

COMPARAISON DES EFFETS DES TEMPÉRATURES CONSTANTES  
OU VARIABLES SUR LA DURÉE DE DÉVELOPPEMENT  
DE *DAMAEUS ONUSTUS* (ACARINA : ORIBATEI)

PAR

Ph. LEBRUN<sup>1</sup>

1. *Avant-propos*

Il va de soi que la durée de développement embryonnaire et post-embryonnaire des Invertébrés diminue lorsque la température augmente, mais le type de relation liant ces deux variables n'est pas identiques selon les taxons ou même selon les espèces d'un même groupe taxonomique (voir la synthèse de HOWE, 1967).

Diverses relations ont été proposées, notamment pour les Oribates (cfr. LEBRUN, 1970 et 1974) ou pour les Collemboles (cfr. THIBAUD, 1970 ; GRÉGOIRE-WIBO, 1974, 1975, 1976), qui permettent de prédire la durée de développement à *température constante*.

Mais la constance de la température est un phénomène inhabituel sous nos climats et il importe de ne pas négliger l'effet des *températures variables*. Suffit-il dans ce cas de considérer la température moyenne de la période de développement pour en prévoir la durée ? Ce n'est probablement pas le cas comme l'ont montré des recherches antérieures (MESSENGER et FLITTERS, 1959 ; MESSENGER 1964 ; HOWE, 1967 ; STINNER, GUTIERREZ et BUTLER, 1974 ; GRÉGOIRE-WIBO, 1976). Un des facteurs supposé responsable d'une accélération ou d'un ralentissement de la durée de développement à une température moyenne obtenue par des variations comparativement à une même température constante serait l'*intensité même de ces variations*.

Tel est l'objet du présent travail qui compare la durée de développement des « œufs »<sup>2</sup> de *Damaeus onustus* dans des conditions naturelles en rythme nyctéméral, par rapport aux conditions thermiques constantes de laboratoire.

2. *Méthodes*

Les « œufs » pondus par un élevage de *Damaeus* sont recueillis le jour même de la ponte et disposés dans des cupules. Celles-ci sont alors placées en nature, sous une litière de feuilles, dans un endroit abrité où les variations de température sont enregistrées en continu au moyen d'un thermohydrographe. Le développement est surveillé jour après jour, et la date d'éclosion notée pour chaque œuf. Dans le cas présent, les observations se sont échelonnées de septembre 1973 à avril 1974, période au cours de laquelle nous avons observé un total de 71 éclosions, appartenant à 8 groupes que nous représenterons de I à VIII.

1. Avec la collaboration de P. CORNET.

2. Le terme œuf doit être pris ici dans son sens le plus large c'est-à-dire l'ensemble déposé par la femelle, cette ponte pouvant très bien déjà contenir des prélarves calyptostasiques enveloppées par le chorion.

### 3. Résultats

Les données fournies par le thermohydrographe enregistreur permettent de déterminer la température moyenne <sup>1</sup> ayant régné pendant le développement de chaque œuf, et d'en calculer la durée théorique (d. th.). Celle-ci est estimée par application de la relation générale que nous avons établie à diverses températures constantes (LEBRUN, 1974). On constate que la différence entre cette estimation et la durée réelle (d. obs.) prend des proportions d'une variabilité étonnante, allant de 0 à 300 % lorsqu'on l'exprime par la relation :

$$\Delta d = \left[ \frac{d.th. - d.obs.}{d. obs.} \right] 100$$

Pour une seule observation, sur les 71 réalisées, la durée observée est légèrement supérieure à la durée prédite par la relation établie à température constante (— 4 %). En d'autres termes, pour la gamme de températures moyennes enregistrées (de 5° à 8,9° ; durées de développement théoriques de 46 jours à 102 jours) la durée de développement observée est, à une exception près, *toujours plus rapide* que celle prédite sur base de la relation température constante-durée de développement.

Cette discordance reflète l'influence de facteurs indéterminés ayant pour effet d'accélérer la vitesse de développement.

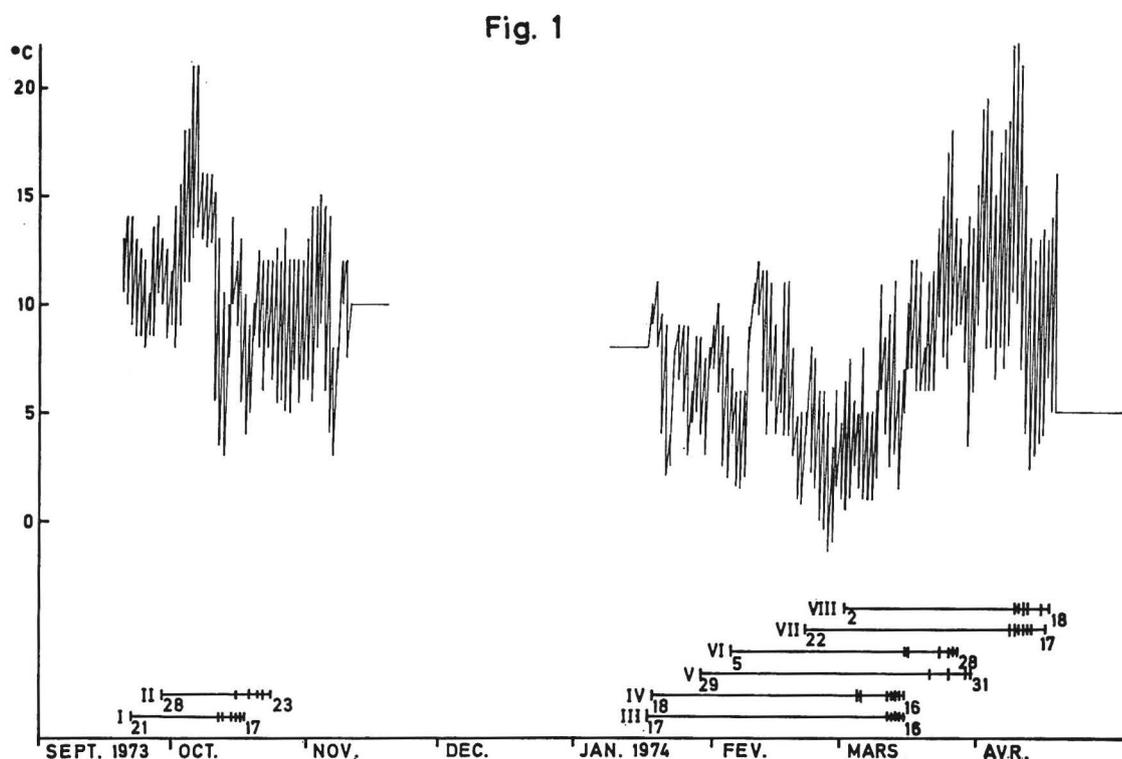


FIGURE 1 : Schéma des variations thermique interjournalières (moyennes) au cours de la période expérimentale. On a également représenté par des traits les durées de développement observées ainsi que les dates de la ponte et de la dernière éclosion parmi chaque groupe d'œufs.

1. La température moyenne est estimée par intégration de l'enregistrement de température réalisé en continu.

Le premier facteur qui vient à l'esprit est l'amplitude des variations nycthémérales comme GRÉGOIRE-WIBO (1976) l'a montré pour *Folsomia quadrioculata* ou encore les variations interjournalières. Les valeurs de la température moyenne journalière enregistrée tout au long de la période expérimentale sont schématisées à la figure 1. On y a également représenté la durée de développement pour chaque œuf et chaque groupe d'œufs (numérotés de I à VIII). Il apparaît nettement que les deux premiers groupes (I et II : « œufs d'automne »), se développant durant une période à température moyenne plus élevée, avec de fortes variations interjournalières en fin de développement, sont arrivés à éclosion en un temps beaucoup plus court. Pour les autres groupes, ayant subi une température moyenne plus basse et de moindres variations interjournalières, la durée de développement s'allonge considérablement.

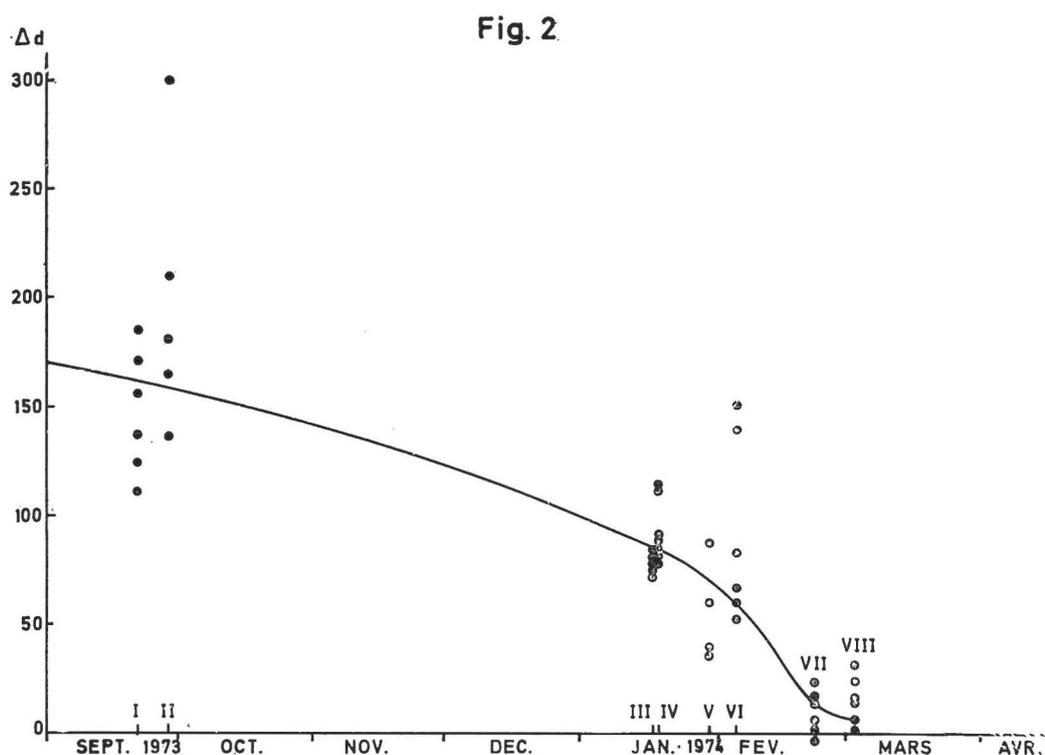


FIGURE 2 : Relation entre  $\Delta d$  et la chronologie de la période expérimentale. Les époques de pontes sont indiquées en abscisse.  $\Delta d = 100 \frac{(dth - d.obs.)}{d.obs.}$  où d.obs. est la durée de développement observée et d.th. celle prédite par la relation établie à température constante lors d'un travail antérieur (LEBRUN, 1974). La courbe passe par la moyenne des observations de chaque groupe.

Un autre facteur pouvant intervenir serait le vieillissement des souches parentales. Les œufs ayant servi aux expériences proviennent de deux souches différentes prélevées l'une à l'automne (groupes I et II), l'autre en hiver (groupes III à VIII), et on pourrait penser qu'il existe une relation entre l'époque de ponte et l'écart entre les durées de développement théoriques et observées ( $\Delta d$ ). La figure 2 semblerait appuyer cette hypothèse, mais on constate qu'elle reflète dans les grandes lignes l'évolution des températures (fig. 1), de sorte qu'il est difficile d'en établir la signification réelle à partir des données dont nous disposons.

Si dès lors on compare la moyenne des écarts journaliers de température subits par chaque œuf ( $\Delta T^\circ$ ) avec les différences de durée de développement ( $\Delta d$ ), on obtient la relation donnée par la figure 3 : la disposition des points semble passer par un minimum, pour l'ensemble des groupes III et IV et une partie des groupes V et VI. Pour les groupes I à IV plus les écarts thermiques sont marqués plus la différence entre durée théorique et durée observée est grande, c'est-à-dire plus le développement est rapide. Ce semble être l'inverse pour l'ensemble des œufs des groupes V à VIII et surtout VII et VIII, qui ont connus des écarts nycthémeraux moyens supérieurs à  $6^\circ\text{C}$ .

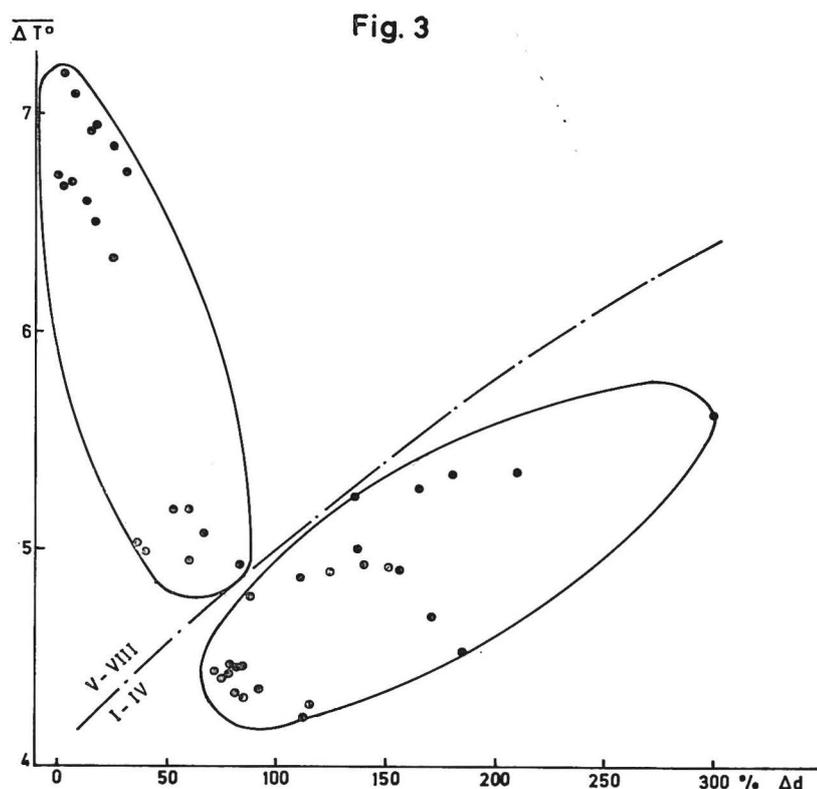


FIGURE 3 : Relation entre la moyenne des écarts nycthémeraux subis par chaque œuf et sa valeur de  $\Delta d$ .

#### 4. Discussion et conclusions

Il semble donc que d'autres facteurs entrent en jeu et compliquent le phénomène, puisque seuls les œufs des groupes I à IV montrent une stimulation due à l'amplitude des variations thermiques.

D'autre part, ce sont les œufs ayant connus les écarts thermiques les plus élevées qui échapperaient à cette règle. On peut alors se demander si la fréquence des variations de température n'intervient pas également, ou s'il n'existe pas une valeur optimale ou un seuil au-delà duquel l'effet devient contraire.

La figure 4 met en relation les fréquences ( $\nu$ ) des trois types de variations (faible, moyenne et forte) avec l'indice  $\Delta d$  défini plus haut. On obtient ainsi trois courbes complémentaires.

Ainsi, par exemple, l'œuf n° 7, qui est celui dont la durée de développement présente le plus de différences par rapport à la durée théorique prédite, a subi près de 5 % d'écart nycthéméraux supérieurs à 10°C, un peu plus de 40 % d'écarts inférieurs à 5°C et autour de 55 % d'écarts compris entre 5 et 10°C.

La partie gauche du graphique correspond aux points des groupes V à VIII de la fig. 3. Il y apparaît que les œufs concernés ont connus autant de variations de faible amplitude que de variations de forte amplitude, soit 20 %, tandis que les 60 % restant concernent des variations moyennes. Autrement dit, les variations ont été extrêmes, et la durée de développement est longue ( $\Delta d$  faible) ; à mesure que les écarts s'atténuent (distance croissante entre les deux courbes extrêmes), la vitesse de développement ralentit, alors que les variations de moyenne amplitude restent à peu près constantes.

Le volet droit correspond aux points des groupes I à IV de la figure 3 dont il renforce les conclusions ; à mesure qu'augmente la fréquence des variations de température supérieures à 5°C, la durée du développement s'accélère.

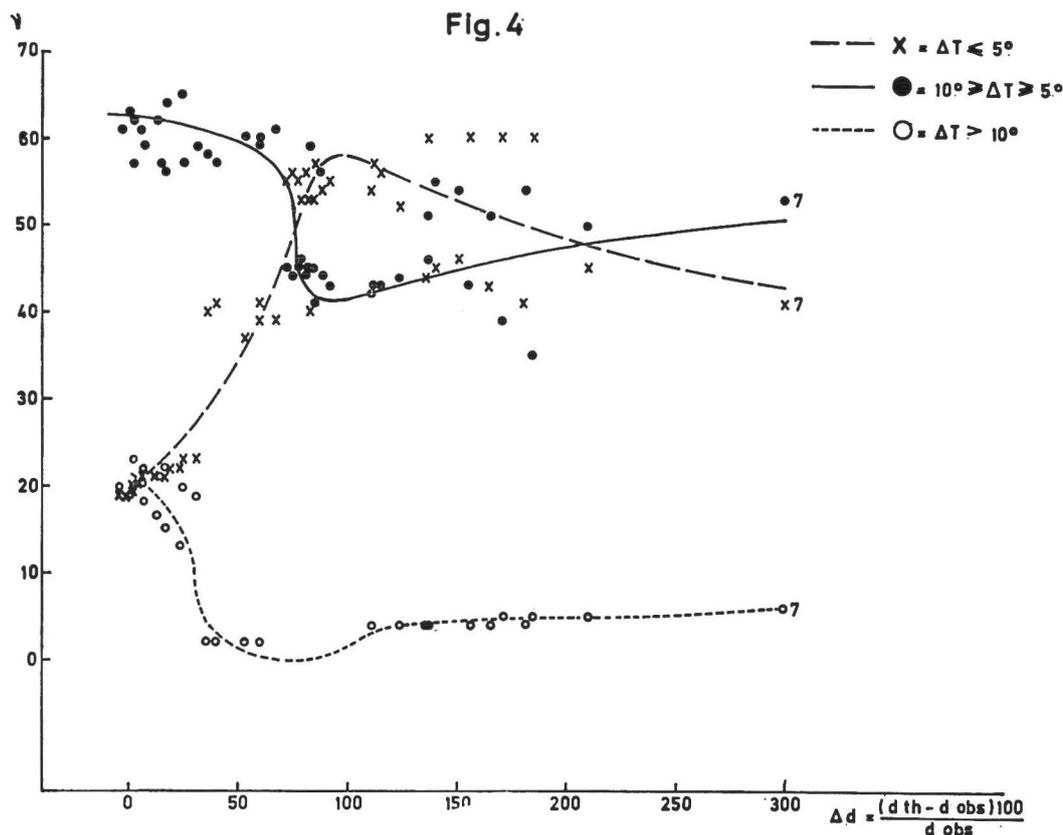


FIGURE 4 : Relation entre 3 niveaux de variations nycthémérales et  $\Delta d$  pour chaque œuf.  $\gamma$  représente le pourcentage de variation nycthémérale réparti selon les 3 niveaux arbitraires :

- $\Delta t \leq 5^{\circ}\text{C}$
- $10^{\circ}\text{C} \geq \Delta t \geq 5^{\circ}\text{C}$
- $\Delta t \geq 10^{\circ}$

Probablement d'autres facteurs influencent-ils encore la durée de développement. Par exemple, on peut penser que les très basses températures (inférieures à 0°C) ralentissent à l'extrême ou même interrompent le processus.

Peut-être aussi l'état du développement au moment où elles surviennent a-t-il de l'importance. On sait en effet qu'avant l'éclosion, l'Oribate passe par un stade prélarvaire, et il est possible que le *développement embryonnaire proprement dit et la mue prélarvaire soient différemment influencés par la température.*

Enfin, une question importante mérite d'être soulevée à propos de la présentation de nos résultats. Celle-ci concerne l'utilisation de l'intégrale de température dans l'établissement de la moyenne thermique journalière à laquelle les œufs ont été soumis.

Étant donné que la relation unissant la durée de développement à la température est du type exponentiel (avec, pour les Oribates, un  $Q_{10}$  proche de la valeur de 4) il aurait été préférable, *in abstracto*, de procéder autrement. Comme GRÉGOIRE-WIBO (1976), l'a en effet proposé, chaque période de 24 h. pourrait être considérée comme 12 h. passées à la température maximale, et 12 h. à la température minimale.

Dans notre cas, après vérification, l'une ou l'autre expression de la température moyenne journalière ne modifie en rien le raisonnement présenté ici. A titre d'exemple, la comparaison des deux méthodes donne, (comparaison basée sur les œufs présentant le plus d'écart vis-à-vis de la durée théorique) :

- pour la période du 28 sept. au 15 oct. (œuf n° II-1) : 7,05° et 7,31° ;
- pour la période du 5 février au 16 mars (œuf n° VI-1) : 5,29° et 5,31°.

Ces différences médiocres s'expliquent à la fois par les faibles variations thermiques et par les niveaux bas enregistrés au cours de la période expérimentale. En d'autres circonstances les différences risqueraient d'être appréciables et il importerait de traiter les résultats par période de 12 heures.

#### REMERCIEMENTS

L'auteur remercie le Dr. P. CORNET qui a assuré l'essentiel de la collecte des données expérimentales ainsi que le Dr. C. GRÉGOIRE-WIBO pour la critique des résultats et pour ses suggestions. Il remercie également, Madame S. EVRARD-DEGENEFTE et Monsieur E. JAL pour leur dévouement dans la réalisation technique de ce travail.

#### RÉSUMÉ

L'objectif du travail est de comparer la durée de développement des « œufs » dans *Damaeus onustus* à une quelconque température moyenne appliquée soit de manière constante, soit de manière variable avec des amplitudes plus ou moins marquées.

Le développement de 71 œufs a été suivi de septembre 1973 à avril 1974. Pour chaque œuf, on dispose de la durée réelle de développement (de la ponte à « l'éclosion »), de la température moyenne correspondante, ainsi que des variations thermiques qu'il a subi. La température moyenne permet de donner une prédiction de la durée de développement ( $d_{th}$ ) si la température avait été constante grâce à la relation  $t^{\circ}$  constante — durée de développement établie lors d'un travail antérieur.

La comparaison de la durée réelle ( $d_{obs}$ ) avec la durée théorique ( $d_{th}$ ) montre des discordances variant de — 4 à 300 % : la durée réelle est pratiquement toujours plus rapide à température variable.

L'interprétation de ces résultats fait entrevoir que l'amplitude des variations thermiques joue un rôle essentiel dans le phénomène.

L'action de ces variations est cependant, complexe, car de trop fortes variations, touchant les températures proches de 0°C retardent le terme de l'éclosion. Il se pourrait que la mue prélarvaire soit inhibée par des variations de ce type même si le développement est complètement achevé. L'état du développement qui subit les variations est probablement, lui aussi, un facteur dont l'importance n'est pas à négliger.

#### SUMMARY

This paper deals with comparison of the developmental period of "eggs" of *Damaeus onustus* at a given mean temperature applied either constantly either variably with less or well marked amplitudes.

The development of 71 eggs has been studied from September 73 to April 74. For each egg the real developmental period (from oviposition to hatching), the corresponding mean temperature and the thermic variations to which the animals were exposed, were recorded.

The mean temperature enables to predict the developmental period ( $d_{th}$ ) if the temperature remains constant, thanks to the relation between constant temperature and developmental period established in a previous work.

The comparison of the observed period ( $d_{obs}$ ) with the theoretical one ( $d_{th}$ ) shows high variations ranging from 4 to 300 % : the observed period is practically always less at variable temperature.

The interpretation of the results brings the author to underline the essential role of thermic variations in this phenomenon.

The influence of this variations is, however, complex because too large variations including temperatures near 0°C delay hatching time.

It is possible that the prelarval moulting is inhibited by this kind of variations even if the development is completely made. This stage step in development of the animal undergoing the variations also appears to be an important factor.

#### BIBLIOGRAPHIE

- GRÉGOIRE-WIBO (C.), 1974. — Bioécologie de *Folsomia quadrioculata* (Tullberg). — *Pedobiologia*, **14** : 199-207.
- GRÉGOIRE-WIBO (C.), 1975. — Bioécologie et dynamique de population de Collemboles. — Thèse de doctorat. Univ. de Louvain. inédit. 217 p.
- GRÉGOIRE-WIBO (C.), 1976. — Durées de développement et croissance de *Folsomia quadrioculata* (Tullberg) en élevage à température constante et en rythme nyctéméral. — *Rev. Écol. Biol. Sol* (sous presse).
- HOWER (R. W.), 1967. — Temperature effects on embryonic development in insects. — *Ann. Rev. Ent.*, **12** : 15-42.
- LEBRUN (Ph.), 1970. — Écologie et biologie de *Nothrus palustris* (C. L. KOCH, 1839). 3<sup>e</sup> note. Cycle de vie. — *Acarologia*, **12** : 193-207.
- LEBRUN (Ph.), 1974. — Écologie du développement de *Damaeus onustus* et *Damaeus clavipes* (Acarien-Oribates). Influence de la température. — *Acarologia*, **16** : 343-357.
- MESSENGER (P. S.), 1964. — The influence of rhythmically fluctuating temperatures on the development and reproduction of the spotted alfalfa aphid, *Therioaphis maculata*. — *J. econ. Ent.*, **57** : 71-76.
- MESSENGER (P. S.) and FLITTERS (N. E.), 1959. — Effect of variable temperature environments on egg development of three species of fruit flies. — *Ann. Ent. Soc. Am.*, **52** : 191-204.
- STINNER (R. E.), GUTIERREZ (A. P.) and BUTLER (G. D.), 1974. — An algorithm for temperature-dependent growth rate simulation. — *Can. Ent.*, **106** : 519-524.

THIBAUD (J. M.), 1970. — Biologie et écologie des Collemboles *Hypogastruridae* édaphiques et cavernicoles. — Mém. Mus. nat. Hist. nat., Paris, **61** : 83-201.

*Adresse de l'auteur :*

Prof. Ph. LEBRUN  
Écologie animale  
Laboratoire d'Écologie Générale et Expérimentale,  
Place de la Croix du Sud, 5,  
1348 LOUVAIN-LA-NEUVE  
Belgique

*Paru en Septembre 1977.*

---