

## Modes de transpiration chez les Pseudoscorpions hygrophiles et xérophiles

J. Heurtault\* & G. Vannier\*\*

\* *Laboratoire de Zoologie (Arthropodes) du Muséum National, 61 rue de Buffon  
75005 Paris. FRANCE.*

\*\* *URA 689 du CNRS, Laboratoire d'Ecologie Générale du Muséum National, 4  
avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy. FRANCE.*

### SUMMARY

The object of this paper is to analyse the patterns of water loss from Pseudoscorpions living in different habitats. Dehydration experiments were conducted on one individual at a time, at 0% R.H. with the air temperature ramped from 10 to 90°C at the rate of 0.5°C min<sup>-1</sup>. Continuous records of weight loss with rising temperature were made with an electromicrobalance.

3 hygrophilous species were examined : Acanthocreagris granulata, a cavernicolous species from Spanish caves ; Neobisium carcinoides and Neobisium simile, two litter-dwelling species from temperate forests in Belgium and France. 4 xerophilous species were studied in the same way : Chernes hahni and Withius hispanus, two species living under the bark of Plane-trees in the park of our laboratory (Brunoy) ; Chelifer cancroïdes, a nidicolous and pulvicolous species collected in the district of Paris ; Ectactolpium namaquense, a deserticolous species living in Namibia.

Xerophilous species exhibit a typical break in the transpiration curve ; this event corresponds to a strong and fast increase in water loss due to respiration. Hygrophilous species do not display such a feature ; the rate of water loss gradually increases with temperature and time passing by a sharp peak, then declines until the individual is almost completely dehydrated.

As the heat is progressing, Pseudoscorpions display an intense physical agitation ; the highest temperature when they become motionless is called heat stupor point or thermostupor point ; its occurrence is closely related to the degree of terrestrial adaptations, i.e. the thermostupor point is reached around 40°C in cave-dwelling species and around 60°C in deserticolous species.

## I- INTRODUCTION

Les Pseudoscorpions sont des Arthropodes Arachnides qui constituent l'ordre des Chelonethida subdivisé aujourd'hui en trois sous-ordres selon le nombre d'articles du tarse des pattes: Heterosphyronida (=Chthoniinea), Diplosphyronida (=Neobisiinea) et Monosphyronida (=Cheliferinea). On distingue dans l'ordre six superfamilles: Chthoniidea, Neobisiidea, Cheliferoidea, Garypoidea, Cheiridioidea, Feaelloidea.

Les Pseudoscorpions sont des prédateurs de petite taille (moins de 1mm à 7 ou 8 mm) occupant des biotopes terrestres très variés, sous toutes les latitudes, du Groenland dans l'hémisphère nord, jusqu'aux îles antarctiques dans l'hémisphère sud: litière de feuilles mortes, humus, sol, mousses, lichens, sous les écorces d'arbres vivants ou morts, dessous de pierres ou anfractuosités de rochers, sols suspendus, ruches d'abeilles, nids d'oiseaux ou de rongeurs, recoins de maisons, greniers, bibliothèques (pincettes des bibliothèques), grottes, etc... Toutes les espèces ne sont pas cryptiques, certaines vivent au niveau de la cime des arbres; d'autres pratiquent la phorésie comme certains Acariens et se font transporter par des animaux vivants tels les insectes Coléoptères et Diptères, les rongeurs ou même les taupes (WEYGOLDT, 1969).

Les travaux de GILBERT (1951, 1952) font encore autorité sur les préférences alimentaires des Pseudoscorpions. Les observations en captivité ont surtout montré que les Chthoniidae et les Neobisiidae sont prédateurs de Collembolles alors que les Chernetidae et les Cheliferidae s'intéressent davantage aux petits Coléoptères, Psocoptères et Diptères, ainsi qu'à leurs larves; le menu des derniers cités peut s'enrichir de Fourmis, d'Acariens et même d'Enchytraeides. Au laboratoire, les espèces de Pseudoscorpions sont généralement maintenues en élevage sur une souche de *Drosophiles* (WEYGOLDT, 1969).

Selon les caractéristiques abiotiques de leur habitat (température, humidité) on considère empiriquement que les espèces de Pseudoscorpions sont soit hygrophiles soit mésophiles ou xérophiles. Le but de ce travail est de donner plus de consistance et de rigueur à ces catégories en étudiant expérimentalement les modes de rétention hydrique corporelle et les capacités de résistance à la chaleur à travers une série écologique d'espèces peuplant le domaine souterrain et les milieux désertiques en passant par leurs intermédiaires.

La littérature écophysiological est pauvre en références sur les Pseudoscorpions; KENSLER (1967) a trouvé que *Neobisium maritimum* offrait une grande résistance à la sécheresse comparée à celle d'autres invertébrés de la zone intertidale; SATO (1980) a comparé l'influence de l'humidité sur trois espèces aussi différentes que *Microcreagris japonica*, *Garypus japonicus* et *Haplochernes boncicus*, alors que KRUNIC et CURCIC (1981) se sont plutôt attachés à mesurer le point d'abaissement cryoscopique des adultes et des nymphes de *Neobisium carpaticum*, de *Neobisium macrodactylum* et *Neobisium cephalo-*

nicum ; enfin HEURTAULT et VANNIER (1990) ont étudié la thermorésistance d' *Eremogarypus perfectus* du désert de Namibie et de *Garypus levantinus* de Ligurie en les caractérisant par leur diagramme de transpiration et leur point de thermotorpeur.

## II- MATERIEL ET METHODES

Sept espèces de Pseudoscorpions ont été testées afin de mesurer leur résistance à la dessiccation et à la chaleur :

- chez les Garypidae : *Ectactolpium namaquense* Beier, 1958, appartient à un genre endémique du Sud-Ouest de l'Afrique australe, proche des *Paragarypus*. Une dizaine de spécimens a été récoltée par Yves COINEAU dans le désert du Namib, sous les pierres, en présence d' *Eremogarypus perfectus* précédemment étudié (HEURTAULT et VANNIER, 1990).

- chez les Cheliferidae : *Chelifer cancroides* (Linné, 1758) est une espèce ubiquiste vivant dans les habitations humaines (vieux meubles, lames de parquets, livres, greniers) ou leurs annexes (cabanes de lapins, poulaillers, fenils, etc ...) et dans la nature (écorces d'arbres fruitiers, nids d'oiseaux ou de rongeurs). Deux adultes femelles ont été capturés dans un pigeonnier de la région parisienne.

- chez les Withidae : *Withius hispanus* (L. Koch, 1873) est une espèce circum-méditerranéenne surtout connue de France, d'Italie, d'Espagne et des Balkans. Deux spécimens adultes, mâle et femelle, ont été récoltés sous l'écorce d'un platane dans le parc du laboratoire d'Ecologie Générale, à Brunoy (Essonne).

- chez les Chernetidae : *Chernes hahni* L. Koch, 1873 est une espèce européenne à tendance méridionale, de petite taille (2 à 2,5 mm), commune sous les écorces d'arbres en milieu ouvert (bords de route, jardins). Quatre exemplaires adultes, deux mâles et deux femelles, ont été capturés sous l'écorce d'un platane au même endroit que les individus de l'espèce corticole précédente.

- chez les Neobisiidae : *Neobisium simile* (L. Koch, 1873) est une espèce européenne, répertoriée en France, Allemagne de l'Ouest, Suisse, Nord-Ouest de l'Espagne, Corse. Les individus se trouvent généralement dans la litière des forêts et parfois à l'entrée de certaines grottes de sorte que l'espèce peut être considérée comme troglodyte. Trois adultes mâles ont été extraits par Jean-François DAVID de la litière de feuilles de chênes provenant de la Forêt d'Orléans, massif d'Ingrannes.

: *Neobisium carcinoides* (Hermann, 1804) est cataloguée comme espèce endogée européenne parmi les plus communes vivant dans les mousses, les litières de pins, de chênes, de hêtres dans les forêts de plaines et d'altitude jusqu'à 3000 m. Deux adultes et deux tritonymphes nous ont été confiés par Jean-François DAVID à partir de ses échantillons de litière de hêtres prélevés en forêt de Saint-Hubert dans les Ardennes belges.

: *Acanthocreagris granulata ventalloi* : (Beier) est une espèce aveugle, à longs appendices caractéristiques des formes troglobies, connue de quelques cavités souterraines du Nord-Est de l'Espagne. Les deux exemplaires de notre étude proviennent l'un de l'aven de Taleixa, province de Gerona, l'autre de la grotte de Bora major ; ils ont été maintenus en élevage au laboratoire de Zoologie des Arthropodes du Muséum National à la température de 10°C et en atmosphère saturée en vapeur d'eau.

Chaque individu a été placé dans une petite nacelle en aluminium perforé (diamètre et hauteur = 10 mm) suspendue à une microélectrobalance enregistreuse CAHN RG (sensibilité = 0,1 microgramme) et qui plongeait dans un puits (diamètre = 30 mm; hauteur = 50 mm) dont la température de l'air sec était ajustée par un thermostat à circulation de liquide assurant une vitesse d'accroissement thermique de 0,5°C par minute entre 10°C et 80°C pour les formes hygrophiles et entre 20°C et 90°C pour les formes xérophiles. Le temps réel de mesure était de 140 minutes pour chaque expérience. Au cours de ce laps de temps un enregistreur potentiométrique linéaire traçait la courbe de poids du Pseudoscorpion soumis au test d'élévation thermique.

La sensibilité de l'électrobalance a permis également d'enregistrer les moindres tressaillements d'un Pseudoscorpion à l'intérieur de la nacelle de mesure. En effet, la courbe de perte de poids est hachurée de traits verticaux dont la hauteur est proportionnelle à la force d'agitation de l'individu qui déstabilise le fléau de la balance. La trace des mouvements s'atténue au fur et à mesure que la température augmente et le dernier soubresaut indique le point d'inhibition motrice sous l'effet de la chaleur ou point de thermotorpeur. A partir de ce point, caractéristique de l'espèce, le Pseudoscorpion entre dans une phase de léthargie, puis survient la mort (VANNIER, 1987).

La teneur en eau corporelle des Pseudoscorpions est exprimée par rapport à leur poids sec et le flux de transpiration en unité de masse (mg) par unité de surface cuticulaire (mm<sup>2</sup>) et par unité de temps (mn). La surface corporelle individuelle est obtenue à partir de la projection optique d'un animal entre lame et lamelle qui est ensuite analysée par un planimètre électronique calculant la surface développée du corps et des appendices.

### III- RESULTATS

#### 1) Diagrammes de transpiration

##### a- Formes xérophiles (Figure 1)

- *Ectactolpium namaquense*, espèce du désert de Namibie

Quatre individus vivants ont été testés en élévation de température

re (0,5°C/mn). Tous les spécimens de l'espèce présentent le même profil stéréotypé de courbe de transpiration (Fig. 1), caractéristique des arthropodes trachéates vivant dans les milieux arides et que nous avons déjà montré chez une autre espèce de Pseudoscorpion du désert de Namibie, *Eremogarypus perfectus* (HEURTAULT et VANNIER, 1990). L'animal que nous avons choisi pour illustrer la figure 1 possède un poids frais de 4,060 mg, un poids sec de 1,418 mg et une surface corporelle de 18,320 mm<sup>2</sup>; sa teneur en eau initiale est de 186,3%. De 20°C à 55°C le flux de transpiration est à peine mesurable signifiant que le Pseudoscorpion ne perd pratiquement pas d'eau corporelle malgré l'élévation de température. A partir de 55°C, la courbe de transpiration offre un coude brusque et le flux de transpiration s'élève jusqu'à la valeur maximale de 35,62.10<sup>-4</sup>mg/mm<sup>2</sup>/mn, puis retombe à la valeur minimale de 2,32.10<sup>-4</sup>mg/mm<sup>2</sup>/mn vers 67°C, pour ensuite s'accroître régulièrement jusqu'à 90°C. L'apparition d'un coude suivi d'un pic sur la courbe de transpiration est la marque d'une brusque expulsion d'eau d'origine respiratoire, comme nous l'avons démontré chez *Eremogarypus perfectus* (HEURTAULT et VANNIER, 1990) et chez le cafard des sables *Heterogamia syriaca* (VANNIER et GHABBOUR, 1983). La température critique où se produit le coude est appelé température cubitale; chez *Ectactolpium namaquense* sa valeur moyenne est égale à 56,0°C (E.T. 0,8).

- *Chelifer cancroides*, espèce nidicole

Deux individus vivants ont subi le test de transpiration en accroissement thermique (0,5°C par minute entre 20°C et 90°C) et en atmosphère desséchée et leur courbe de transfert hydrique (Fig. 1) reproduit le profil typique de celle d'une espèce xérophile avec un coude correspondant à une perte brutale d'eau d'origine respiratoire. Les données qui ont servi à dresser la courbe-type (Fig. 1) proviennent d'un animal dont le poids frais est de 2,876 mg, le poids sec de 0,821 mg, la surface corporelle de 18,900 mm<sup>2</sup> et la teneur en eau initiale de 250,3%. De 20°C à 50°C, le flux de transpiration est à peine perceptible, passant de 0,03 à 0,36.10<sup>-4</sup>mg/mm<sup>2</sup>/mn. Il s'accroît ensuite rapidement en formant un coude pour atteindre la valeur maximale de 14,02.10<sup>-4</sup>mg/mm<sup>2</sup>/mn vers 59°C. Après le départ de l'eau respiratoire, la transpiration cuticulaire augmente progressivement, puis rapidement pour atteindre la valeur maximale de 30,95.10<sup>-4</sup>mg/mm<sup>2</sup>/mn vers 86°C. elle retombe ensuite en raison de l'épuisement du stock d'eau corporelle qui ne correspond plus qu'à 76,1% vers 90°C. *Chelifer cancroides* se distingue de l'espèce précédente par une température cubitale moins élevée (49,8°C. E.T. 0,4), un volume d'eau d'origine respiratoire moins important et l'obtention du flux maximal de transpiration cuticulaire vers 86°C.

- *Withius hispanus*, espèce corticole

Les deux individus vivants qui ont été traités dans l'installation thermogravimétrique présentent un profil de courbe de transpiration en deux parties caractéristiques des espèces xérophiles. L'exemplaire qui illustre le comportement de cette espèce corticole offre un poids frais de 1,300 mg, un poids sec de 0,594 mg, une surface cuticulaire de 10,280 mm<sup>2</sup> et possède une teneur en eau initiale de 118,8%. De 20°C à 51°C, le flux de transpiration n'est mesurable de manière significative que vers 45°C avec la valeur de 0,32.10<sup>-4</sup>mg/mm<sup>2</sup>/mn avant d'atteindre la température critique de 52,2°C

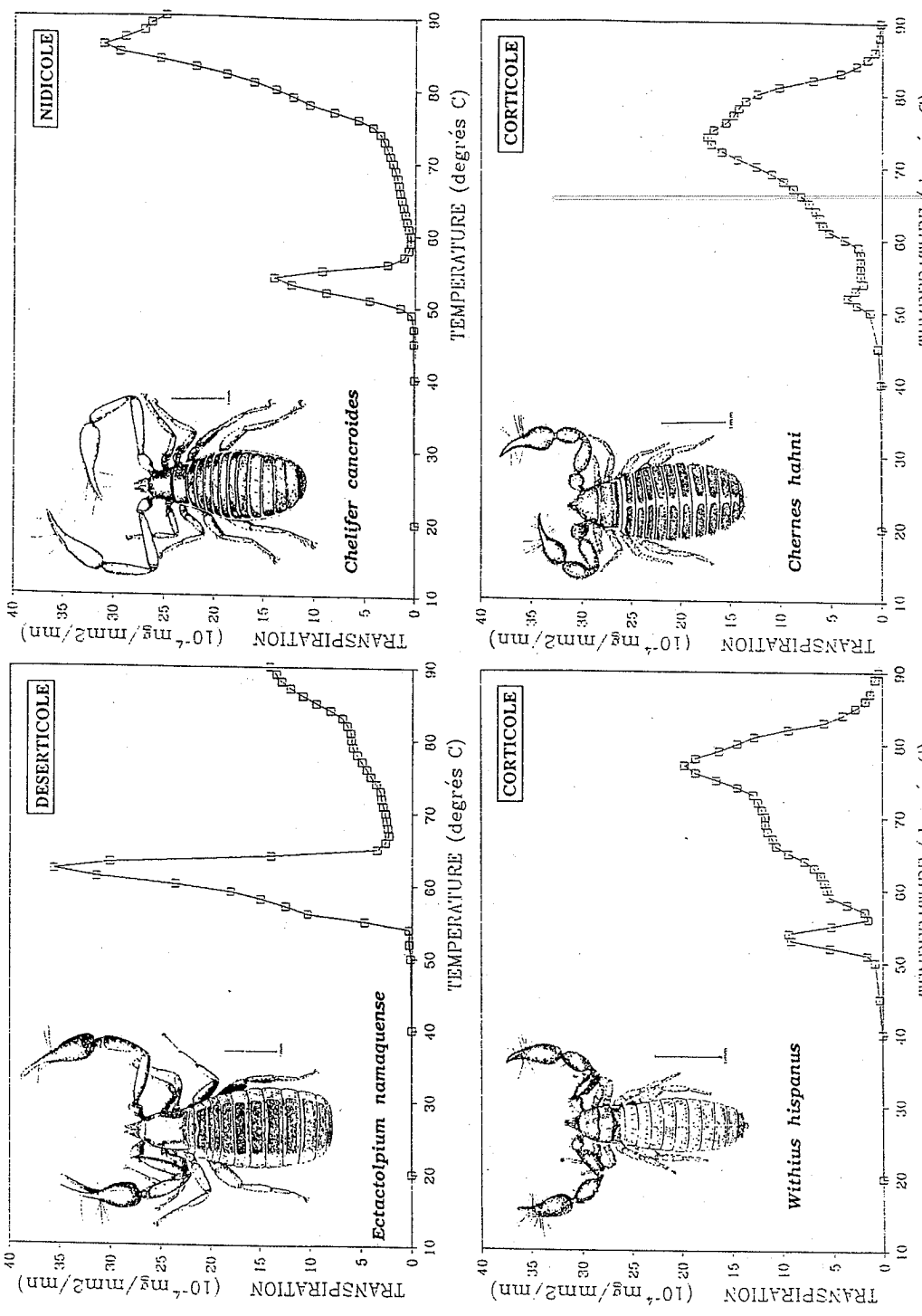


Figure 1.- Diagrammes de transpiration de quatre Pseudoscorpions xérophiles.

(température cubitale moyenne de l'espèce : 52,1°C; E.T. 1,3) où il augmente brusquement pour atteindre la valeur maximale de  $9,36 \cdot 10^{-4} \text{mg/mm}^2/\text{mn}$  vers 54°C, avant de retomber à la valeur minimale de  $1,46 \cdot 10^{-4} \text{mg/mm}^2/\text{mn}$  vers 56°C. Après cet épisode de transpiration d'origine respiratoire, le flux s'accroît en fonction de l'augmentation de la température ambiante jusqu'à la valeur maximale de  $19,70 \cdot 10^{-4} \text{mg/mm}^2/\text{mn}$  vers 77°C. On obtient ensuite chez cette espèce la courbe complète de transpiration jusqu'à la disparition totale de l'eau corporelle vers 90°C (Fig. 1).

- *Chernes hahni*, espèce corticole

Chez les quatre individus vivants de cette espèce, la perte d'eau d'origine respiratoire est plus discrète, néanmoins les courbes de transpiration présentent toutes le profil-type des espèces xérophiles (Fig. 1). La courbe qui caractérise cette espèce correspond à un individu dont le poids frais est de 0,870 mg, le poids sec de 0,312 mg, la surface corporelle de 9,500 mm<sup>2</sup> et le teneur en eau initiale de 178,8%. De 20°C à 50°C, le flux de transpiration évolue peu; il atteint la valeur de  $0,42 \cdot 10^{-4} \text{mg/mm}^2/\text{mn}$  vers 45°C et celle de  $1,21 \cdot 10^{-4} \text{mg/mm}^2/\text{mn}$  à 50°C (température cubitale moyenne de l'espèce : 49,8°C. E.T. 0,8). Il augmente ensuite de manière très significative pour prendre la valeur maximale de  $3,42 \cdot 10^{-4} \text{mg/mm}^2/\text{mn}$  vers 52°C et retomber ensuite à la valeur minimale de  $1,84 \cdot 10^{-4} \text{mg/mm}^2/\text{mn}$  à 54°C. Après une légère stagnation le flux s'accélère en fonction de l'augmentation de la température de l'air ambiant jusqu'à la valeur maximale de  $17,37 \cdot 10^{-4} \text{mg/mm}^2/\text{mn}$  vers 74°C, puis ralentit en raison de la forte déplétion d'eau interne et s'annule lorsque l'animal est complètement déshydraté vers 90°C.

b- Formes hygrophiles (Figure 2)

- *Neobisium simile*, espèce litiéricole

Trois individus vivants ont subi l'action progressive de la chaleur entre 10°C et 80°C, à raison de 0,5°C par minute. Tous ont présenté un même profil de courbe de transpiration unimodale qui les distinguent des cas précédents; en effet le coude caractéristique des formes xérophiles n'apparaît pas chez cette espèce hygrophile (Fig. 2). L'individu choisi pour caractériser la courbe-type de transpiration de l'espèce (Fig. 2) a un poids frais de 1,986 mg, un poids sec de 0,605 mg, une surface corporelle de 15,440 mm<sup>2</sup> et possède une teneur en eau initiale de 228,2%. De 10° à 20°C, le flux de transpiration est à peine perceptible; sa mesure est quantifiable à partir de 25°C avec une valeur de  $0,49 \cdot 10^{-4} \text{mg/mm}^2/\text{mn}$ , puis s'accroît régulièrement jusqu'à 42°C et ensuite s'accélère pour atteindre une valeur maximale de  $34,41 \cdot 10^{-4} \text{mg/mm}^2/\text{mn}$  vers 56°C. Enfin, le flux de transpiration diminue rapidement et s'annule vers 75°C lorsque l'eau du Pseudoscorpion est totalement épuisée.

- *Neobisium carcinoides*, espèce litiéricole

Quatre individus vivants ont produit le même type de courbe que précédemment, avec un seul pic correspondant au maximum d'eau cuticulaire transpirée, sans qu'il puisse être détecté une fraction hydrique d'origine

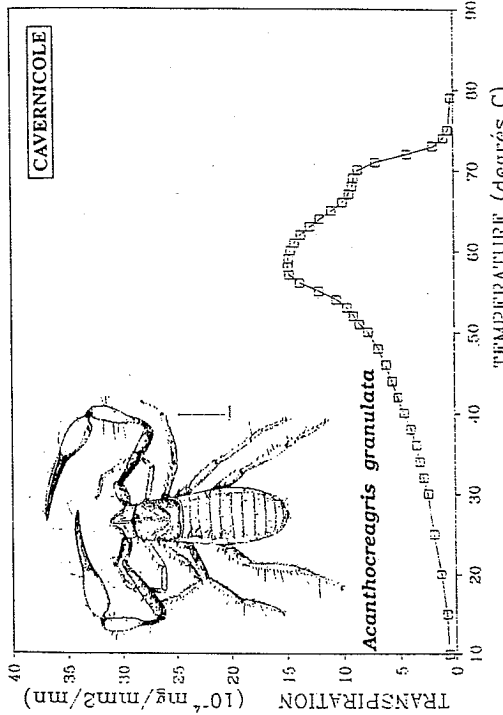
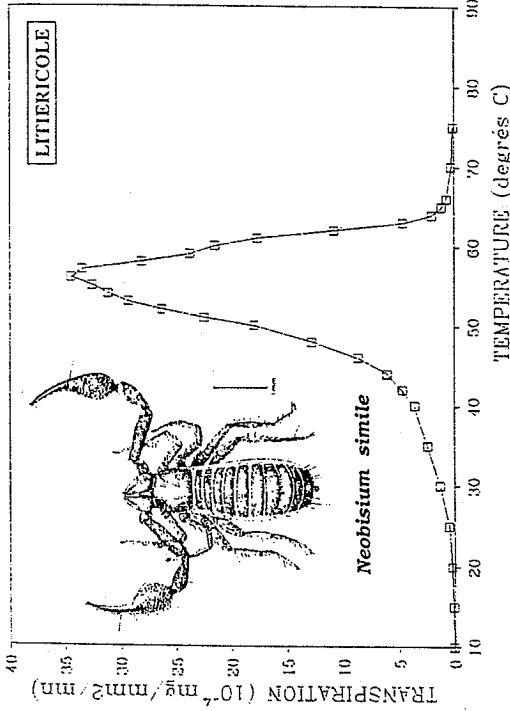
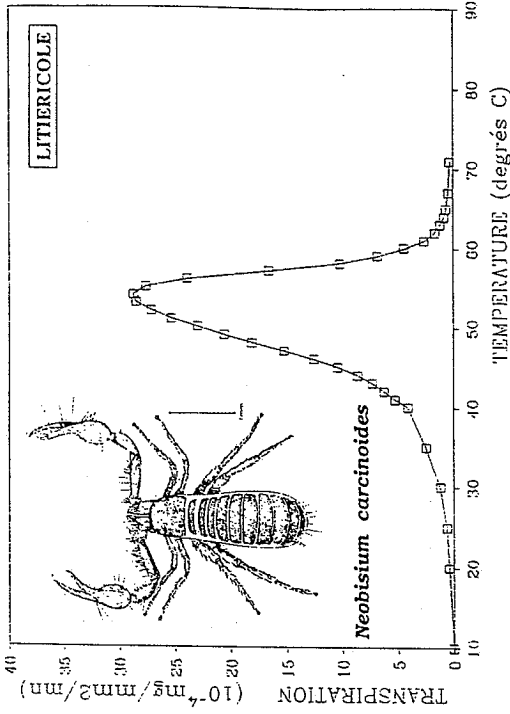


Figure 2.- Diagrammes de transpiration de trois Pseudoscorpions hygrophiles.

respiratoire. L'exemplaire qui a permis de tracer la courbe-type de l'espèce (Fig. 2) a un poids frais de 1,150 mg, un poids sec de 0,379 mg, une surface corporelle de 10,400 mm<sup>2</sup> et possède une teneur en eau initiale de 203,4%. De 10°C à 15°C, le flux de transpiration est trop faible pour être mesuré de manière significative, mais à 20°C sa valeur est de  $0,43 \cdot 10^{-4}$  mg/mm<sup>2</sup>/mn et progresse régulièrement jusqu'à 40°C atteignant la valeur de  $4,09 \cdot 10^{-4}$  mg/mm<sup>2</sup>/mn. Le flux s'accélère ensuite jusqu'à la valeur maximale de  $28,75 \cdot 10^{-4}$  mg/mm<sup>2</sup>/mn vers 54°C, puis retombe rapidement pour s'annuler vers 70°C lorsque le corps de l'animal est complètement déshydraté.

- *Acanthocreagris granulata*, espèce cavernicole

Les deux individus vivants disponibles ont présenté un mode de transpiration caractéristique des formes hygrophiles avec cependant une sensibilité plus grande à la chaleur dès le début de l'expérience. L'animal choisi pour servir d'exemple (Fig. 2) a un poids frais de 2,546 mg, un poids sec de 0,718 mg, une surface corporelle de 23,540 mm<sup>2</sup> et possède une teneur en eau initiale de 254,6%. Le flux de transpiration est mesurable dès le départ de l'expérience à 10°C avec une valeur significative de  $0,62 \cdot 10^{-4}$  mg/mm<sup>2</sup>/mn et augmente régulièrement, sans brusque accélération, jusqu'à une valeur maximale de  $14,82 \cdot 10^{-4}$  mg/mm<sup>2</sup>/mn vers 58°C; ensuite il décroît plus rapidement pour atteindre l'axe des abscisses où il s'annule vers 80°C.

## 2) Points de thermotorpeur

La température supérieure (ou point de thermotorpeur) à laquelle un arthropode terrestre cesse toute activité motrice est une information fiable sur sa résistance à la chaleur (VANNIER, 1987). Dans la série écologique de Pseudoscorpions que nous avons étudiée, nous avons hiérarchisé les espèces selon l'ordre croissant de leur point moyen de thermotorpeur :

- a) l'espèce cavernicole, *Acanthocreagris granulata*, cesse toute activité motrice à 42,6°C (E.T. 1,8) alors qu'elle possède encore une quantité d'eau corporelle suffisante pour vivre; en effet son poids vivant moyen passe de 2,593 mg (E.T. 0,066) à 2,285 mg (E.T. 0,192).
- b) l'espèce litiéricole, *Neobisium simile*, ne s'agit plus à 53°C (E.T. 0,5) avec une variation de poids vivant allant de 2,475 mg (E.T. 0,705) à 1,794 mg (E.T. 0,613).
- c) l'espèce litiéricole, *Neobisium carcinoïdes*, interrompt son activité motrice à 55°C (E.T. 1,4) et son poids vivant diminue de 1,210 mg (E.T. 0,312) à 0,762 mg (E.T. 0,240).
- d) l'espèce nidicole, *Chelifer cancroïdes*, possède un point de thermotorpeur à 55,6°C (E.T. 0,6) et enregistre une faible variation de son poids vivant de 2,183 mg (E.T. 0,980) à 2,008 mg (E.T. 0,928).
- e) l'espèce corticole, *Chernes hahni*, entre en thermotorpeur à 56°C (E.T. 1,0) alors que son poids vivant a peu varié passant de 0,816 mg (E.T. 0,044) à 0,779 mg (E.T. 0,046).

f) l'espèce corticole, *Withius hispanus*, devient immobile à 58,5°C (E.T. 0,1) alors que ses réserves hydriques corporelles sont presque intactes; en effet son poids vivant passe de 0,960 mg (E.T. 0,481) à 0,894 mg (E.T. 0,452).

g) l'espèce déserticole, *Ectactolpium namaquense*, possède le point de thermotorpeur le plus élevé à 62,7°C (E.T. 0,3) pour une variation de masse relativement faible de 3,312 mg (E.T. 1,124) à 2,928 mg (E.T. 1,037).

La mesure du point de thermotorpeur chez les sept espèces de Pseudoscorpions confirme les résultats de l'étude de transpiration en indiquant une progression de la résistance à la chaleur depuis les formes hygrophiles vers les formes xérophiles, soit donc des espèces cavernicoles aux espèces déserticoles.

#### IV- DISCUSSION - CONCLUSION

La série écologique de Pseudoscorpions que nous venons d'examiner a révélé deux modes distincts de transpiration, reconnaissables au profil des courbes de transfert hydrique corporel en fonction de la variation de la température ambiante. Ces deux modes permettent de séparer les formes hygrophiles des formes xérophiles; les premières regroupent les espèces cavernicoles et édaphiques *sensu lato* (litiéricoles, humicoles), les secondes comprennent les espèces affranchies des zones humides (corticoles, nidicoles, pulvicoles, déserticoles). La caractéristique majeure des espèces résistantes à la sécheresse est l'apparition d'un coude sur le profil de leur courbe de transpiration et qui correspond à la brusque expulsion de vapeur d'eau d'origine respiratoire. Cet événement est absent sur la courbe des espèces qui vivent au contact permanent des milieux humides.

Cette différence de mode transpiratoire entre formes hygrophiles et formes xérophiles (comprenant la majorité des espèces les plus évoluées chez les Pseudoscorpions) peut trouver une explication dans la configuration anatomique du système respiratoire. Celui-ci comprend des trachéoles se ramifiant en touffes à partir de quatre troncs trachéens et deux paires de spiracles réparties sur le troisième et le quatrième segment opisthosomal (WEYGOLDT, 1969). Pour expliquer la présence du coude sur la courbe de transpiration des espèces xérophiles, il serait intéressant de vérifier si la vapeur d'eau respiratoire s'accumule dans les troncs trachéens, puis est rejetée à l'extérieur par l'ouverture brusque des spiracles répondant à un signal thermique précis. En revanche, chez les espèces hygrophiles, considérées comme primitives (Tridenchthoniidae, Chthoniidae) la diffusion d'eau respiratoire s'effectuerait insensiblement sans intervention des spiracles et se confondrait avec la perspiration cuticulaire.

Le point de thermotorpeur donne une indication objective de la ré-

sistance des espèces de Pseudoscorpions à la chaleur et les températures d'inhibition motrice s'échelonnent de manière croissante le long d'un gradient écologique depuis les milieux humides comme les cavités souterraines, vers les zones arides comme les déserts continentaux. Sa mesure est précise pour une espèce donnée et sa variabilité est faible, si l'on en juge par la valeur restreinte des écarts-types. Une étude précédente (VANNIER, 1987) a montré que le point de thermotorpeur est indépendant de la taille des individus, de leur biomasse, de leur teneur en eau initiale, de la présence ou de l'absence de contenu digestif et aussi de paramètres extérieurs comme l'humidité relative et la vitesse d'accroissement thermique de l'air ambiant.

Les Pseudoscorpions xérophiles sont très résistants à la chaleur et ils comptent dans leur rang l'espèce d'arthropode terrestre reconnue jusqu'ici comme la plus performante : *Eremogarypus perfectus* du désert du Namib avec un point de thermotorpeur à 65°C (HEURTAULT et VANNIER, 1990). Les Pseudoscorpions hygrophiles comme les espèces cavernicoles sont logiquement plus sensibles à la chaleur avec un point de thermotorpeur à 42,6°C pour *Acanthocreagris granulata*. Cependant, comparée à d'autres arthropodes du domaine souterrain, les Pseudoscorpions cavernicoles présentent une thermorésistance élevée. En effet, le Collembole cavernicole *Tomocerus problematicus* et le Coléoptère trobologie *Aphaenops cerberus* possèdent un point de thermotorpeur respectivement à 22,6°C et à 35,1°C (VANNIER, 1987).

#### - Remerciements -

Nous sommes heureux de remercier Françoise ARPIN pour le traitement informatique de nos données expérimentales, Jacques REBIERE pour l'exécution graphique des habitus de Pseudoscorpions et Françoise BERTAY pour la saisie de notre manuscrit sur disquette.

#### - Bibliographie -

- GILBERT O. 1951 : Observation on the feeding of some British false-scorpions. Proc. Zool. Soc. London, 121: 547-555.
- GILBERT O. 1952 : Studies on the histology of the mid gut of the Chelonethi or Pseudoscorpiones. Quart. J. Microscop. Sci., 93 : 31-45.
- HEURTAULT J. et VANNIER G. 1990 : Thermorésistance chez deux Pseudoscorpions (Garypidae), l'un du désert de Namibie, l'autre de la région de Gènes (Italie). Ann. Zool. Fennici, 190, sous presse.
- KENSLER C.B. 1967 : Desiccation resistance of intertidal crevice species as a factor in their zonation. J. Animal Ecol., 36, 2 : 391 - 406.
- KRUNIC M. and CURCIC B. 1981 : Correlation between the amount of supercooling and hibernation sites in insects and arachnids. Acta ent. jugosl., 17, 1-2 :

131-135.

SATO S. 1980 : Influence of humidity on three Pseudoscorpions Microcreagris japonica, Garypus japonicus and Haplochernes boncicus. Mémoires of the Education Institute for Private Schools in Japan, 72 : 1-7.

VANNIER G. et GHABBOUR S.I. 1983 : Effect of rising ambient temperature on transpiration in the cockroach Heterogamia syriaca Sauss. from the mediterranean coastal desert of Egypt. In : Lebrun Ph., André. H.M., de Medts. A., Grégoire-Wibo. C., Wauthy. G. (ed.) New trends in Soil Biology. Proceedings of the VIIIth Intl Colloquium of Soil Zoology. Ottignies. Louvain-la-Neuve. Belgique : 441 - 453.

VANNIER G. 1987 : Mesure de la thermotorpeur chez les insectes. Bull. Soc. Ecophysiol. France. 12. 2 : 165-186.

WEYGOLDT P. 1969 : The biology of Pseudoscorpions. Harvard Univ. Press Cambridge, Massachusetts. Harvard Book in Biology, 6, 145 pages.

---