La lutte anti-acridienne. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris © 1991, pp. 129-134.

9

La régulation hormonale du métabolisme hydrique chez les criquets grégarisables

J. PROUX

Laboratoire de Neuroendocrinologie URA CNRS 1138, Université de Bordeaux I, Avenue des Facultés, 33405 Talence Cedex, France

Les criquets grégarisables comme tous les êtres vivants, ont besoin d'eau pour assurer leurs fonctions biologiques et pour chaque espèce existe un pourcentage d'eau corporelle optimum résultant d'un équilibre toujours instable entre les pertes et les gains.

Chez les criquets, les apports en eau sont principalement assurés par l'alimentation tandis que les pertes se répartissent entre l'excrétion (ou diurèse) et la transpiration. Du fait de leur caractère migrateur, les criquets vont séjourner au cours de leur vie dans des biotopes successifs dont la végétation et les conditions climatiques varient. Cette variabilité va entraîner celle des apports en eau ainsi que des pertes et il faudra qu'un mécanisme régulateur intervienne pour maintenir, autant que se peut, le pourcentage d'eau corporelle optimum, garant d'un bon état physiologique.

L'importance de cette régulation du métabolisme hydrique dépasse le maintien d'une hydratation corporelle quand on considère qu'elle pourrait intervenir sur le polymorphisme.

La transpiration

On entend par transpiration les pertes en eau par les spiracles et à travers la cuticule (respectivement 33% et 66% de la transpiration totale). Bien qu'importante (entre 70 et 260 mg/g/minute selon les criquets), cette perte en eau est indispensable puisque les animaux meurent quand on l'empêche. Elle dépend de la température (stable jusqu'à 50°C, elle

augmente ensuite de façon exponentielle) mais est peu influencée par des modifications de régime alimentaire et donc d'apport en eau (fig. 1).

La diurèse

Principale voie de l'élimination de l'eau corporelle elle est assurée par deux organes : les tubes de Malpighi et le rectum dont les fonctionnements sont modulés par des facteurs hormonaux.

Les organes de la diurèse (fig. 2)

Les tubes de Malpighi excrètent l'urine primaire dans laquelle se concentrent des anions et cations inorganiques : K^+, Na^+, Cl^- ... ou organiques : acide hippurique, sulfones et alcaloïdes. Cette urine se déverse dans le tube digestif entre les intestins moyen et posté-

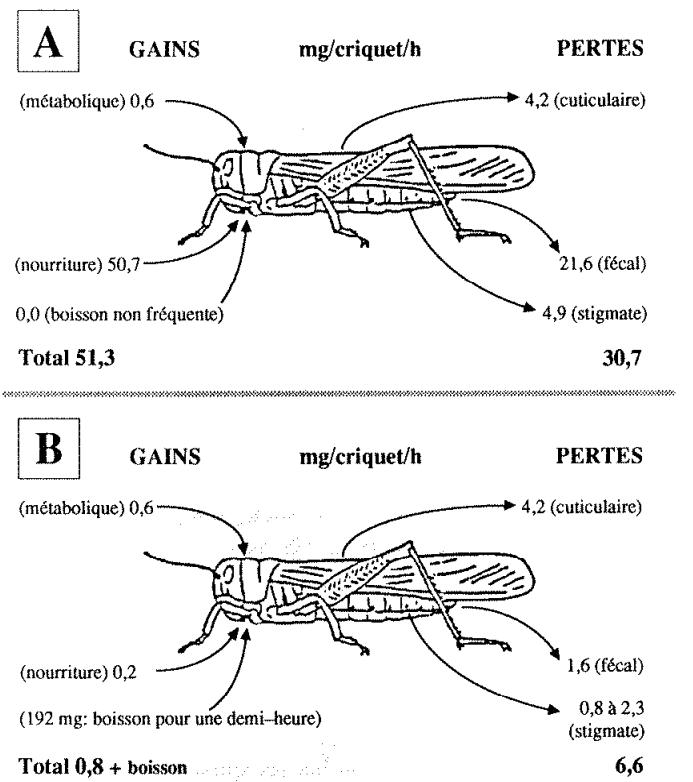

Figure 1. Equilibre hydrique de criquets recevant une nourriture normalement hydratée (A) ou déshydratée (B). (D'aprés J. P. Loveridge, 1975).

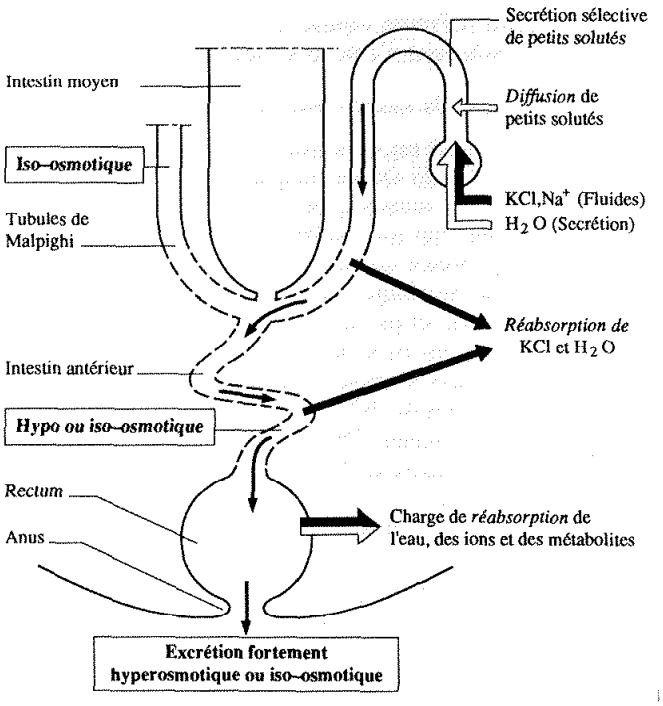

Figure 2. Système excréteur d'insecte avec les principaux transports épithéliaux et les modifications osmotiques urinaires. (D'aprés J. E. Phillips, 1983).

rieur et se mêle aux produits de la digestion. Au niveau du rectum, une partie de l'eau et de certains anions et cations contenus dans les excréments est réabsorbée avant que ceux-ci ne soient évacués à l'extérieur par l'anus.

Les hormones diurétiques et antidiurétiques

Deux types d'hormones agissant sur le métabolisme hydrique des criquets ont été mises en évidence. Des hormones diurétiques (HD) favorisant l'excrétion de l'urine primaire par les tubes de Malpighi et des hormones antidiurétiques (HAD) augmentant la réabsorption d'eau et de certains ions au niveau rectal.

Les hormones diurétiques

L'hormone diurétique cérébrale

Sa présence a été rapportée dans la partie nerveuse des corpora cardiaca, elle serait donc d'origine cérébrale. Elle augmente l'excrétion de tubes de Malpighi isolés ou semi-isolés

(laissés en présence de la chaîne nerveuse ventrale et du tube digestif). Sa nature peptidergique a été évoquée mais son isolement n'a pu, pour le moment, être mené à bien.

L'hormone diurétique apparentée à la vasopressine (AVP) des mammifères

L'AVP-like Insect Diuretic Hormone est un dimère (Dm) synthétisé par deux cellules du ganglion sous-oesophagien (GSO) du criquet migrateur (voir exposé de J. Girardie) et libéré dans l'hémolymphe. Elle est accompagnée de son monomère (Mm) et il est vraisemblable que c'est ce monomère qui est synthétisé puis transformé en dimère selon un processus enzymatique. L'importance quantitative de cette transformation dépend des besoins de l'insecte en hormone diurétique. Quand ces besoins sont grands (hydratation forcée), il y a beaucoup de dimères et peu de monomères, quand ils sont faibles (conditions de sécheresse), la proportion est inversée. La libération de l'hormone diurétique est sous la dépendance de deux facteurs d'origine cérébrale et agissant de façon antagoniste puisque un, issu de la pars intercerebralis (PI), l'inhibe tandis qu'un autre, issu des cellules neurosécrétrices sous-ocellaires médianes (CNS-SOM), la favorise. Une fois libérée l'hormone va être transportée jusqu'aux tubes de Malpighi. Du fait de sa nature protidique, elle ne peut pénétrer dans les cellules et le message qu'elle transporte va être relayé par un second messager : l'AMP cyclique. Le résultat final sera une augmentation de l'excrétion de l'urine primaire. Sa demi-vie est d'environ 20 minutes. Une fois utilisée, l'hormone diurétique sera dégradée selon un processus enzymatique, là aussi. L'ensemble de ces évènements est résumé dans la figure 3.

Cette hormone diurétique ayant été totalement caractérisée, elle est maintenant disponible sous forme synthétique, les résultats obtenus avec ce produit de synthèse sont en tous points comparables à ceux observés avec l'hormone naturelle.

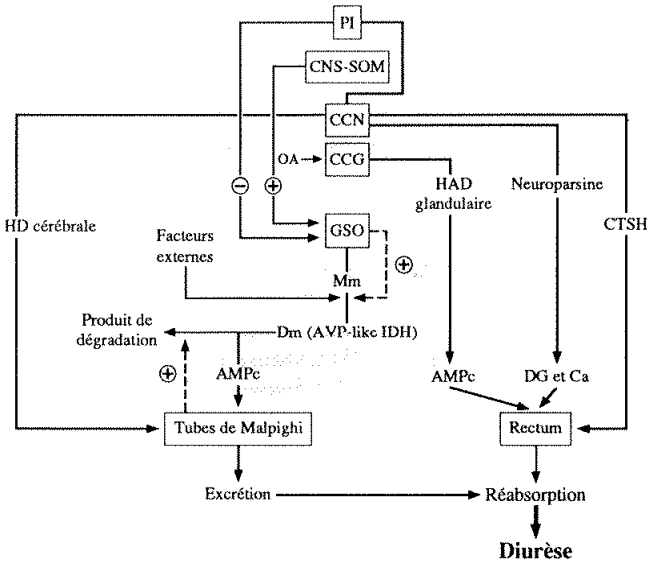

Figure 3. Schéma général de la régulation hormonale de la diurèse chez le criquet migrateur.

Les hormones antidiurétiques

La neuroparsine (NP)

Cette hormone d'origine cérébrale, qui intervient également dans le métabolisme énergétique et le polymorphisme phasaire (voir exposé de A. Girardie), joue un rôle antidiurétique au niveau rectal en favorisant une réabsorption partielle de l'eau du bol alimentaire. Le signal qu'elle génère est transporté à l'intérieur des cellules rectales par deux seconds messagers : le calcium (Ca^{++}) et le diacylglycérol (DG). Il faut noter que l'AMP cyclique n'est pas impliqué.

La "Chloride Transport Stimulating Hormone" (CTSH)

Elle a été mise en évidence chez le criquet pélerin. Elle est également d'origine cérébrale et favorise, au niveau rectal, la réabsorption de chlore et d'eau (celle de chlore étant le transport actif, l'eau suivant de facon passive).

L'hormone antidiurétique

Elle est issue de la partie glandulaire des corpora cardiaca et agit également au niveau rectal en favorisant la réabsorption hydrique. Sa libération, comme celle de l'AKH (voir exposé de A. Girardie), est contrôlée par l'octopamine (OA) des CNS-L du cerveau. En effet :

1) cette hormone est libérée par des extraits de CNS-L ou par de l'octopamine,

2) l'octopamine perd cette capacité de libération quand elle est associée à la phentolamine : un bloquant des récepteurs octopaminergiques.

Ce contrôle de la libération de deux hormones par le même système aminergique est physiologiquement justifié. A la fourniture d'énergie due à l'AKH s'ajouterait une économie d'eau, deux facteurs susceptibles de prolonger la durée du vol.

Comparaison avec l'excrétion chez les vertébrés

Les mêmes principes généraux (production d'une urine primaire iso osmotique transformée en urine définitive par réabsorption sélective d'eau, d'ions et de métabolites) sont applicables aux systèmes excréteurs des vertébrés et des insectes, mais là s'arrête la comparaison.

Le rein de la majorité des vertébrés fonctionne sur un principe de filtration-réabsorption dans lequel la filtration qui produit l'urine primaire est intense, due à la pression sanguine, et peu sélective. Une récupération par réabsorption de nombreux composés utiles est nécessaire mais consomme beaucoup d'énergie. Cette non-sélectivité a un avantage adaptatif puisque lorsqu'un organisme absorbe de nouvelles substances toxiques (et qu'il doit donc éliminer), il peut le faire sans modifier son système excréteur, puisque celui-ci est capable d'éliminer presque n'importe quoi. Cela donne à l'organisme de grandes possibilités d'explorer de nouveaux biotopes.

Le système excréteur des insectes est, lui, basé sur une excrétion tubulaire suivie d'une réabsorption rectale. Le système fonctionne lentement et les solutés excrétés sont en majorité de petite taille. L'avantage de ce système est qu'il consomme peu d'énergie, son inconvénient est la nécessité de développer de nouveaux mécanismes excréteurs chaque

fois que l'animal ingère de nouvelles substances potentiellement dangereuses. Selon toute apparence, les insectes ont surmonté ce problème puisqu'ils sont capables d'excréter des substances toxiques de façon plus efficace que les vertébrés, notamment les alkaloïdes. Ces alkaloïdes étant considérés comme des mesures de protection contre les herbivores, leur grande capacité à les excréter permet aux insectes de coloniser une immense variété de niches écologiques.