

CHAPITRE VII

LE SYSTEME CIRCULATOIRE

Généralité :

L'appareil circulatoire des insectes, très proche de celui des autres arthropodes est largement ouvert. Un seul vaisseau bien défini, le vaisseau dorsal (auquel s'ajoutent des vaisseaux segmentaires chez les dictyoptères) est présent ; la circulation de l'hémolymphe s'effectue donc en grande partie dans la cavité corporelle ou hémocoèle. Les tissus et les organes ne sont ainsi séparés de l'hémolymphe que par leurs gaines conjonctives. Dépourvus de pigments respiratoires, le sang n'intervient guère dans la respiration; l'oxygène est amené par le système trachéen. Le rôle essentiel de l'hémolymphe est la distribution des métabolites, le transport des hormones. L'hémolymphe par ses hémocytes a pour fonction de débarrasser l'organisme des microorganismes, des parasites et des particules solides

I. L'appareil circulatoire

I-1. Anatomie

L'hémolymphe circule dans le vaisseau dorsal grâce aux contractions du myocarde, avant de se répandre dans la cavité générale. Des adaptations anatomiques, diaphragmes et cœurs accessoires facilitent et règlent l'écoulement de l'hémolymphe qui ,après avoir baigné les organes , doit retourner vers le cœur.

I-1-1. Vaisseau dorsal et vaisseaux segmentaires

Le vaisseau dorsal, l'organe le plus important sinon le seul responsable de la circulation sanguine court médio- dorsalement juste sous les tergites sur presque toute la longueur du corps. Il est généralement maintenu en place par des filaments suspenseurs attachés aux tergites et par le diaphragme dorsal. (fig.28) Le vaisseau dorsal peut être un simple tube comme chez les larves de Moustiques ou un organe plus différencié comme chez les abeilles (fig.29). Il se divise en deux régions: à l'arrière, le cœur caractérisé par la présence d'ostioles et à l'avant, l'aorte toujours ouvert à son extrémité ; Primitivement le cœur s'étend dans le thorax et l'abdomen (Dictyoptères), mais chez la plupart des insectes, il ne se situe que dans la région abdominale il peut présenter sur une partie de sa longueur des élargissements segmentaires ou chambre cardiaques. Il est généralement fermé à son extrémité postérieure

mais plusieurs paires d'ostioles latéraux, en forme de fente permettent l'entrée d'hémolymphe.

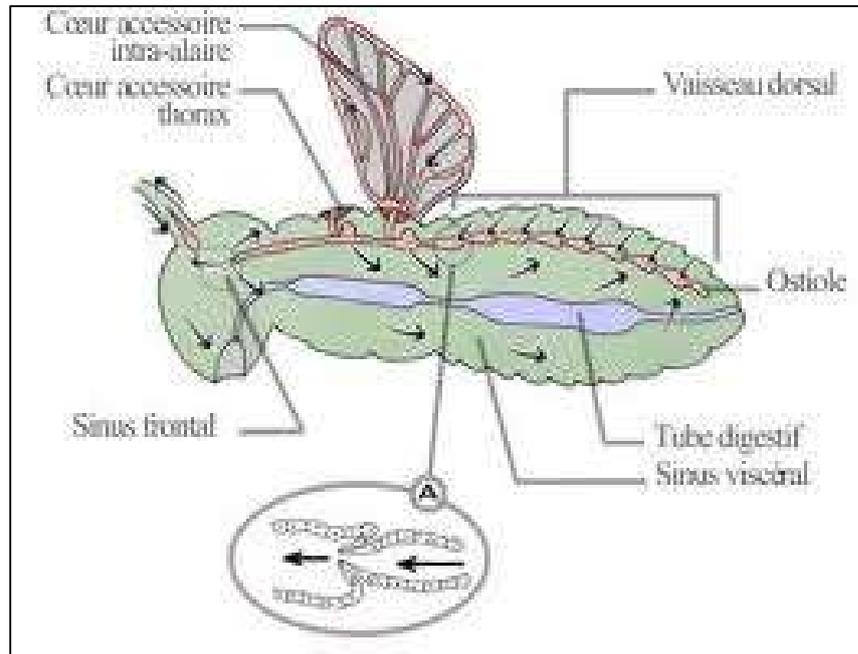


Figure 28 : Système circulatoire des insectes

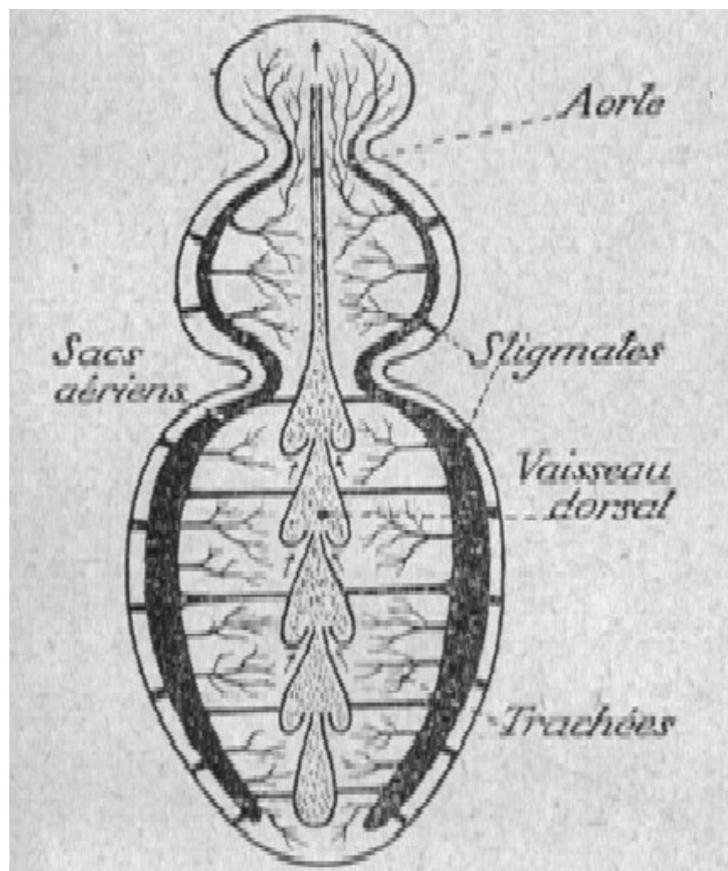


Figure 29 : Système circulatoire et respiratoire de l'abeille domestique

Le bord des ostioles forme des lèvres plus au moins développées s'invaginant dans la lumière cardiaque, fonctionnent comme des valvules. Celles-ci empêchent la sortie de l'hémolymphe et souvent également son retour en arrière dans le cœur lui-même

I-1-2. Diaphragmes et cœurs accessoires

La circulation du sang à l'intérieur de l'hémocoèle est contrôlée par la présence des diaphragmes bien développée dans l'abdomen.

2-1 Le diaphragme dorsal : Situé juste sous le cœur et le plus souvent soudé à lui, s'étend horizontalement et s'attache latéralement aux tergites. Il délimite un sinus péricardial il supporte des muscles aliformes disposés en éventail.

2-2 Le diaphragme ventral : De même structure que le diaphragme dorsal passe au-dessus de la chaîne nerveuse ventrale et délimite un sinus périneural. Des structures pulsatiles indépendantes du cœur ont été décrites chez très nombreux insectes, ce sont des vésicules percées parfois d'orifice latéraux ont le rôle est le même que celui des ostioles cardiaques. Ces cœurs accessoires facilitent la circulation du sang à l'intérieur des appendices et des ailes.

I-1-1-3. Cellules péricardiales:

Les cellules péricardiales d'origines mésodermiques sont généralement dispersées le long du vaisseau dorsal, sur le diaphragme dorsal ou sur les muscles aliformes. Elles sont logé dans le tissus adipeux chez les larves d'odonates. Contrairement aux hémocyte elles n'entrent jamais dans la circulation sanguine. Elles jouent le rôle d'accumulations de certains colorants comme la carminante d'ammonium.

Les cellules péricardiales auraient également une autre fonction selon certains auteurs elles secréteraient une substance cardio- accélératrices sous l'action d'un facteur présent dans le corpora cardiaca.

II. La circulation sanguine

II-1.Cycle cardiaque et régulation du rythme cardiaque

La circulation du sang est assurée par les contractions rythmiques du cœur. Des ondes de contractions se propagent le long du tube cardiaque, généralement de l'arrière vers l'avant, la

fréquence à laquelle bat le cœur varie considérablement selon l'état physiologique et l'activité de l'insecte.

-Pour l'espèce *Sphinx ligustri*, elle est de 40-50 battement / mn chez l'imago au repos mais de 110- 140 battement / mn en période d'activité

- Le rythme cardiaque augmente en fonction de la température.

Le contrôle hormonal du rythme cardiaque a été recherché par l'action de diverses glandes ou de système nerveux. Les corpora cardiaca produiraient des substances qui ont une activité cardio-accélétratrice. Chez *Locusta migratoria*, les corpora allata exercent aussi une cardio-stimulation: leur ablation provoque une chute du rythme cardiaque, l'implantation du corpora allata supplémentaires a l'effet inverse.

II- 2. Circulation de l'hémolymphe

La pression de l'hémolymphe est en général élevée dans l'hémocoèle. Chez les insectes à cuticule rigide, elle correspond approximativement à la pression atmosphérique. Le sang est aspiré par le cœur à travers les ostioles latéraux pendant la diastole car la pression cardiaque est alors moindre que celle de l'hémocoèle. le sang est ensuite propulsé vers l'avant par les ondes de contraction et ressort à l'extrémité antérieure de l'aorte (éventuellement également au niveau des ostioles ventraux ou des vaisseaux segmentaires). Une partie du sang est ensuite pompée par les organes pulsatiles vers les antennes, le reste s'écoule vers l'arrière de l'animal, selon le gradient de pression : la sortie de l'hémolymphe par l'aorte entraîne une élévation de la pression dans la tête

III. L'hémolymphe

L'hémolymphe des insectes qui comprend le plasma et de nombreux types d'hémocytes nucléé est le seul liquides extracellulaire circulent dans le corps. Son volume est extrêmement variable selon les espèces : le sang peut présenter entre 1 à 45% du poids total de l'insecte.

III-A. Composition chimique du plasma:

1/ La composition ionique

Le plasma présente tout un ensemble de particularités biochimiques. La pression osmotique chez les insectes est assez élevée, généralement les insectes sont capables de régler la pression osmotique de l'hémolymphe si bien que celle-ci reste constante même pendant la déshydratation ou la réhydratation de l'animal , la pression osmotique des liquides corporels

est assurés par les constituants inorganiques (les ions Na^+ et Cl^-), c'est le cas des Aptérygotes et la plupart des Exoptérygotes . Mais chez les Endoptérygotes , les effecteurs osmolaires inorganiques tendent à être remplacés par des molécules organiques.

- Chez les Mégaloptères, Névroptères, Mécoptères et Diptères ; l'ion Na^+ reste le principal cation mais le taux de Cl^- est faible et cet ion est remplacé partiellement par des acides aminés et autres molécules organiques, l'importance d'ion Cl^- déjà plus réduite chez les Trichoptères, devient minime chez les Lépidoptères, Hyménoptères et nombreux Coléoptères. Ce sont les acides aminés libres qui ont le rôle principal comme effecteur osomolaires
- La nature du régime alimentaire a été évoquée, les tissus végétaux contiennent une grande quantité de potassium et la teneur élevée de l'hémolymphe en potassium serait caractéristique des insectes phytophages.

2/ La composition glucidique

L'hémolymphe chez les insectes contient en général seulement de faibles quantités de sucres réducteurs, mais par contre des quantités importantes de tréhalose. Le tréhalose est synthétisé au niveau des tissus adipeux à partir du glucose d'origine alimentaire ou à partir du glycogène stocké dans le corps gras. Ce tréhalose qui sert de réserve énergétique circulante peut être utilisé par la plupart des tissus grâce à l'existence d'un tréhalose intracellulaire

3/ Les composants azotés

Parmi les constituants azotés du sang, peuvent se trouver parfois en quantité élevée des produits terminaux du métabolisme: acide urique, allantoïne, acide allantoïque, urée, ammoniacale mais surtout l'amino-acidémie.

Les acides aminés libres qui interviennent comme effecteur osmolaires, peuvent atteindre une concentration de 4g/l d'hémolymphe, donc cent fois supérieure à celle qui existe dans le plasma des vertébrés

Les protéines de l'hémolymphe sont essentiellement synthétisées par le corps gras, sous le contrôle des cellules neurosécrétrices de la pars intercérébrale et des corpora allata. Chez les femelles, une protéine spéciale (la protéine femelle) ou vitellogénine, est trouvée dans l'hémolymphe des femelles et peut constituer jusqu'à 50% des protéines plasmatiques, elle est prélevée sélectivement par les ovocytes.

Parmi les protéines de l'hémolymphe, une forte proportion de protéines enzymatiques: amylases, estérases, enzymes protéolytiques,

4/ Les composants lipidiques:

Les lipides présents dans l'hémolymphe, qu'ils proviennent des phénomènes de digestion ou qu'ils soient libérés par le corps gras sont essentiellement des glycérides, stérides, stérols, phospholipides, et acides gras. Associés à des protéines ils sont ainsi solubilisés dans l'hémolymphe. Les lipoprotéines apparaissent donc comme moyen de transport des lipides

III-B. Les hémocytes:

Les hémocytes des insectes sont des cellules nucléées, circulé avec le plasma, les hémocytes sont d'origines mésodermiques. Il existe chez les insectes trois types bien définis:

1/ Les prohémyocytes (ou proleucocytes): sont des cellules souches circulantes car sont observées en mitose. De petite taille, avec un grand noyau

2/ Les plasmatoctes: sont très polymorphes, ils sont caractérisés par leur grand noyau rond ou ovoïde au centre d'un cytoplasme finement granuleux et basophile. Les plasmatoctes sont activement amoéboïdes et sont doués de phagocytose.

3/ Les granulocytes: sont des cellules compactes, polymorphes avec un noyau relativement petit dans un cytoplasme abondant qui renferme de nombreux granules. Les granulocytes interviennent dans le métabolisme intermédiaire

III-C. Fonction de l'hémolymphe

Les fonctions de l'hémolymphe sont plus diverses, les unes étant assurées par les hémocytes, les autres par le plasma.

- Le sang ne contient pas des transporteurs d'oxygène comparable aux hémoglobines et aux hémocyanines des autres phylums.
- La pression osmotique de l'hémolymphe est maintenue constante, cette réserve potentielle en eau permis aux insectes de vivre dans des milieux arides
- L'hémolymphe transmet les changements de pression interne au système trachéen .elle a un rôle mécanique dans une région privilégiée du corps assure la rupture de la vieille cuticule, l'expansion des ailes après la mue imaginale

- **Le plasma joue un rôle de transport et de distribution;** il amène les hormones vers leur lieu d'action, les produits à éliminer aux tubes de Malpighi, il distribue les métabolites résultant de la digestion ou stocké dans le corps gras aux tissus et organes qui les utilisent.
- Les hémocytes peuvent être impliqués dans le métabolisme intermédiaire chez Sarcophaga, Drosophila, les hémocytes possèdent de la tyrosine et de la tyrosinase. Interviennent dans le métabolisme des phénols et dans le phénomène de sclérotinisation et de mélanisation de la cuticule
- Les hémocytes jouent le rôle de défense contre les endoparasites trop gros pour être phagocytés. L'enkystement des corps étrangers est réalisé par les plasmatocytes
- La phagocytose est une autre réaction de défense, elle est assurée essentiellement par les plasmatocytes mais également par certains autres hémocytes. La phagocytose joue un rôle de nettoyage par l'élimination de tissu en histolyse pendant la métamorphose
- L'hors des blessures, les hémorragies sont arrêtées par coagulation de l'hémolymphe. Les cellules impliquées sont des coagulocytes.