

SEUIL THERMIQUE DE DÉVELOPPEMENT DE TROIS COCCINELLES PRÉDATRICES DE LA COCHENILLE DU MANIOC AU CONGO

A. KIYINDOU

DGRST-ORSTOM, Brazzaville, B.P. 181, R.P. du Congo

Le seuil thermique de développement de 3 prédateurs de la famille des *Coccinellidae* (un exotique et deux locaux) a été étudié.

L'équation de la constante thermique a été utilisée pour le calcul du seuil thermique.

Les données obtenues ont été comparées entre elles. L'espèce exotique *Hyperaspis raynevali* a un seuil thermique de développement plus bas que celui des 2 espèces locales (*Hyperaspis senegalensis hottentotta* et *Exochomus flaviventris*).

Le seuil thermique suivant a été obtenu pour chaque espèce, à savoir : 11,81 °C pour *H. raynevali* ; 13,78 °C pour *H. s. hottentotta* ; 13,63 °C pour *E. flaviventris*. Des différences de seuil thermique de développement et de mortalité ont été enregistrées entre le prédateur exotique et les espèces indigènes. Des hypothèses explicatives sont évoquées dans la discussion.

MOTS CLÉS : *Hyperaspis raynevali*, *Hyperaspis senegalensis hottentotta*, *Exochomus flaviventris*, Coccinelles prédatrices, cochenille du manioc, seuil thermique de développement.

Dans deux notes précédentes (Fabres & Kiyindou, 1985 ; Kiyindou & Fabres, 1987), nous avons étudié certains traits de la biologie des deux principales coccinelles prédatrices locales de la cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero) : *Exochomus flaviventris* Mader et *Hyperaspis senegalensis hottentotta* Mulsant comparativement à celle d'une espèce exotique *Hyperaspis raynevali* Mulsant. Nous avons montré que les coccinelles locales n'apparaissent en grand nombre, dans les champs de manioc, que tardivement par rapport à la gradation des populations de la cochenille. Nous avons proposé comme une des hypothèses possibles : un seuil thermique de développement plus élevé que celui de la cochenille (14,2 °C ; Le Rü, 1984) qui, associé à un taux d'accroissement plus faible, aurait pu expliquer ce décalage dans le temps entre le pic de gradation du phytophage et celui des prédateurs indigènes.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons expérimenté sur les deux coccinelles locales afin de déterminer le seuil thermique de leur développement et nous avons étendu notre expérimentation à l'espèce introduite pour mettre en évidence les capacités d'adaptation de l'auxiliaire exotique aux conditions climatiques du Congo où, le début de la saison sèche, marqué par des basses températures, constitue une période critique pour le développement du ravageur (Le Rü & Fabres, 1987) et peut être aussi pour ses prédateurs.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

ÉLEVAGE

Les souches de *H. s. hottentotta* et *E. flaviventris* proviennent de la région de Kombé à (17 km au Sud de Brazzaville) où les coccinelles se multiplient sur la cochenille du manioc tandis que la souche *H. raynevali* provient de Guyane où la coccinelle est associée à *Phenacoccus herreni* Cox & Williams ; cette dernière espèce est maintenue au laboratoire depuis 1982.

Le maintien des souches est assuré dans des cages en bois (36 × 40 × 68 cm avec 2 parois de verre et 3 autres, grillagées pour aération). Les cages sont placées dans les conditions thermohygrométriques du laboratoire : température moyenne 26 °C (extrêmes 21 °C-31 °C) et hygrométrie relative moyenne 70 % (extrême 61 %-89 %). La photopériode est de 12 h par jour. Les œufs des cochenilles servent de nourriture aux coccinelles.

Les élevages aux températures constantes de 20 °C, 25 °C et 30 °C avec des hygrométries relatives respectives de 85-90 %, 75-85 % et 70-75 %, ont été conduits dans une étuve éclairée, selon les techniques décrites dans nos 2 notes précédentes (Fabres & Kiyindou, 1985 ; Kiyindou & Fabres, 1987). Le suivi du développement embryonnaire a porté sur 200 œufs par espèce ; celui du développement larvaire et nymphal sur 60 individus de chaque espèce.

SEUIL THERMIQUE DE DÉVELOPPEMENT

Nous avons déterminé la température seuil de développement K, en utilisant la méthode graphique élaborée par Peairs (1914). Avec X temps nécessaire au développement complet à une température T, K, seuil de développement, $(T-K) X = C$ (constante thermique).

Trois températures différentes sont utilisées. La courbe qui représente la durée du développement préimaginal en fonction de T est voisine d'une hyperbole équilatère, ce qui signifie que sur un intervalle assez étendu de températures (entre 20° et 30 °C), la courbe réciproque est sensiblement une droite. Ce fait a été confirmé par Sping *et al.* (1954), qui considèrent cette méthode utilisable pour des températures normalement rencontrées par l'insecte dans la nature.

RÉSULTATS

Les données obtenues, présentées sous une forme comparative (tableaux 1, 2) ont servi au calcul des seuils de développement.

A chaque stade correspond normalement une courbe de développement. Cependant, pour faciliter les opérations, Bonnemaison (1946), suggère la possibilité de tracer directement la courbe de développement complet des insectes, l'équation de la droite de régression exprimant la vitesse de développement en fonction de la température coupe l'axe des températures en un point (S) que nous pouvons considérer comme la température seuil de développement pour chaque coccinelle (fig. 1).

Le seuil thermique de développement est sensiblement le même pour les 2 espèces locales et tout à fait comparable à celui de la cochenille du manioc, (14,2 °C ; Le Rü, 1984).

Par contre, celui de l'auxiliaire exotique est significativement plus bas que celui des coccinelles indigènes.

On note des différences de sensibilités aux températures selon le stade de développement. Pour l'espèce introduite c'est surtout pour le développement embryonnaire et celui de la larve du 1^{er} stade que le seuil thermique est le plus bas.

TABLEAU 1

Comparaison du seuil thermique de développement des stades préimaginaux de *H. raynevali*

Stade de développement	Température seuil de développement en °C
Œuf	11,64
L1	11,55
L2	16,25
L3	13,34
L4	13,25
N	15,00

TABLEAU 2

Durée moyenne totale en jours du développement, mortalité totale en pourcentage et seuil thermique de développement de *H. raynevali* et des 2 *Coccinelles* locales.

Espèce	<i>H. raynevali</i>			<i>H. s. hottentotta</i>			<i>E. flaviventris</i>		
	20	25	30	20	25	30	20	25	30
Température en °C									
Durée du développement en jours	60,4	31,4	25,9	69,2	33,7	26,1	76,5	37,6	26,1
±	0,2	0,3	1,6	0,7	0,5	0,3	1,2	0,3	0,5
Mortalité totale en %	27,6	11,1	20,3	49,8	10,2	20,6	48,4	9,4	19,8
Température seuil de développement en °C	11,81			13,78			13,63		

Les moyennes sont accompagnées de l'intervalle de confiance à 5 % n = 60 respectivement

La mortalité totale est sensiblement la même pour les 3 coccinelles aux hautes températures. C'est aux basses températures que les différences de mortalité sont plus marquées. A 20 °C, la mortalité est plus faible chez *H. raynevali* (27,6 %) que chez *H. s. hottentotta* et *E. flaviventris* (respectivement 49,8 et 48,4 %). Toutefois, pour les 3 prédateurs, la mortalité minimale a été enregistrée à 25 °C (tableau 2).

DISCUSSION

La présente étude a permis de calculer les seuils thermiques théoriques au-dessus desquels les individus de chaque espèce de coccinelle peuvent se développer.

Plusieurs méthodes, telle que celle de Davidson (1944), permettent d'exprimer la vitesse de développement d'un insecte en fonction de la température.

Toutefois, le modèle linéaire ainsi que celui de Davidson (1944), comme le remarquent Hodek (1973), Obrycki & Tauber (1981), Delobel (1983), Podoler & Henen (1983),

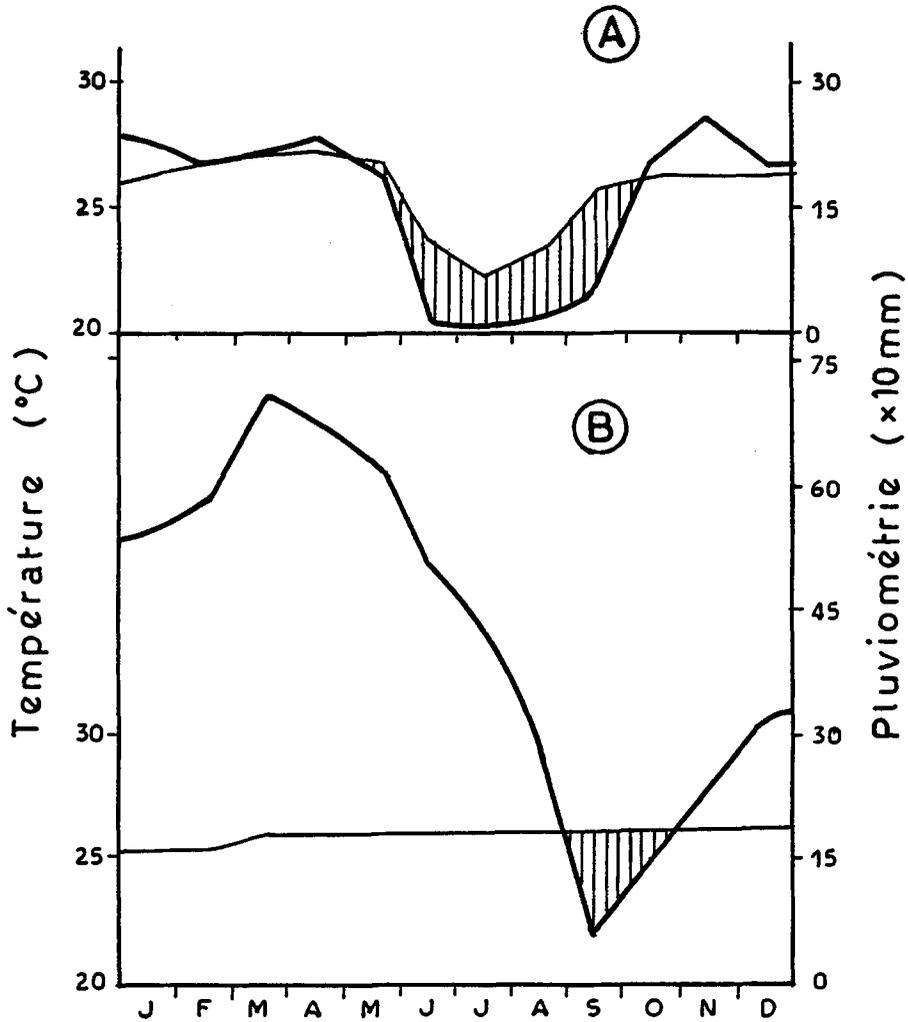


Fig. 1. Comparaison des données climatiques :

A., pour le Congo ; B., pour la Guyane.

Courbe en trait fin : températures moyennes mensuelles.

Courbe en trait gras : pluviométrie moyenne mensuelle.

Période sèche où la somme des précipitations, mesurées en millimètres, est inférieure au double de la température moyenne annuelle, mesurée en degrés centigrades (hachuré).

Données complémentaires.

	Brazzaville	Cayenne
1) Station météorologique		
2) Nombre d'années d'observation	10	23
3) Température moyenne annuelle	24 °C	25,5 °C
4) Minimum moyen journalier du mois le plus frais	18 °C	21,4 °C
5) Minimum absolu	12,5 °C	18,8 °C
6) Maximum moyen journalier du mois le plus chaud	30 °C	32,5 °C
7) Maximum absolu	35 °C	34,6 °C
8) Amplitude moyenne de la température	6 °C	1,5 °C

présentent l'avantage de la simplicité. La méthode de Davidson (1944) n'a pas été exploitée dans cette note car, nous n'avons travaillé qu'à des intervalles de températures proches de ceux de plein champ au Congo. Davidson (1944), préconise en effet, l'utilisation du modèle logistique pour des températures extrêmes.

L'emploi du modèle linéaire nous est apparu plus judicieux pour les températures constantes de 20°, 25° et 30 °C. Il est un bon outil de calcul du seuil thermique de développement.

Selon Bonnemaïson (1946), des différences importantes peuvent apparaître quant à la durée et au seuil thermique de développement à un stade donné et pour des insectes placés dans les mêmes conditions de températures et d'humidité, en fonction des conditions de milieu auxquelles ont été soumis les ascendants. Il convient par conséquent d'être prudent quant à l'interprétation des résultats exposés dans cette note.

D'après Messenger & Flitters, 1959 ; Laudien, 1973 (cité par Delobel, 1983) ; Campbell & Mackauer, 1975, une température fluctuante est comparable, pour ce qui concerne ses effets sur le développement des insectes, à la moyenne des maxima et minima si l'amplitude des fluctuations n'excède pas 10 °C.

Au Congo et en Guyane, où l'amplitude thermique annuelle se trouve en deçà de 10 °C, l'alternance des saisons peut, pour ce qui est des températures ne pas être prise en considération.

En effet, la durée du développement des 3 coccinelles est doublée pour un écart de 5 °C (entre 20° et 25 °C) ; or à Brazzaville, les températures moyennes mensuelles de saison sèche sont inférieures de 5 °C par rapport à celles de saison des pluies (Le Rü & Fabres, 1987). Ce fait n'est pas observé à Cayenne, en Guyane, où les températures moyennes mensuelles sont assez stables (fig. 2).

Nous noterons également ici que des températures proches du seuil thermique des prédateurs s'observent pendant 4 à 6 h par jour en saison sèche, et que des températures extrêmes de 11°-12 °C sont parfois enregistrées au mois de juillet (Le Rü, 1984).

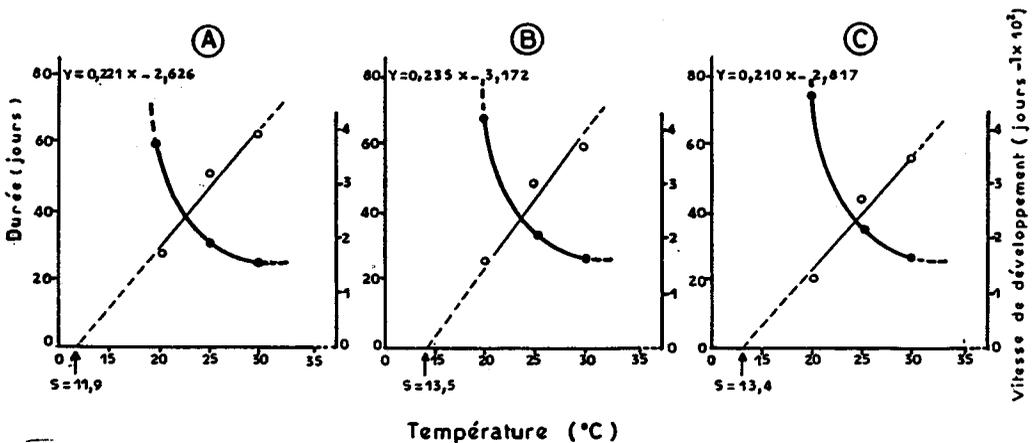


Fig. 2. Courbes température-temps (cercles noirs) et température vitesse de développement (cercles blancs).

- A : pour *H. raynevali*.
- B : pour *H. s. hottentotta*.
- C : pour *E. flaviventris*.

De ce point de vue *H. raynevali* espèce introduite ne semble pas présenter un avantage sur *H. s. hottentotta* et *E. flaviventris* prédateurs locaux car, les seuils thermiques pour la larve de 2^e stade et la nymphe avoisinent respectivement 16° et 15 °C.

Les basses températures enregistrées dans la région de Brazzaville sont probablement préjudiciables à l'amorce de la gradation du ravageur (Le Rü & Fabres, 1987) et de ses entomophages et ceci semble confirmé par le pic de gradation tardif du phytophage et celui des prédateurs locaux (Fabres & Kiyindou, 1985).

Une étude comparative de la dynamique des populations des 3 espèces sur le terrain, permettrait de mieux juger des capacités de meilleure intégration du prédateur introduit dans le complexe entomophage de la cochenille.

D'autre part, ce travail pris dans une optique plus générale peut aider à l'élaboration d'une stratégie de lutte biologique par utilisation de coccinelles prédatrices, notamment le choix du type d'intervention (lâcher - acclimatation - régulation ou lâcher inondatif - régulation), et la prévision de la date favorable des lâchers des ennemis naturels de la cochenille du manioc.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie MM. G. Fabres et B. Le Rü pour leurs conseils et leur aide pour la mise en forme du manuscrit.

SUMMARY

Temperature threshold for three Coccinellid beetles predators of the cassava mealybug in Congo

Lower threshold temperatures were computed for 3 Coccinellid beetles predators of the cassava mealybug in Congo by use of the thermal constant method.

Compared results indicate that the exotic species *Hyperaspis raynevali* has a lower limiting temperature than the 2 local species, *Hyperaspis senegalensis hottentotta* and *Exochomus flaviventris*.

The following threshold temperatures were obtained: 11.81 °C for *H. raynevali*, 13.73 °C for *H. s. hottentotta*, and 13.63 °C for *E. flaviventris*.

KEY-WORDS: *Hyperaspis raynevali*, *Hyperaspis senegalensis hottentotta*, *Exochomus flaviventris*, predatory Coccinellids, cassava mealybug, lower threshold temperature.

Reçu le : 4 Février 1988 ; Accepté le 1^{er} Août 1988.

BIBLIOGRAPHIE

- Bonnemaison, L. — 1946. Action des températures constantes et variables sur le développement d'un hémiptère : *Eurydema ornatum* L. (Pentat). — *Ann. Epiphyties*, 12, 115-143.
- Campbell, A. & Mackauer, M. — 1975. Thermal constants for development of the pea aphid [*Homoptera* : *Aphididae*] and some of its parasites. — *Can. Entomol.*, 107, 419-423.
- Davidson, J. — 1944. On the relationship between temperature and role of development of insects at constant temperatures. — *J. Anim. Ecol.*, 13, 26-38.

- Delobel, A. G. L.** — 1983. Influence of temperature and host plant condition on preimaginal development and survival in the sorghum shootfly *Atherigona soccata*. — *Insect Sci. Applic.*, 4, 327-335.
- Fabres, G. & Kiyindou, A.** — 1985. Comparaison du potentiel biotique de deux coccinelles [*Exochomus flaviventris* et *Hyperaspis senegalensis hottentotta*] [Col. : Coccinellidae] prédatrices de *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae] au Congo. — *Acta Oecologica, Oecol. Applic.*, 6, 339-348.
- Hodek, I.** — 1973. Biology of coccinellidae (Junk, ed.) — *Academia*, the Hague, Prague, 260 p.
- Kiyindou, A. & Fabres, G.** — 1987. Etude de la capacité d'accroissement chez *Hyperaspis rayneali* [Col. : Coccinellidae] prédateur introduit au Congo pour la régulation des populations de *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae]. — *Entomophaga*, 32, 181-188.
- Laudien, H.** — 1973. Changing reaction systems. In: Temperature and life (H. Precht, J. Christopherson, H. Hensel & W. Larcher, eds) — *Springer*, Berlin.
- Le Rü, B.** — 1984. Contribution à l'étude de l'écologie de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae] en République populaire du Congo. — *Thèse de 3^e cycle, Univ. Paris XI*, Orsay, 118 p.
- Le Rü, B. & Fabres, G.** — 1987. Influence de la température et de l'hygrométrie relative sur la capacité d'accroissement et le profil d'abondance des populations de la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae] au Congo. — *Acta Oecologica, Oecol. Applic.*, 8, 165-174.
- Obrycki, J. J. & Tauber, M. J.** — 1981. Phenology of three Coccinellid species: Thermal requirements for development. — *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 74, 31-36.
- Messenger, P. S. & Flitters, N. E.** — 1959. Effect of variable temperature environments on egg development of three species of fruit flies. — *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 52, 191-204.
- Peairs, L. M.** — 1914. The relation of temperature to insect development. — *J. Econ. Entomol.*, 7, 174-179.
- Podoler, H. & Henen, J.** — 1983. A comparative study of the effects of constant temperatures on development time and survival of two Coccinellid beetles of the genus *Chilocorus*. — *Phytoparasitica*, 11, 167-176.
- Sping, L., Hodson, A. C. & Richards, A. G.** — 1954. An analysis of threshold temperatures for the development of *Oncopeltus* and *Tribolium* eggs. — *Physiol. Zoölogy*, 27, 287-311.