

Physiologie du sang

I- Généralités et définition

- ✓ C'est un élément vivant,
- ✓ Liquide,
- ✓ circulant dans le système vasculaire,
- ✓ irrigant tous les tissus,
- ✓ c'est un tissu conjonctif,
- ✓ formé d' éléments cellulaires libres (**éléments figurés**), et de substances fondamentales (**plasma**),
- ✓ il est dépourvu de fibres.

- ❖ Le sang est rouge, Il devient rouge clair lors de son oxygénation dans les poumons (couleur rouge dans les artères), il devient ensuite rouge foncé quand il perd son dioxygène au profit des tissus.
- ❖ Le sang chez l'Homme représente **7 à 8 %** de sa masse corporelle.
- ❖ Le volume sanguin total varie entre **67 ml/kg** chez la femme et **75 ml/kg** chez l'homme
- ❖ On a **45 %** d'éléments figurés et **55 %** de plasma.
- ❖ Un humain adulte est doté d'environ **5 litres** de sang.

Le sang a de nombreux rôles :

- *le transport des gaz respiratoires*: le dioxygène et le dioxyde de carbone
- *le transport de nutriments* (eau, sels minéraux, glucose, protéines, acides gras et vitamines)
- *le transport de molécules informatives*: les hormones sont sécrétées par des glandes endocrines et atteignent les cellules cibles à l'état combiné.
- *le transport des déchets* produits par le métabolisme, comme l'urée.
- *le transport des globules blancs* qui interviennent dans les mécanismes de défense de l'organisme.
- *le transport de chaleur*: par exemple un changement dans la répartition du sang au niveau de la peau modifie les échanges thermiques entre le milieu extérieur et l'organisme.

Par ailleurs **il assure son propre entretien et son autoréparation.**

Donc

Tissu mésenchymateux formé par

- une phase liquide : le plasma
- une phase cellulaire : les éléments figurés.

Volume d'environ 5 litres dont 45% par les cellules.



En jaune, le sérum ou plasma

entre les deux, une couche blanchâtre
contenant les globules blancs et

les plaquettes

Les globules rouges

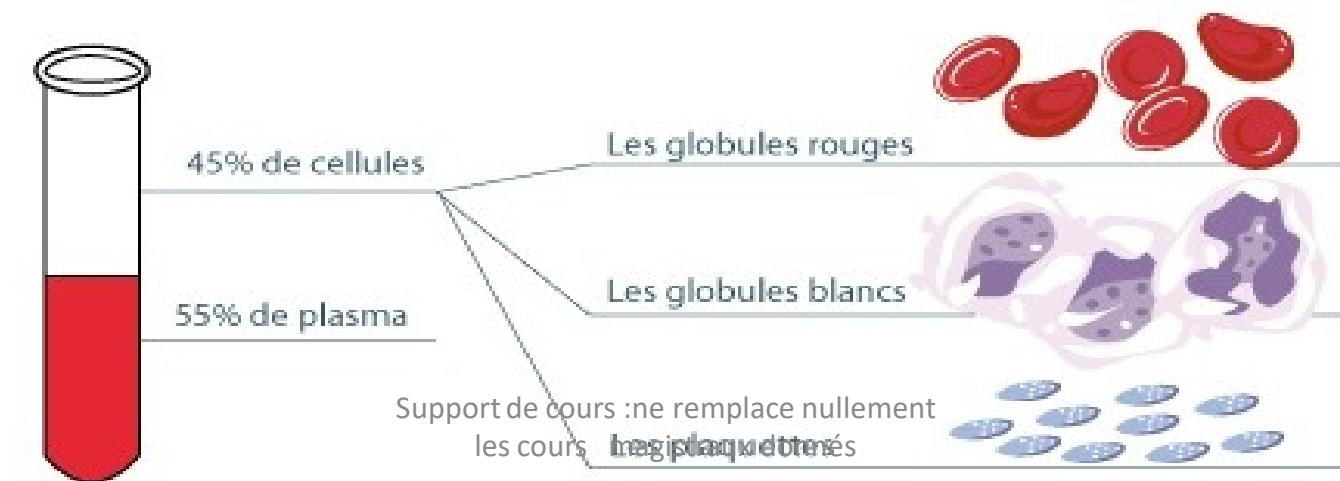
II- Eléments figurés

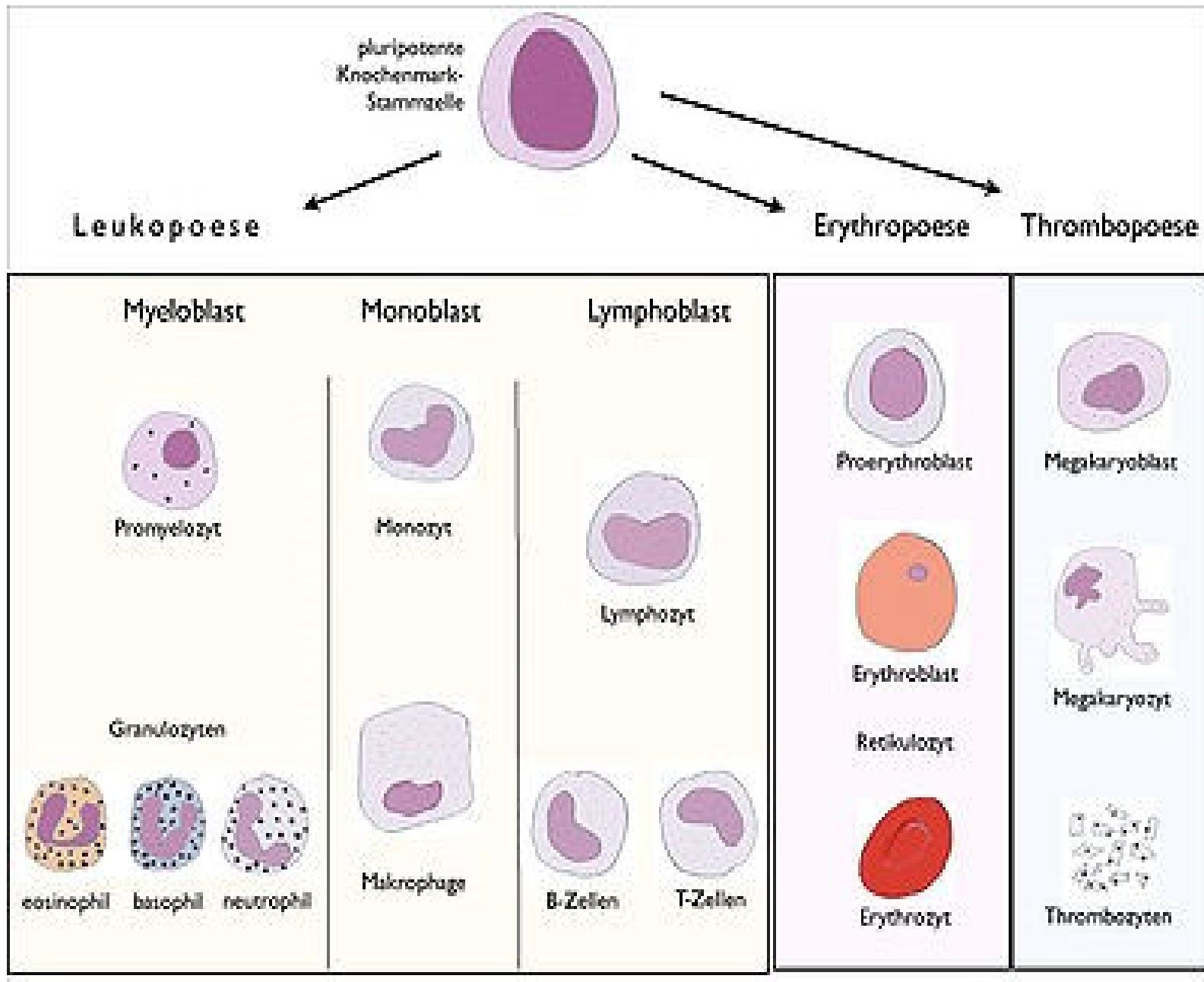
Les cellules du sang ou éléments figurés du sang sont divisés en trois groupes :

- Les Globules Rouges ou Erythrocytes ou hématies.
- Les Globules Blancs ou leucocytes.
- Les plaquettes ou thrombocytes.

C'est la moelle osseuse qui produit les cellules sanguines au cours d'un processus appelé hématopoïèse

Composition du sang





Support de cours : ne remplace nullement
les cours magistraux donnés

A. Physiologie du globule rouge

- Morphologie du globule rouge

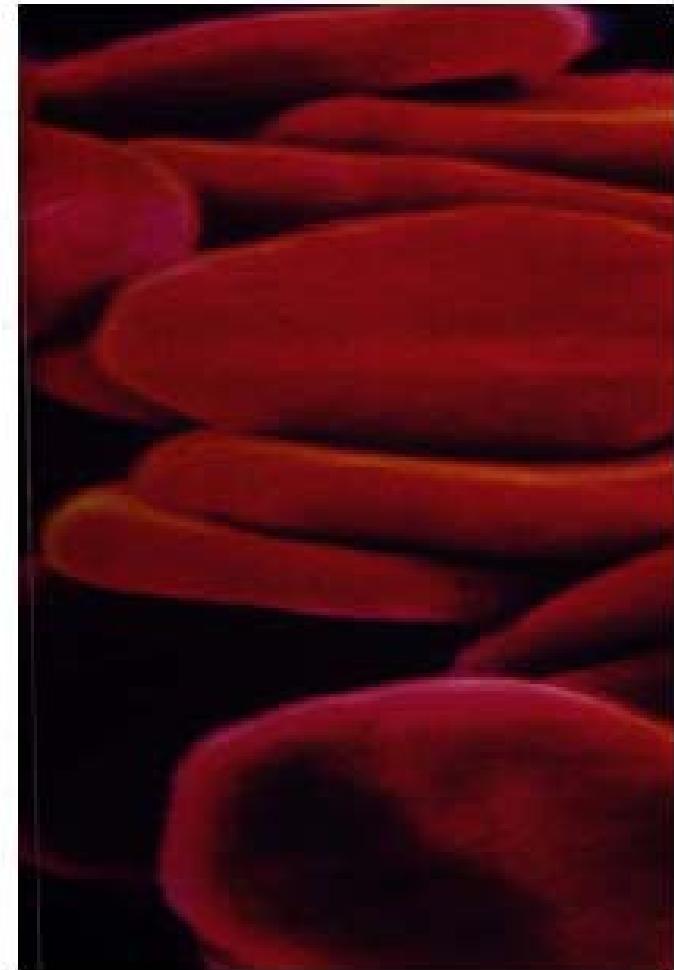
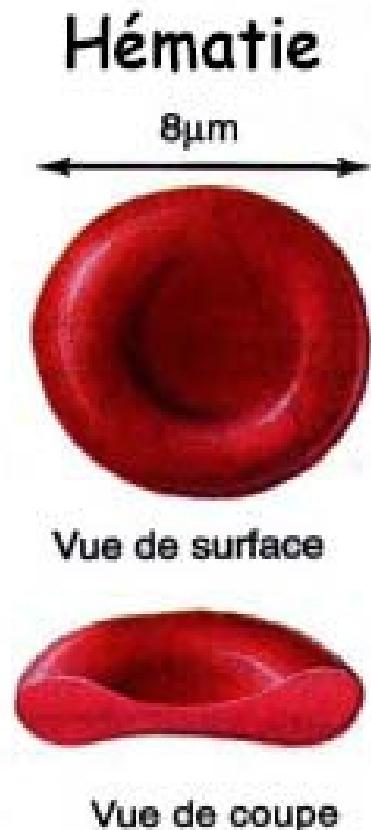
Le globule rouge ou hématie ou érythrocyte (GR) est une cellule anucléée qui se présentent sous la forme de petits **disques biconcaves** de $2\mu\text{m}$ d'épaisseur et $7\mu\text{m}$ (micromètres) de diamètre.

Il contient une solution d'**hémoglobine** (Hb): c'est ce pigment respiratoire qui transporte l'oxygène des poumons vers les tissus et est responsable de la fonction de l'hématie.

Le GR peut être schématiquement représenté comme **un sac** (= membrane) contenant de l'**hémoglobine** (= pigment responsable de la fonction de l'hémoglobine) et **des enzymes** (= protection de l'Hb et de la membrane contre l'oxydation).

Il contient **60%** d'eau ; ***Hb = 92% du poids sec*** et divers électrolytes (potassium, sodium, chlore), glucose...

Morphologie du globule rouge



Support de cours : ne remplace nullement
les cours magistraux donnés

2. Caractéristiques.

- **plasticité** leur permettant de passer dans les capillaires de calibre trop étroit : ils reprennent leur forme initiale après déformation.
- **taille** : 2µm d'épaisseur et 7µm(micromètres) de diamètre.
- **coloration** : si ils sont moins colorés ont dit qu'ils sont hypochromes si ils ont plus coloré en parle alors hyperchromie
- **Rôle** : transporter l'oxygène du poumon après transfère depuis les alvéoles et le délivre au niveau tissulaire et il va récupérer du gaz carbonique éliminé par les tissus .

Hémoglobine + oxygène = oxyhémoglobine

hémoglobine + gaz carbonique = carboxyhémoglobine

- **Durée de vie** du GR = 120 jours (épuisement progressif de l'équipement enzymatique la destruction se fait surtout par la moelle osseuse avec récupération du fer.

3. Constitution du globule rouge

- *L'hémoglobine* : Représente *33% du poids du GR*, elle a trois fonctions principales : transfère de l'*oxygène* des poumons aux tissus, du *CO₂* des tissus aux poumons, et *tamponnée* les ions H⁺ libérés par les tissus
- *Les enzymes* 2,3 DPG qui règle l'affinité de l'hémoglobine pour l'*oxygène*
- *La membrane* : Elle est constituée de lipides (44 %) et de protéines transmembranaires (traversant la couche lipidique) et sous-membranaires (spectrine, actine,...).

4. Les mesures des GR : les constantes

- Il ya environ 5 millions de GR par mm³ de sang

	Nb de GR	Hb	Hte
Homme	4.5 – 6.2 téra/l	13 – 18 g/dl	40 – 54 %
Femme	4 – 5.4 téra/l	12 – 16 g/dl	35 – 48 %
Enfant (1 an)	3.6 – 5 T/l	11 – 15 g/dl	35 – 44 %
Nouveau-né	5 – 6 T/l	16 – 22 g/dl	44 – 62 %

Autres constantes

Volume Globulaire Moyen (VGM) de l'adulte = 85 – 95 fl (= 10 x Hte / Nb de GR)

Le VGM définit:

- Microcytose si < 80fl
- Macrocytose si > 100 fl
- Normocytose si 80 – 100 fl

TCMH = 27 - 32 pg (10 x Hb / Nb de GR); correspond à la teneur ou masse d'Hb contenue dans un GR (indice peu utilisé aujourd'hui)

CCMH = 32 - 36 g/dl (100 x Hb / Hte); correspond à la concentration de la solution d'Hb à l'intérieur du GR.

La CCMH définit:

- Hypochromie si < 32 g/dl
- Normochromie si 30 – 36 g/dl

Réticulocytes = 0.5 – 2% des GR (20 – 80 G/L) ont une durée de vie de 3j, et contiennent encore quelques organites (voir érythropoïèse). Leur détermination va définir les capacités de régénération de la moelle osseuse.

Une anémie est régénérative si les réticulocytes sont > 150 G/L (sinon = anémie non régénérative)

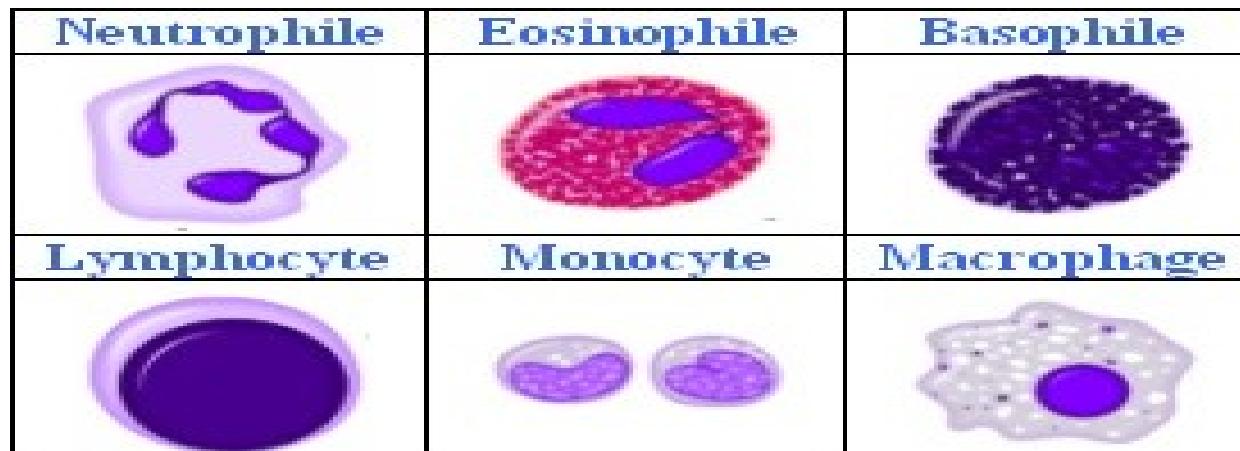
B. Physiologie des Globules blancs

Globules blancs ou leucocytes forment un anneau blanchâtre lorsqu'on les sépare des autres cellules sanguines.

Les leucocytes sont un ensemble hétéroclite(hétérogène) de cellules :

1. les granulocytes ou polynucléaires (neutrophiles, éosinophiles, basophiles) ;
2. les lymphocytes ;
3. les monocytes.

Ils assurent par leur spécificité propre les fonctions de défense de l'organisme contre les agents pathogènes



Formule sanguine (chez l'adulte) des Globules Blancs

Leur nombre est entre 4.000 et 10.000 par mm³.

- Neutrophiles 45 – 75% soit 1800 à 7000 / mm³
- Eosinophiles 1 – 3% soit 50 à 500 / mm³
- Basophile 0 – 1% soit 0 à 50 / mm³
- Lymphocytes 20 – 40% soit 1500 à 4000 / mm³
- Monocytes 3 – 9% soit 100 à 700 / mm³

1. les polynucléaires ou granulocytes,

- ❖ Ils naissent et se différencient dans la moelle osseuse:
- ❖ Ce sont des cellules de 12 à 14 micromètres à **noyau lobé** et à cytoplasme contenant de **nombreuses granulations**.
- ❖ les granulocytes participent à la **défense immunitaire** non spécifique, la majorité des globules blancs ont un rôle double:
 - ils **phagocytent** les vieilles cellules et les microbes,
 - ils **sécrètent** des substances capables de neutraliser les poisons produits par les microbes.
- ❖ IL en existe trois types :
Les Neutrophiles,
Les Eosinophiles,
Les Basophiles.

a. *Les polynucléaires neutrophiles :*

sont les plus abondants ; sont doués de mobilité et sont capables de **passer des vaisseaux** dans les tissus. Ils peuvent surtout phagocytter des corps étrangers ; tels que des bactéries qu'ils digèrent ensuite à l'aide de leurs lysosomes ; ce sont ces **lysosomes** qui constituent les granulations du cytoplasme.

Fonction :

lutte anti-bactérienne:

➤ Diapédèse:

passage sang –tissu en passant entre les cellules endothéliales grâce à des cytokines (IL-8)

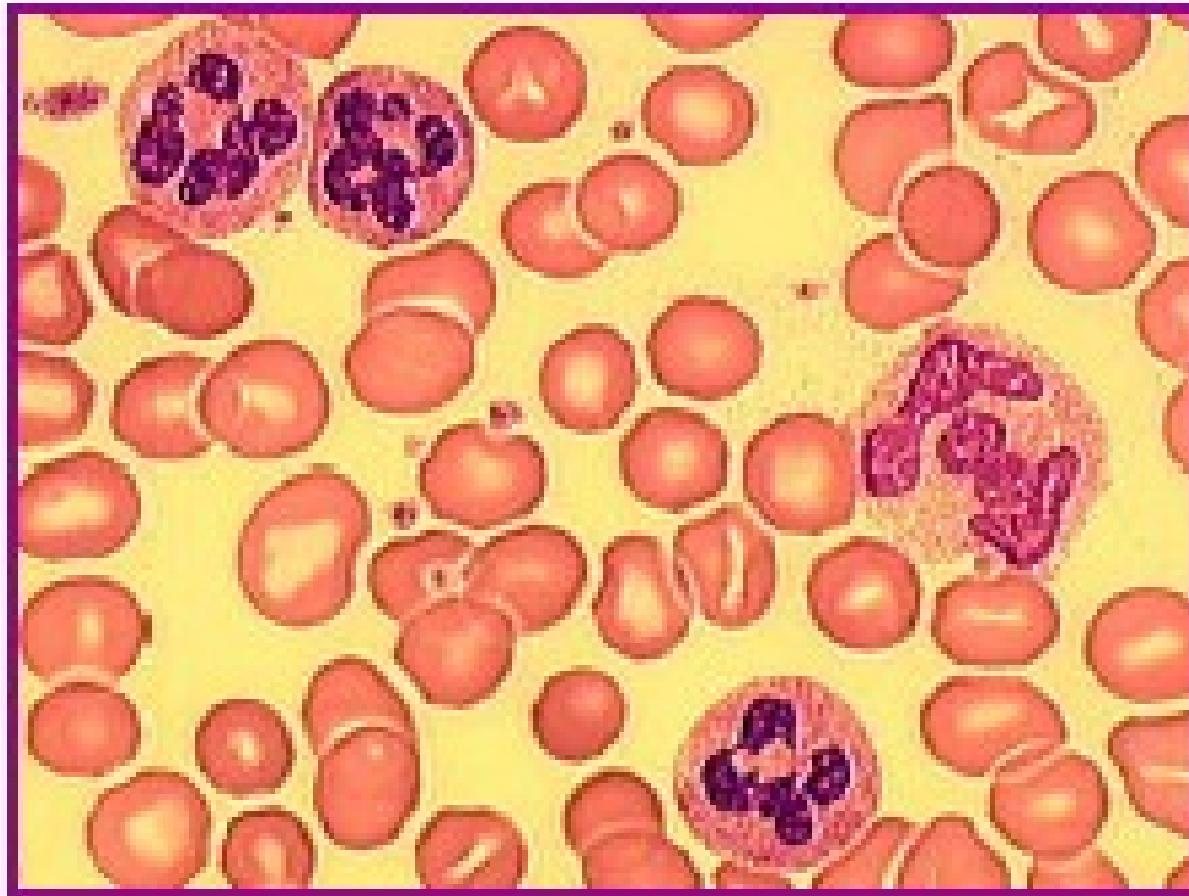
➤ Chimiotactisme:

les attire sur les lieux de l'inflammation grâce à l'IL-8 monocytaire et certaines fractions du complément.

➤ Phagocytose: destruction des bactéries

L'action de la myélopéroxydase des granulations azurophiles lui confère une activité bactéricide, qui lui permet de détruire les bactéries phagocytées

Les polynucléaires neutrophiles



Support de cours : ne remplace nullement
les cours magistraux donnés

polynucléaire neutrophile



Support de cours : ne remplace nullement
les cours magistraux donnés

b. *Les polynucléaires éosinophiles*

50 à 500 / mm³ (soit 1 à 3 % des globules blancs)

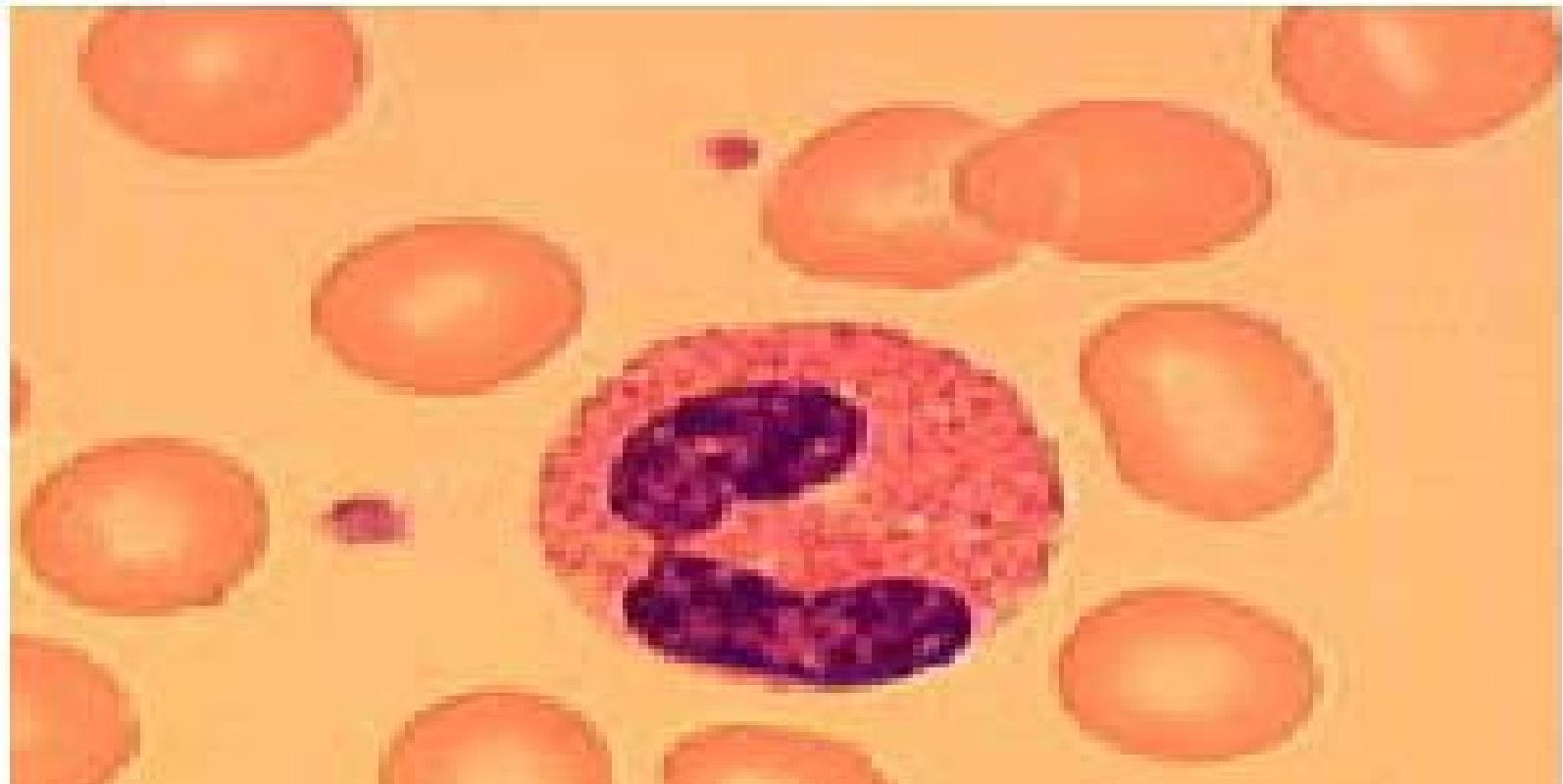
❖ *Demi-vie* dans le sang circulant de **4 à 5H**

Passent dans les tissus (peau, poumon, tractus digestif: 8 à 10 jours).

❖ **Fonctions :**

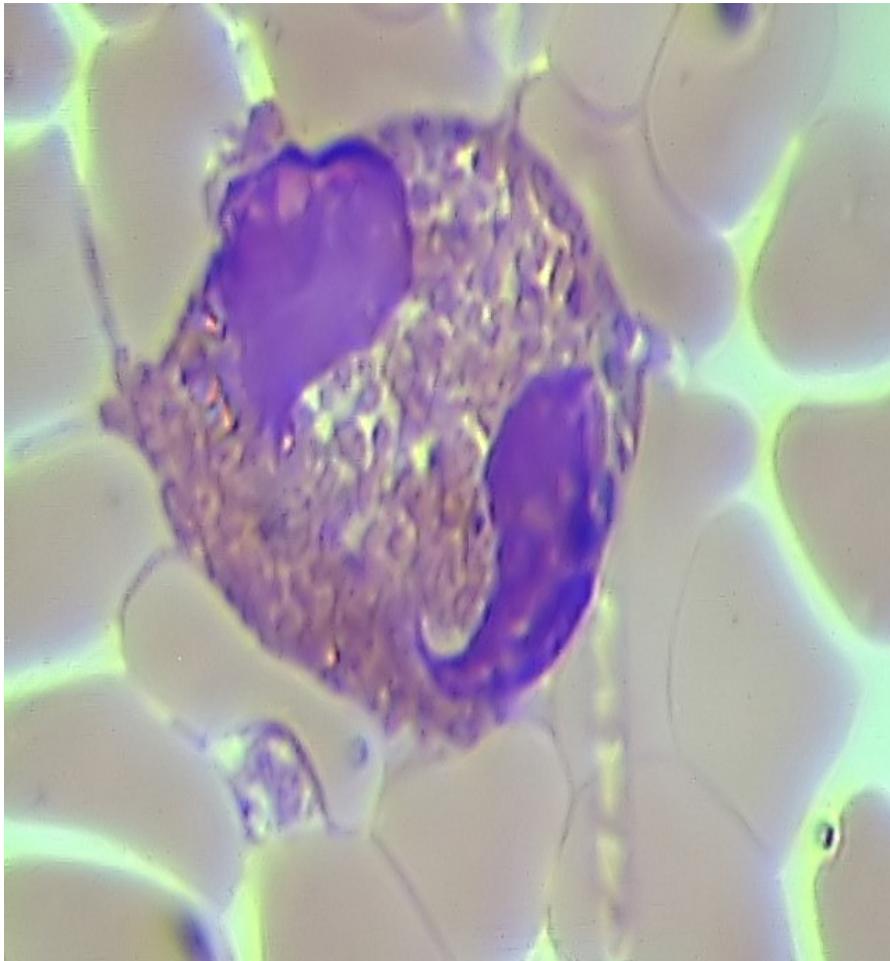
- ✓ réactions d'hypersensibilité immédiate et retardée
- ✓ Faibles propriétés de bactéricidie et de phagocytose
- ✓ Destruction des parasites
- ✓ Membrane plasmique possède un récepteur pour les IgE et l'histamine

Polynucléaire éosinophile



- Taille : 12-14 microns
- Noyau : Polylobé 2-3 lobes
- Cytoplasme : Clair, acidophile
- Granulations : Acidophiles, roses, nombreuse

polynucléaire éosinophile



Support de cours : ne remplace nullement
les cours magistraux donnés

c. Les polynucléaires basophiles

0 à 50 / mm³ (soit 0.1 à 1% des globules blancs)

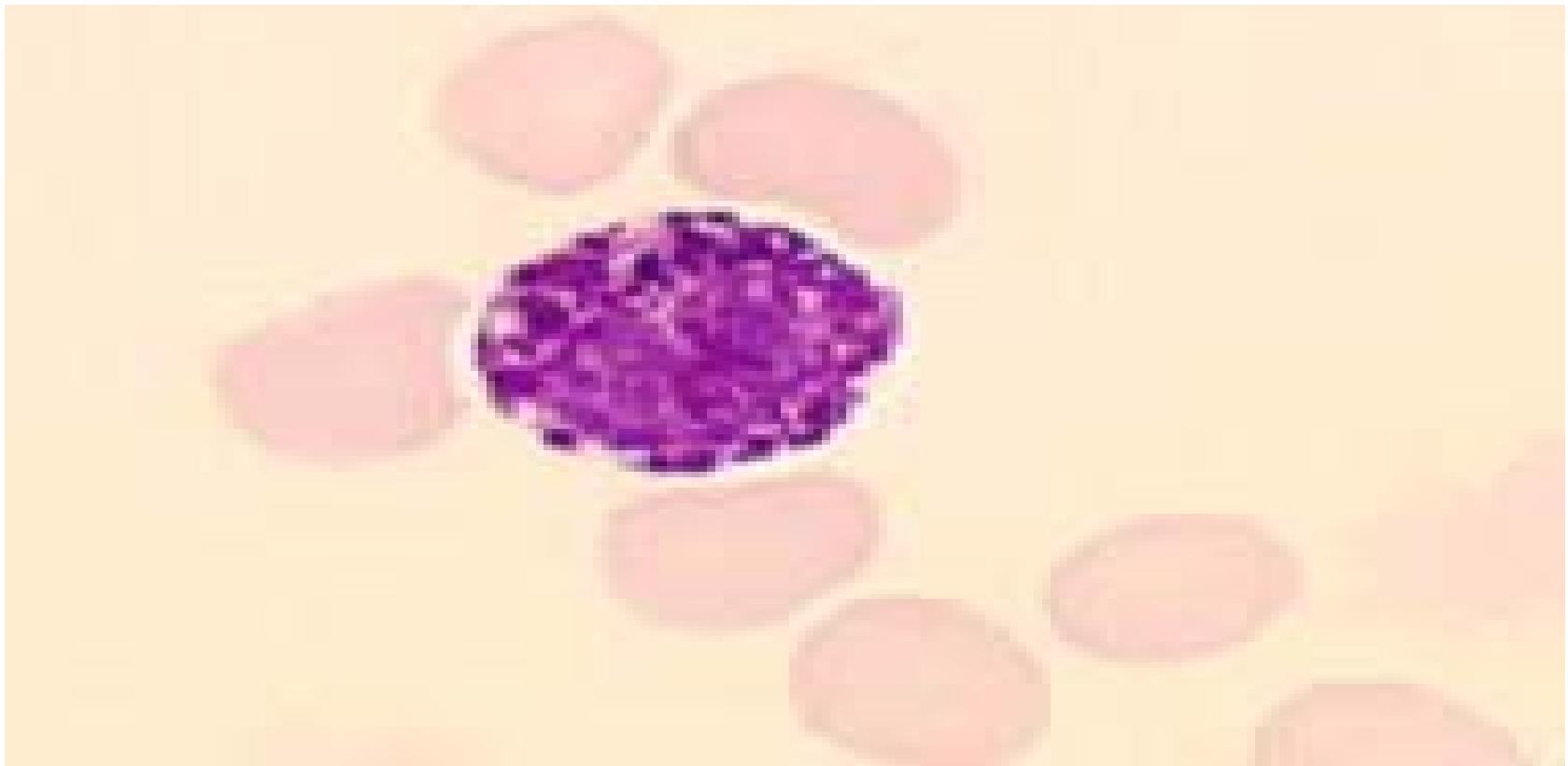
Granulations contenant de l'histamine

Fonctions:

Cellules des manifestations allergiques de type immédiat.

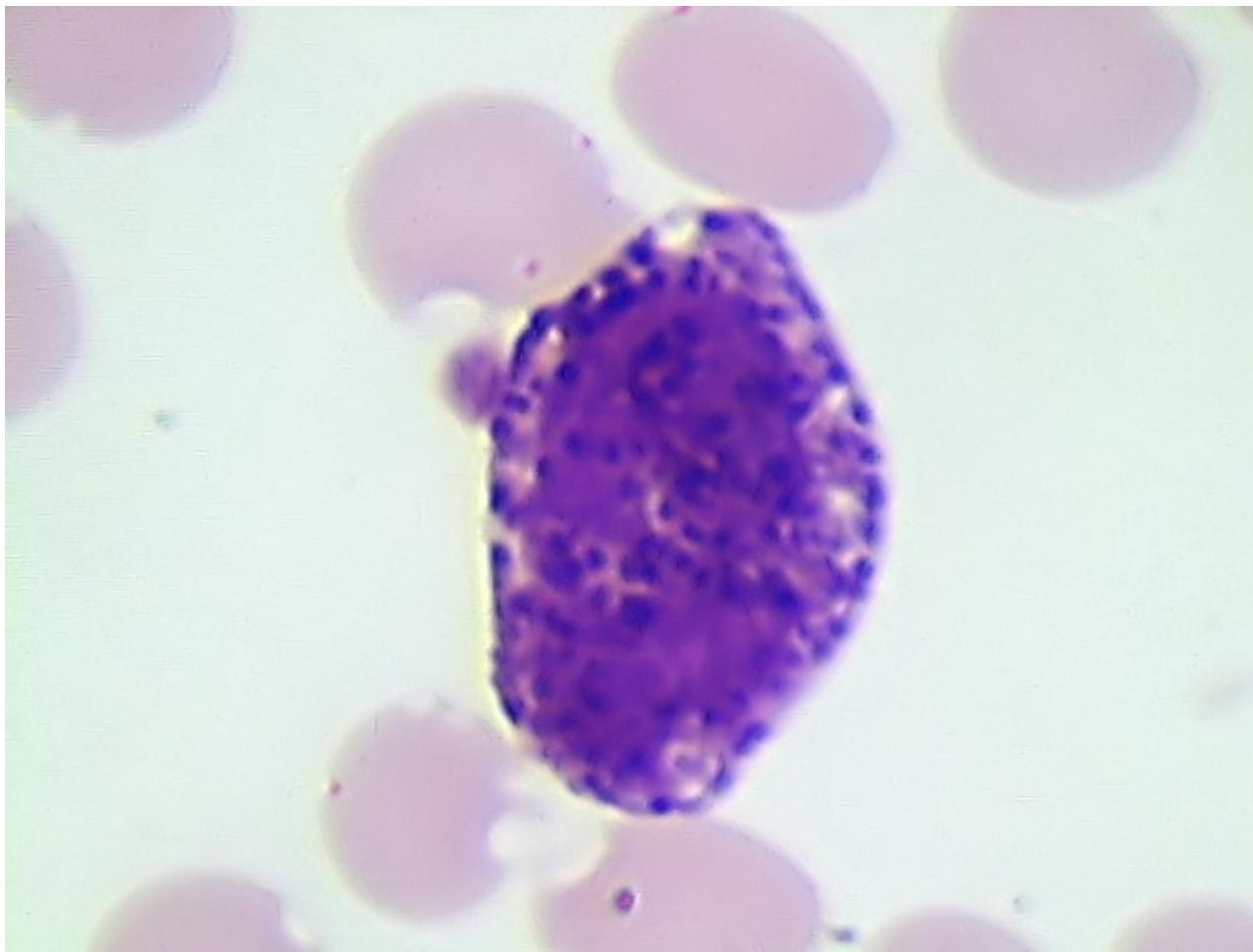
La membrane possède des récepteurs aux IgE spécifiques d'un allergène : le nouveau contact avec l'allergène provoque une dégranulation responsable des manifestations allergiques

Polynucléaire basophile



Granulations grossièrement arrondies, violet foncé, et masquent plus ou moins totalement le noyau.

polynucléaire Basophile

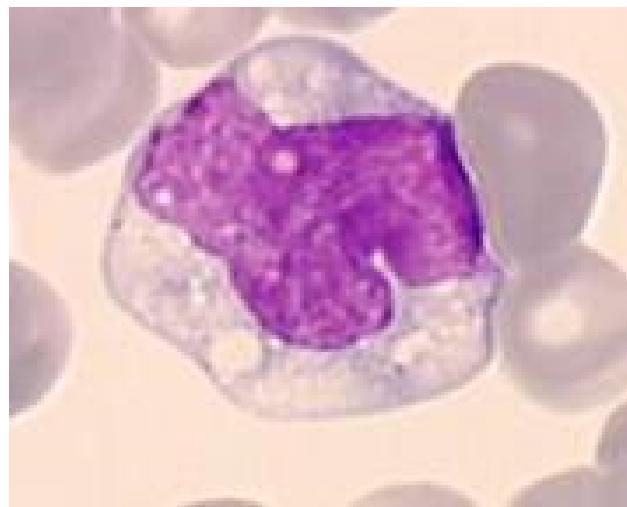


Support de cours : ne remplace nullement
les cours magistraux donnés

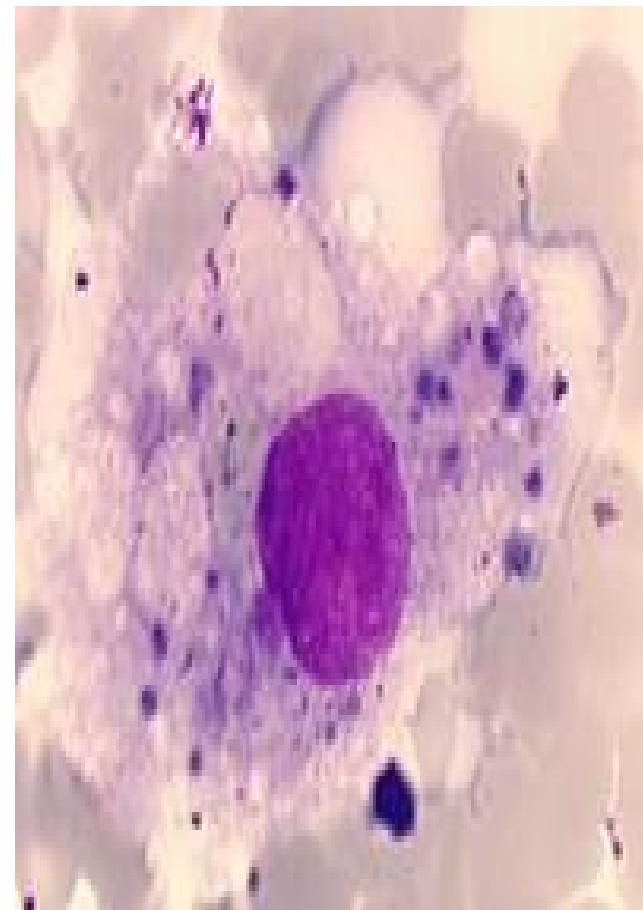
2. Les monocytes

- Naissent toujours dans la moelle puis passent dans la circulation sanguine (durée de vie **24 h** dans le sang)
- constituant les **monocytes** qui vont ensuite se fixer dans les différents organes où ils se différencient en **macrophages**(ingestion de débris cellulaires, bactéries...).
- Ce sont des cellules à noyau clair et à cytoplasme contenant de nombreuses granulations très petites, et jouent un rôle important dans **la réponse immunitaire, la réponse inflammatoire, la coagulation sanguine.**
- 100 à 700 / mm³ (soit 2 à 10% de l'ensemble des globules blancs)

Les monocytes

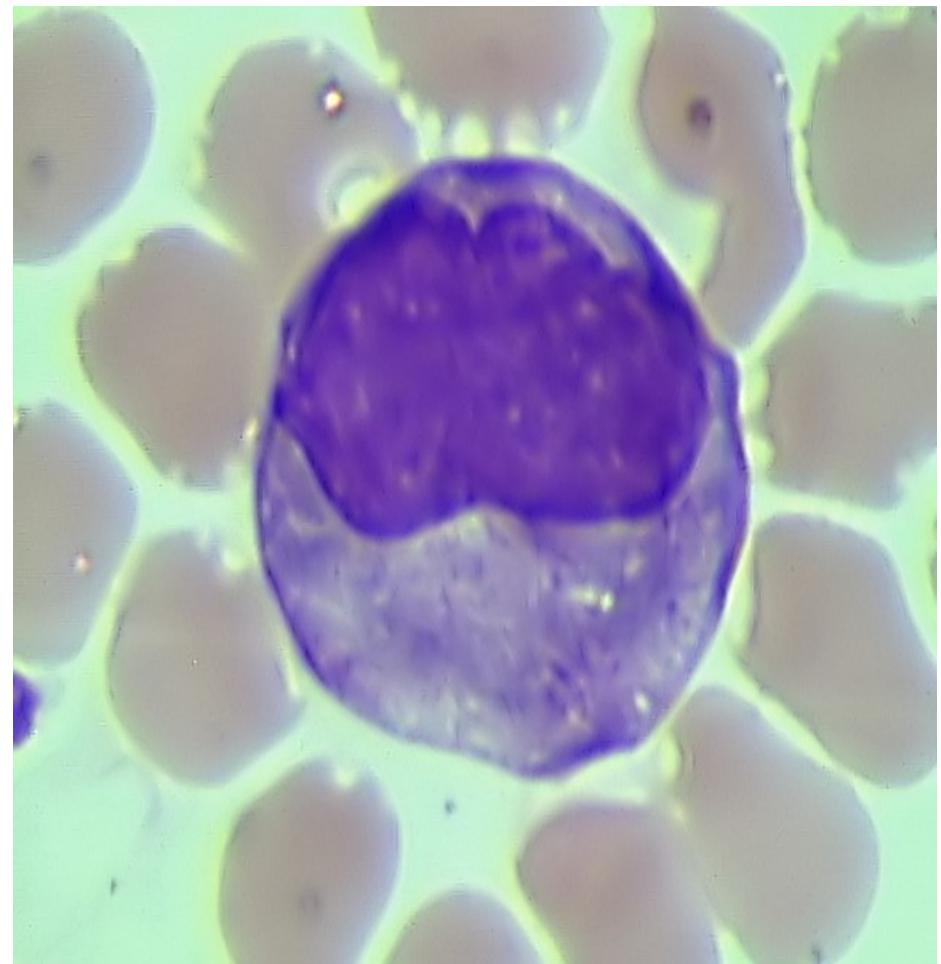
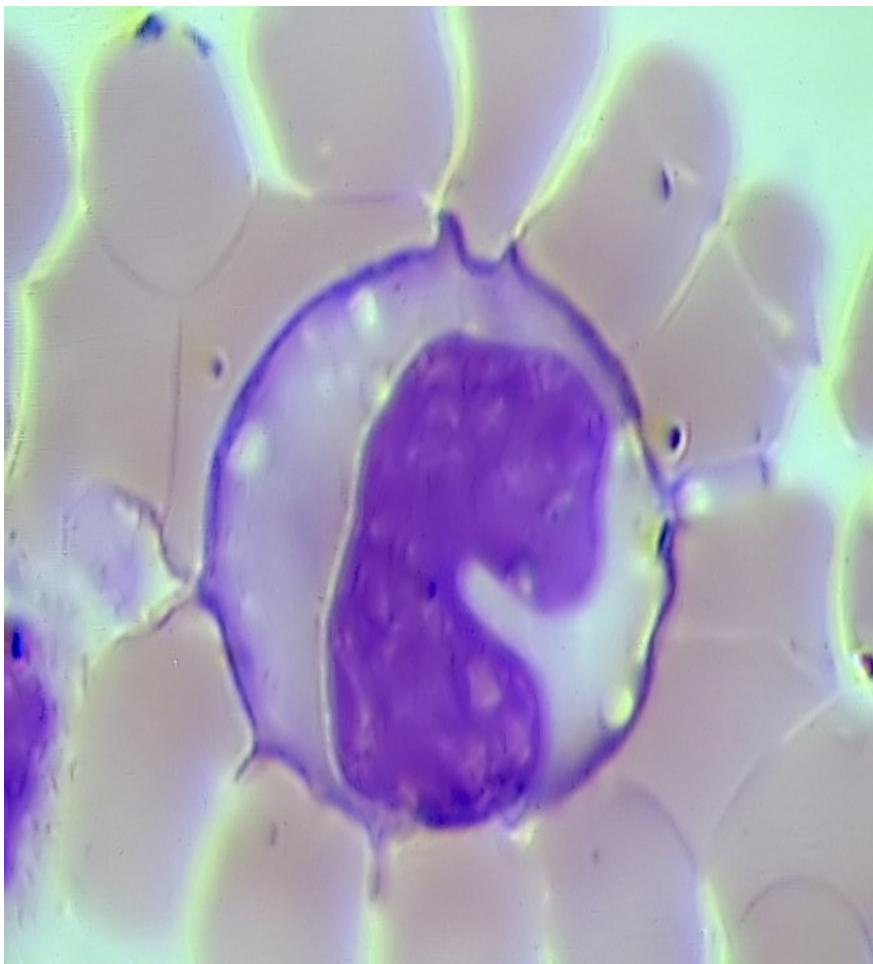


Histiocytes/macrophage



Support de cours : ne remplace nullement
les cours magistraux donnés

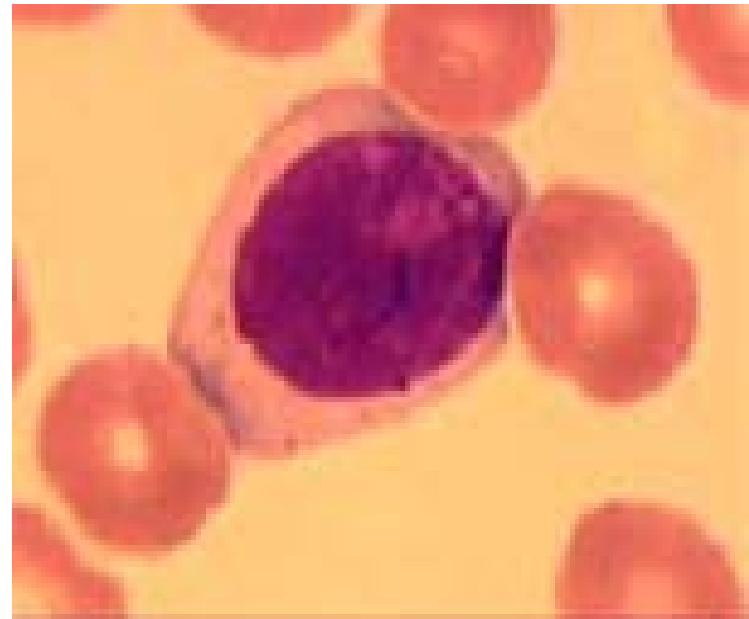
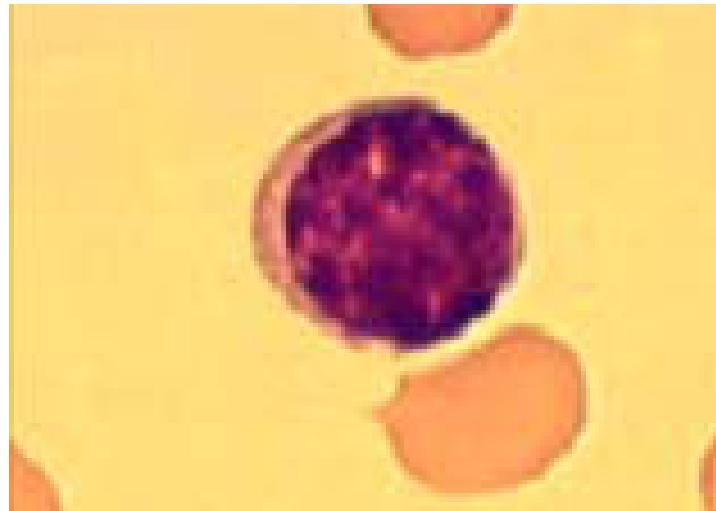
monocyte



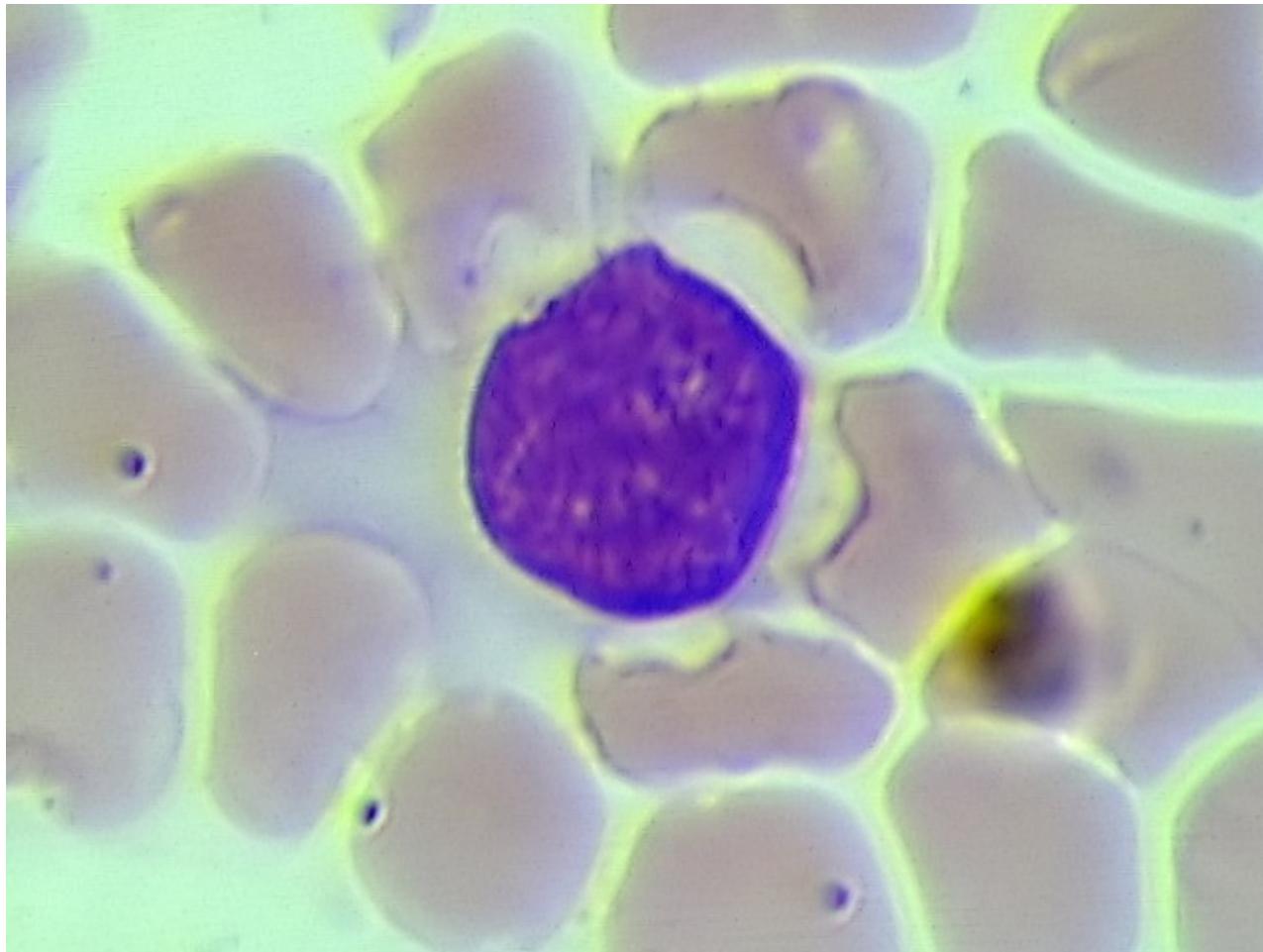
3. Les lymphocytes

se forment aussi dans la moelle mais les cellules subissent ensuite une maturation particulière dans les organes lymphoïdes ce sont les **lymphocytes**.

Leur nombre: 1500 à 4000 / mm³ (soit 10 à 20% des globules blancs)

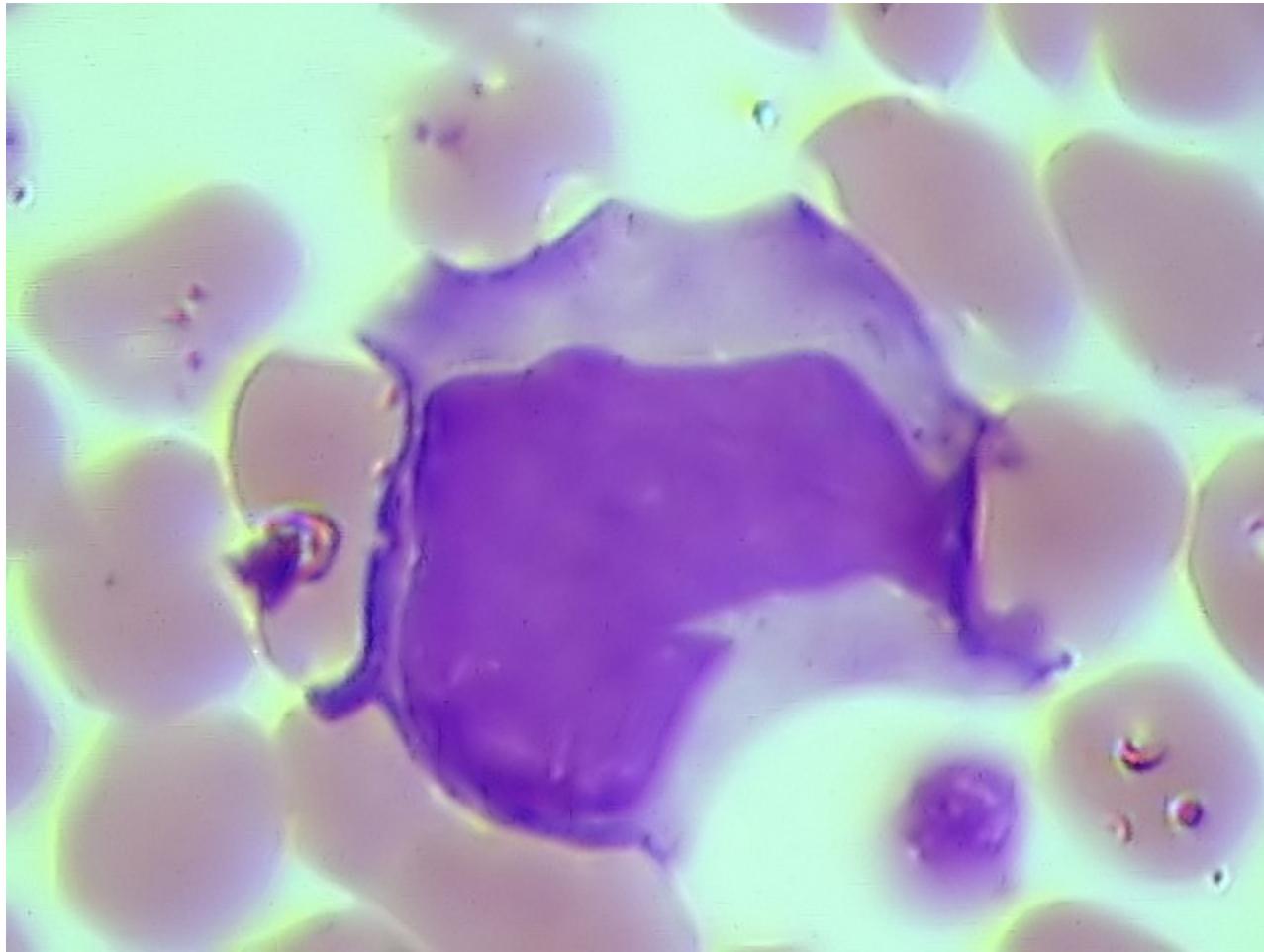


petit lymphocyte



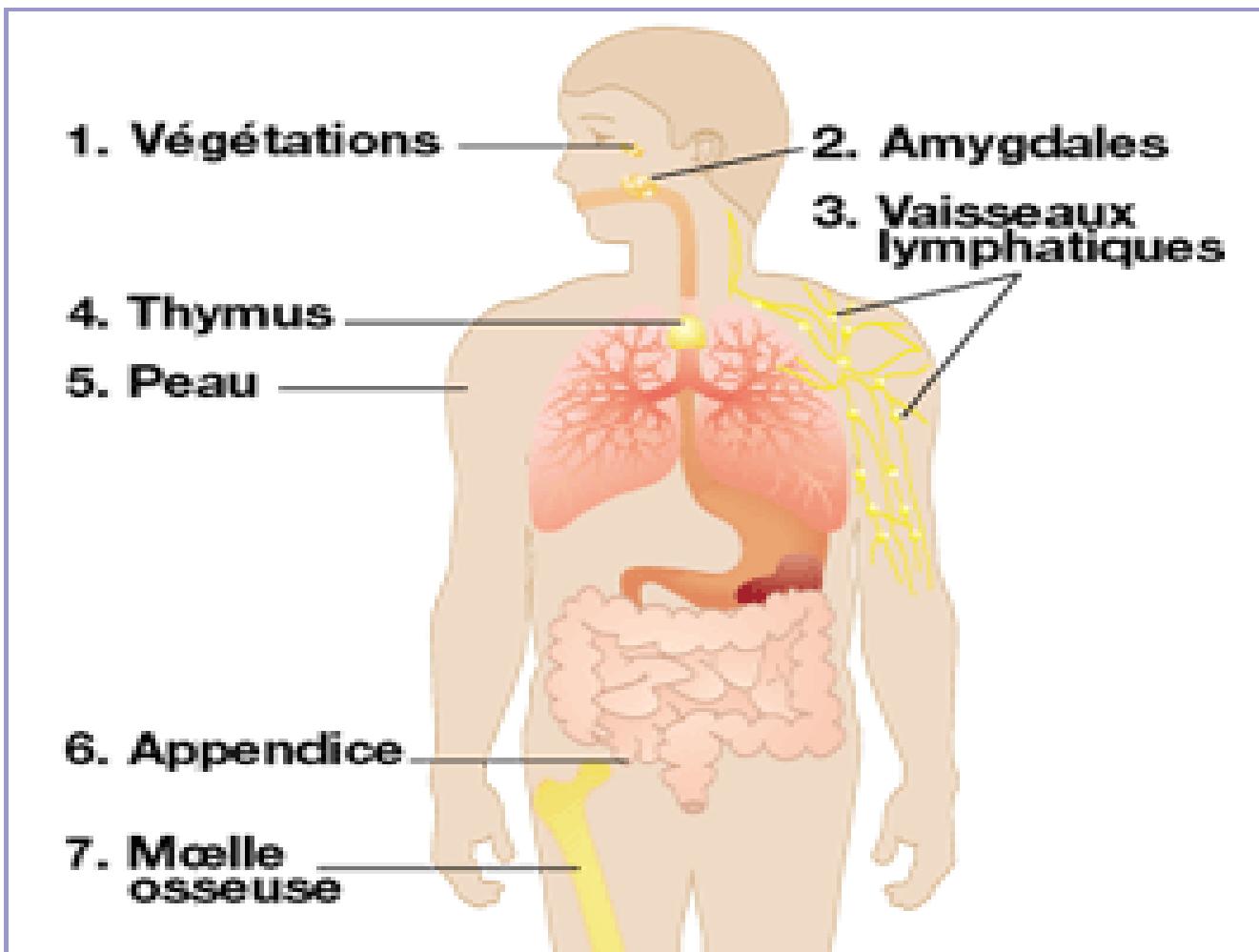
Support de cours : ne remplace nullement
les cours magistraux donnés

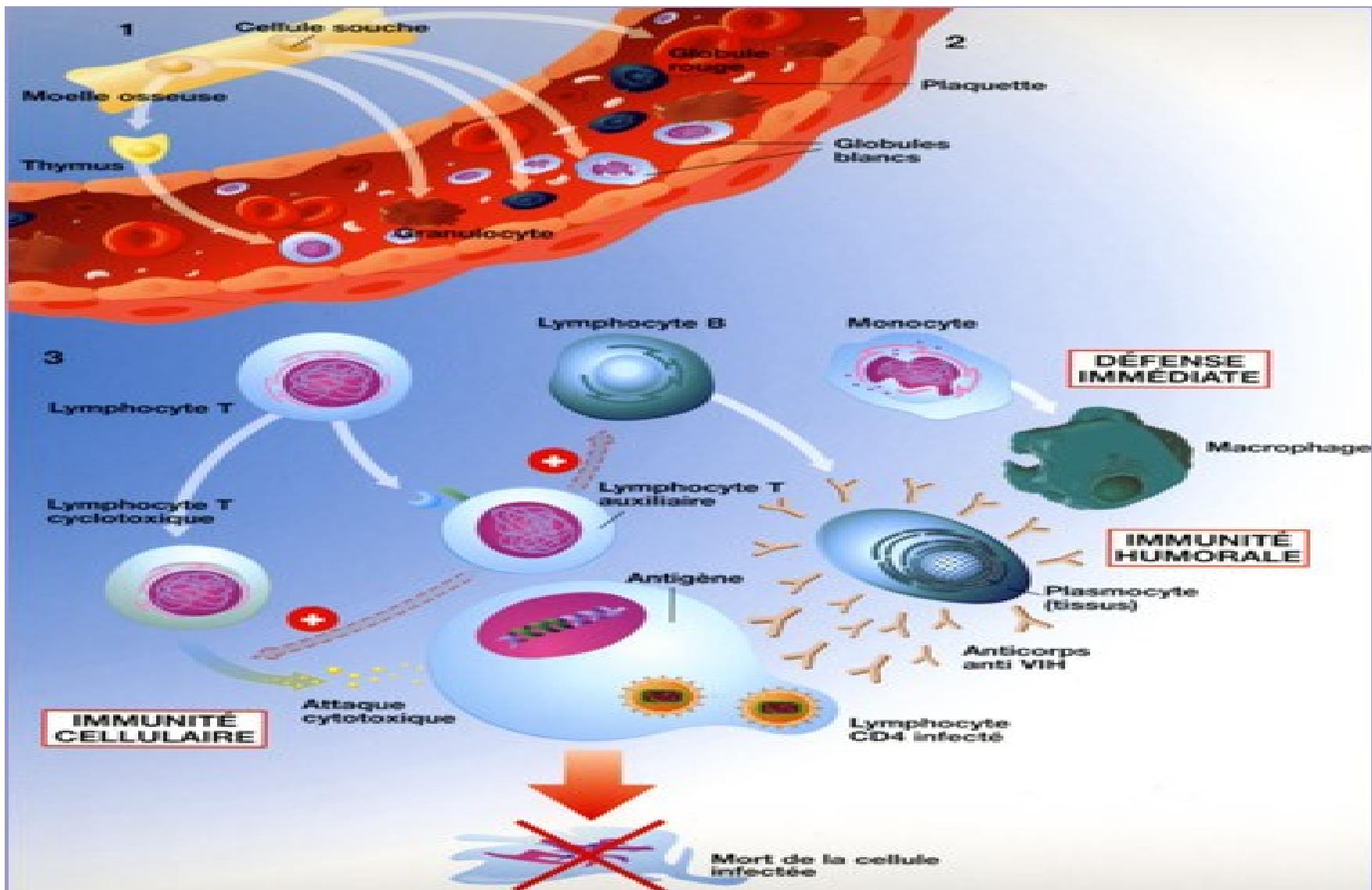
grand lymphocyte



Support de cours : ne remplace nullement
les cours magistraux donnés

LE TISSU LYMPHOÏDE



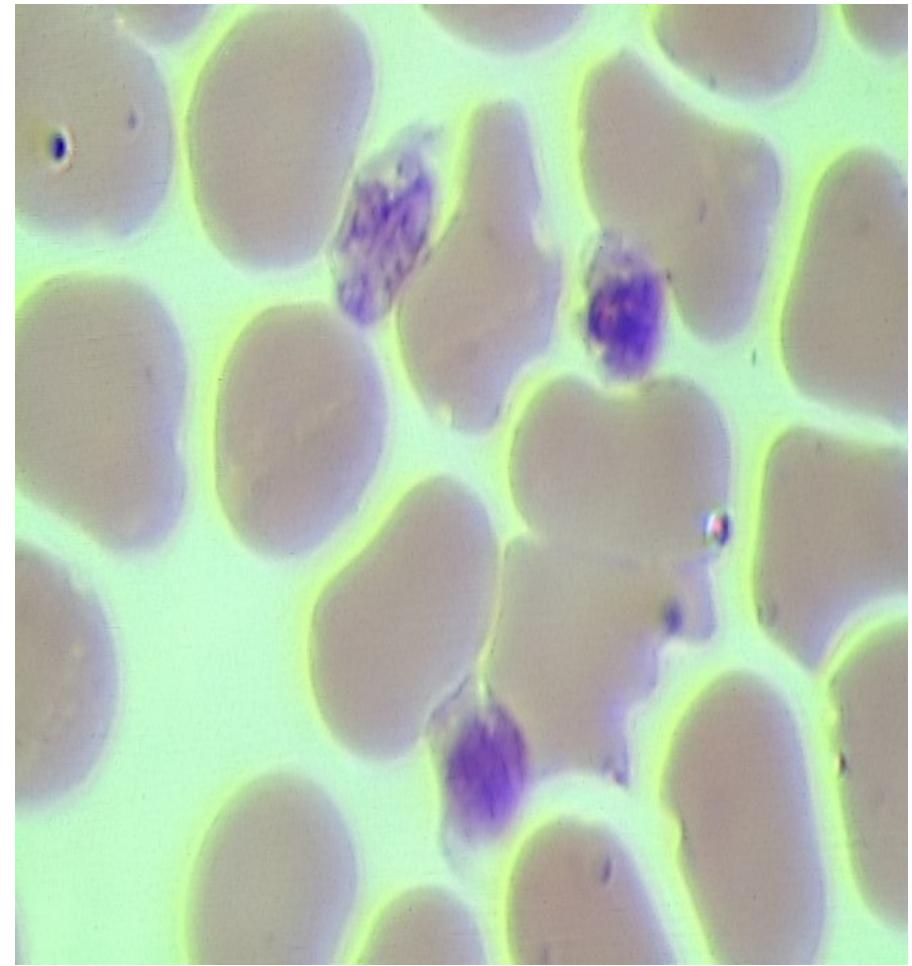
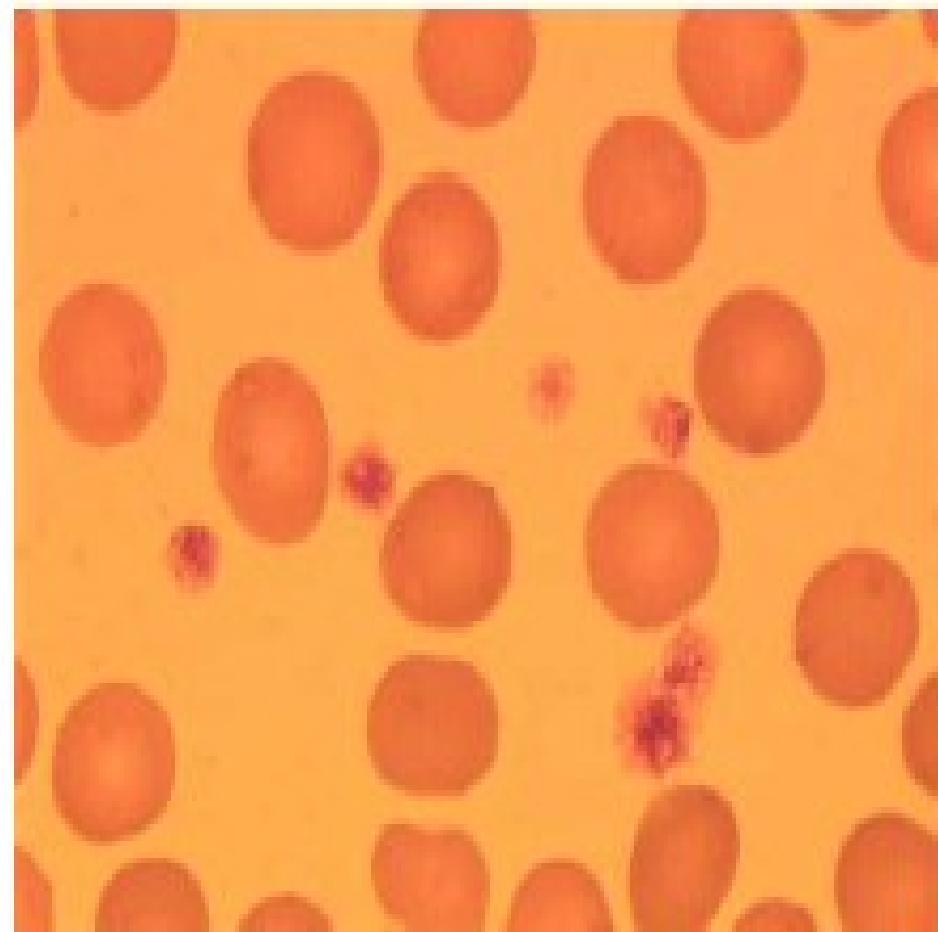


Support de cours : ne remplace nullement
les cours magistraux donnés

C. Les plaquettes ou thrombocytes:

- Les plaquettes sanguines (PS) sont des particules anucléées discoïdes provenant de la fragmentation du cytoplasme de grandes cellules de la moelle osseuse (qui se forme dans la moelle osseuse en 5 à 10 jours), les mégacaryocytes
- Leur durée de vie est de 7 à 10 jours, et à l'état normal les PS vieillies sont éliminées par les macrophages du système réticulo-histiocytaire de la moelle osseuse (également de la rate et du foie)

Les plaquettes



Support de cours : ne remplace nullement
les cours magistraux donnés

Leur fonction

- Rôle majeure est leur implication dans **l'hémostase** dite primaire, où elles seront les premiers éléments à intervenir dans l'arrêt du saignement : elles subiront localement diverses modifications en rapport avec leur activité hémostatique.
- Rôle important dans **la coagulation plasmatique**: La redistribution en surface des phospholipides anioniques de la partie interne de la membrane de la PLT sert de base à l'activation de facteurs de coagulation (Va et Xa), ce qui débute la génération de thrombine
- Rôle dans **la fibrinolyse** : Plus limité, cette fonction étant plus en rapport avec les cellules endothéliales

Autres fonctions

➤ - *Inflammation*

Les plaquettes peuvent majorer la réaction inflammatoire par la sécrétion de facteurs de perméabilité vasculaire, leur aptitude à promouvoir le chimiotactisme des polynucléaires neutrophiles (P-sélectine), et par la synthèse des prostaglandines.

➤ - *Immunologique*

Les plaquettes ont à leur surface un récepteur pour les IgE. Elles peuvent être activées par les complexes Ag/Ac

➤ - *Méタstase des cancers*

Les plaquettes forment des microthrombi autour des cellules malignes, favorisant à la fois leur immobilisation et leur pénétration dans les tissus. Les cellules tumorales sécrètent des facteurs stimulant l'angiogenèse

➤ - *Action sur la paroi vasculaire*

Les plaquettes sécrètent le PDGF, stimulant de la prolifération des fibres musculaires lisses.

➤ Leur rôle dans l'athérome a été rapporté

l'hémogramme normal

	Nouveaux nés	1 mois	1-12 ans	Hommes	Femmes	Grossesse
Hématies (1012/l)	5 - 5,4	4	4 – 5,5	4,5 – 5,9	4,1 – 5,1	3,5 – 4,5
Hématocrite (%)	55 - 68	38 – 48	38 – 52	42 - 55	38 – 48	32 - 42
Hémoglobine (g/dl)	17 - 21	12 – 16	11 – 17	13,5 - 18	12 - 16	10 – 13
VGM (μ3)	110 – 130	100 – 110	80 – 100	80 – 100	80 – 100	80 – 100
Leucocytes (10⁹/l)	9 – 30	5 – 20	4 – 15	4,5 – 11	4,5 - 11	4,5 - 11
Neutrophiles (10⁹/l)	6 – 25	1 – 10	1,5 – 8	1,8 - 7	1,8 - 7	1,8 - 7
Eosinophiles (10⁹/l)	0,02 – 0,8	0,1 – 1	0 – 0,6	0 – 0,4	0 – 0,4	0 – 0,4
Basophiles (10⁹/l)	0 – 0,6	0 – 0,2	0 – 0,2	0 – 0,01	0 – 0,01	0 – 0,01
Lymphocytes (10⁹/l)	2 – 11	2 – 17	1,5 – 10	1 - 4	1 - 4	1 - 4
Monocytes(10⁹/l)	0,4 – 3,1	0,2 – 2,4	0 – 1	0 – 0,8	0 – 0,8	0 – 0,8
Plaquettes (10⁹/l)	150 – 400	150 - 400	150 - 400	150 - 400	150 - 400	150 - 400

Support de cours : ne remplace nullement
les cours magistraux donnés

E. Exploration

- Hémogramme
- Myélogramme (cytologie)
- Biopsie médullaire (richesse, architecture)
- Cultures de progéniteurs
- Immunophénotypage (hémopathies)

III - Le plasma :

Le sérum est du plasma privé de fibrinogène. Formé surtout de 8 % de protéines, 0,8 % de minéraux (chlore, potassium, sodium, calcium, phosphore, magnésium) autre élément qui vont s'unir aux globulines formant des lipoprotéines.

On a aussi des acides aminés, du glucose, des déchets.

Il y a des proportions infimes de la vitamine, des hormones des enzymes des anticorps des agglutinines qui vont permettre de déterminer le groupe sanguin.

IV- Le sérum

contient les mêmes éléments que le plasma sauf la fibrine et les facteurs de coagulation

A microscopic image showing numerous red blood cells, which are biconcave discs, and several larger, irregularly shaped white blood cells. The background is black, making the red and blue-stained cells stand out.

Merci de votre attention

Support de cours : ne remplace nullement
les cours magistraux donnés