

LE TISSU SANGUIN

Introduction

1. Définition

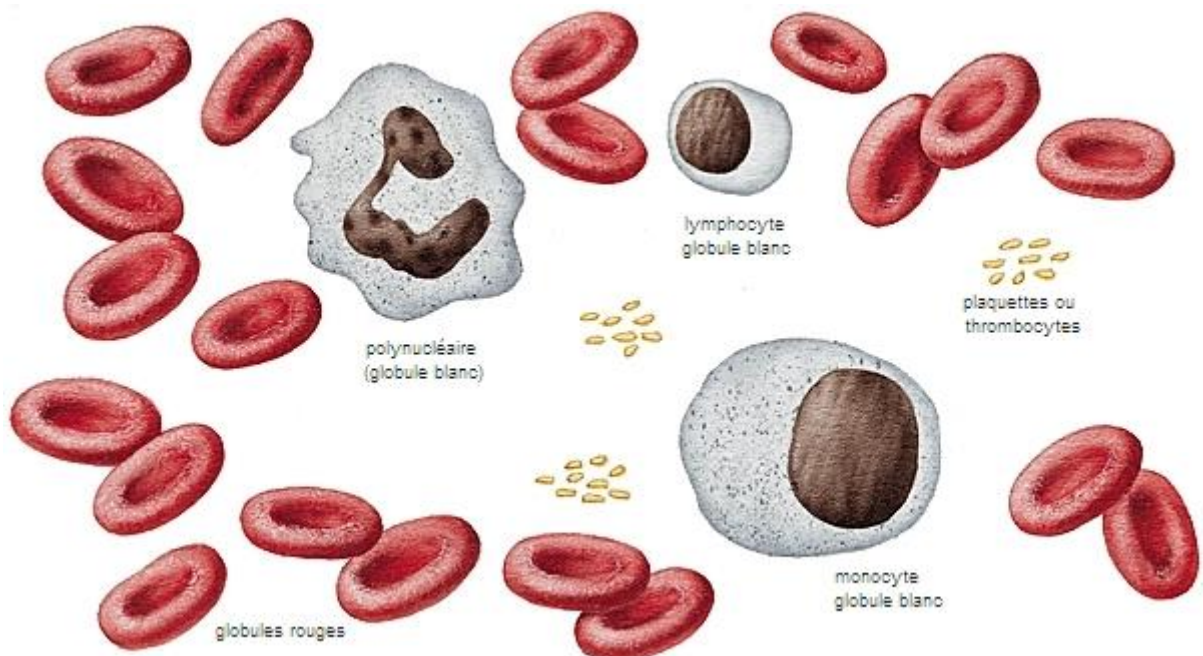
Le sang est un «tissu mésenchymateux (= tissu conjonctif) spécialisé». Il est contenu dans les vaisseaux sanguins.

Le sang comprend **le plasma** (55%) et **les éléments figurés** (45%).

Le plasma est constitué de protéines (albumine, globulines), d'enzymes, de lipides, de glucides, d'ions et de sels minéraux, de vitamines, de gaz dissous et d'eau.

Les éléments figures du sang regroupent 4 types de cellules :

- Les **globules rouges** (ou hématies ou érythrocytes)
- Les **globules blancs** (ou leucocytes)
- Les **plaquettes** (ou thrombocytes)
- Les **réticulocytes**



2. Origine et devenir des cellules sanguines

Toutes les cellules sanguines sont issues de la **moelle hématopoïétique**, elles sont issues de cellules souches multipotentes.

Les cellules sanguines rejoignent ensuite le compartiment sanguin.

Certaines d'entre elles gagnent différents organes ou elles exercent leurs différentes fonctions :

→ Les lymphocytes T immatures gagnent le thymus pour leur maturation, ils rejoindront ensuite les organes lymphoïdes secondaires (rate, ganglions) pour y exercer leurs fonctions ; les lymphocytes B gagnent directement les organes lymphoïdes secondaires. On retrouve également des lymphocytes au niveau des tissus conjonctifs

→ Les granulocytes et les monocytes sont retrouvés au niveau des tissus conjonctifs.

3- Globules rouges et réticulocytes

3-1- Introduction

– Les globules rouges sont également appelés **érythrocytes** ou **hématies**.

– Ils ont pour origine la **moelle hématopoïétique**. Ils dérivent d'une cellule souche multipotente qui donne une cellule souche myéloïde.

– Les réticulocytes sont les formes jeunes des globules rouges.

– Durée de vie = 120 jours.

– Leur destruction physiologique a lieu dans la moelle hématopoïétique, la rate et le foie.

– L'extravasation des globules rouges hors du compartiment vasculaire est pathologique.

3-2- Propriétés et fonctions

● Mobilité

Les hématies n'ont pas de mobilité propre ; leur déplacement est purement passif en fonction du courant sanguin.

● Plasticité et élasticité

Ces propriétés permettent aux hématies de s'étirer et ainsi de passer dans des capillaires de calibre très étroit et de reprendre, après une déformation temporaire, leur aspect normal.

● L'agrégation

Les hématies ne demeurent pas isolées mais ont tendance de s'accoler par leurs faces, formant ainsi des rouleaux. Ce phénomène est réversible. De cette propriété découle l'examen de la vitesse de sédimentation (**VS**)

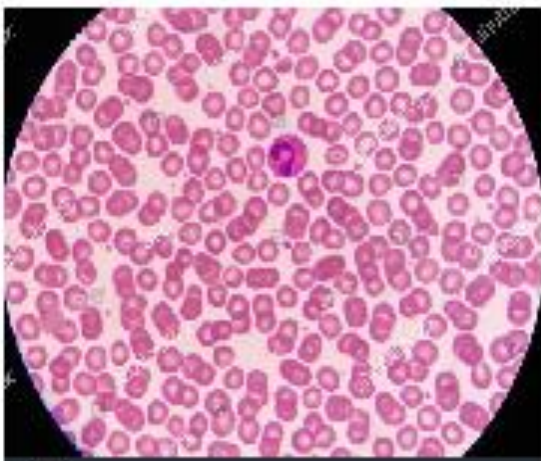
● L'agglutination

Dans certaines conditions, les hématies peuvent s'accoler les unes aux autres mais de façon irréversible. Cette agglutination est due à la formation de complexes antigènes – anticorps (découverte des groupes sanguins).

– naturellement **rouges** à cause de l'hémoglobine qu'ils contiennent et donnent ainsi au sang sa couleur.

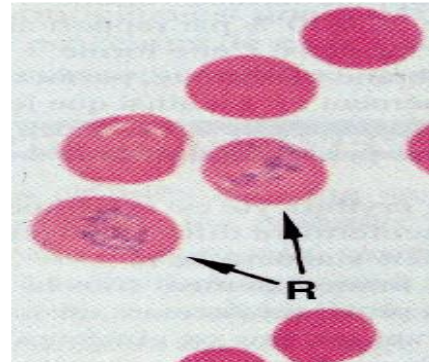
Le transport de l'oxygène et du gaz carbonique se fait par l'intermédiaire de l'hémoglobine. L'hémoglobine est formée de globine, protéine associée à quatre groupements hème. Chaque hème associe un noyau porphyrique à un atome de fer ferreux.

3-3- Microscopie optique

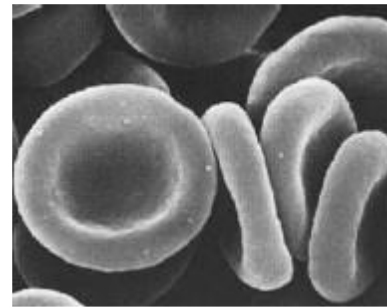
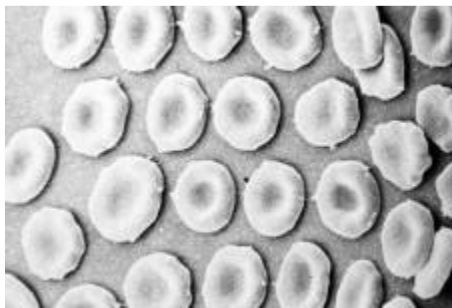


Les GR sont des cellules anucléées (sans noyau). Sur une coloration au MGG, ils apparaissent rose-orange, on dit que ce sont des cellules **acidophiles**. Cette coloration est plus intense en périphérie.

Les réticulocytes ne sont pas visibles au MGG.
 Il faut donc les visualiser avec une coloration spéciale : le bleu de Crésyl. On observe des débris nucléaires.



3-4-Microscopie électronique à balayage



Les globules rouges apparaissent sous la forme d'un disque biconcave.
 C'est cette forme particulière qui explique que la coloration en périphérie soit plus intense que la coloration centrale (épaisseur plus importante en périphérie).

3-5-Numération des globules rouges

Elle s'exprime en nombre de cellules par litre de sang (ou en nb/mm³).

Attention il faut connaître l'unité : 10¹²/L de sang ou 10⁶/mm³.

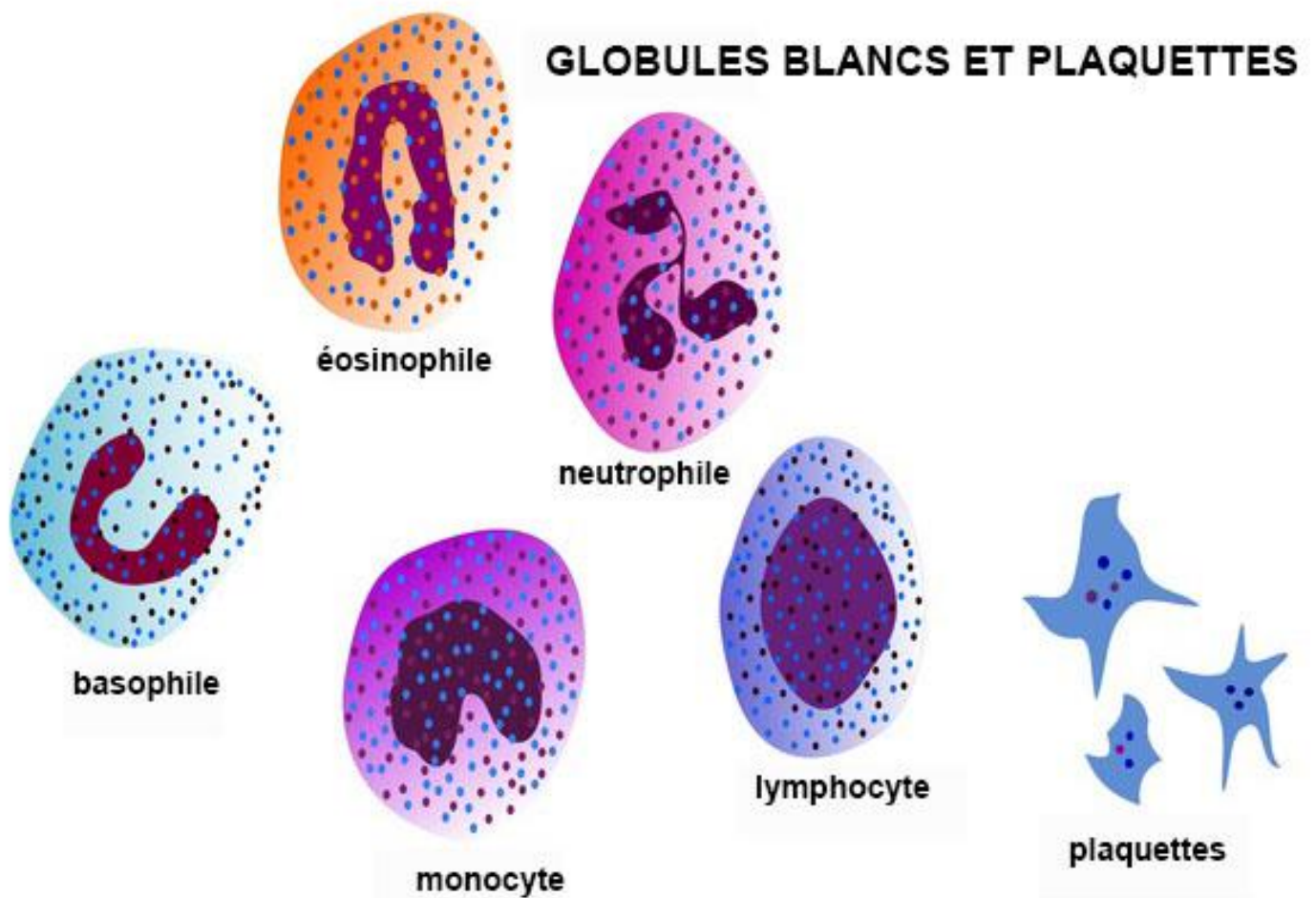
		Chien	Chat	Cheval de sang	Bovin
Globules rouges	$\times 10^{12}/l$	6,7 (5,5-8,5)	7,5 (5,0-10,0)	8,3 (6,8-12,9)	7,0 (5,0-10,0)

S'il y a une diminution du nombre de globules rouges, on parle d'anémie. Dans le cas contraire, on parle de polyglobulie.

3-6-Taille du globule rouge

- Homme, chien : 7 μ m de diamètre
- Chat, cheval, bovin : 6 μ m
- Ovin : 4,5 μ m
- Caprin : 3 μ m

4- Les globules blancs



4-1- Introduction

Les globules blancs sont aussi appelés **leucocytes**. Ils comprennent les **leucocytes granuleux** (appelés également granulocytes ou polynucléaires) et les **leucocytes hyalins**.

Les leucocytes hyalins sont divisés en 2 groupes : les **lymphocytes** (B, T et cellules NK) et les **monocytes**.

– Toutes ces cellules ont pour origine la **moelle hématopoïétique**.

Les leucocytes sont issus d'une cellule souche multipotente qui donne naissance à une cellule souche lymphoïde (CFU-L) pour tous les lymphocytes, et une cellule souche myéloïde (CFU-GEMM) pour tous les granulocytes et les monocytes (NB: c'est la même cellule souche que pour les GR et les plaquettes).

4-2- Fonctions

Ils participent aux réactions immunitaires innées et acquises des phénomènes inflammatoires que l'organisme a normalement développés pour se défendre contre les agents pathogènes (bactéries, virus, parasites...).

4-3- Les granulocytes

Les granulocytes comprennent les neutrophiles, les éosinophiles et les basophiles. Ces cellules ont des propriétés tinctoriales différentes.

Remarque : le terme « polynucléaires » pour désigner les granulocytes est un terme impropre car ces cellules possèdent un noyau unique mais polylobé

4-3-1- Caractéristiques communes

● Noyau

– polylobé : les lobes sont reliés entre eux par de fins ponts de chromatine

– la chromatine des lobes est dense, bien colorée au MGG

● Cytoplasme : présence de granulations

4-3-2-Fonctions

La fonction principale des granulocytes est la défense de l'organisme contre les agents pathogènes :

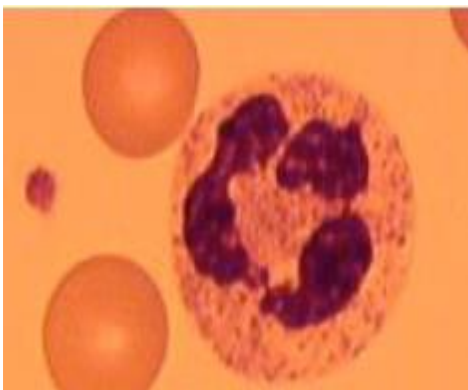
- bactéries mais aussi de nombreux virus pour les **neutrophiles**
- vers parasites (helminthes) pour les **éosinophiles**
- parasites pour les **basophiles**.

4-3-3-les granulocytes neutrophiles

Ils sont également appelés polynucléaires neutrophiles (PNN).

- **origine** : la **moelle hématopoïétique**. 90% des neutrophiles sont en réserve dans la moelle hématopoïétique
- **sang** : 10% de tous les neutrophiles sont dans la circulation sanguine, leur **demi-vie** est de 6 à 8 heures.

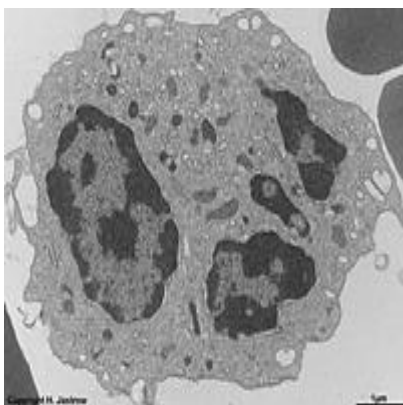
●Microscopie optique



- **taille** : 12 à 14 μm
- **noyau polylobe** : 3 à 5
- **cytoplasme éosinophile** avec **granulations azurophiles** et **neutrophiles (spécifiques)**

Chez le chien, le chat, les ruminants et le cheval, les granulations sont difficiles à voir. Dans tous les cas le noyau est à chromatine dense.

●Microscopie électronique



Le noyau a une chromatine dense, le cytoplasme contient deux types de granulations : les **granulations non spécifiques ou primaires**, azurophiles qui renferment une myéloperoxydase, des hydrolases acides et du lysosyme et des **granulations spécifiques secondaires**, neutrophiles, de petite taille (0,3 à 0,8 μm)

éparses dans le cytoplasme.

Valeurs chiffrées :

Quand on s'intéresse à un hémogramme, il faut utiliser les nombres absolus (pas les pourcentages).

Pour le chien, on a en gros 70% de GNN soit 3000-11500/mm³

Chez les bovins, on a 28% de GNN soit 600-4000/mm³

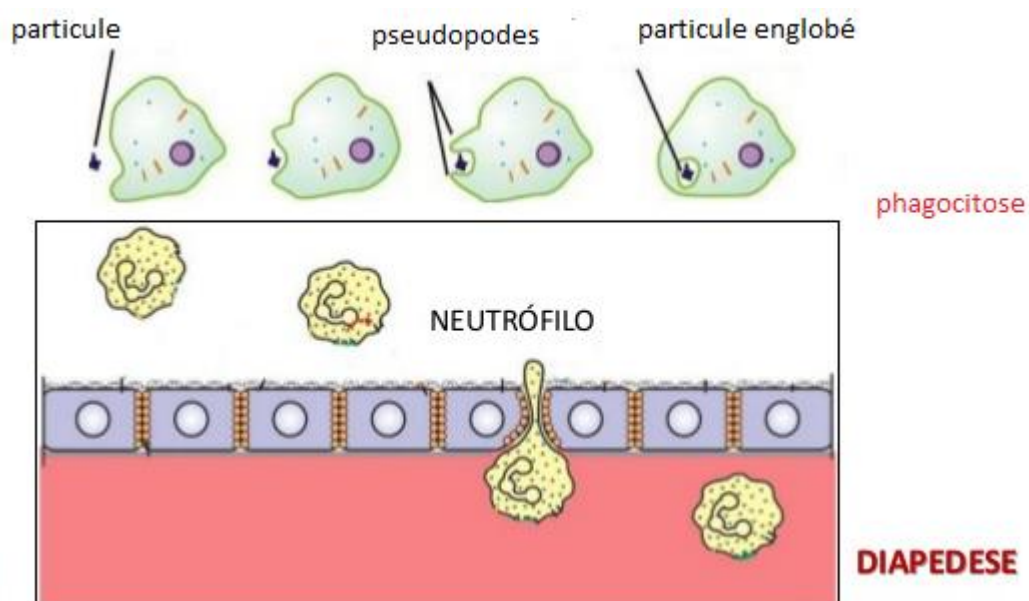
Le chat, 35 à 75% soit 2500-12500/mm³

Le Chien : entre 3000 et 11500/mm³

Les PNN sont capables de traverser la paroi endothéliale diapédèse

Les PNN sont capables de phagocytose.

Les polynucléaires neutrophiles jouent un rôle de phagocytose, interviennent dans les processus d'infections bactériennes et dans les réactions inflammatoires provoquées par l'accumulation de microbes, de toxines et de débris cellulaires. Ils sont très mobiles, se déplacent par les pseudopodes comme les amibes. Ils ont la possibilité de traverser la paroi des capillaires sanguins (diapédèse) pour passer dans les tissus, y exercer leur fonction et y mourir. Les polynucléaires neutrophiles ont une durée de vie courte (3 à 4 jours). Ils sont incapables de se diviser.



4-3-4-Les granulocytes éosinophiles

Ils sont également appelés les polynucléaires éosinophiles (PNE).

– **origine : moelle hématopoïétique**

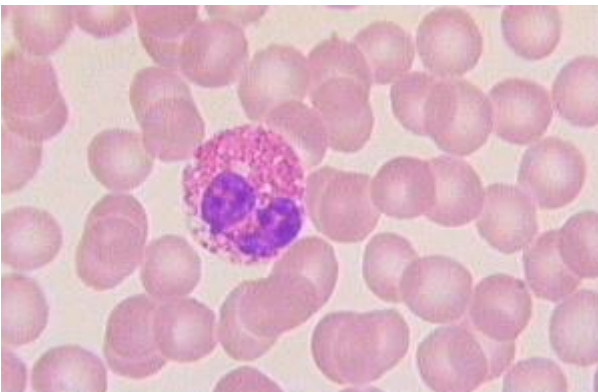
– **Fonction :**

- ▶ phagocytose moindre que les neutrophiles
- ▶ Destruction des organismes trop volumineux pour être phagocytés

Les PNE, tout comme les PNN, sont mobiles et capables de phagocytose.

Ils interviennent également dans la défense de l'organisme pour lutter contre les parasites. Ces granulocytes effectuent la diapédèse. Leur durée de vie varie de 8 à 10 jours et ils sont incapables de se diviser.

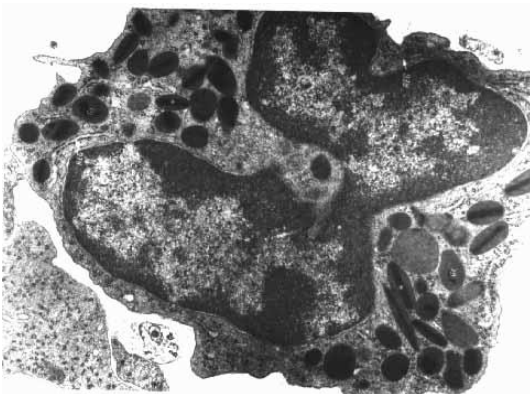
●Microscopie optique



Taille : 10 à 14 μm

- noyau bilobé
- grosses granulations rose orangées
- granulations **azurophiles**

●Microscopie électronique



Les granulations spécifiques, éosinophiles sont volumineuses, de 0,5 à 1,5 μm de diamètre et contiennent une matrice granulaire au sein de laquelle se trouve une formation cristalloïde allongée. Ces granulations contiennent une peroxydase (différente de la myéloperoxydase des neutrophiles) et des hydrolases acides.

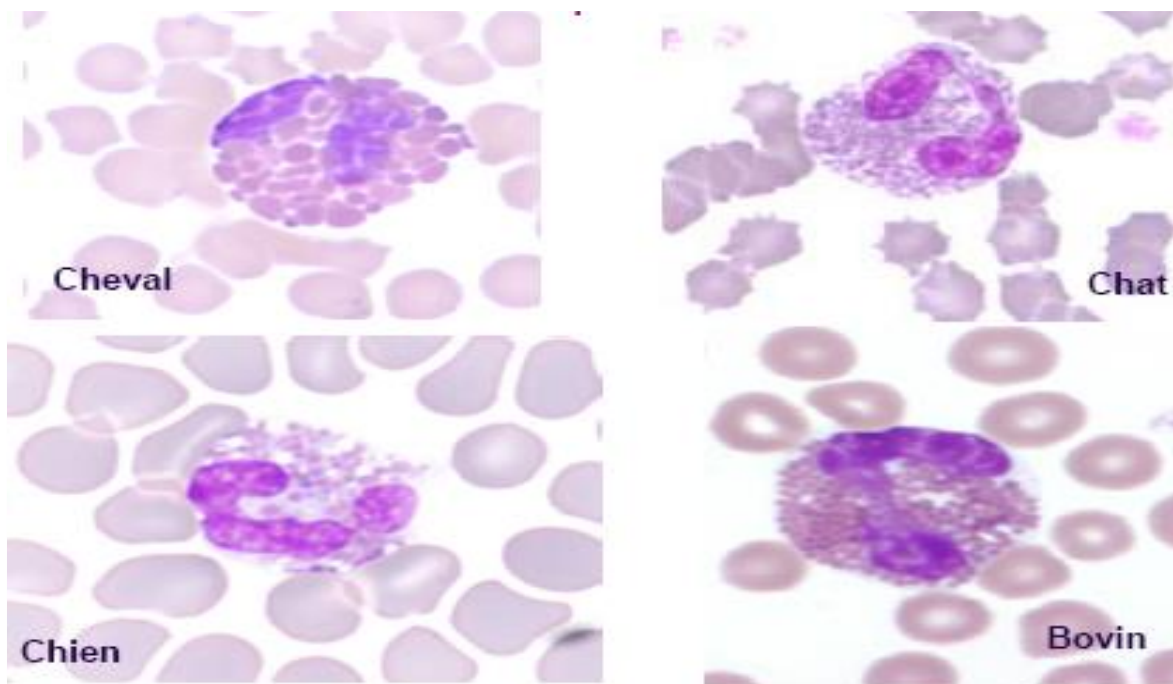
● **Caractéristiques selon les espèces :**

Homme et bovin : granulations rondes de taille moyenne, nombreuses et parfois superposées au noyau.

Cheval : il a les plus grosses granulations. Elles peuvent être ovalaires et parfois cachent le noyau

Chat : Ces granulations sont nombreuses en forme de bâtonnets

Chien : Granulations de forme variable, pas très souvent rondes, de taille différente. Il peut y en avoir beaucoup comme pas beaucoup. Le fond cytoplasmique n'est pas blanc à la différence des autres espèces mais légèrement basophile avec des vacuoles optiquement vides, spécifiques du chien.



Valeur chiffrée :

Ce sont des cellules qui sont peu rencontrées.

Chien : entre 100 et 1250/mm³

Chat de 0 à 1500/mm³

Idem pour les bovins et le cheval.

4-3-5- Les granulocytes basophiles

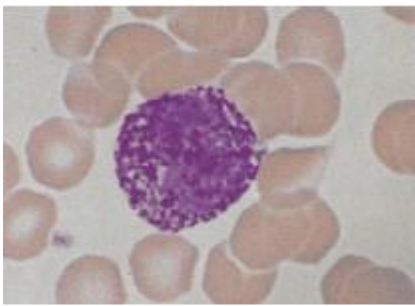
Ils sont également appelés polynucléaires basophiles.

– origine : **moelle hématopoïétique** ;

– **fonctions** : défense de l'organisme contre certains parasites, manifestations allergiques via leurs récepteurs aux IgE de haute affinité et leur contenu en histamine

Ils peuvent effectuer la diapédèse. Leur durée de vie varie de 12 à 15 jours et ils sont également incapables de se diviser.

●Microscopie optique

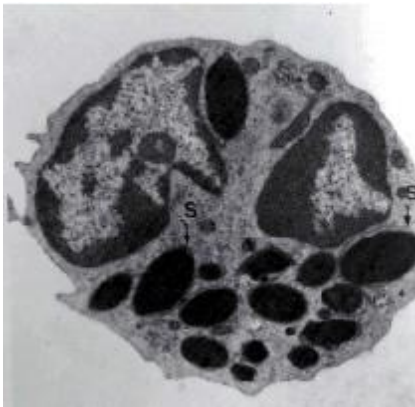


– taille : 10 à 14 μm

– noyau peu segmenté

– grosses granulations violettes masquant le noyau

●Microscopie électronique



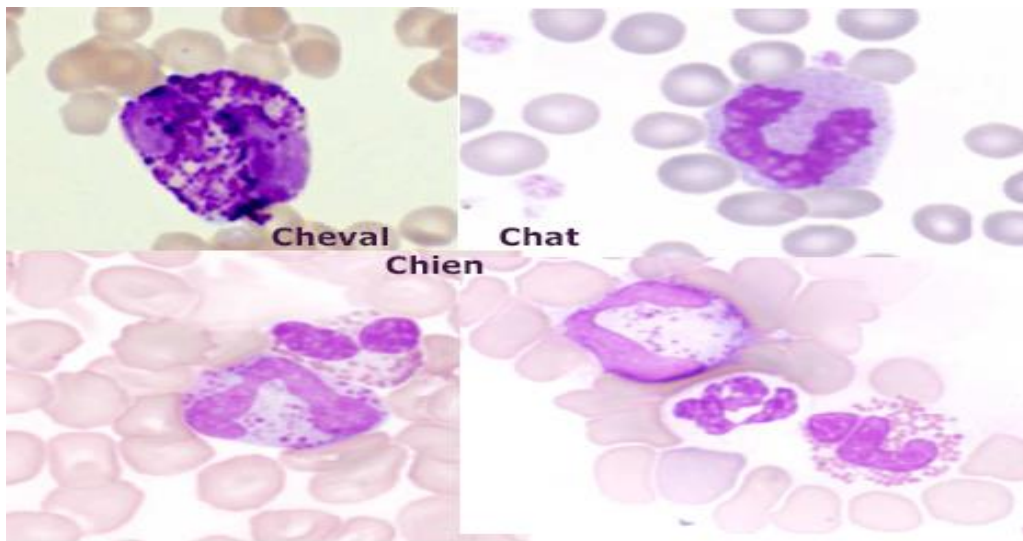
– grosses granulations, 0,2 à 1 μm de diamètre

Caractéristiques par espèces :

Cheval : noyau bilobé, granulation basophile que l'on voit superposées au noyau. Idem chez Bovin, ovin, caprin et homme.

Chien : quelques petites granulations basophiles sur un fond cellulaire légèrement grisé.

Chat : granulations très nombreuses en forme de grain de riz non basophile car sont bleues lilas ou bleues lavande.



Valeurs chiffrées :

Cheval : 0-280/mm³

Bovin 0-200 /mm³

4-3-6-Les monocytes

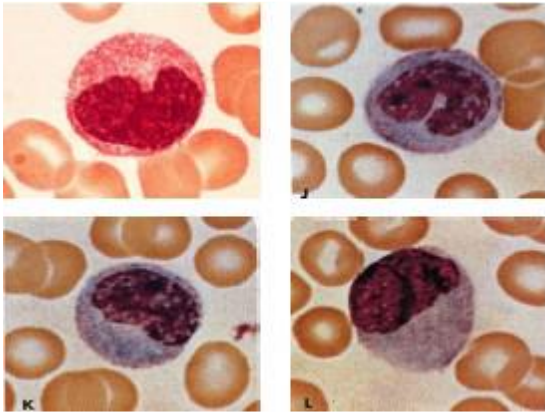
- **origine** : moelle hématopoïétique ;
- **durée de vie** : environ 24h dans le sang
- passent dans les tissus pour devenir des **macrophages**

--Fonctions

Phagocytose des bactéries, corps étrangers, cellules vieillissantes, débris, etc...

Ils participent activement dans la défense de l'organisme

●Microscopie optique



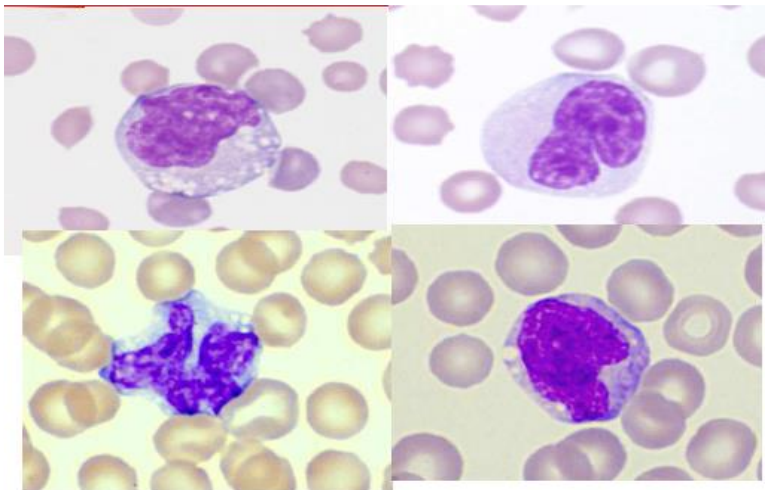
– taille : 15 à 20 μm

– noyau excentrique

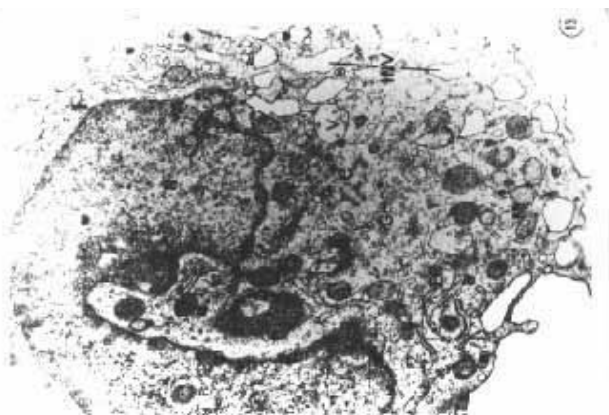
C'est la plus grosse des cellules sanguines.

Elle mesure 25 à 30 μm de diamètre. Elles sont comparables quel que soit l'espèce animale.

Le noyau est aussi énorme, mais son rapport nucléo-plasmique (RNP) est plus faible que pour les lymphocytes car il y a plus de cytoplasme.



●Microscopie électronique



la chromatine est fine, les organites bien développés et situés dans l'encoche du noyau.

Il existe de nombreuses granulations azurophiles, de petite taille correspondant à des lysosomes. La membrane plasmique est irrégulière avec de nombreuses expansions et

microvillosités. Les monocytes représentent 2 à 10 % de l'ensemble des globules blancs.

Il s'appelle **monocyte dans le sang** et dès qu'il passe **dans les tissus, il s'appelle macrophage.**

Données numériques :

	<i>Chien</i>	<i>Chat</i>	<i>Cheval de sang</i>	<i>Bovin</i>
%	5,2 (3-10)	3 (1-4)	4,5 (0-7)	4,0 (2-7)
/μl	150-1350	0-850	0-1000	25-840

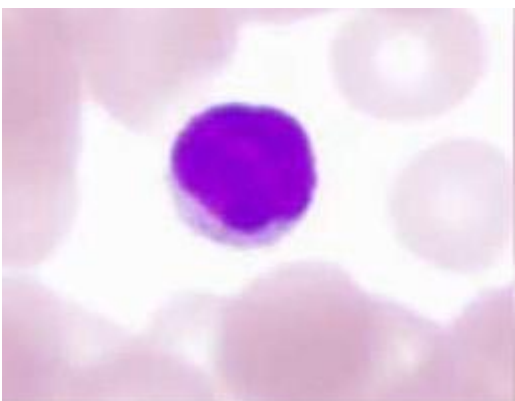
4-3-7- Les lymphocytes

Ils sont impliqués dans **l'immunité dite acquise ou adaptative** et présentent toujours à leur surface un **récepteur aux antigènes.**

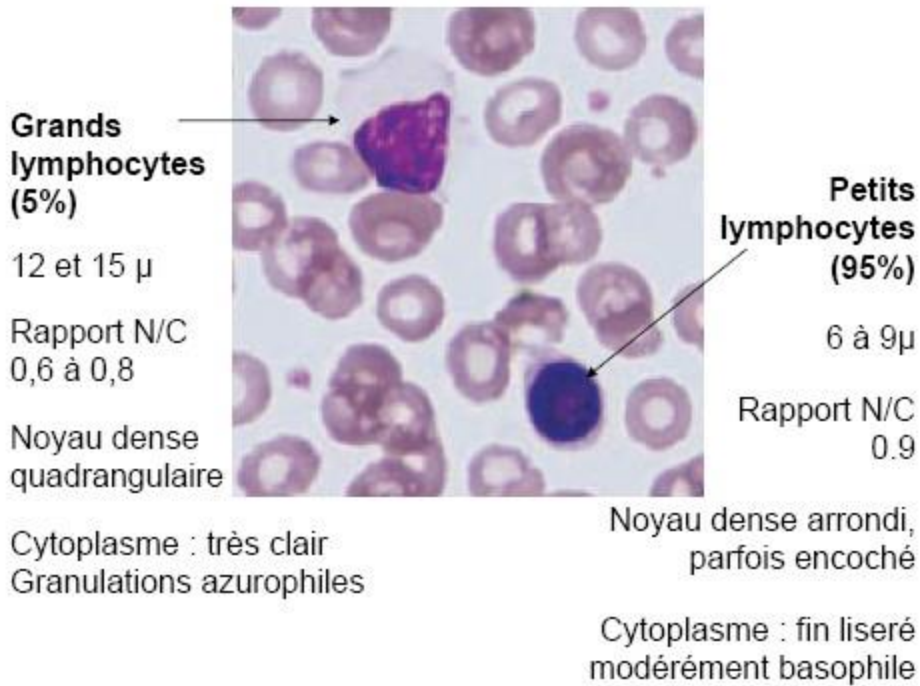
On distingue **2 grandes sous-populations de lymphocytes : les lymphocytes B et les lymphocytes T**

Les propriétés de diapédèse sont marquées, par contre la phagocytose est nulle.

●Microscopie optique



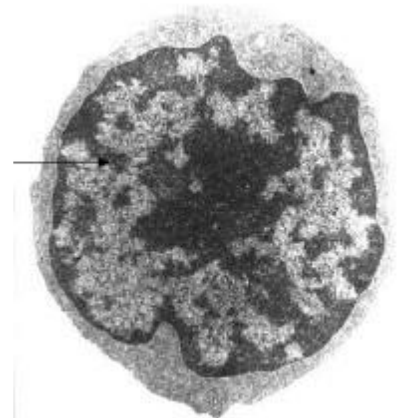
Ce sont des cellules de petites tailles, environ 7 μ m de diamètre avec un noyau occupant la quasi-totalité de la cellule. Leur forme est régulière et arrondie.



● **Microscopie électronique**

- rapport nucléo-cytoplasmique élevé
- noyau parfois encoche, a chromatine dense, absence de nucléole

Ce sont des cellules mononuclées. Il existe des petits lymphocytes de taille comparable à celle des hématies (6 à 9 microns) et des grands lymphocytes, beaucoup plus grands donc (10 à 15 microns). Le rapport nucléo plasmique est très élevé c'est-à-dire qu'il y a un gros noyau et très peu de cytoplasme.



Données numériques :

- On en trouve :
- Chien = 20%
 - Chat = 32%
 - Cheval = 39%
 - Bovin = 58%

5- Les plaquettes

Elles sont également appelées thrombocytes.

5-1- Origine et fonctions

– **origine** : moelle hématopoïétique

– **durée de vie** : 8 à 12 jours

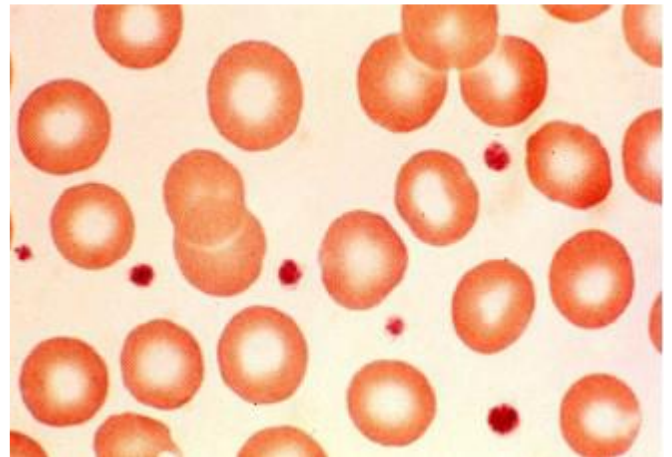
– **fonctions** : les plaquettes patrouillent à la recherche de lésions endothéliales et en cas de lésion elles entraînent la formation du thrombus blanc (1er stade de la coagulation sanguine) et la rétraction du caillot (fin du processus de coagulation).

● Microscopie optique

– taille : 2 à 4 μm

– absence de noyau

– cytoplasme constitué par le **hyalomère** périphérique qui est transparent et hyalin et par le **granulomère** ou chromomère central, coloré et azurophile



● Microscopie électronique

Granulomère

Il contient **4 types de granulations** :

– granules denses

– granules clairs

– lysosomes

– peroxyosomes

Hyalomère

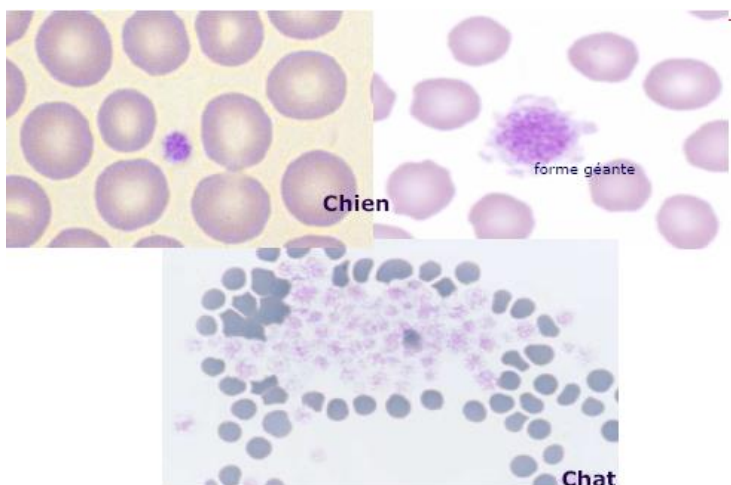
Il comporte un système de canalicules qui sont ouverts à la surface de la membrane plaquettaire



Ce sont les plus petits éléments sanguins que l'on peut trouver. Ils font entre 1,5 et 4,5 μm de diamètre.

Il existe des formes géantes que l'on retrouve dans toutes les espèces, mais surtout chez les carnivores. Elles peuvent être alors aussi grandes qu'une hématie. Ça arrive plus souvent si ce sont de jeunes plaquettes activées. On peut observer ces formes géantes dans le cas de thrombopénie régénérative. En effet, la moelle produit beaucoup de plaquettes jeunes dans le sang pour essayer de compenser la perte.

On peut observer aussi des agrégats le plus souvent chez le porc et le chat qui sont des artéfacts de prélèvement. Une plaquette s'agrège très vite si on la sort de son milieu. Si on fait un prélèvement sur une petite espèce animale, les plaquettes vont coller dans l'aiguille et pas dans le tube. Ce phénomène est très exacerbé chez le chat où l'on trouve souvent des agrégats plaquettaires.



Données numériques :

	<i>Chien</i>	<i>Chat</i>	<i>Cheval de sang</i>	<i>Bovin</i>
$\times 10^9/l$	300 (200-500)	450 (300-800)	225 (100-350)	500 (100-800)

L'hématopoïèse

Définition

L'hématopoïèse est l'ensemble des phénomènes qui concourent à la fabrication et au remplacement continu et régulé des cellules sanguines.

L'hématopoïèse débute classiquement au cours du développement foetal dans le sac vitellin : il est ensuite possible d'observer les cellules hématopoïétiques dans les espaces sinusoidaux entre les travées hépatocytaires puis dans la rate. Au cinquième mois, la moelle osseuse commence à produire des leucocytes et des plaquettes et plus tardivement des globules rouges. A la naissance, la moelle osseuse est le siège principal de la production hématopoïétique. Chez l'adulte, seule la moelle osseuse des vertèbres, des côtes, du crâne, du bassin et de la partie proximale du fémur assure le renouvellement des lignées sanguines.

On distingue deux grands axes de différenciation : -

- La cellule souche lymphoïde qui donnera naissance aux lymphocytes –
- La cellule souche myéloïde commune pour les lignées érythrocytaires, granulocytaires et mégacaryocytaires.

1- LA LIGNÉE ÉRYTHROPOÏÉTIQUE

Les lignées sanguines On peut déterminer, dans cette lignée une série de stade arbitrairement définis qui vont donner naissance au globule rouge à partir d'une cellule souche d'aspect indifférencié sensible à l'érythropoïétine.

Des modifications morphologiques et biochimiques permettent de décrire les stades de proérythroblaste (1), d'érythroblaste basophile (2), d'érythroblaste polychromatophile (3), d'érythroblaste orthochromatophile (4) puis de réticulocyte (5). Six jours environ sont nécessaires pour qu'un proérythroblaste devienne un globule rouge circulant.`

Au cours de cette maturation,

- Les cellules vont diminuer de taille (de 25 μm pour le proérythroblaste à environ 8 μm pour le réticulocyte) ;
 - Le noyau a une taille de plus en plus petite et une chromatine de plus en plus condensée ;
 - l'hémoglobine apparaît au stade de polychromatophile puis augmente progressivement.
 - Le noyau est expulsé au stade d'orthochromatophile qui devient réticulocyte.
- Le réticulocyte contient quelques ribosomes et des mitochondries qui donnent au cytoplasme un aspect plus violacé au MGG que celui du globule rouge.

2- LA LIGNÉE MYÉLOPOÏÉTIQUE

Sous l'influence de facteurs stimulants notamment le CSF (Colony Stimulating Factor), la cellule souche se différencie en myéloblaste. Les différentes étapes de maturation vont donner naissance au promyélocyte, au myélocyte puis au polynucléaire. –

Les transformations morphologiques et biochimiques de ces stades sont les suivantes :

- La taille de la cellule diminue (de 25 μm à 12 μm) ;
 - Le noyau, arrondi dans le myéloblaste, est légèrement concave dans le promyélocyte puis devient réniforme dans le métamyélocyte ;
 - Des granulations azurophiles, primaires, apparaissent au stade de myéloblaste et deviennent très nombreuses dans le promyélocyte ;
 - Les granulations spécifiques apparaissent au stade de promyélocyte. De ce fait, on distingue, à partir de ce stade les lignées neutrophile, éosinophile et basophile facilement reconnaissables à leurs granulations spécifiques.

3- LA LIGNÉE MÉGACARYOCYTAIRE

L'aspect morphologique permet de distinguer trois étapes de maturation :

- Le mégacaryoblaste
- Le mégacaryocyte granuleux
- Le mégacaryocyte thrombocytaire. Les plaquettes sanguines proviennent de la fragmentation cytoplasmique de ces mégacaryocytes médullaires arrivés à maturité.

Au cours de la maturation,

- La taille de la cellule augmente (de 30 μm à 100 μm)
- Le noyau est d'abord indenté puis plurilobé
- Les granulations cytoplasmiques sont de plus en plus nombreuses ; des grains de sérotonine apparaissent dans la cellule mature
- Les microfilaments et les microtubules sont présents à tous les stades de maturation.

