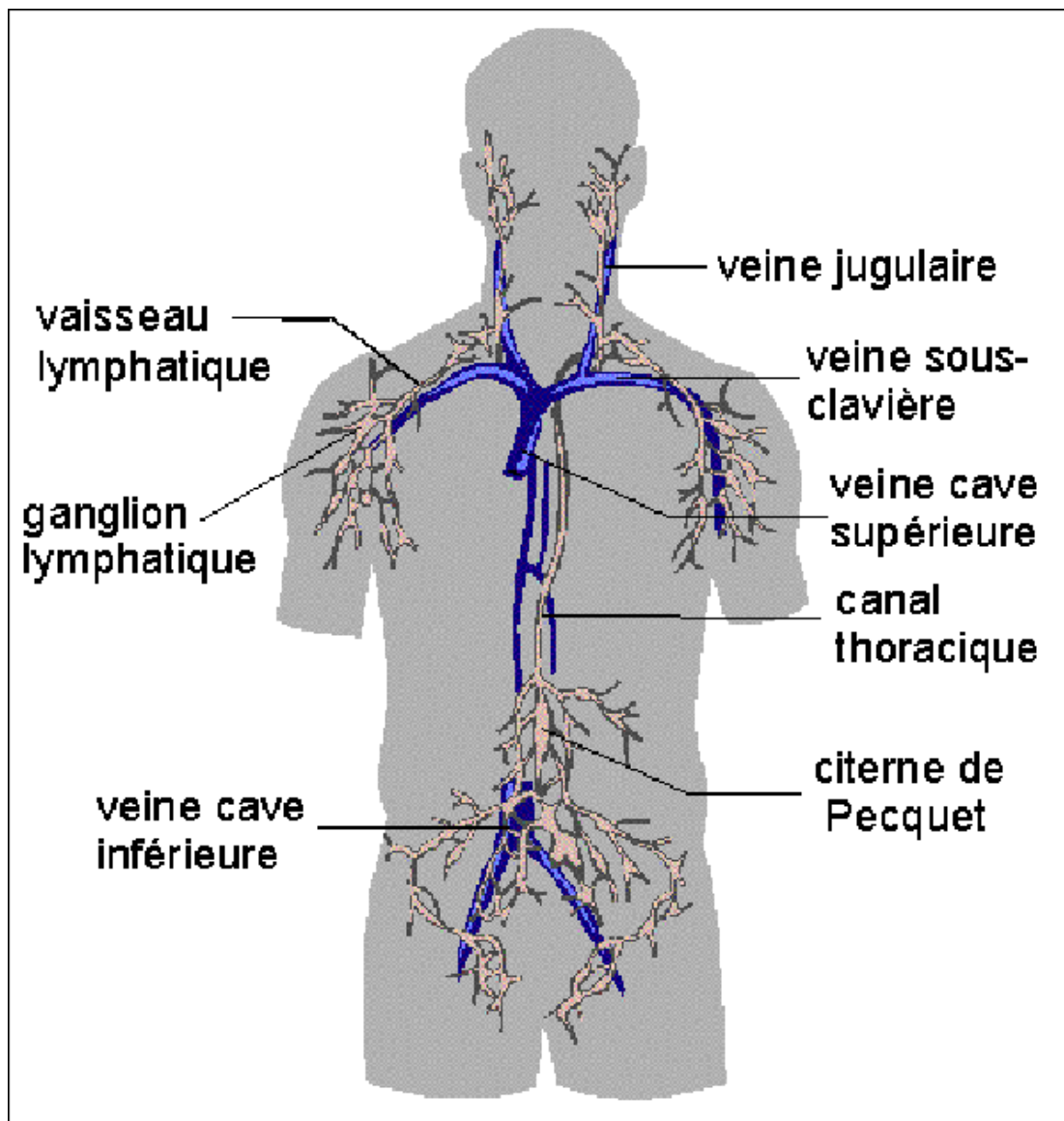
c- La lymphe

- En annexe du système circulatoire sanguin, existent d'autres **vaisseaux**, dits **lymphatiques**,
 - où ne circulent que **le Plasma** (appauvrit 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



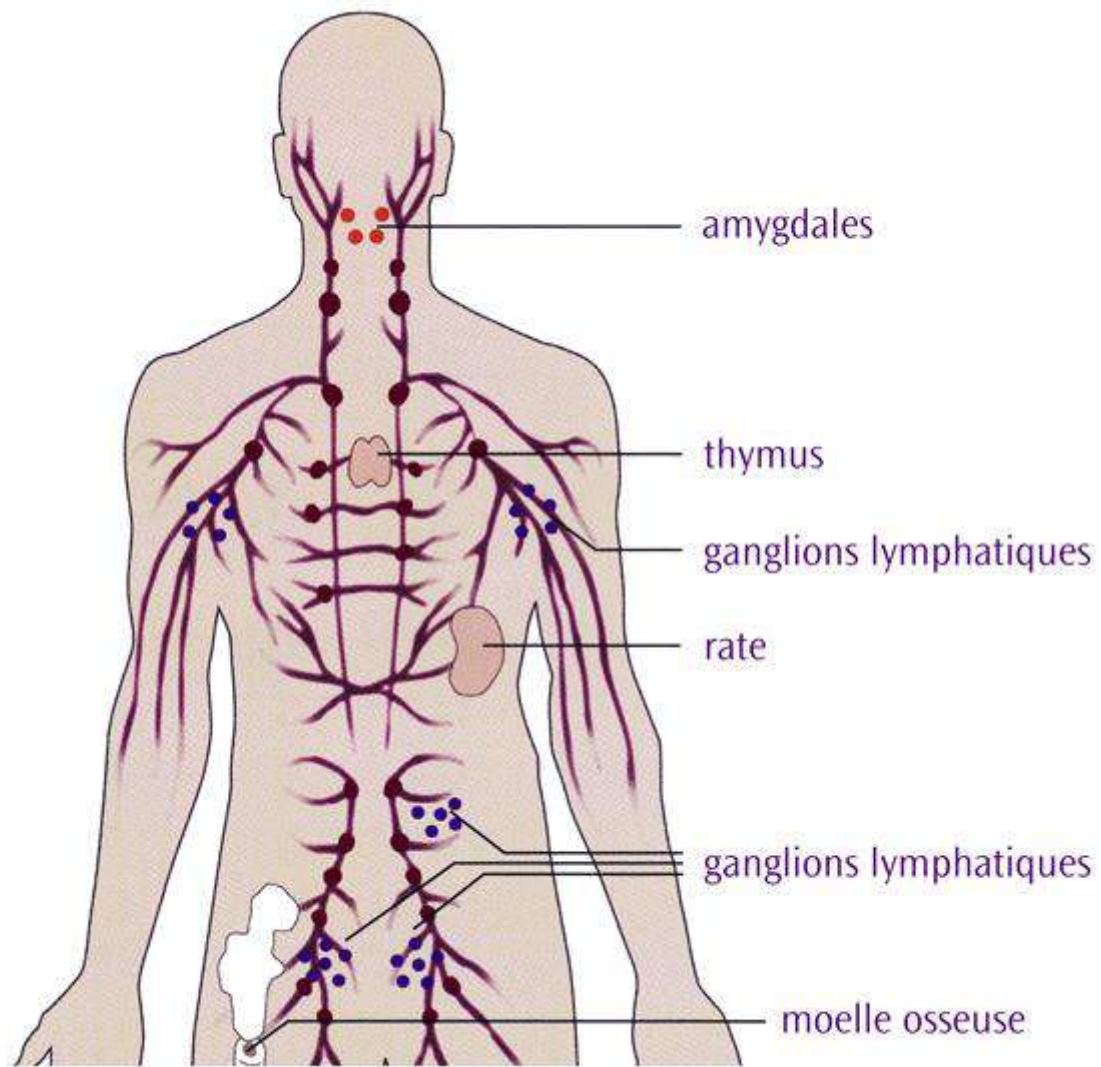


Les organes lymphoïdes : **Non**

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 .

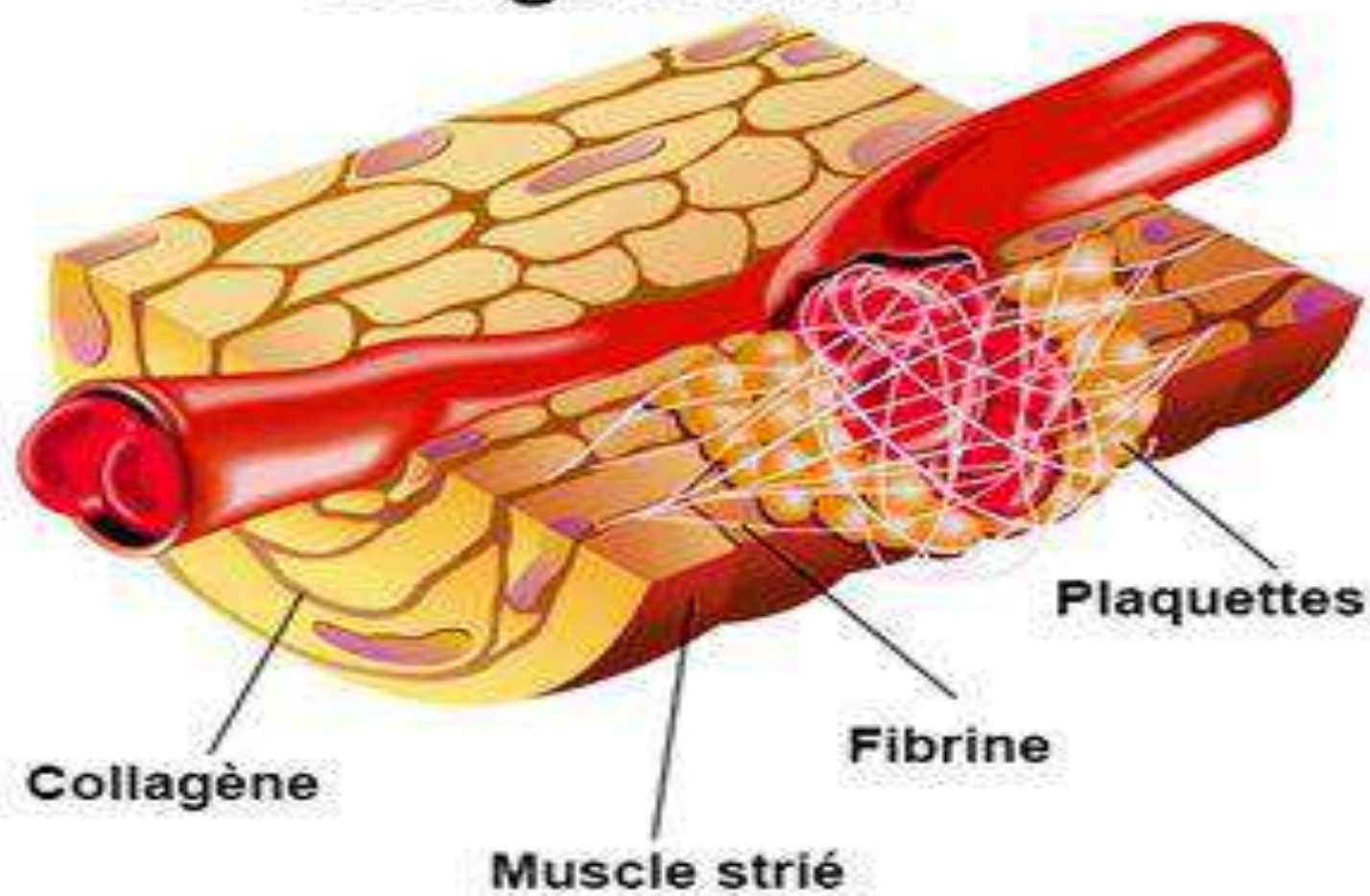
Le résultat :

- 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.

Coagulation



En Résumer:

- Gélification

Caractérisée par l'apparition de la **fibrine** , qui est une globulibe 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.

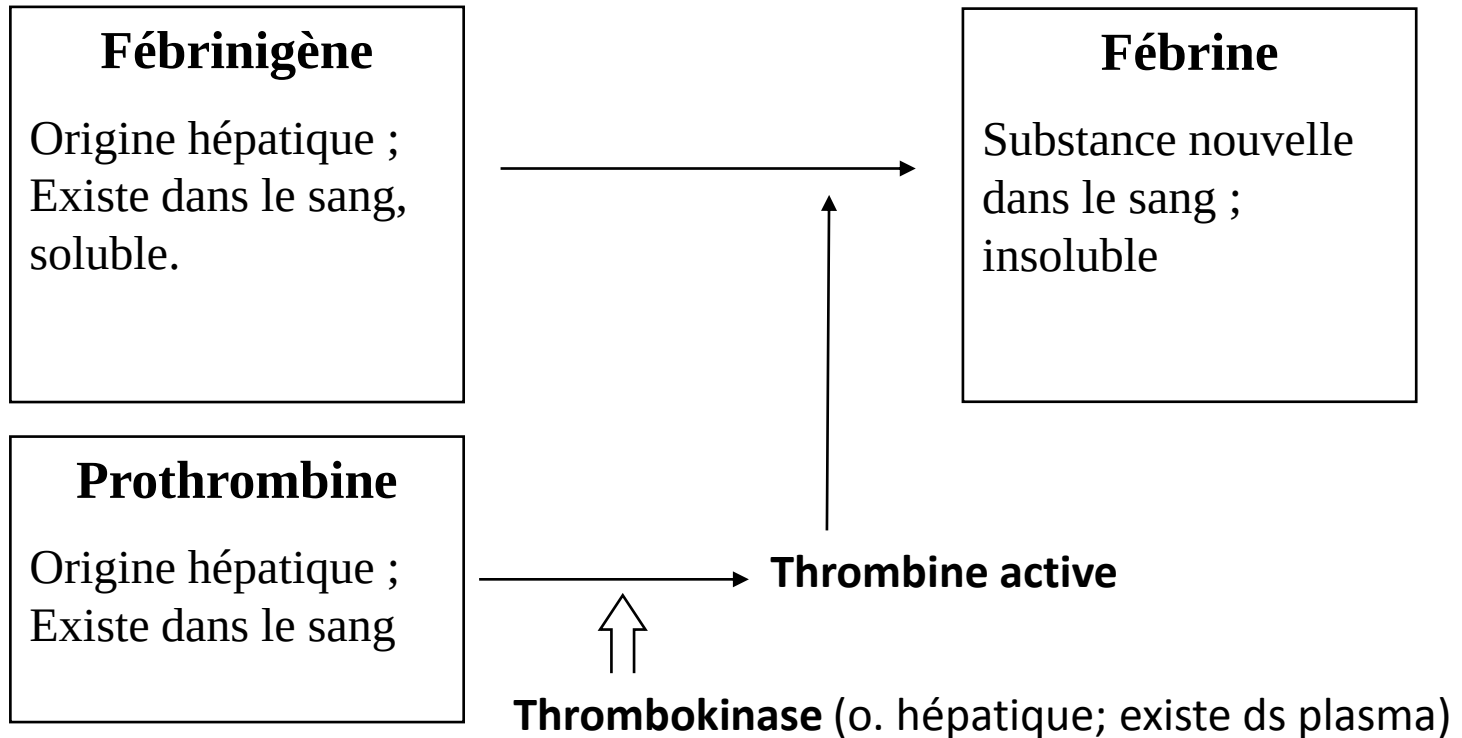
Au cours de la coagulation , la fibrinogène disparaît au fur et à mesure que la fibrine se forme.

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.

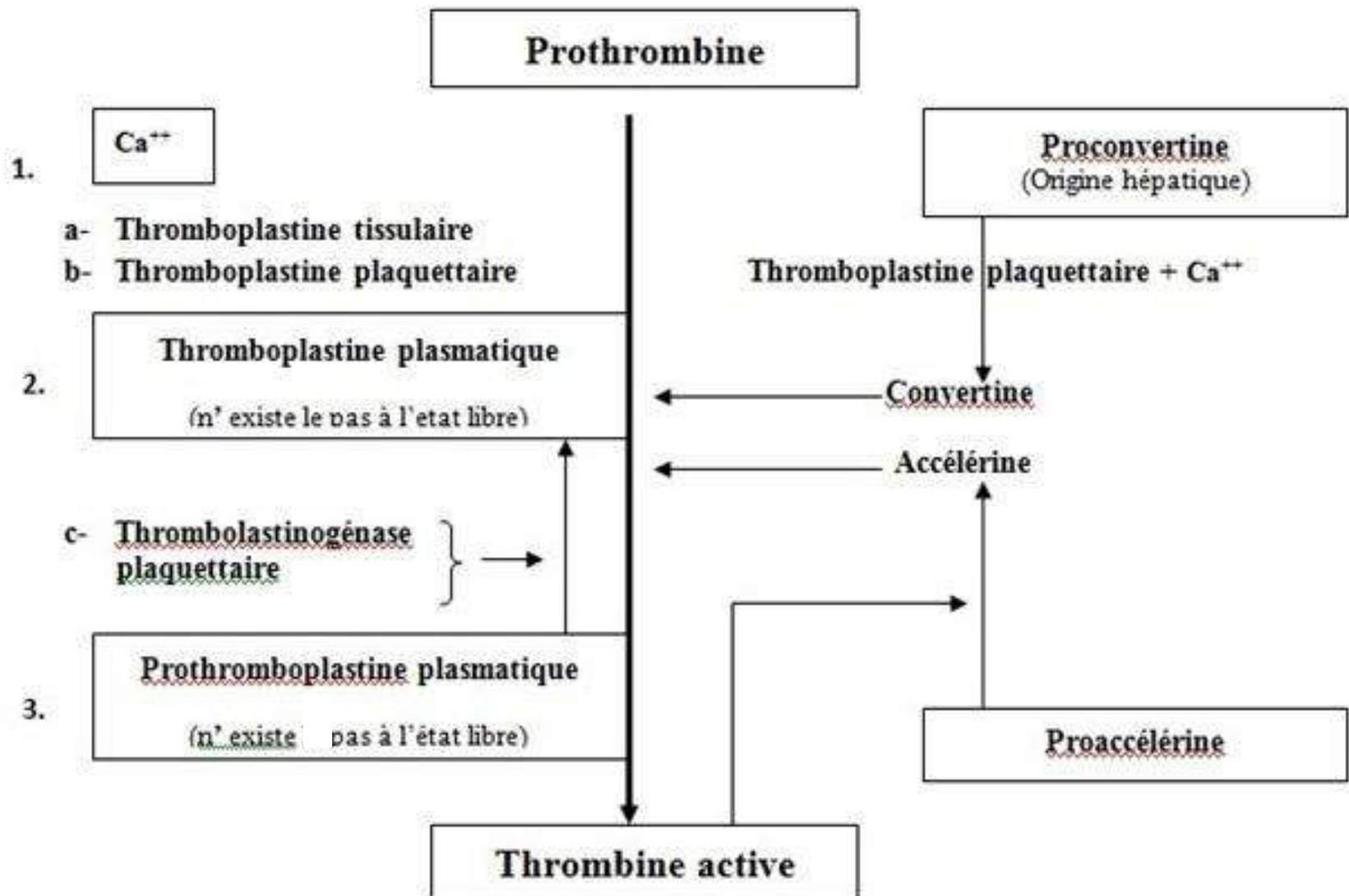
La thrombine ne peut pas exister dans le plasma sous peine de la coagulation. Cela suppose la présence d'un précurseur dans le plasma, la **prothrombine** et d'un activateur qui existe sur les leucocytes , la **thrombokinas**.

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

- Gélification



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 proaconvertine) 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.

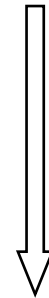
- La lyse du Caillot

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

Plasmokinase plasmatique
activée par des enzymes
tissulaires et bactériens



Profibrinolysine



Fibrinolysine

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.

I) 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...).

Lieux de formation
des cellules de
l'immunité



thymus

moelle
rouge
des os

Lieux de stockage
des cellules de
l'immunité



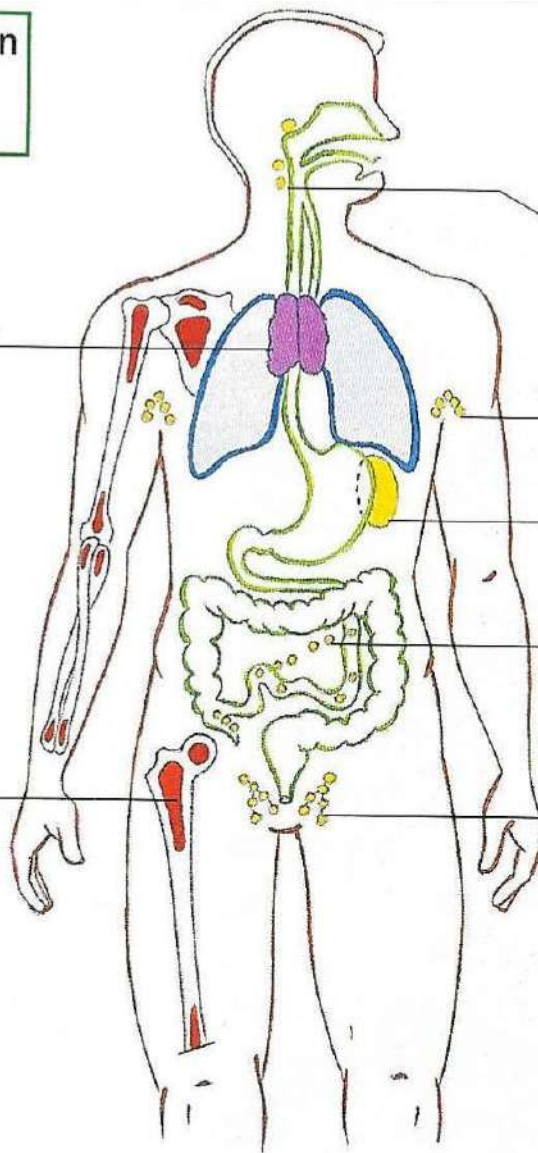
amygdales,
végétations et
ganglions du cou

ganglions de
l'aisselle

rate

ganglions
abdominaux

ganglions de
l'aîne



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

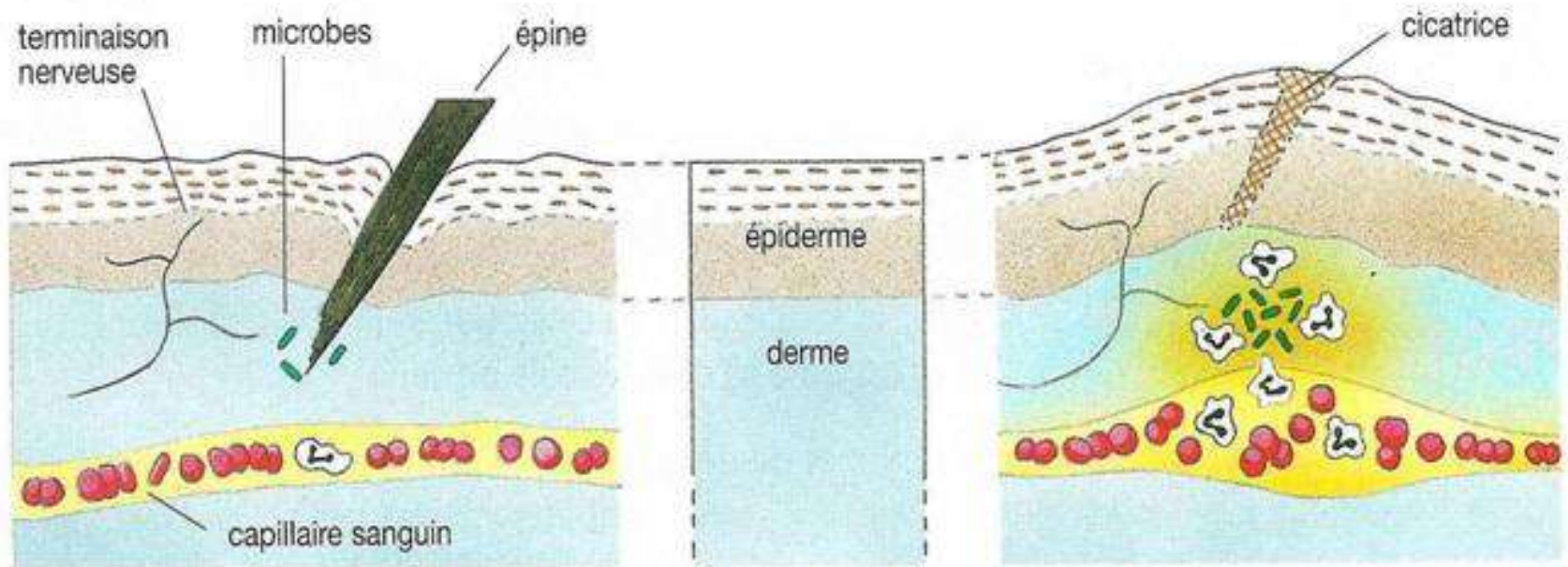


Une réaction inflammatoire lors d'une blessure est caractérisée par 4 signes principaux: **rougeur, chaleur, gonflement, douleur**; et parfois la **formation de pus** au niveau de la plaie.

➤ Origine des symptômes :

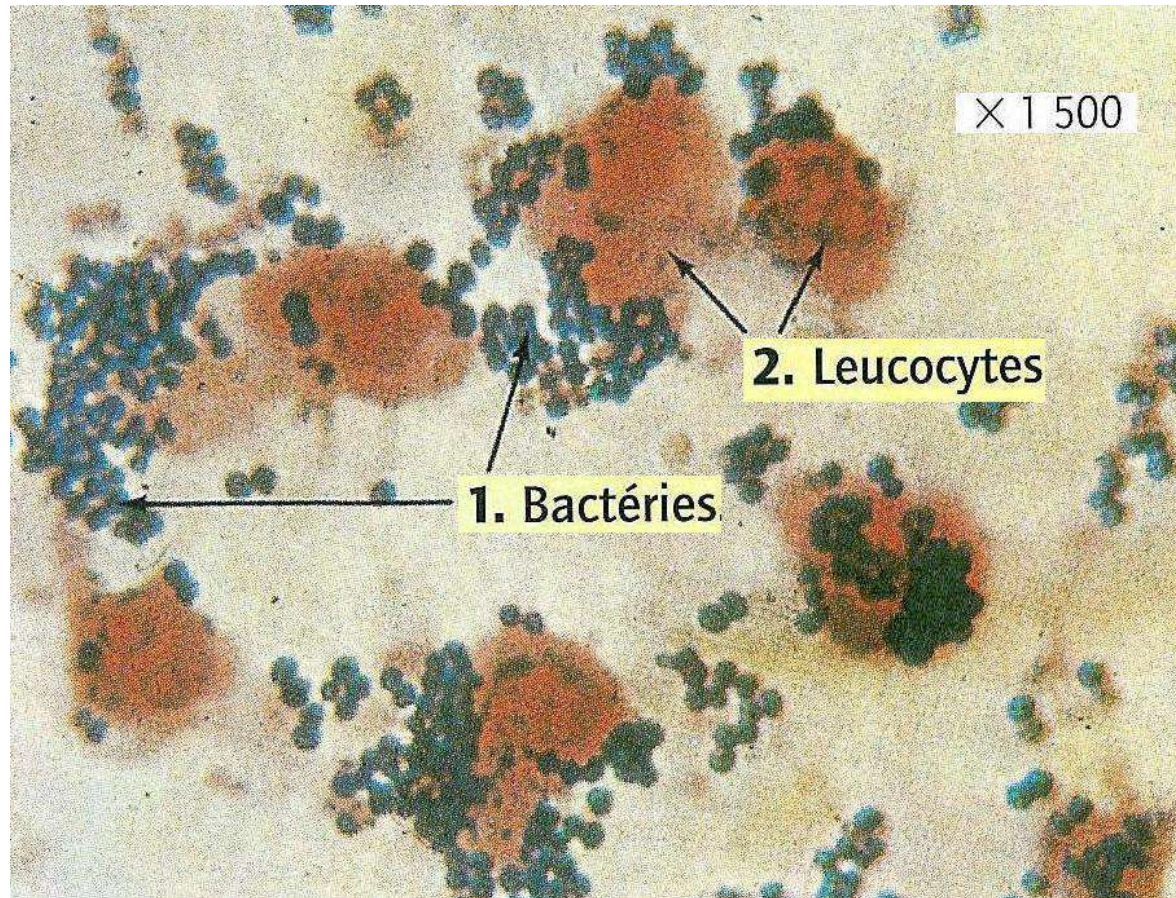
Les cellules blessées:

- 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**)



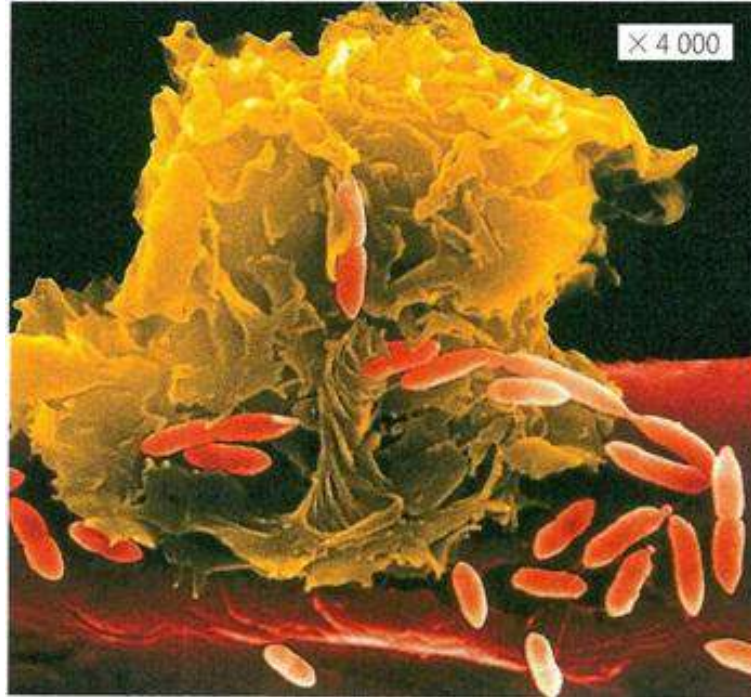
Une réaction inflammatoire locale et rapide stoppe généralement la prolifération microbienne et assure la guérison

➤ observation microscopique du pus :



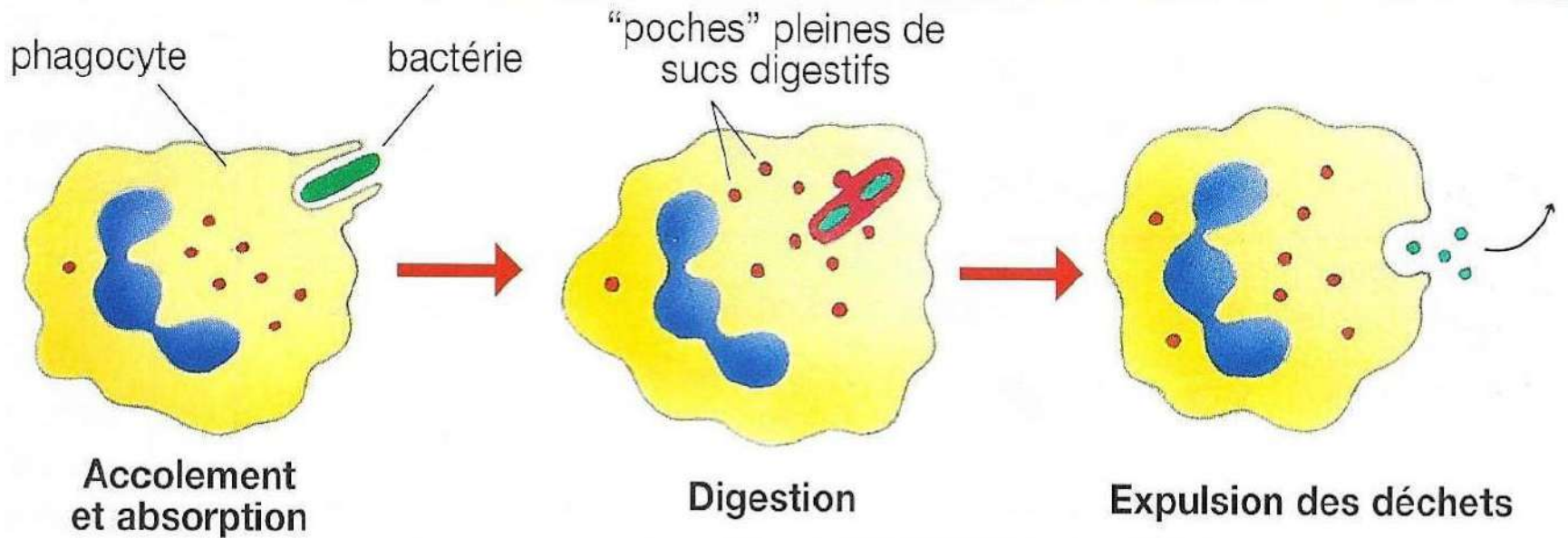
Dans le pus, les phagocytes luttent contre les microbes.

➤ 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**.

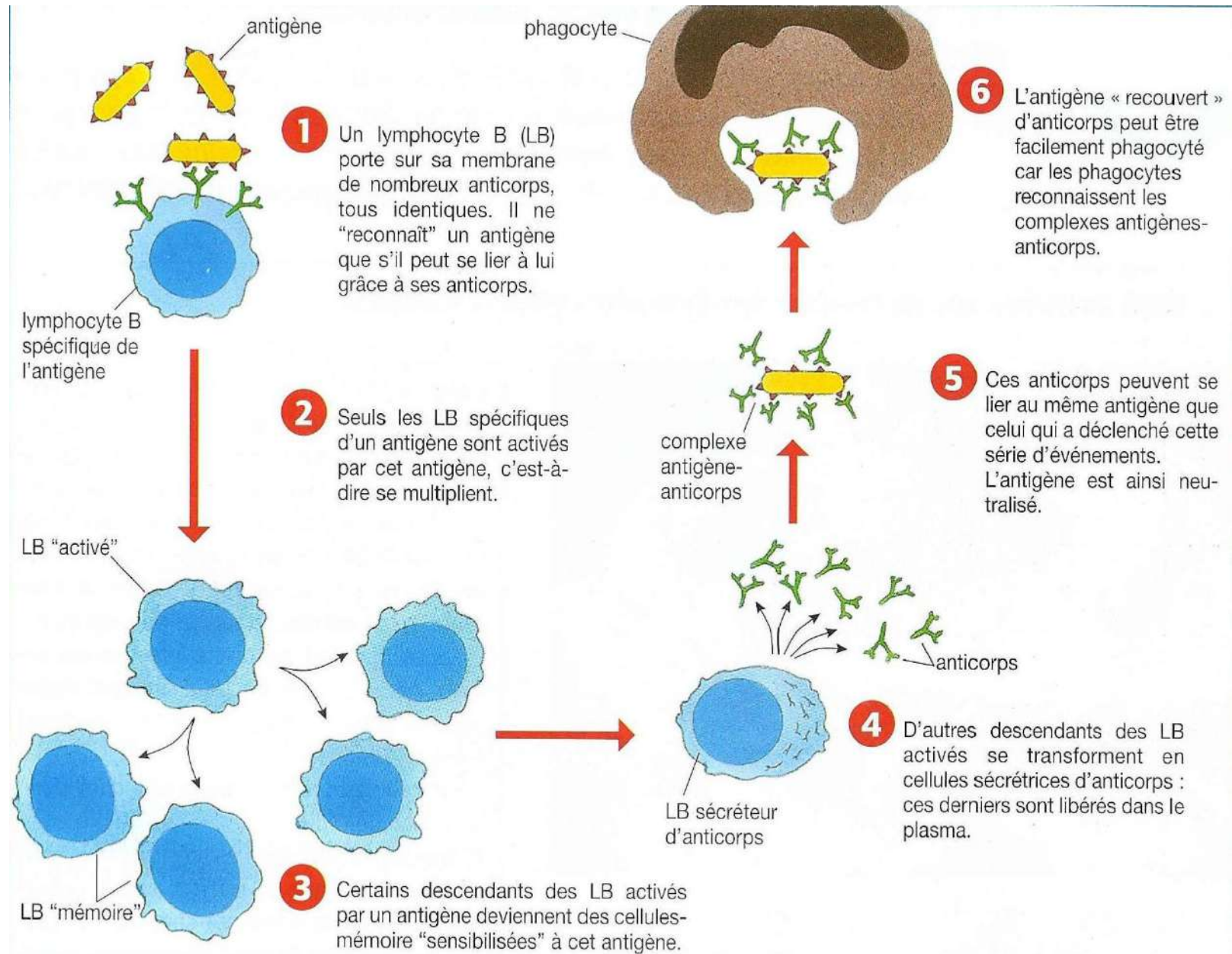
Non

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 :



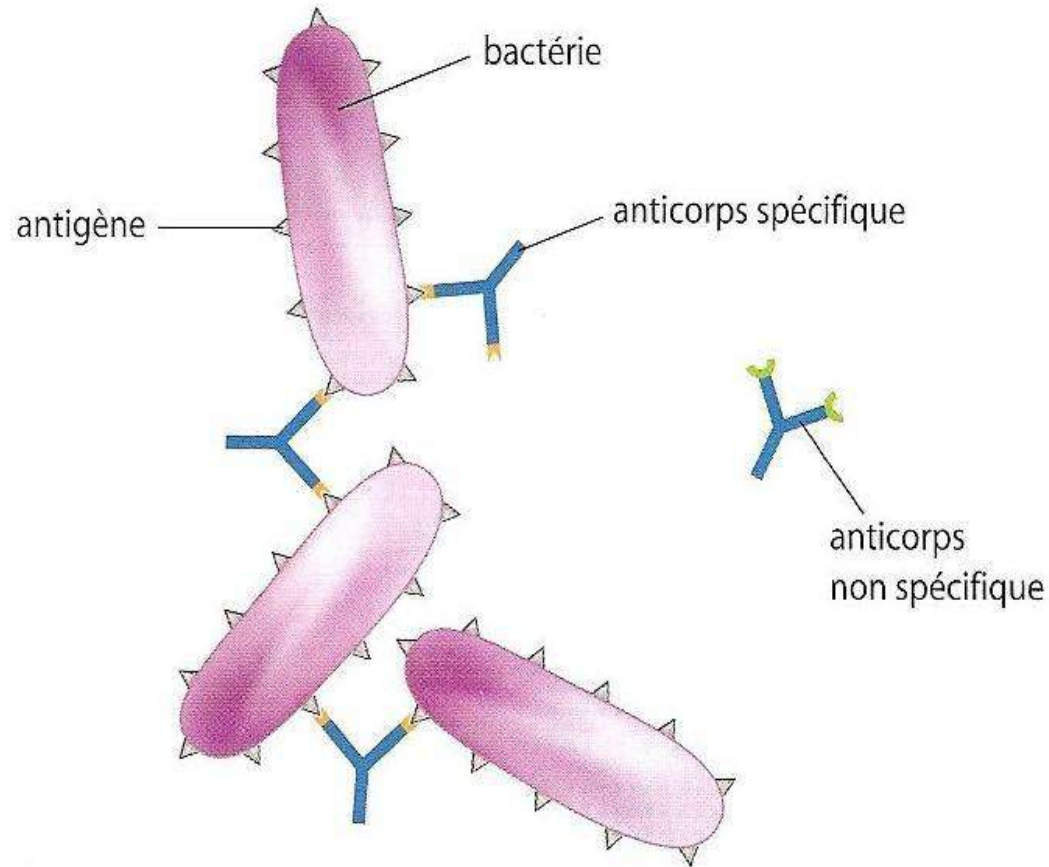
Des lymphocytes B spécifiques:

- ✓ 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.

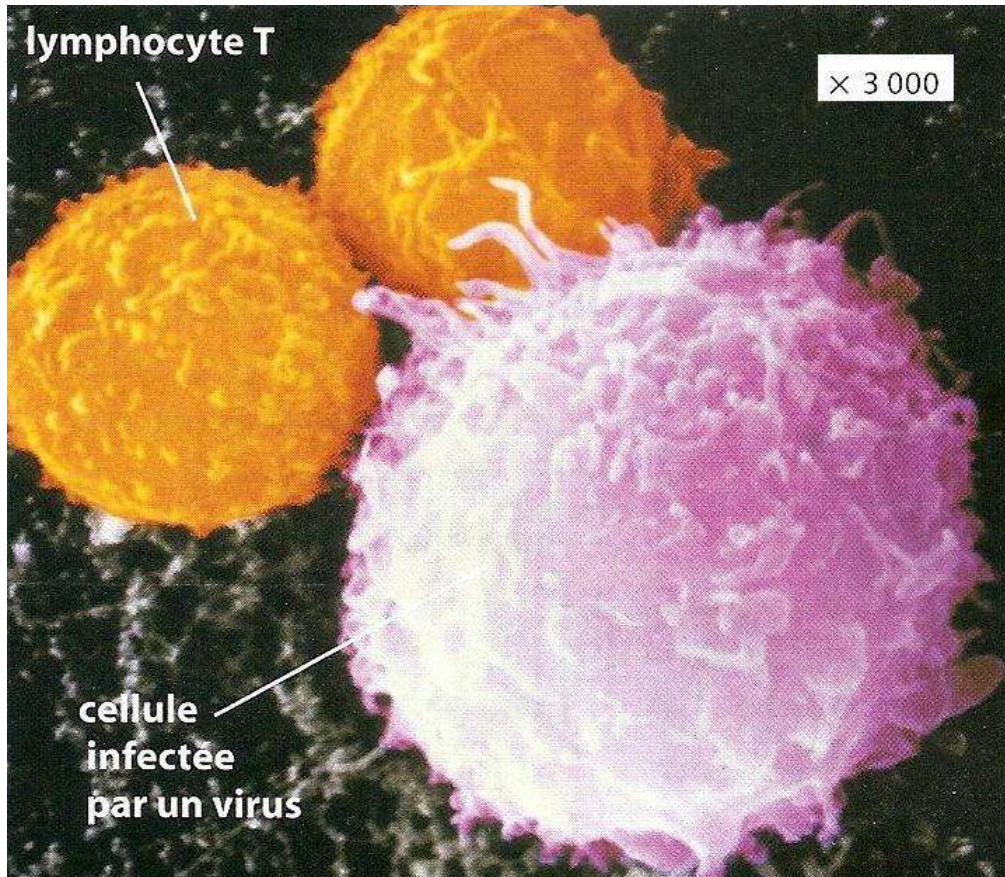
Remarque :

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

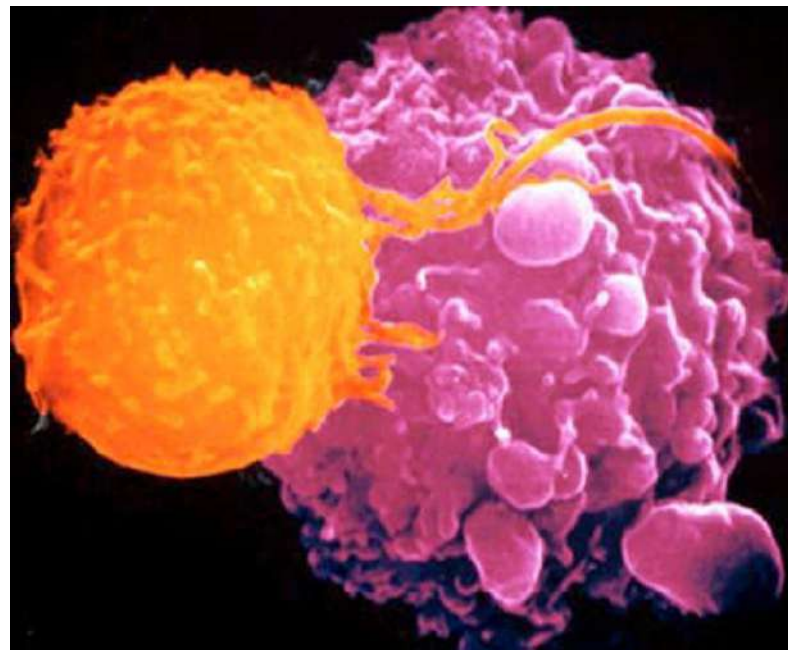
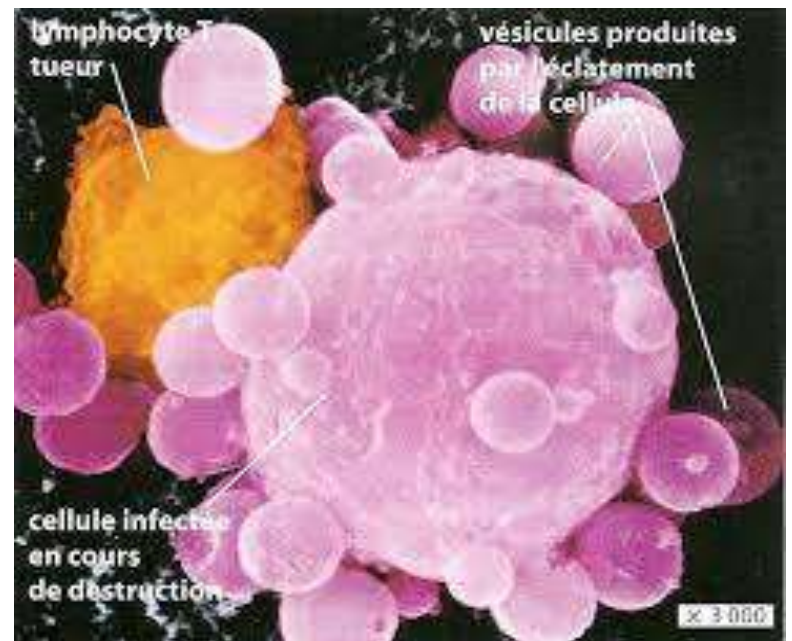
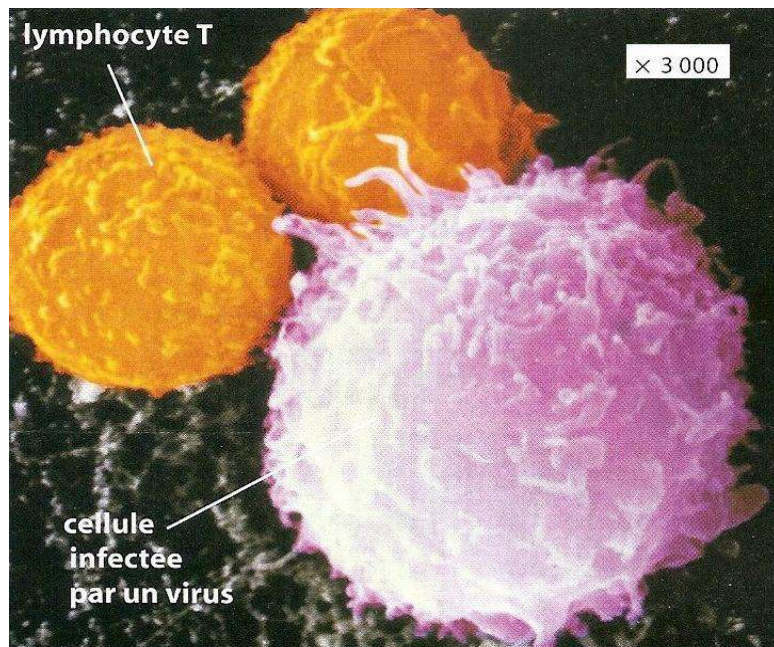


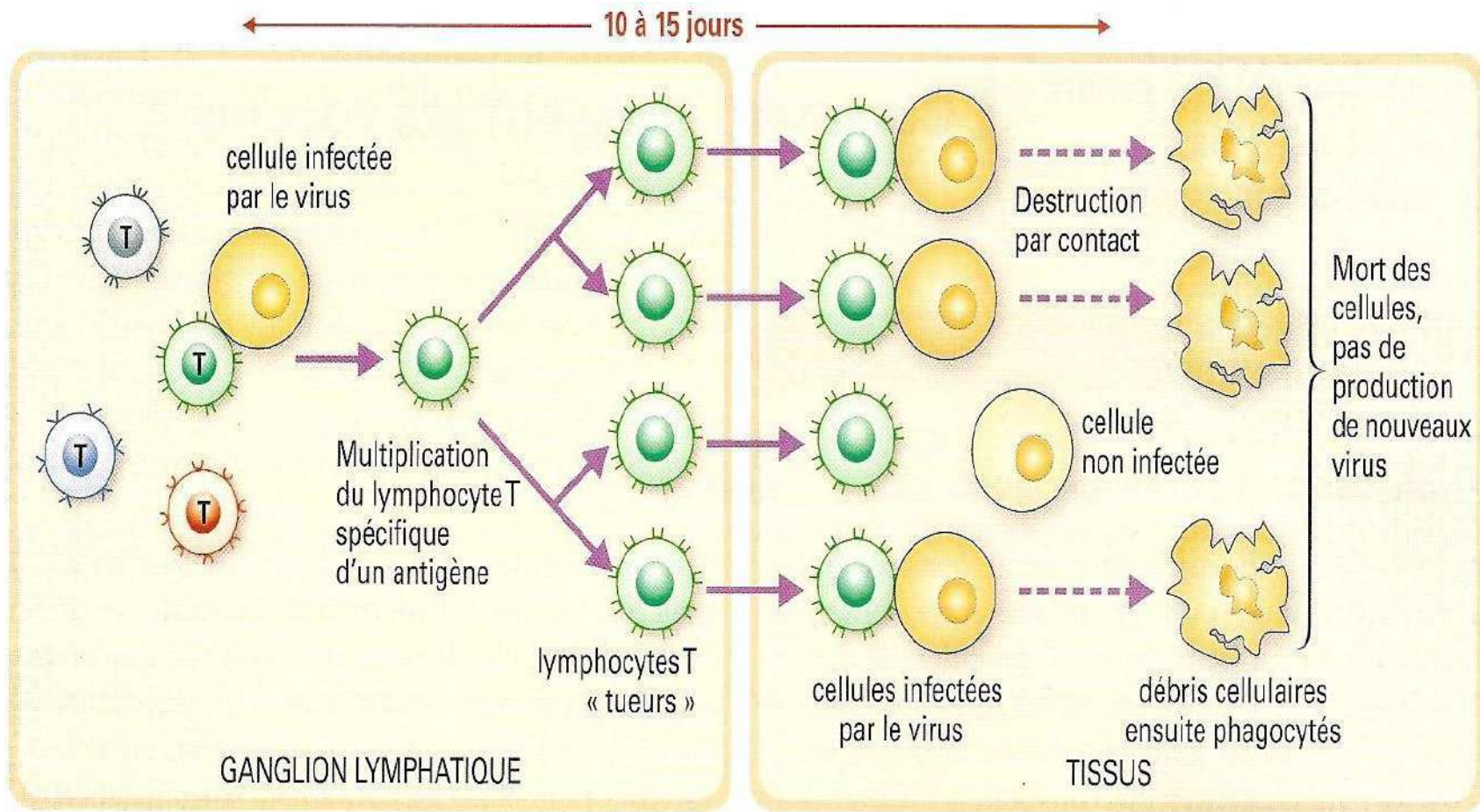
2) Lymphocyte T et infection virale

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.

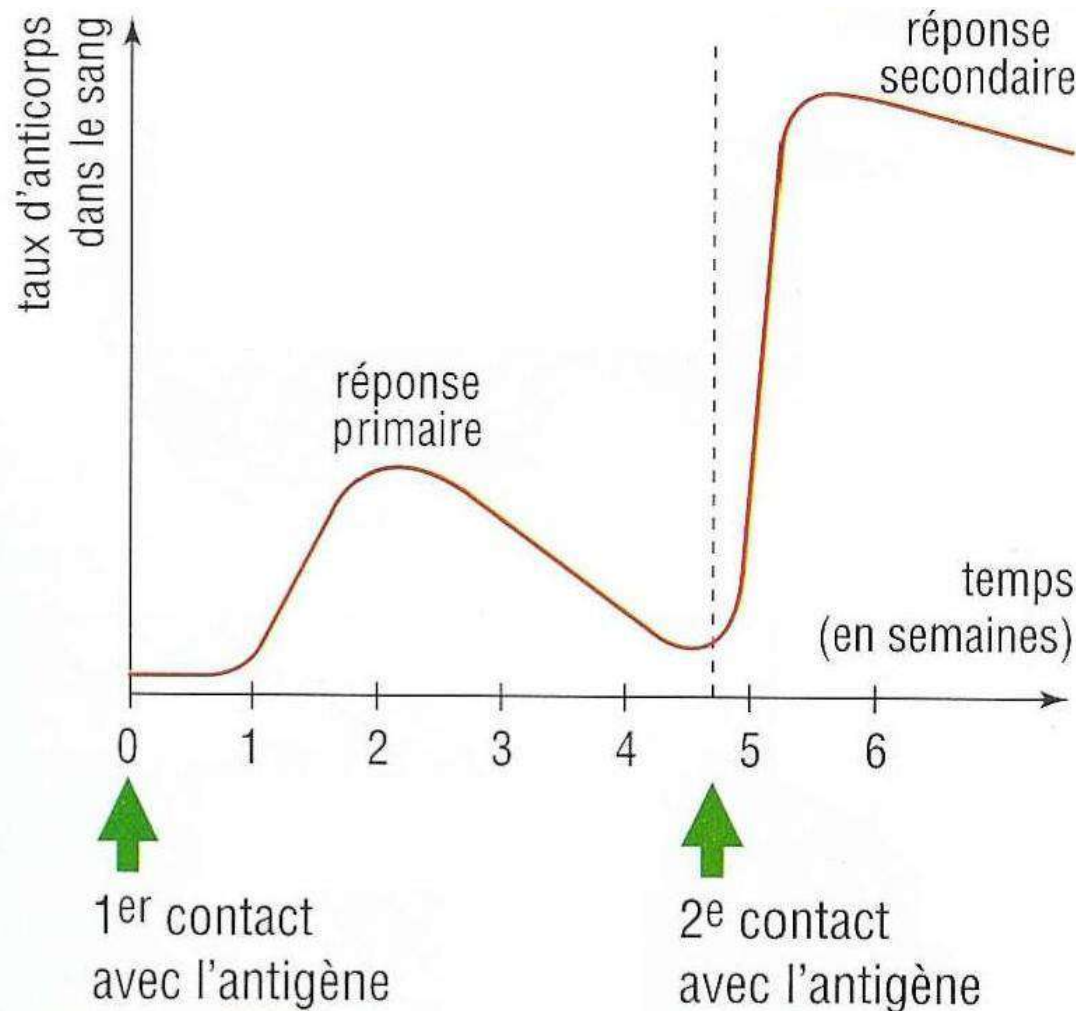
- ✓ Ils se fixent alors sur les cellules infectées

- ✓ puis perforent leur membrane et les détruisent.

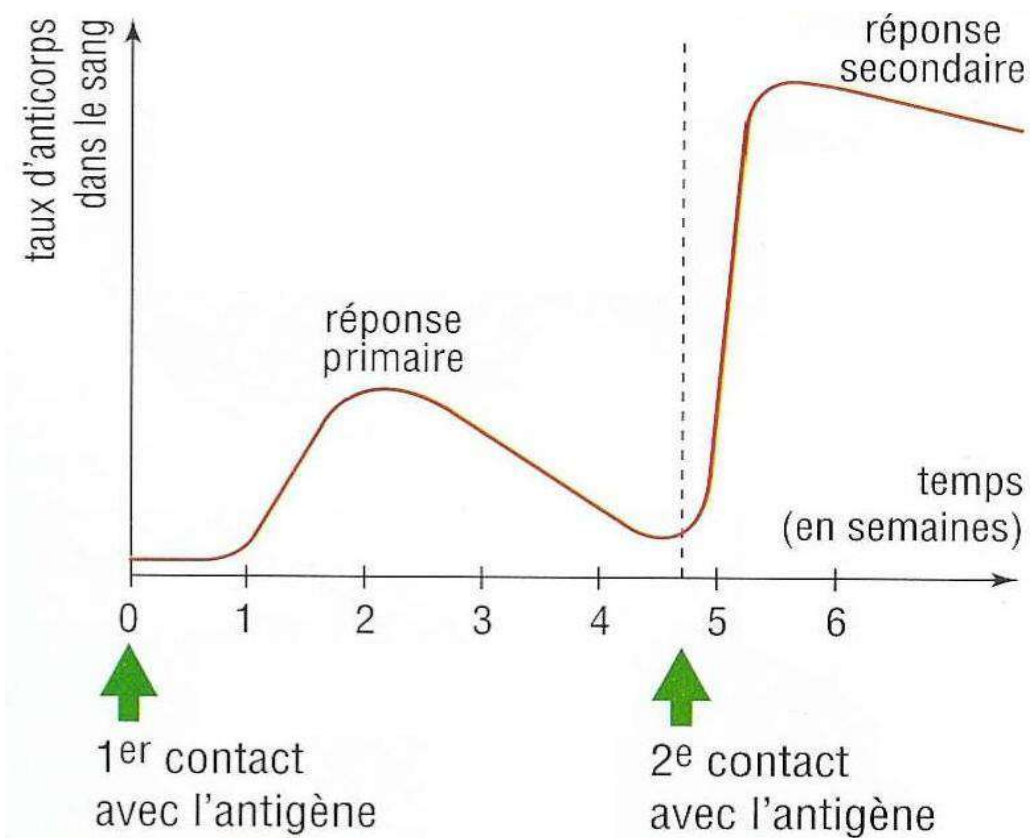
L'élimination des débris se fera alors par phagocytose.

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.



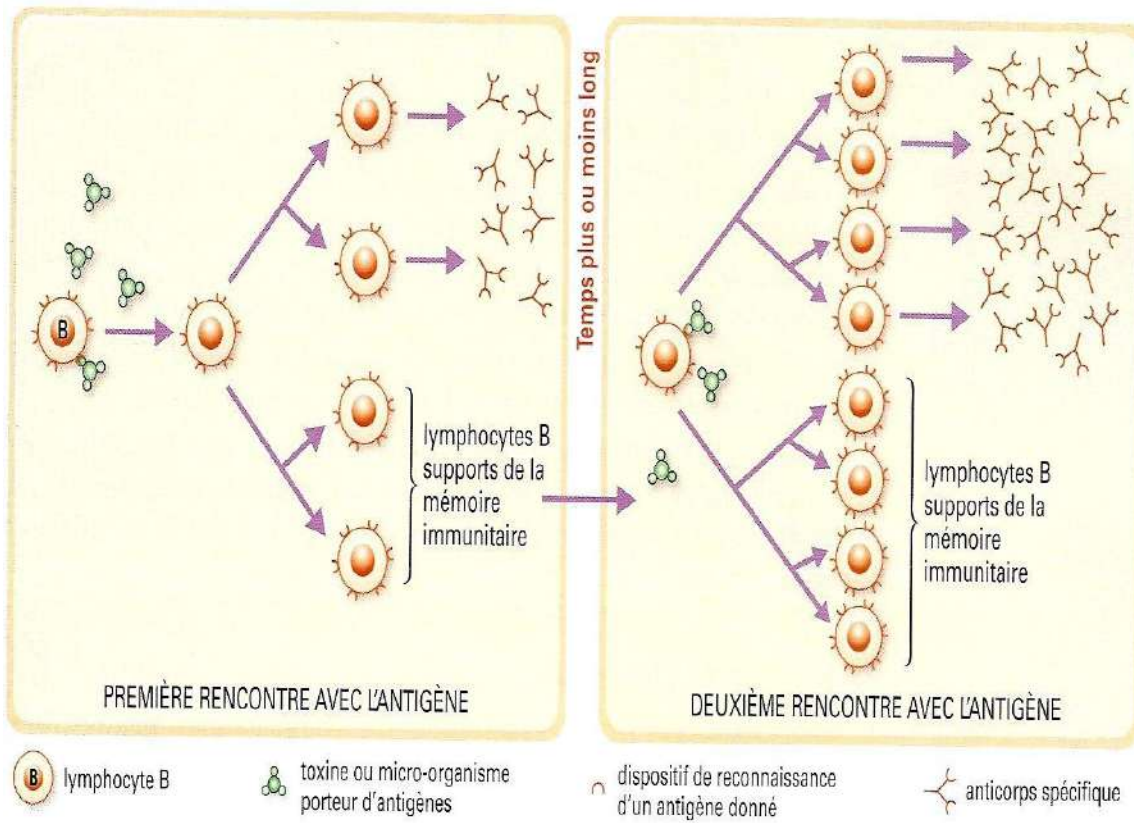
La réponse primaire est la production d'anticorps suite au premier contact avec l'antigène.

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.

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

