

Circulation

Tous les appareils circulatoires sont constitués de :

- 1- Un organe de propulsion, le cœur (pompe).
- 2- Un système artériel, qui distribue le sang.
- 3- Des capillaires, où s'effectuent des transferts de matière entre le sang et les tissus.
- 4- Un système veineux, qui constitue un réservoir de sang et assure le retour du sang au cœur.

Les *artères*, les *veines* et les *capillaires* constituent la circulation périphérique.

- Circulations ouvertes

Le sang pompé par le cœur, se déverse, par l'intermédiaire d'une artère, dans un espace liquide ouvert, l'hémocoèle. Le liquide contenu dans l'hémocoèle, désigné sous le nom d'*hémolymphe* ou sang, baigne directement les tissus. Les appareils circulatoires ouverts sont caractérisés par des **pressions basses**. On trouve le système circulaire ouvert chez la plupart des Invertébrés à l'exception des **Annélides** et des **Céphalopodes**. Il représente 20 à 40 % du volume corporel.

Les insectes ont développé un système trachéen dans lequel le transport des gaz vers les tissus s'effectue directement, à travers des tubes remplis d'air, sans l'intervention du sang.

- Circulations fermées

Le sang se déplace dans un circuit ininterrompu de vaisseaux, des artères aux veines par l'intermédiaire de capillaires. Tous les vertébrés et quelques invertébrés, (Céphalopodes, Annélides) possèdent ce type de circulation. **Le système artériel** maintient une **pression sanguine élevée** ; il agit comme un réservoir de pression. Son volume sanguin représente 5 à 10% du volume du corps.

Le sang se trouve à une pression suffisamment élevée pour que son ultrafiltration soit possible particulièrement au niveau des reins.

Chez les vertébrés, un système lymphatique s'est développé en conjonction avec l'appareil circulatoire fermé, pour récupérer le liquide perdu par le sang, dans les tissus.

1- Le cœur

Les cœurs sont des pompes musculaires. Ils sont constitués d'une ou plusieurs chambres disposées en série et pourvues de **valves**. Les contractions du cœur permettent l'éjection du sang dans l'appareil circulatoire.

Le cœur est situé à l'intérieur d'une cavité péricardique, entouré par une membrane appelée **péricarde**. Le péricarde des mammifères est constitué d'un feuillet *externe fibreux* et d'un feuillet *interne séreux*. Le feuillet séreux est double, il sécrète chez les mammifères un liquide lubrifiant.

A. Activité électrique du cœur

Un battement cardiaque consiste en une contraction (*systole*) suivie d'un relâchement (*diastole*) de l'ensemble de la masse musculaire. L'activité électrique, initié au niveau du **Pacemaker** du cœur se propage à travers le cœur d'une cellule à l'autre. Dans le cœur des Vertébrés, le Pacemaker est situé dans le **sinus veineux** (à la jonction de la veine cave et de l'oreillette droite) ; c'est le *nœud sino-atrial*.

B. Contrôle de la fréquence cardiaque

La fréquence cardiaque (nombre de battements par minute) est régularisée par deux mécanismes :

1. Régulation nerveuse

Le cœur est innervé par deux nerfs : l'un est une branche du nerf splanchnique (orthosympathique) qui libère de la **noradrénaline** quand il est stimulé, il **accélère** les battements du cœur ; l'autre est une branche du nerf vague (parasympathique), il libère de l'**acétylcholine** qui **ralentit** le cœur.

2. Régulation hormonale

L'**adrénaline** est accélératrice du cœur, elle est libérée par la **médullo-surrénale** dans le sang.

C. Circulation coronaire

La circulation coronaire approvisionne le cœur (le muscle cardiaque) en substances nutritives et en O₂.

D. Propriétés mécaniques du cœur

Le **débit cardiaque** est le volume de sang propulsé par un ventricule, par unité de temps. Chez les mammifères le débit cardiaque est défini par le volume éjecté du ventricule droit et non pas par le volume total éjecté par les deux ventricules. Le volume de sang éjecté lors de chaque battement du cœur est appelé **volume systolique**. Le cœur de l'homme au repos bat à un rythme de 70 par minute, avec un volume d'éjection de 70 ml environ pour chaque côté du cœur, ce qui donne un débit de l'ordre de 5 litres par minute. En cas d'exercice physique intense, le débit cardiaque peut se trouver multiplié par 5 ou même plus.

2 -Circulation périphérique

1. Système artériel

Il se caractérise par des vaisseaux arborescents, parois *épaisses, élastiques* et *muscleuses* dont la fonction est :

- Canalisent le sang entre le cœur et les capillaires ;
- Constituent un *réservoir de pression* qui pousse le sang dans de petits vaisseaux, les artérioles;
- Amortissent les oscillations de pression et de débit engendrés par le cœur ;
- Contrôlent la distribution du sang aux différents réseaux capillaires.

2. Système veineux

Le système veineux qui canalise le retour du sang au cœur est caractérisé par son **grand volume** et par ses **faibles pressions** ; les vaisseaux qui le constituent ont un plus **grand diamètre** interne que les artères qui, leur correspondent. Le système veineux joue le rôle d'un *réservoir de stockage du sang*.

3. Capillaires et microcirculation

Les capillaires sont des vaisseaux disposés en réseau *très fins* qui permettent le transport rapide des gaz, des substances nutritives et des déchets produits. En général, les capillaires ont une longueur d'environ 1 mm et d'un diamètre de l'ordre de 3 à 10 μm .

Circulation

Spongiaires

Les Eponges sont dépourvus de système vasculaire. Le corps d'une éponge ressemble à un sac percé de pores d'où le nom "**porifera**" (en latin, qui porte de pores). Grâce à ces pores inhalant, l'eau pénètre à l'intérieur d'une cavité centrale nommé **spongocoele** et ressort ensuite par une ouverture plus grande appelée **oscule**. Les éponges sont caractérisées par la présence des **choanocytes**. Le choanocyte est une cellule qui est dotée d'une collerette et d'un flagelle qui assure la circulation de l'eau et l'absorption des particules nutritives dans la cavité centrale des spongiaires.

Cnidaires

Les Cnidaires sont dépourvus de système vasculaire. Ils ont l'aspect d'un sac renfermant un compartiment digestif central appelé la **cavité gastrovasculaire**. Cette cavité a une seule ouverture servant à la fois de bouche et d'anus. Leurs corps est formés de deux couches de cellules, l'une étant à l'extérieur appelé **épiderme** et l'autre étant enveloppé sur la cavité gastrovasculaire appelé **gastroderme**. Le contenu de la **cavité gastrovasculaire** est constamment renouvelé en gaz et en nutriments.

Plathelminthes (vers plats)

Les Plathelminthes **sont dépourvus de système circulatoire**. Les vers plats sont triploblastiques. Cependant ils n'ont pas de cavité générale interne, (**cœlome**). Les échanges se font par diffusion. Cette **diffusion** se fait grâce aux déplacements de l'animal qui agite les fluides interstitiels.

Annélides

Les Annélides ont un appareil circulatoire clos et leur sang contient souvent des pigments respiratoires dissous dans le plasma. Parmi eux **l'hémoglobine** est le plus fréquent, mais on peut trouver aussi chez certaines espèces la **chlorocruorine** ou **l'hémérythrine**. Chez le ver de terre, *Lumbricus*, la respiration se fait par la surface du corps et le tégument est très irrigué. L'appareil circulatoire présente deux grands vaisseaux longitudinaux, *le vaisseau dorsal* dans lequel le sang est pompé vers l'avant et un *vaisseau ventral* où le sang circule en sens inverse. Le vaisseau dorsal est le plus important : ses mouvements péristaltiques poussent le sang vers l'avant. De plus, des *vaisseaux latéraux* reliant les deux vaisseaux principaux, dorsal et ventral, sont aussi contractiles et constituent des cœurs accessoires.

Mollusques

Les Mollusques, à l'exception des Céphalopodes, ont un appareil **circulatoire ouvert**. L'hémolymphe contient de l'hémocyanine dans de nombreuses espèces, de l'hémoglobine dans quelques cas. Les Mollusques ont en général un cœur bien développé, ils ont un automatisme d'origine intrinsèque avec un pacemaker. Toutefois, il est soumis à l'action des neurotransmetteurs. Les Céphalopodes (Pieuvre et Calmar) ont un appareil circulatoire **fermé** très différencié, avec des artères, des veines et des réseaux de capillaires. Chez les Mollusques autres que les Céphalopodes, dont le

système circulatoire est **ouvert**, les deux liquides ne sont pas séparés : l'hémolymphe circule librement dans tout l'espace intercellulaire. L'appareil circulatoire chez les bivalves comporte **un cœur** enveloppé par un **péricarde**. Le cœur est constitué **d'un ventricule et de deux oreillettes**. Le sang venant des branchies arrive dans les oreillettes, passe dans le ventricule d'où il sort par des artères qui se ramifient dans tous le corps. Il n'existe pas de capillaires sanguins : le sang sortant des artères tombe dans des lacunes, où il chemine lentement.

Insectes

La circulation chez les Insectes est **ouverte**. L'appareil circulatoire des insectes a pour organe essentiel un **vaisseau dorsal** comprenant une portion contractile (la partie postérieure) ou **cœur** et une portion conductrice ou **aorte** (la partie antérieure) qui va jusque dans la tête. Le cœur se compose d'une série de chambres contractiles ou **ventriculites** communiquant largement les unes avec les autres. La dernière est fermée vers l'arrière. Entre deux chambres cardiaques s'ouvrent les **ostioles**, orifices bordés de lèvres internes qui font communiquer le cœur avec la cavité péricardiale. Sur le côté du cœur s'insèrent les **muscles aliformes** qui réalisent une sorte de diaphragme.

Le sang des insectes, appelé **hémolymphe** ne possède pas de pigments respiratoires. La respiration est réalisée par **le système trachéal**. Le sang, chez les insectes transporte les nutriments et des métabolites dans le corps, ainsi que des hormones. Lorsque les muscles aliformes se contractent, le volume de la cavité péricardiale augmente ; le sang afflue. Les muscles aliformes se relâchent, les ventricules se contractent, les lèvres des ostioles s'appliquent l'une contre l'autre ; le sang est projeté d'arrière en avant. Sur le parcours, le sang sort vers les ailes, les bulbes dorsaux et dans le sinus frontal (espace situé entre les organes sans délimitation). Il circule alors librement, baignant les muscles et les organes.

Crustacés

Le système circulatoire est ouvert. L'appareil circulatoire varie beaucoup au sein des Crustacés. Chez les représentants de petite taille, il est très réduit. Celui des plus grands, en particuliers des Décapodes (Langoustine, Crabe, Ecrevisse), est bien développé, avec souvent, une hémolymphe contenant des pigments respiratoires (hémocyanine). Du cœur dorsal partent généralement deux artères principaux, l'une dirigée vers l'avant, l'autre vers l'arrière. Après ramification des artères en vaisseaux plus petits, l'hémolymphe quitte ces vaisseaux et s'écoule dans les tissus, dans un système de sinus ventraux. De là, elle repart vers les branchies et revient au cœur par des vaisseaux bien différenciés. Ce dispositif est tout à fait inverse par rapport à celui des poissons.