

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.

II- Les fonctions du sang :

1/Transport

- Transport des gaz respiratoires: l'O₂ des poumons vers les cellules de l'organisme et le CO₂ en sens inverse.
- 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.

2/Régulation

- Communication au sein de l'organisme : en acheminant des messagers chimiques, hormonaux.
- L'équilibre acido-basique de l'organisme et le contrôle du pH au moyen de systèmes tampons.
- Thermorégulation: le surplus de chaleur corporelle est transporté par le sang jusqu'à la peau d'où il est éliminé dans l'environnement.

3/Protection

- La défense de l'organisme contre des éléments étrangers (toxines et microbes), rôle des globules blancs et des protéines plasmatiques spécialisées.
- L'hémostase et la coagulation: qui protège l'organisme contre les pertes sanguines.

III-Composition du sang

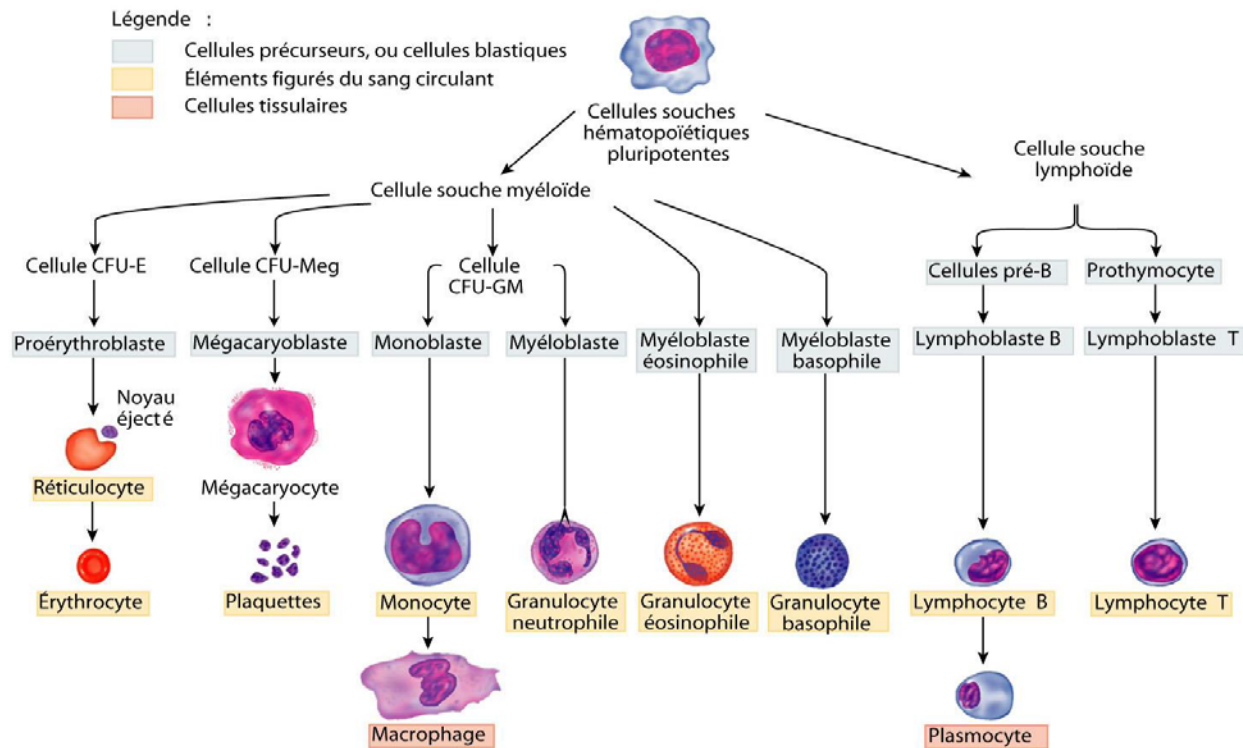
1-Éléments figurés

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



A-Physiologie du globule rouge

Morphologie du globule rouge:

- Le globule rouge ou hématie ou érythrocyte (GR) est une cellule anucléée qui se présente sous la forme de petits disques biconcaves de 2µm d'épaisseur et 7µm (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...

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 on dit qu'ils sont hypochromes si ils sont plus colorés on parle alors d'hyperchromie
- **Rôle** : transporter l'oxygène du poumon après transfert depuis les alvéoles et le délivrer 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.

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,...).

Les mesures des GR : les constantes

		Nb de GR	Hb	Hte
➤ Il ya environ 5 millions de GR par mm ³ de sang	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 %

Les mesures des GR : 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 . 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

a-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**.

1-Les polynucléaires neutrophiles :

- Sont les plus abondants ; sont doués de mobilité et sont capables de passer des vaisseaux dans les tissus. Ils peuvent surtout phagocyter 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 monocyttaire et certaines fractions du complément.
 - **Phagocytose:** destruction des bactéries
 - L'action de la myéloperoxydase des granulations azurophiles lui confère une activité bactéricide, qui lui permet de détruire les bactéries phagocytées

2-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).
- *Taille :* 12-14 microns
- *Noyau :* Polylobé 2-3 lobes
- *Cytoplasme :* Clair, acidophile
- *Granulations :* Acidophiles, roses, nombreuses

➤ **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

3-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

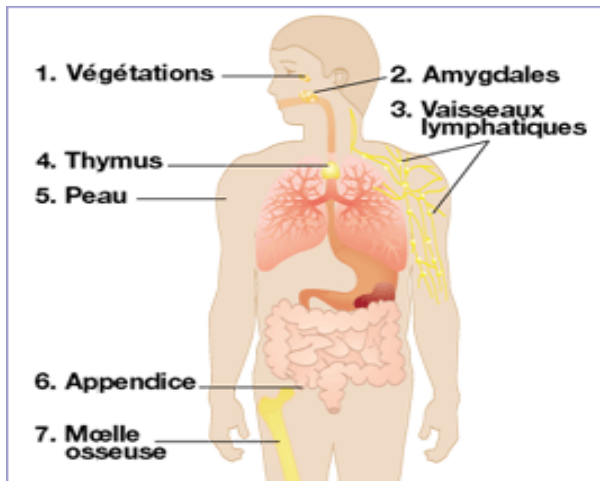
b-Les monocytes :

- 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)

c-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)

LE TISSU LYMPHOÏDE :



C-Les plaquettes ou thrombocytes:

- ✓ Ce sont les plus petits éléments figurés du sang.
- ✓ Ce sont des cellules anucléées, naissent dans la moelle osseuse à partir de la fragmentation du cytoplasme des mégacaryocytes
- ✓ Le taux normal de plaquettes chez l'adulte est de 150000 à 400 000/mm³).
- ✓ Elles circulent à l'état non activé.
- ✓ *Contractiles* (Cytosquelette, riche en actine et myosine, permet la contraction plaquettaire et le changement de forme)
- ✓ *chargées négativement*, (rétropulsion entre plaquette/plaquette et entre endothélium/plaquettes)
- ✓ *ayant une activité sécrétoire* (Dans le cytoplasme, on retrouve des granules denses et des granules alpha . Ces granules contiennent des composés importants qui interviennent dans la phase d'agrégation)
- ✓ forme de disque à l'état de repos(*forme discoïde*)
- ✓ Cette cellule est délimitée par une membrane plasmique composée de glycoprotéines et de phospholipides
 - Les glycoprotéines : ce sont les récepteurs des activateurs plaquettaires :
 - Ib-IX* : récepteur du FVW : permet l'adhésion des plaquettes au sous endothélium
 - GP IIb-IIIa* : récepteur du fibrinogène : permet l'agrégation des plaquettes entre elles par l'intermédiaire de ce fibrinogène.
 - Membrane phospholipidique : indispensable pour la coagulation sanguine.
 - Granules intra-cytoplasmiques :
 - Granules α: Elles apportent ce qui est nécessaire pour colmater la brèche: facteur de Von-Willebrand ,fibrinogène, facteur V, B-thromboglobuline.
 - Granules denses: Calcium: indispensable pour former le caillot ADP et ATP: médiateurs stimulants les plaquettes avoisinantes.

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

2- Le plasma :

- c'est la partie liquide du sang dans laquelle sont suspendues les cellules sanguines, il est composé d'eau à 90% mais également un nombre important de substances organiques (protéines+++) et inorganiques

3- Le sérum

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

Conclusion :

- Le sang est un tissu liquide qui circule dans notre corps grâce aux vaisseaux sanguins. Il est composé de globules rouges, de globules blancs et de plaquettes qui baignent dans un liquide appelé plasma. Le sang joue un rôle essentiel dans le transport de l'oxygène, des nutriments, des anticorps et des hormones.