

ACTION DES TEMPERATURES EXTREMES SUR LE DEVELOPPEMENT ET LA MORTALITE DE LA SEMAINE DU MAIS, *sesamia nonagrioides* LEF. (LEP-NOCTUIDAE)

HILAL ABELKADER*

INTRODUCTION

Les températures élevées (dépassant 40°) ou inférieures aux seuils thermiques de développement, ont une grande importance sur la dynamique des populations des insectes.

Dans les conditions naturelles, les insectes sont souvent soumis durant des périodes plus ou moins courtes à l'action des températures défavorables à leur développement.

En 1967, HOWE a pu suivre le développement embryonnaire de *tribolium confusum* exposé pendant de courtes durées à des températures basses. L'auteur a pu quantifier l'action défavorable de ces températures sur le développement de cet insecte. JOURDHEUIL et ses collaborateurs (1974) ont étudié également l'incidence de deux températures basses (+ 4,5° et

* Centre Régional de la Recherche Agronomique du haouz Pré-Sahara
Marrakech B .P. 533

+1°C) sur le développement des oeufs d'*Anagasta kuehniella* ZELL. Les auteurs ont montré que l'effet létal du séjour au froid ne se manifeste pas uniquement sur l'embryon, mais se répercute également sur le développement futur des chenilles.

La résistance des insectes aux températures inférieures à 0°C est due à la présence du glycérol en quantité assez importante dans l'hémolymphe (SALT, 1961 ; ASAHINO et TANNO, 1964 ; MOREAU, 1973) ou du tréhalose hémohymphatique (ASAHINO et TANNO, 1964 ; HILAL et al, 1979). Ces deux substances font baisser le point de congélation de l'hémolymphe et permettent la survie des insectes aux températures inférieures à 0°C.

Les températures élevées jouent également un rôle défavorable sur le développement des insectes (UVAROV, 1931 ; WIGGLESWORTH, 1950 ; BURSELL, 1964....).

Dans cette étude, nous avons cherché à étudier l'effet létal de deux températures extrêmes (-5°C et + 42°C) ainsi que l'action cumulative d'une température basse (+10°C) sur le développement des chenilles âgées de la Sésamie L6 dont le seuil thermique est de 12,2°C (HILAL, 1978).

MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

1 - Effet cumulatif de la température de +10°C.

Deux séries de cent chenilles chacune sont élevées dans des boîtes en plastique grillagé. Ces chenilles sont d'abord élevées dans des conditions favorables jusqu'au 6ème stade puis exposées à + 10°C pendant dix, vingt et trente jours. Après ces séjours au froid, les chenilles sont placées à 30°C pour compléter leur développement. Le calcul des vitesses de développement relatives aux différents séjours à 10°C est effectué selon la méthode de POITOUT et CAYROL (1969). On suppose que les cycles larvaire et nymphal de cet insecte se divise en cent unités équivalentes de développement (U.E.D.)

$$\text{La vitesse } V_t = \frac{100}{D_t} \quad (V_t = \text{vitesse de développement à la température } t^\circ, \\ D_t = \text{durée de dévelop. à cette température } t^\circ)$$

Pour chacun des quatre séjours à + 10°C, on précise également la mortalité et le poids des chrysalides.

2 - Effet d'une température létale basse (- 5°C)

Les chenilles sont élevées dans des conditions de développement continu (milieu nutritif, seize heures de lumière et 30°C) jusqu'au 6ème stade larvaire. Elles sont ensuite exposées à une température de -5°C pendant 1, 2, 4, 6 et 8 heures. Nous avons utilisé pour chacun des cinq séjours un lot de 100 chenilles.

3 - Effet d'une température létale élevée (+ 42°C).

Nous avons choisi dans cette étude une température de + 42°C. Cette température est assez courante au Maroc durant la saison d'été. Les chenilles du 2ème et 6ème stade larvaire sont exposées à cette température pendant 1, 2, 4, 6, 8, 12 et 20 heures.

4 - Méthode statistique utilisée

Pour calculer la mortalité des chenilles due aux effets des hautes températures, nous avons appliqué l'analyse statistique par probit (FINNEY, 1974).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1- Effets cumulatifs de la température de + 10°C sur le développement et la mortalité de la Sésamie.

a - Effet sur le développement larvaire.

Les durées de développement larvaire obtenues avec une température de 30°C et celles avec des séjours de dix, vingt et trente jours à 10°C sont représentées dans le tableau I.

Tableau I : Effet cumulatif d'une température basse (+10°C) sur la durée de développement et la mortalité de la Sésamie.

Températures		30°C	30°C+10 j à 10°C	30°C+20 j à 10°C	30°C+30 j à 10°C	30°C+40 j à 10°C
Durée (jours)	Chenilles	21	26	40	40	-
	Chrysalides	10	10	10	12	-
	Total	31	36	50	61	-
Morta- lité	Chenilles	0	0	0	0	28%
	Chrysalides	0	0	0	0	72%
	Total	0	0	0	0	100%
Poids des Chrysalides		270	240	195	180	-

A la température 30°C, la vitesse de développement V1 est :

$$V1 = \frac{3,22}{31} \text{ U.D.E}$$

La durée de développement à 30°C avec un séjour de dix jours à +10°C est trente six jours. Le développement obtenu à +10°C pendant dix jours est identique à celui réalisé à +30°C durant cinq jours, c'est à dire à 16,1 U.E.D. La vitesse de développement durant les dix premiers jours à +10°C est :

$$V2 = \frac{16,10}{10} = 1,61 \text{ U.E.D.}$$

Lorsque les chenilles sont exposées à +10°C pendant 20 jours, la durée totale de développement est 30 jours. Le développement réalisé pendant 20 jours à +10°C est donc équivalent à celui effectué pendant une journée à 30°C. La vitesse de développement V3 à +10° C pendant 20 jours est égale à :

$$V3 = \frac{3,22}{20} = 0,16 \text{ U.E.D.}$$

La durée du développement à +30°C avec trente jours à +10°C est trente et un jours . Autrement dit, durant les trente jours à +10°C, aucun développement n'est obtenu. Or, on a vu que durant les séjours de dix et vingt jours à +10°C, les chenilles effectuent respectivement un développement de 1,61 et 0,16 U.D.E par jour. Tout se passe donc comme si le séjour prolongé à 10°C (dépassant vingt jours) a un "effet retardateur" sur le développement de la Sésamie. La vitesse V3 durant les trente jours à +10°C est donc nulle. Lorsque la durée du séjour à +10°C dépasse quarante jours , toutes les chenilles meurent. Nous constatons donc que la vitesse du développement des chenilles de la Sésamie décroît en fonction de la durée du séjour au froid +10°C. Elle s'annule lorsque la durée du séjour à +10°C. atteint trente jours (Fig. 1).

Nous remarquons également que le poids des chrysalides décroît au fur et à mesure que la durée d'exposition à +10°C se prolonge. Etant donné que le poids des chrysalides de la Sésamie est proportionnel à la fécondité de cette noctuelle (HILAL, 1978), nous déduisons donc que le séjour prolongé à +10°C a une action négative sur la fécondité de la Sésamie.

b - Effet cumulatif de la température de +10°C sur la mortalité de la Sésamie.

L'effet d'un séjour prolongé sur la mortalité de la Sésamie est précisé dans le tableau I. Nous constatons que la mortalité des chenilles de la Sésamie est nulle durant les vingt premiers jours d'exposition à 10°C, elle atteint 88% après trente jours d'exposition. Lorsque les chenilles sont exposées à +10°C pendant quarante jours, la mortalité est de 100% dont 28% au dernier stade larvaire et 72% au stade nymphal.

2 - Effet d'une température létale basse (-5°C) :

La résistance des insectes aux températures inférieures au point de congélation est très variable. Selon BURSELL (1964), on distingue trois grands groupes chez les insectes :

- Les insectes qui vivent dans les climats tropicaux et qui meurent chaque fois que la température descend au point de congélation.

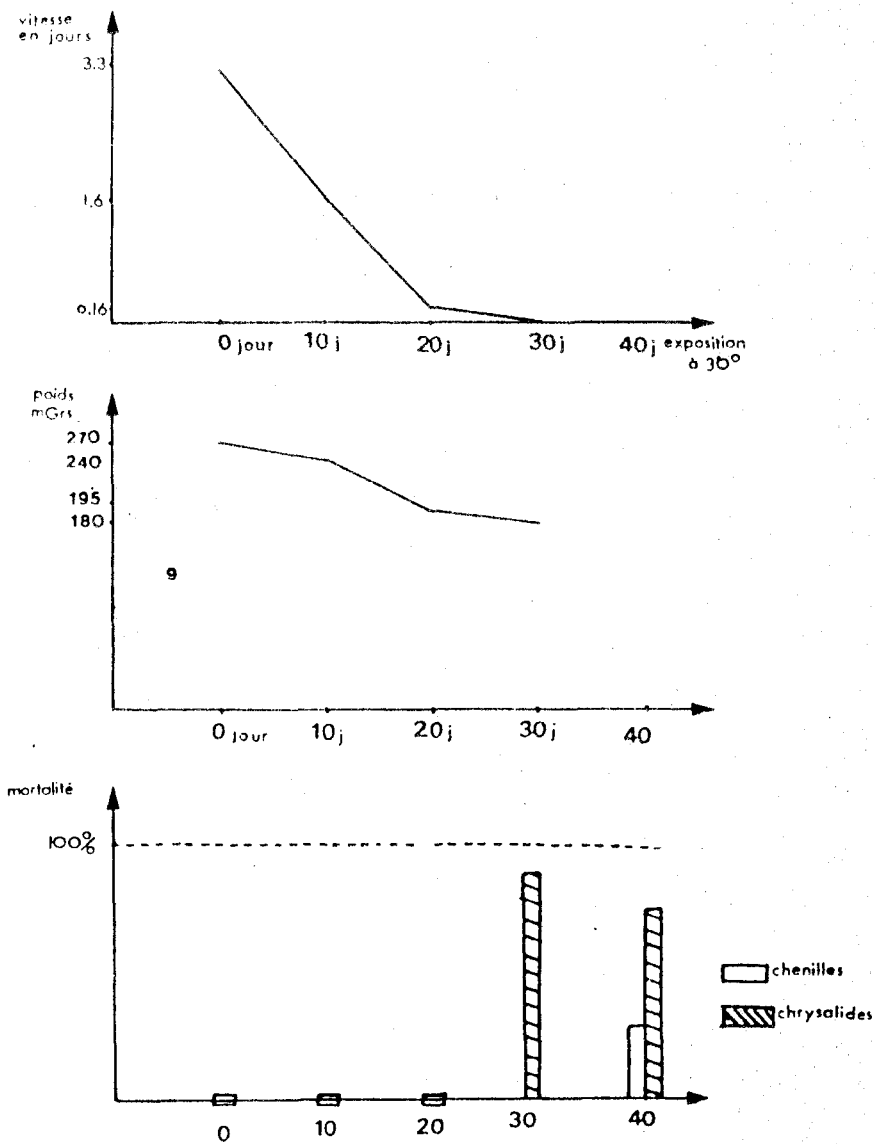


Fig. 1 - Action cumulative d'une basse température (+ 10°C) sur le développement et la mortalité de la Sésamie.

- Les insectes qui continuent à vivre dans les températures légèrement supérieures au point de congélation.

- Les insectes qui peuvent survivre plus ou moins longtemps dans les températures situées au dessous du point de congélation

Dans cette étude, nous avons examiné l'effet de la température de -5°C sur la mortalité des chenilles âgées de la Sésamie. Les pourcentages de mortalité pour les durées d'expositions de 1; 2; 3; 4; 6 et 8 heures sont respectivement 1%; 2%; 85%; 83%; et 95%.

Nous remarquons que les chenilles de la Sésamie exposées à -5°C pendant une et deux heures présentent un taux de mortalité faible (1 et 2%). A partir de quatre heures d'exposition, le taux de la mortalité devient plus important (85%). Les températures hivernales très basses (inférieures à 0°C), et dont la durée dépasse le seuil de quatre heures, ont une action significative sur la mortalité des chenilles de la Sésamie.

3 - Effet d'une température létale haute ($+ 42^{\circ}\text{C}$).

Les résultats concernant l'effet de la température de $+ 42^{\circ}\text{C}$ sur la mortalité des jeunes chenilles (L2) et des chenilles âgées (L6) sont représentés dans le tableau II.

Tableau II : Pourcentage de mortalité de la Sésamie au cours des différents séjours (en heures) à $+ 42^{\circ}\text{C}$

Séjours à $+ 42^{\circ}\text{C}$ (H)	1	2	3	4	6	8	10	12	20
Stades									
L2	3	31	32	37	42	48	91	96	100
L6	0	0	0	5	17	38	54	83	96

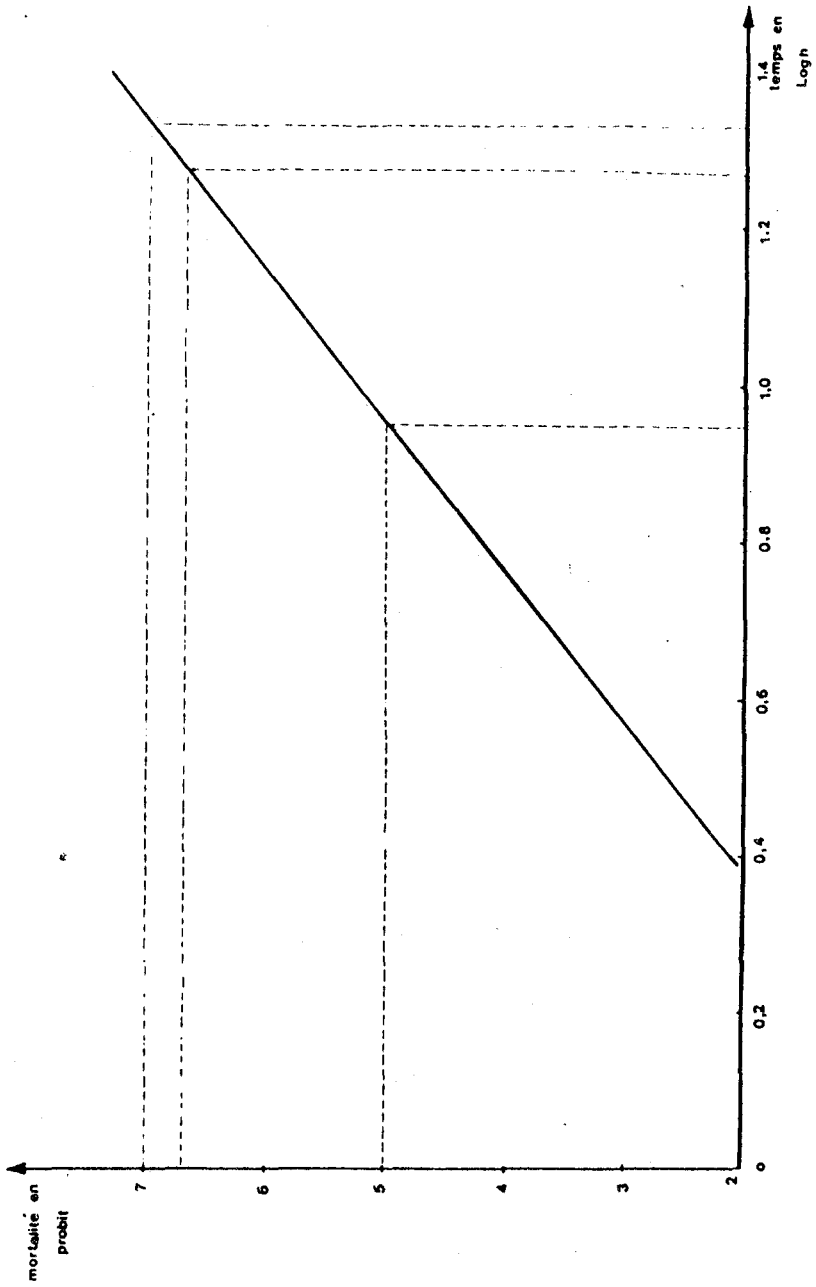


Fig. 2 MORTALITE EN PROBIT DE LA SESAMIE A 42°C (6^{ème} STADE LARVAIRE)

Nous remarquons d'après ces résultats que le 2ème stade larvaire est très sensible à cette température haute (+ 42° C). Pour connaître la durée d'exposition qui provoque la mortalité de 50 % de la population larvaire, nous avons utilisé l'analyse statistique par probit (FINNEY, 1952). Cette technique consiste à transformer la courbe sigmoïde de mortalité en une droite. Pour le cas des jeunes chenilles (L2), il n'a pas été possible d'appliquer cette technique, la courbe de mortalité est très éloignée de la sigmoïde.

En ce qui concerne les chenilles âgées, les résultats de cette transformation (tableau III) sont comme suit :

Tableau III : Analyse par probit de la mortalité des chenilles âgées (L6) de la Sésamie à + 42° C.

Temps	Probit empirique	Effectif	Probit espéré	Coef. pondéré	Probit de travail	Poids	
	log x	y	n	y	w	y" = y+kp	w = n.w
4	0,6020	3,35	100	3,15	0,16715	3,4013	16,715
6	0,7781	4,04	100	4,05	0,45548	4,0470	45,488
8	0,9030	4,69	100	4,69	0,6145	4,6947	61,453
10	1,0000	5,10	100	5,18	0,6288	5,0997	62,880
12	1,0791	5,95	100	5,60	0,5578	5,9128	55,788
20	1,3010	6,75	100	6,73	0,1994	6,7486	19,940
Total	-	-	-	-	-	262,264	-

L'équation de la droite est : $Y = 5,25 X + 0,009$.

Cette droite permet de calculer le pourcentage de mortalité pour chaque séjour à + 42° C (fig 2). La DL 50 (mortalité de 50 % de la population) de cette température est neuf heures.

CONCLUSION

La température joue un rôle important sur le développement et la mortalité de la Sésamie. Cette noctuelle d'origine tropicale (TAMS et BOWDEN, 1953) supporte mieux les températures élevées puisqu'elle arrive à survivre après quelques heures d'exposition à la température de + 42° C. La mortalité des chenilles âgées (L6) exposées pendant trois heures à + 42° C est nulle. A partir de quatre heures d'exposition, le taux de mortalité est de 5 % et de la DL 50 de cette température est de neuf heures.

La Sésamie est par contre plus sensible aux basses températures (inférieures au seuil thermique de développement). Les séjours prolongés au froid ont des effets nocifs sur le développement et la mortalité de la Sésamie. La vitesse du développement calculée diminue en fonction de la durée d'exposition à + 10° C, elle s'annule lorsque la durée du séjour à + 10° C atteint trente jours. De même, la mortalité est nulle lorsque le séjour à + 10° C est de vingt jours, elle atteint 88 % à partir de trente jours d'exposition. A partir de 40 jours, la mortalité des chenilles est de 100 %. Le poids des chrysalides subit la même diminution en fonction du temps d'exposition à + 10° C. Nous avons montré en 1978 que le poids des chrysalides est corrélé avec la fécondité de la Sésamie (HILAL, 1978). Les séjours prolongés au froid ont donc un effet dépressif sur la fécondité de la Sésamie.

La température de - 5° C a une action létale beaucoup plus rapide. Lorsque les chenilles du 6ème stade larvaire sont exposées pendant deux heures, le taux de mortalité ne dépasse pas 2 %. A partir de quatre heures d'exposition à - 5° C, le taux de mortalité atteint 85 % et au bout de huit heures, ce taux de mortalité est de 95 %. Ces résultats expliquent les limites de la zone de répartition de cette espèce. La limite septentrionale de l'aire de répartition de la Sésamie est la région d'Aquitaine en France où la température hivernale descend rarement au dessous de - 5° C.

RESUME

La Sésamie du maïs peut survivre pendant trois heures à +42°C sans présenter de mortalité. La DL 50 de cette température pour la Sésamie est de neuf heures. Le froid a une action beaucoup plus nocive sur le développement et la mortalité de cet insecte. La température de - 5°C entraîne chez les chenilles âgées de la Sésamie une mortalité de 85 % au bout de quatre heures d'exposition. Les séjours prolongés à +10° C entraîne une diminution de la vitesse de développement. A partir de quarante jours d'exposition à +10° C, le taux de mortalité est de 100 %.

MOTS CLES

Sesamia nonagrioides, maïs, température, vitesse de développement, seuil thermique, milieu artificiel.

SUMMARY

The corn Sesamia may survive 3 hours at + 42° C without presenting any mortality. For this insect, the DL 50 is 9 hours. The cold has a more harmful action on the development and the mortality of Sesamia. For the Sesamia aged larvae, the temperature - 5°C leads to a mortality of 85 % after 4 hours exposur. A long sejourne at + 10° C leads to the decrease of the mortality rate is 100 %.

KEY WORDS

Sesamia nonagrioides, corn, temperature, speed of development, temperature threshold, artificial medium.

ملخص

- تعيش سوسة الذرة لمدة ثلاث ساعات تحت تأثير حرارة درجة C 42 دون أن تهلك. ولهلاك 50% من يرقات حشرة صيزاميا تلزم تسع ساعات حرارية. وبعد البرد مؤثرا فعلا على هذه الحشرة من حيث نموها وهلاكها.

إن تأثير درجة حرارة 5- لمدة أربع ساعات يؤدي إلى هلاك 85% من عدد يرقات صيزاميا. ويؤدي تأثير حرارة $10^{\circ} +$ إلى انخفاض سرعة النمو والهلاك لدى هذه الحشرة، وقد تصل نسبة هلاك صيزاميا إلى 100% بعد أربعين يوما تحت تأثير نفس الحرارة السابقة ($10^{\circ} -$).

الكلمات الفاصح

Sesamia nonagrioides - الذرة - الحرارة - سرعة النمو - الحد

الحراري - الغذاء الاصطناعي.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ASAHINO E. and TANNO K. , 1964 - A large amount of trehalose in a frost resistant insect. *Nature*, 204, 1222

BURSELL E, 1964 - The insect and the external Environment aspects : Temperature. In the physiology of insects", Ed. Rochstein, p. 284 - 317.

FINNEY D.J., 1947 - Probit analysis : a statistical treatment of the sigmoid response curve. Cambridge, 173 - 180

HILAL A., 1978 - Etude expérimentale du développement et de la reproduction de *Sesamia nonagrioides* LEF. Application à l'étude des populations dans les cultures de canne à sucre au Maroc. Doc. Ing. Univ. Bordeaux I, 153 pp

HILAL A., LAMY M. et MOREAU R., 1979 - Etude des proteines et des sucres de l'hémolymphe de la Sésamie, *Sesamia nonagrioides*, au cours du cycle de développement C . R . Acad. Sc. Paris (D), 289 - 1081 - 1084.

HOWEE R . W ., 1967 - Temperature effects on embrionic developpement in insects. ANN . REV . ENT 12, 15 - 42.

JOURDHEUIL P., DAUMAL J. et TOMASONE R., 1974 - Variabilité des effets létaux des basses températures en fonction du stade de développement embryonnaire auquel elles sont appliquées chez *Anagasta kuehniella* Zell. Ann. Ecol Anim., 6 (2), 229

MOREAU R. 1973 - Recherches sur quelques aspects des phénomènes physiques, métaboliques et physiologiques qui accompagnent ou -conditionnement l'expansion des ailes des lépidoptères. Doc. Sci. Nat. Univ. bordeaux I, 145 p.

POITOUT S. et CAYROL R. 1969 - Action de différents facteurs sur le nombre de stades larvaires chez *Helicoverpa armigera*. Ann. Zool. Ecol. Anim. 2(1), 79 - 91.

POITOUT S . et BUES R., 1974 - Elevage de vingt huit espèces de lépidoptères *Noctuidae* et de deux espèces d'*Arctuidae* sur milieu artificiel simple. Particularité de l'élevage selon les espèces. Ann. Zool . Ecol Anim 6, 431 441

SALT R . W., 1961 - Principles of insect cold hardiness. Ann . Rev. Ent. 54 - 74

TAMS W . H . T . and BOWEN J. , 1952 - A revision of the africain species of *Sesamia* Guenee and related Genera (*Agrotidae*, *Lepidoptera*). Bull. Ent. Res. 43, 645.