

CHAPITRE IX

L'EXCRÉTION- OSMORÉGULATION

Généralités :

Les appareils excréteurs ont pour fonction de maintien d'un milieu interne relativement-constant, permettant les activités cellulaires .ils donc à assurer d'une part l'élimination, en particulier des produits azotés toxiques qui dérivent du catabolisme des protéines, d'autre par la constance de la composition ionique de l'hémolymphe. L'ingestion d'eau, de sels, de protéines varie selon les insectes et pour un même insecte au cours de la vie. Certains insectes vivent dans des conditions xériques et les pertes doivent être réduites à l'extrême .d'autres vivent en eau douce une élimination continue d'eau est indispensable pour préserver la concertation optimale dans les tissu et l'hémolymphe. Les insectes des eaux saumâtres sont soumis à de larges fluctuations de salinité auxquelles ils ont dû s'adapter.

I. Les organes excréteurs

Les tubes de Malpighi sont les principaux organes excréteurs des insectes .lorsqu'ils sont absents, ils sont remplacés au oint de vue fonctionnel par les glandes céphalique chez certains Aptérygotes, par le tube digestif chez les Aphidae. Chez les Blattes des glandes accessoires de l'appareil génital mâle contribuent à l'élimination d'urates. L'accumulation de diverses substances, urates, minéraux, pigments, assez fréquente dans le corps gras, les cellules péricardiales, l'épiderme ou le tube digestif peut être contribue au phénomène d'excrétion.

I-A. Les tubes de Malpighi

Les tubes de Malpighi sont presque universellement présents chez les insectes et seuls les Collembolés, les Diploures du genre *Japy*, les Aphidiens et les Strepsiptères à l'état imaginal en sont dépourvus. Ce sont de fin tube aveugles, baignant dans l'hémolymphe et insérés au tube digestif à la jonction entre le mésentéron et le proctodeum (fig. 34). Leur extrémité distale est généralement libre, mais chez certains insectes, elle s'applique étroitement au proctodeum. Cette disposition nommée cryptonéphridisme s'observe chez quelque Homoptères et chez de nombreux Holométales en particulier les larves de Lépidoptères et les larves de Coléoptères (fig.35 A).

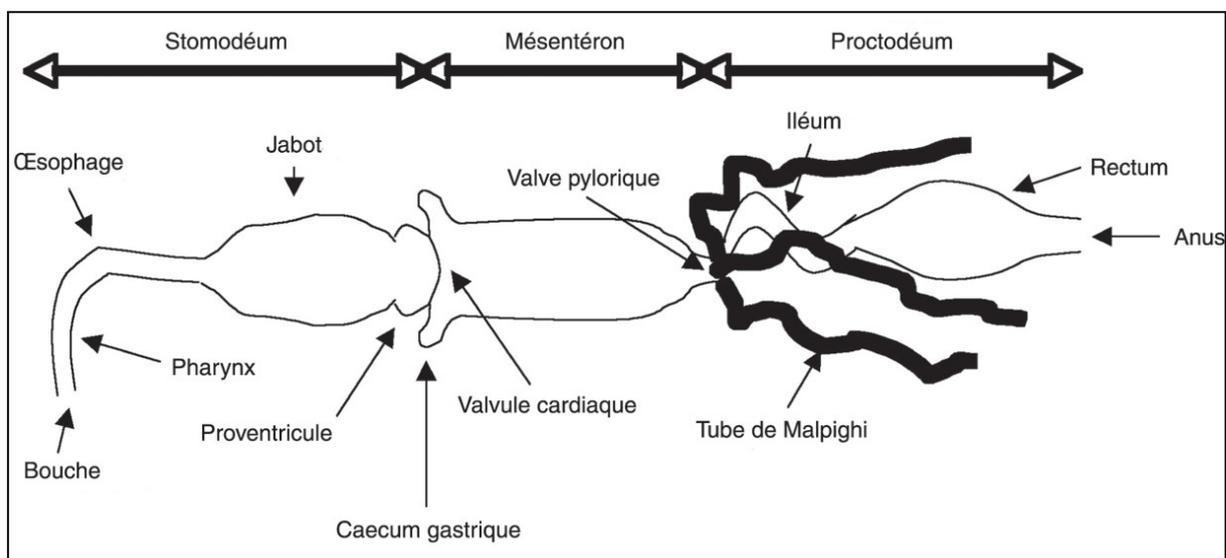


Figure 34 : Position des tubes de Malpighi dans le tube digestif.

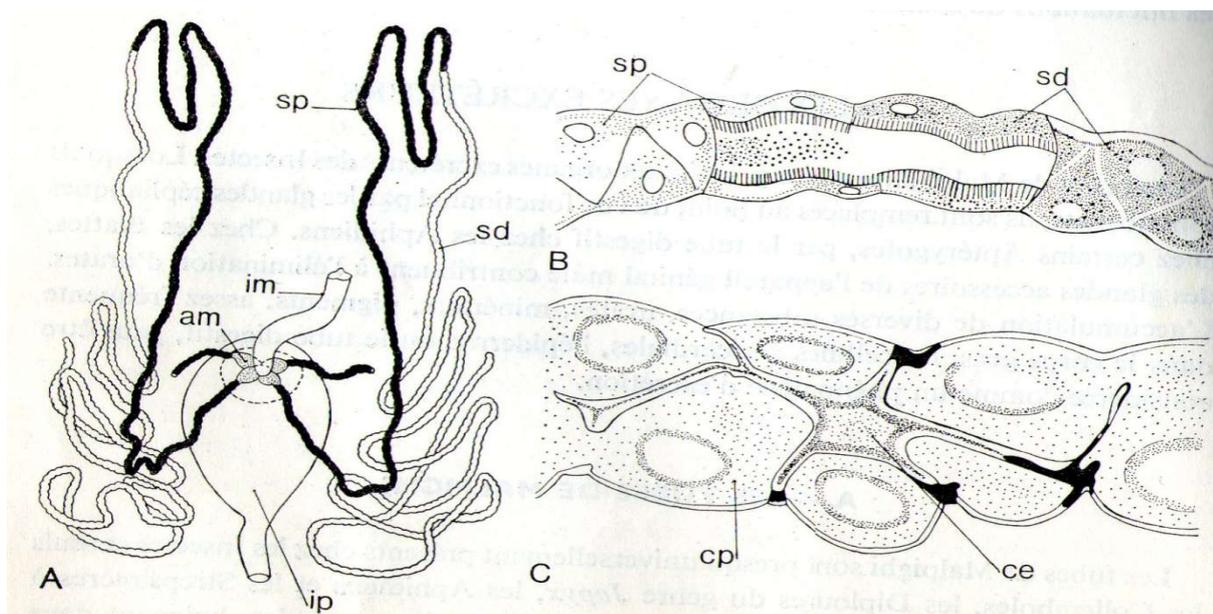


Figure 35 : Appareil excréteur de *Rhodnius*- B : jonction du segment proximal et distal d'un tube de Malpighi chez *Rhodnius*, C : tube de Malpighi de *Calliphora*. Am : ampoule, ce : cellule étoilée, cp : cellule : principale, im : intestin moyen, ip : intestin postérieur, sd, sp : segment distal et proximal.

Chaque tube de Malpighi présente deux régions distinctes : une distale claire, l'autre proximale opaque ce qui manifeste une spécialisation physiologique (fig. 35 C). Les tubes de Malpighi s'unissent par groupe de 2 ou 3 et peuvent déboucher dans une ampoule commune qui les fait communiquer avec le proctodeum. Quant ils sont très nombreux, ils se regroupent en paquet. La paroi des tubes est formée par une couche épithéliale unicellulaire (fig. 35 B), les cellules de grandes taille reposent sur une lame basale un revêtement musculaire continue peut exciter ; les tubules sont alors capable de mouvements de torsion ce qui leur assure un maximum de contact avec l'hémolymphe et améliore la circulation. Les tubes de Malpighi, chez certaines espèces, ont une structure uniforme avec souvent deux types des cellules entremêlées sur toute leur longueur : des cellules sécrétrices typiques et de cellules plus petites à bordure en brosse réduite ou absente cellules étoilé des tubes de Malpighi chez *Calliphora*. Chez d'autres insectes, plusieurs régions peuvent être distinguées par leur différence cytologique chez *Rhodnius*, le segment distal, sécréteur, est caractérisé par des cellules à plateau strié, le segment proximal, absorbant, par des cellules à bordure en brosse.

La cellule sécrétrice typique des tubes de Malpighi possède des caractères ultra structuraux associés à un rôle de transport d'eau et de substances solubles (fig.36). La membrane plasmique basale s'invagine en replis plus au moins profond et la membrane apicale produit une série de microvillosité du côté de la lumière, ces modifications augmentent considérablement la surface à travers laquelle les matériaux peuvent passer de l'hémolymphe vers la cellule et de la cellule vers la lumière malpighienne. Chez certains insectes, Hémiptères et Lépidoptères, les phénomènes de réabsorption commencent dans le segment distal, pourvu de cellule à bordure en brosse avec des microvillosités nettement séparées les unes des autres et ils s'achèvent au niveau du rectum. Pour les autres insectes, la réabsorption d'eau, d'ions, est réalisée uniquement par les cellules rectales.

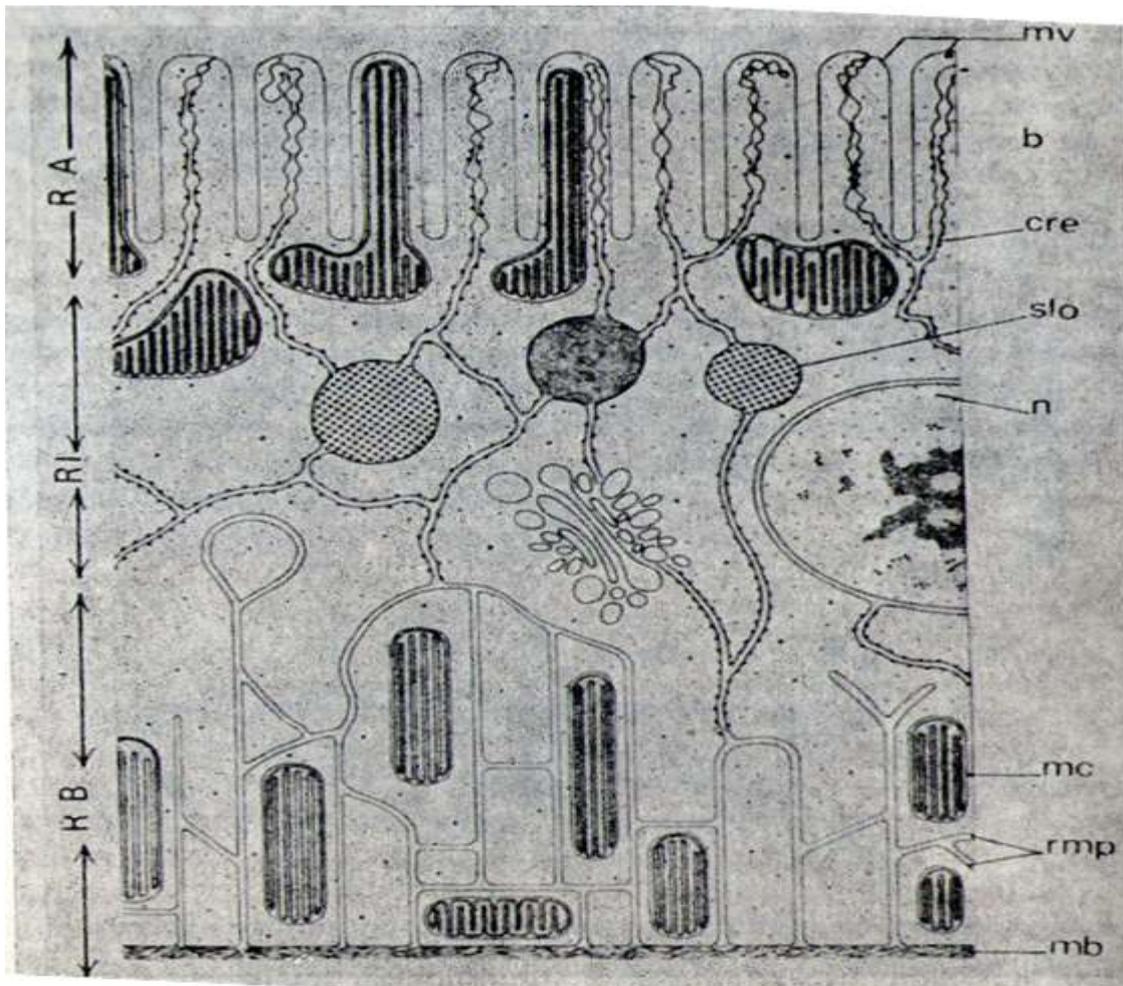


Figure 36 : Représentation schématique d'une cellule Malpighienne de larve de *Drosophila melanogaster*
 RA : région apicale, RB : région basale, RI : région intermédiaire, b : bordure en brosse du réticulum endoplasmique, mb : membrane basale, mc : mitochondrie, mv : microvillosité avec canal, n : noyau, rmp : replis de la membrane plasmique basale, slo : stockage de lipides

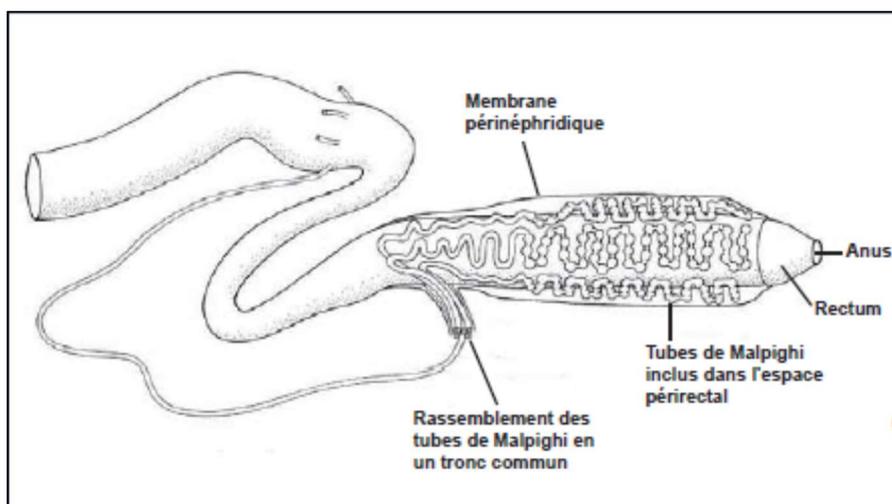


Figure 37 : Cryptonéphridisme des tubes de Malpighi

- **Les reins labiaux :** Chez les Collemboles, les thysanoures et les Diploures, les glandes labiales sont très comparable aux glandes antennaires ou rein céphaliques des Crustacés Décapodes, qui ont un rôle excréteur. Ces glandes ou reins labiaux comprennent un saccule terminal formé d'un épithélium aux cellules aplaties, un labyrinthe, long tube enroulé dont les cellules ont les même caractéristique que les cellules des tubes de Malpighi.

II. Physiologie de l'excrétion :

Les produits terminaux de l'activité métabolique tendent à s'accumuler dans l'hémolymphe, parmi eux, le CO₂ peut s'échapper facilement par diffusion gazeuse à travers la cuticule ou par le système trachéen, les autres produits comme les produits azotés sont éliminés par les tubes de Malpighi; l'excrétion et osmorégulation sont deux étapes qui impliquent la sécrétion d'une urine primaire par les tubes de Malpighi et ensuite une réabsorption d'eau et d'ions ou de molécules par le rectum

II-1. Substances excrétées

II-1-1. Les catabolites azotés : sont les principales substances qui doivent être éliminées pour la plupart d'insectes, la majeure partie de l'azote est excrétée sous forme d'acide urique, et l'urate. L'acide urique et les urates peuvent s'accumuler sous forme de sphérules dans différents tissus, dans le tube digestif, l'épiderme, mais surtout dans le tissu adipeux, soit dans les trophocytes, soit dans les cellules à urates, cette accumulation est souvent transitoire ; les urates repassent dans l'hémolymphe avant d'être éliminés par les tubes de Malpighi. L'acide urique et les urates très peu solubles peuvent être rejetés avec une perte minimale d'eau. Certains insectes peuvent excréter des produits de décomposition de l'acide urique, l'allantoïne et l'acide allantoïque, Les enzymes nécessaires, l'uricase et l'allantoïnase sont présents dans les tubes de Malpighi, chez diverses espèces *Gryllus*, *Calliphora*. De nombreux insectes excrètent également de petites quantités d'urée. Des insectes aquatiques, de même que les larves de plusieurs Diptères, excrètent l'excès d'azote sous forme d'ammoniaque. L'ammoniaque très toxique ne peut être éliminée que dans une urine abondante, très diluée.

II-2. Élaboration de l'urine

II-2-1. Formation de l'urine primaire dans les tubes de Malpighi :

La sécrétion de l'urine primaire est un processus actif, nécessitant l'hydrolyse d'ATP comme source d'énergie, de l'ATPase est présente dans les régions basales et apicales des cellules

Malpigiennes chez *Calliphora erythrocephala*, cette énergie est utilisée pour pomper les ions K^+ de l'hémolymphe vers les cellules et de celle-ci vers la lumière des tubes, cette sécrétion active de K^+ joue un rôle fondamental car elle détermine le flux urinaire. L'entrée des ions K^+ dans la cellule Malpigienne et leur sortie créent en effet des gradients de concentration, l'eau est ainsi entraînée par filtration osmotique à travers la membrane basale, puis hors de la cellule, les molécules de petite taille : acides aminés, sucres, urée, sont transportées passivement. Les tubes de Malpighi sécrèteraient l'acide urique sous la forme des sels de potassium ou de sodium plus solubles

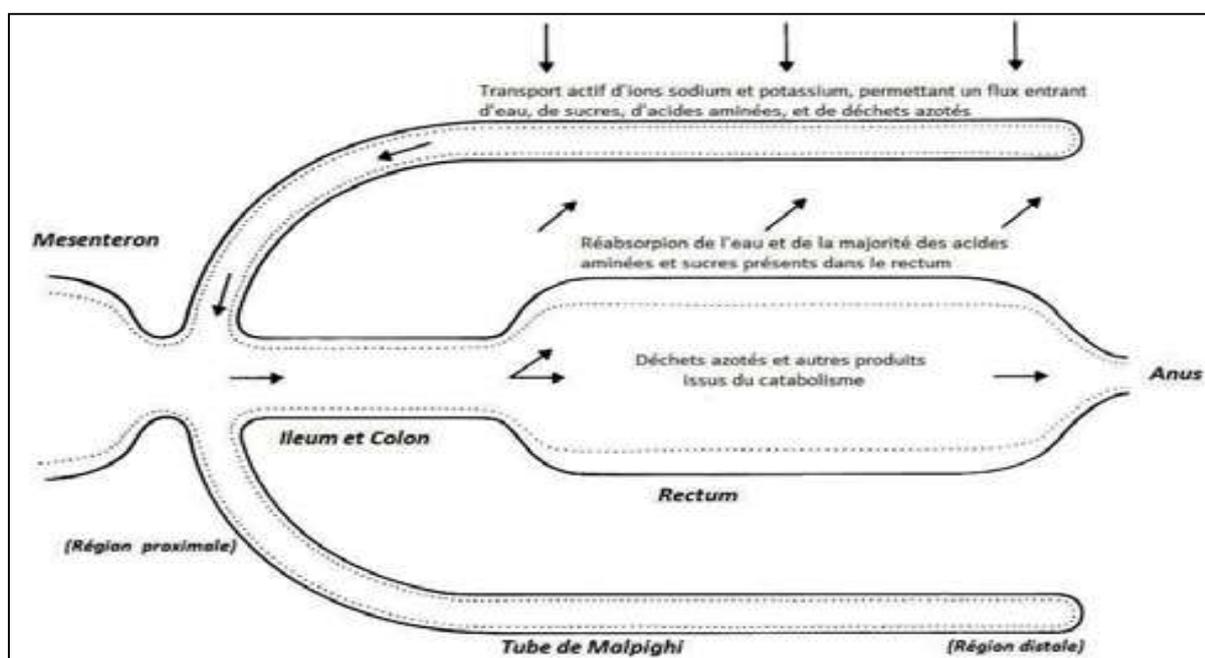


Figure 38 : fonctionnement des tubes de Malpighi.

II-3. Phénomène de réabsorption et élaboration de l'urine secondaire

Chez de nombreux insectes, les phénomènes de réabsorption débutent dans les parties proximales des tubes de Malpighi et se poursuivent dans le rectum, (fig. 39) chez d'autres espèces, ils s'effectuent dans le proctodeum et plus spécialement dans les papilles rectales. La composition de l'urine secondaire rejetée par les insectes est très différente de celle de l'urine primaire : chez *Carausius sp.* (Phasmatodea), la concentration osmotique du liquide rectal est 2 à 3 fois plus élevée que l'urine primaire dans les tubes de Malpighi, la majeure partie de l'eau étant reprise ; de même 80% du potassium et 95% du sodium sont réabsorbés au niveau du rectum. La composition et la consistance de l'urine secondaire dépendent énormément du milieu dans lequel vit l'insecte et de la quantité d'eau absorbée dans ses

aliments. Ainsi pour *Rhodnius sp.* (Hétéroptère, Réduviidé), immédiatement après la prise de sang, il y aura production d'une urine liquide pour éliminer l'excès d'eau (le phénomène de diurèse), et il y aura ensuite rejet d'une urine qui deviendra peu à peu solide et sèche. Au niveau des papilles rectales, la réabsorption de l'eau est associée à un transport actif d'ions depuis les cellules tapissant l'intérieur des papilles rectales vers les espaces situés entre ces cellules. Cela permet ainsi une augmentation de la pression osmotique dans ces espaces, permettant d'amener un flux d'eau provenant du rectum. Les ions prélevés dans le cytoplasme des cellules sont remplacés par des ions venant du rectum ou directement prélevés de l'hémolymphe. Il y a donc récupération d'eau malgré l'augmentation progressive de la pression osmotique du contenu rectal. Divers ions (surtout alcalins comme le sodium ou le potassium...), ainsi que presque tous les acides aminés sont réabsorbés. Dans la lumière, le retrait de l'eau et des ions alcalins aboutit à une acidification du fluide rectal, ce qui provoque la précipitation de l'acide urique sous forme de cristaux sphériques. Ceux-ci se déverseront dans le proctodéum pour être finalement expulsés par l'anus avec les fèces.

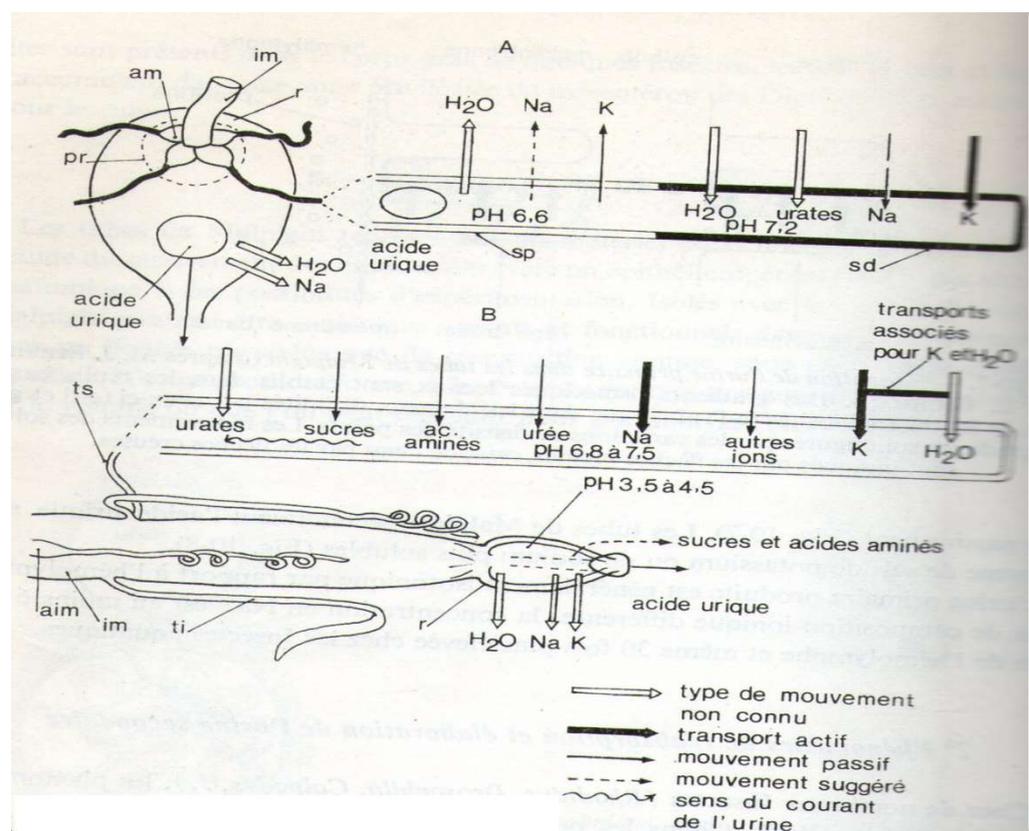


Figure 39 : Mouvements de l'eau et d'ions dans l'appareil excréteur de *Rhodnius* (A) et de *Carausius* (B), aim : appendice de l'intestin moyen, am : ampoule du tube de Malpighi, im : intestin moyen, pr : papille rectale, r : rectum, sd et sp : segments distal et proximal du tube de Malpighi, ti et ts : tubes de Malpighi inférieur et supérieur

III. Contrôle endocrine de l'excrétion :

L'excrétion est sous le contrôle de facteurs neuro-endocrines, ce qui permet sa régulation en fonction des besoins de l'organisme en eau et en sels. Des tubes de Malpighi isolés mis dans de l'hémolymphe d'insectes nourrit, produisent une urine beaucoup plus abondante que des tubes de Malpighi placés dans l'hémolymphe d'insectes jeun. Une hormone diurétique est synthétisée par deux groupes de cellules neurosécrétrices, situés dans la partie postérieure de la masse ganglionnaire mésothoracique, sa libération est provoquée par la distension de l'abdomen après le repas, distension qui stimule des récepteurs de tension abdominaux. L'existence d'hormone diurétique semble être générale chez les insectes, un facteur diurétique peut être extrait des cellules neurosécrétrices du cerveau et de corpora cardiaca chez *Calliphora*, *Schistocerca gregaria*, ou *Locusta migratoria*.

Des facteurs antidiurétiques sont présents dans l'hémolymphe de *Periplaneta*, chez *Schistocerca*, *Locusta*, un principe antidiurétique a été extrait des corpora cardiaca et des organes périsympathiques. L'hormone antidiurétique stimule la réabsorption d'eau au niveau du rectum.