

Effet de la température sur le stade nymphal d'*Heliothis armigera* Hübn. (Lepidoptera Noctuidae) : technique de conservation par arrêt de développement à 15° C

M. GIRET* et R. COUILLOUD*

RÉSUMÉ

L'exposition des prénymphe d'*Heliothis armigera* à la température de 15 °C provoque un arrêt de développement au stade nymphal. Cette quiescence peut être maintenue pendant plusieurs mois en conservant les nymphes à la même température de 15 °C.

Des durées de conservation de douze et quinze mois ont été expérimentées. Les nymphes peuvent être conservées pendant une année à 15 °C ; après retour à la température optimale de 25 °C, les nymphes donnent des adultes fertiles en nombre satisfaisant. Une conservation plus longue entraîne très rapidement une forte augmentation de la mortalité.

Mots clés : *Heliothis armigera*, température, quiescence, arrêt de développement, élevage en laboratoire.

INTRODUCTION

Dans le cadre des travaux portant sur la mise au point d'une technique d'élevage d'*Heliothis armigera*, nous avons été amenés à étudier l'influence de différentes températures (15, 20, 25 et 30 °C) sur la durée de développement de l'insecte.

Les températures les plus basses provoquant, outre un allongement du cycle, un arrêt de développement au stade nymphal, ont retenu notre attention.

En effet, la possibilité d'obtenir puis de conserver un grand nombre de chrysalides d'*H. armigera*, dont

on pourrait disposer à tout moment, présenterait un intérêt non négligeable :

- remise en route, à la demande, d'un élevage de masse ;
- possibilité de remédier à certaines épidémies ou facteurs défavorables ;
- possibilité de conserver plus longtemps une population à caractères proches de la souche de départ, permettant éventuellement de pallier une dégénérescence due à la consanguinité.

CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

Souche

La souche avec laquelle nous avons travaillé est originaire de la Côte-d'Ivoire, récoltée sur cotonnier à la Station de Recherches de l'I.R.C.T. de Bouaké et introduite en novembre 1977.

Technique d'élevage

Les modalités de l'élevage d'*H. armigera* en labo-

ratoire ainsi que la composition du milieu nutritif utilisé pour l'alimentation des larves ont été précédemment décrites par les auteurs (COUILLOUD, GIRET, 1980) (photographies 1, 2, 3 et 4 et planche I).

Conditions physiques

Les élevages sur lesquels ont porté cette étude ont été réalisés dans différentes salles régulées dont les caractéristiques communes, quelles que soient les températures étudiées, étaient :

- photopériode : 12 h-12 h ;
- humidité relative : 65-70 % H.R.

* Laboratoire de Nutrition et d'Élevage d'insectes, Centre du G.E.R.D.A.T., B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex.

OBSERVATIONS SUR LES ÉLEVAGES RÉALISÉS AUX DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES

Elevages à 30 °C

La durée du cycle de développement (de la ponte à l'émergence de l'imago) est comprise entre 19 et 32 jours.

Pour des élevages conduits en permanence à cette température, on observe, cependant, une importante diminution de la ponte des femelles, accompagnée d'une forte augmentation de la proportion d'œufs stériles.

D'autre part, une altération accélérée du milieu nutritif artificiel représente un obstacle pour la réalisation de l'élevage à cette température.

Elevages à 25 °C

La durée du cycle de développement est comprise entre 28 et 35 jours. Par rapport aux températures plus élevées, on observe à 25 °C, outre une augmentation de la durée moyenne de développement qui intéresse la plus grande partie de la population, un allongement marqué du temps de chrysalidation pour une fraction encore réduite de la population.

Elevages à 20 °C

À cette température, une fraction de la population de l'ordre de 40 % montre un net ralentissement de développement, les sorties d'adultes ayant lieu entre la septième et la dixième semaine suivant la ponte, soit un cycle compris entre 35 et 70 jours.

L'autre fraction de la population présente un arrêt de développement, les sorties d'adultes ne reprenant qu'à partir de la vingt-et-unième semaine et s'échelonnant jusqu'à la cinquante-cinquième semaine, soit 385 jours.

Elevages à 15 °C

À cette température, le déroulement du cycle complet de l'insecte est pratiquement impossible, bien que chaque phase du développement, prise indépendamment les unes des autres puisse se réaliser à 15 °C avec, toutefois, de notables imperfections :

- mortalité très élevée au stade prénympheal, déjà observée par POTTEUR et BUES (1979) ;
- réduction de la ponte ;
- stérilité presque générale des œufs.

ARRÊT DE DÉVELOPPEMENT PROVOQUÉ PAR LES BASSES TEMPÉRATURES

À la suite des observations réalisées sur les élevages conduits à différentes températures, notre but a été de voir s'il était possible de provoquer un arrêt de développement au stade chrysalide, en ne faisant intervenir que le facteur température, et ceci pendant une période limitée du cycle de l'insecte qui se déroulerait normalement à la température optimale ; cet arrêt de développement serait ultérieurement maintenu par une température basse compatible avec la conservation des nymphes.

Les élevages ont ainsi été réalisés à la température optimale de 25 °C et celle utilisée pour provoquer les arrêts de développement était de 15 °C.

I. Recherche de la période du développement sensible à l'action de la basse température

• Dans une première série d'expériences, les chenilles pendant leur développement ont été :

- soit soumises à des températures de 25 °C et 15 °C, avec une alternance 12-12 h ;
- soit à des passages, lors des différents stades larvaires, à la température de 15 °C pendant une durée d'un à six jours, ces passages au froid pouvant être renouvelés dans la mesure où la durée du développement larvaire le permettait.

Les nymphes obtenues étaient conservées à 25 °C. Nous n'avons pas observé, dans ces différents tests, un arrêt de développement au stade nymphal, mais simplement constaté un retard dans l'émergence des

adultes, retard correspondant au temps de passage au froid. Ces observations sont en accord avec celles de NEL (1961), lequel assimile ce retard de développement à une diapause.

• Dans une deuxième série d'expériences, le passage à la température de 15 °C s'est fait soit à la prénymphe, soit au cours des cinq premiers jours suivant la nymphe.

Les nymphes obtenues ont été ensuite conservées à 15 °C.

Le tableau 1 résume nos observations.

Seule l'action du froid au stade de la prénymphe, s'accompagnant d'une conservation des chrysalides à la même température de 15 °C, provoque l'arrêt de développement.

Il n'est pas nécessaire de faire agir ces températures basses sur la totalité du cycle de l'insecte pour induire cet état de quiescence.

Le passage à la température de 15 °C ne doit se faire qu'une fois le stade de la prénymphe atteint, c'est-à-dire dans la pratique, quand la chenille a pénétré dans le support de chrysalidation et entrepris la confection de sa loge, cessant toute activité de déplacement.

La même température appliquée trop tôt entraîne une perturbation dans la fin du développement de la chenille, voire la mort de celle-ci, ou une malformation des chrysalides lorsque ce stade peut encore être atteint.

Tableau 1. — Evolution des nymphes en fonction du stade atteint au moment du passage à 15 °C

Passage à 15 °C	Nombre de nymphes obtenues	Emergence des adultes	Chrysalides en arrêt de développement après 4 mois	Mortalité	
				Chrysalides mortes	Pourcentage en %
— à la prénymphe .	81	0	73	8	9,9
— le 1 ^{er} jour de la nymphe	27	11 en 62 jours	6	10	37,0
— le 2 ^e jour de la nymphe	34	21 " 60 "	0	13	38,2
— le 3 ^e jour de la nymphe	26	18 " 62 "	0	8	30,8
— le 4 ^e jour de la nymphe	22	19 " 54 "	0	3	13,6
— le 5 ^e jour de la nymphe	23	19 " 54 "	0	4	17,4

II. Conservation à 15 °C des chrysalides en arrêt de développement

Les observations ont porté sur des lots de chrysalides obtenues à partir de larves élevées à 25 °C, puis placées à 15 °C à la prénymphe pour provoquer l'arrêt de développement.

L'effet de la durée de conservation à 15 °C a été estimé par l'étude des critères suivants :

- mortalité au stade nymphal ;
- aspect général des adultes ;
- fécondité, fertilité.

Deux durées de conservations ont été testées : 12 et 15 mois.

Résultats

• Un premier lot de 350 chrysalides a été replacé à 25 °C après douze mois de conservation à 15 °C.

Les résultats sont les suivants :

- pertes en cours de conservation à 15 °C .. 16,3 % (mortalité nymphale et adultes émergés) ;
- adultes obtenus, entre le 4^e et le 24^e jours suivant le passage à 25 °C 49,4 %
dont : 57,2 % de mâles,
42,8 % de femelles
(37 % des adultes obtenus étaient mal formés : généralement ailes mal dépliées) ;
- mortalité au stade nymphal, après le passage à 25 °C 34,3 %

La quantité d'œufs pondus dans les diverses cages-pondoirs où l'on a regroupé les adultes obtenus s'est révélée, dans la plupart des cas, comparable à celle de l'élevage massal de référence conduit en permanence à 25 °C.

Dans tous les pondoirs, les œufs étaient fertiles.

• Un deuxième lot de 468 chrysalides a été conservé quinze mois à 15 °C, puis replacé à 25 °C.

Tableau 2. — Evolution des chrysalides dans les deux expériences de conservation-proportion d'imagos bien formés

Durée de conservation	Pertes en cours de conservation à 15 °C	Mortalité nymphale	Passage à 25 °C		
			total	Adultes obtenus	
				bien formés	mal formés
12 mois de conservation	16,3 %	34,3 %	49,4 %	63 %	37 %
15 mois de conservation	58,8 %	23,0 %	18,2 %	64 %	36 %

Les résultats sont les suivants :

- pertes en cours de conservation à 15°C .. 58,8 %
(mortalité nymphale et adultes émergés);
- adultes obtenus, après le passage à 25°C 18,2 %
dont : 78,8 % de mâles,
21,2 % de femelles
(36 % des adultes obtenus étaient mal formés);
- mortalité au stade nymphal après le passage à 25°C 23,0 %

Peu de poids ont pu être réalisés, les œufs toujours pondus en quantité moindre étaient, suivant les cas, fertiles ou stériles.

Les figures 1 et 2 retracent l'évolution des pertes au stade nymphal durant la conservation à 15°C.

Le tableau 2 schématise les résultats des deux expériences.

Figure 1

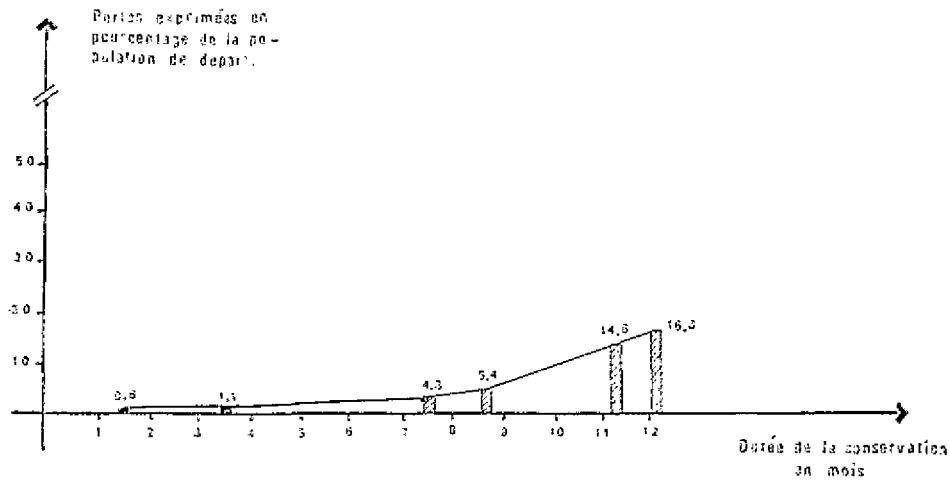


Figure 2

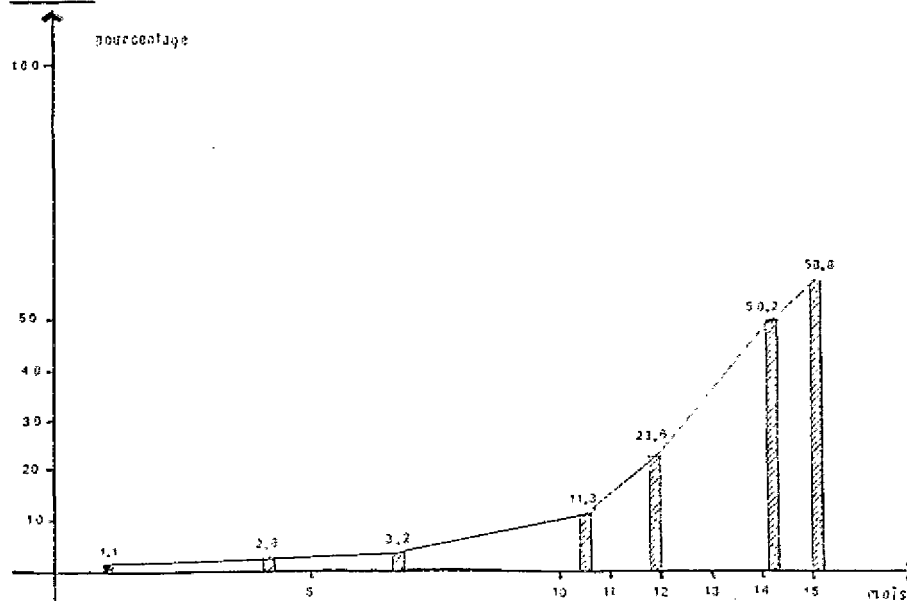
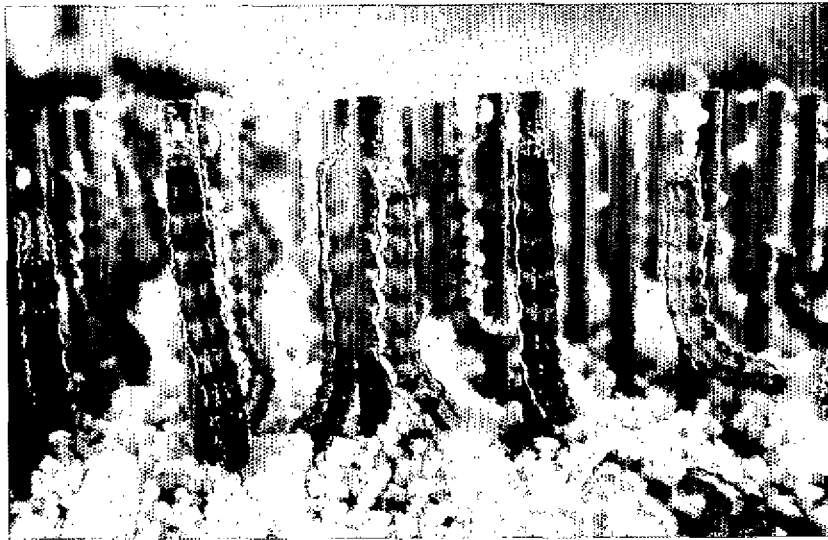
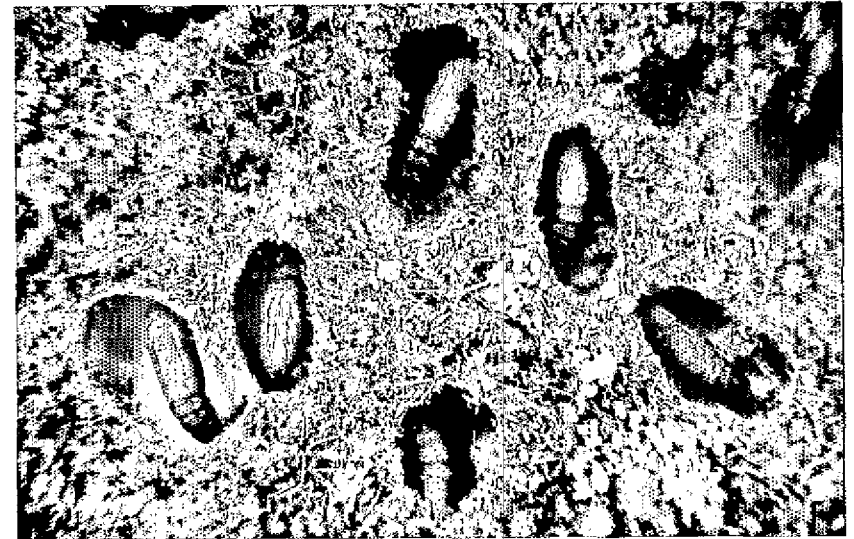


Fig. 1 et 2. — Evolution des pertes en chrysalides en fonction de la durée de conservation à 15°C.



Heliothis armigera : dernier stade larvaire (technique d'élevage des chenilles en groupe).

Photo J.P. BOURNIER



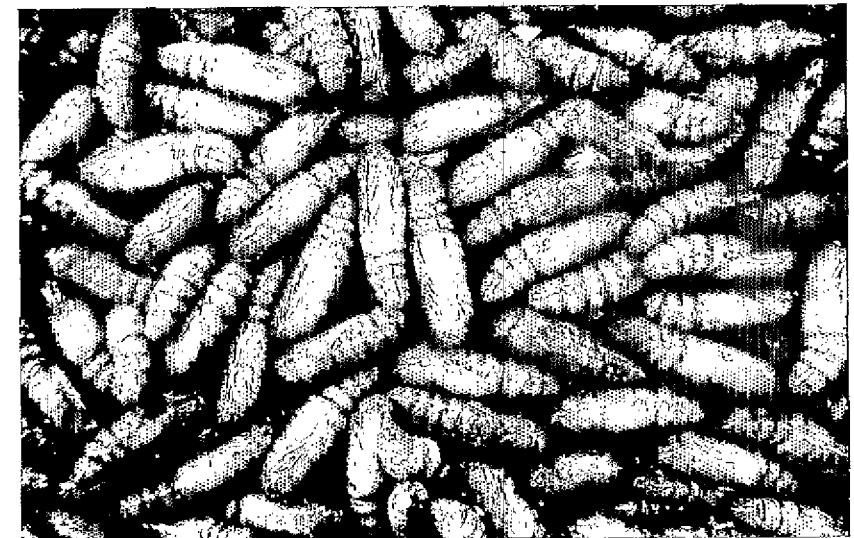
Heliothis armigera : stade nymphal (chrysalides en loges).

Photo J.P. BOURNIER



Heliothis armigera : stade prénymphose (formation des loges dans un substrat de tourbe).

Photo J.P. BOURNIER



Heliothis armigera : production de chrysalides.

Photo J.P. BOURNIER

DISCUSSION - CONCLUSION

Après une année de conservation des nymphes à 15 °C, les adultes obtenus, aptes à se reproduire, représentent en nombre le tiers du matériel initialement placé en conservation.

Entre douze et quinze mois, la mortalité au stade nymphal augmente considérablement pendant les trois mois supplémentaires de conservation à 15 °C et les adultes, bien formés, obtenus ne représentent plus que de dixième de la population nymphale de départ. Ces adultes ne sont pas, d'autre part, susceptibles dans leur ensemble d'assurer une descendance.

Sur un plan pratique, une durée de conservation de douze mois peut être raisonnablement envisagée à condition, toutefois, de pouvoir disposer au départ d'un nombre suffisant de chrysalides.

Les observations faites régulièrement sur l'élevage massal, conduit en permanence à 25 °C, montrent que le rendement en chrysalides, par rapport aux chenilles d'avant-dernier ou dernier stade sélectionnées pour la chrysalidation, est de l'ordre de 90 %.

Lorsque l'on fait agir la température de 15 °C au stade de la prénymphe pour induire l'arrêt de développement qui sera maintenu par une conservation des nymphes à cette même température de 15 °C, le rendement en chrysalides, par rapport aux

chenilles de dernier stade, baisse de 15 à 20 %, variant de 70 à 30 %. C'est un facteur dont il faut tenir compte lorsque l'on envisage la conservation d'un grand nombre de chrysalides d'*H. armigera*.

Lors du passage à 25 °C après la conservation à 15 °C, la durée du stade chrysalide demeure plus courte chez les femelles qui émergent avant les mâles (POIRROT, 1972). Nos observations faites au cours des deux expériences précédemment décrites sont résumées dans le tableau 3.

Sur un plan pratique, lors du passage à 25 °C en vue d'obtenir des adultes destinés à se reproduire, le transfert des chrysalides mâles doit se faire 48 ou 72 heures avant celui des chrysalides femelles.

On observe également que le nombre des mâles est supérieur à celui des femelles chez les adultes obtenus après conservation des nymphes à 15 °C, et ceci est d'autant plus net que la conservation est plus longue. Nous pouvons penser que les chrysalides femelles supportent moins bien les conditions de 15 °C pendant l'arrêt de développement et la conservation, car l'examen des quelques adultes ayant émergé pendant la période à 15 °C (7 à 8 % du total des nymphes) montre que les femelles dominent dans les émergences (85 % de celles-ci).

Tableau 3. — Emergence des adultes après le passage à 25 °C des chrysalides ayant été conservées à 15 °C

Nombre de jours après le passage à 25 °C	Conservation à 15 °C				Pourcentage	
	pendant 12 mois		pendant 15 mois			
	♂	♀	♂	♀		
4 ^e au 6 ^e jour	—	6	—	2	0 %	8,7 %
jusqu'au 8 ^e jour	—	4	1	3	0,6	7,6
" 10 ^e "	—	2	8	—	5,1	2,2
" 13 ^e "	—	2	10	4	6,4	6,5
" 15 ^e "	—	19	3	4	1,9	25,0
" 17 ^e "	33	31	33	3	42,3	37,0
" 20 ^e "	49	9	12	2	39,1	12,0
" 22 ^e "	6	—	—	—	3,9	—
" 32 ^e "	1	1	—	—	0,1	1,0
Total	89	74	67	18	—	—

BIBLIOGRAPHIE

- COUILLOUD R. et M. GIRET, 1980. — Multiplication d'*Heliothis armigera*, Hübn. (Noctuidae): améliorations possibles grâce à l'adoption d'une technique d'élevage en groupe des chenilles. *Cot. Fib. trop.*, 35, 2, 217-224.
- NEL J.J.C., 1961. — The seasonal history of *Heliothis armigera* (Hüb.) on Lupins in the south western Cape Province. *South African J. Agric. Sci.*, 4, 575-583.

3. POITOUT S., 1972. — *Helicoverpa armigera* Hb. in : *Traité d'Entomologie appliquée à l'Agriculture*. BALACHOWSKY A.S., 2, 2, 1431-1445.

4. POITOUT S. et R. BUES, 1979. — La Noctuelle de la tomate (*Heliothis* ou *Helicoverpa armigera*, Hübn.): son cycle évolutif dans le Sud de la France. *Déf. Veg.*, 195, 12-28.

SUMMARY

The exposure of prepupae of *Heliothis armigera* to 15°C induced an interruption of development in the pupal stage. This quiescence was maintained for several months by keeping the pupae at this same temperature of 15°C. Periods of storage of 12 and

15 months were experimented. Pupae could be stored for one year at 15°C. After return to the optimum temperature of 25°C, the pupae produced a satisfactory number of fertile adults. An extended period of storage resulted in a rapid increase of mortality.

RESUMEN

La exposición de las preninfas de *Heliothis armigera* a la temperatura de 15°C provoca una parada del desarrollo en la fase ninfal. Esta quiescencia puede mantenerse durante varios meses conservando las ninfas a la misma temperatura de 15°C.

Se han experimentado duraciones de conservación

de doce y quince meses. Las ninfas pueden ser conservadas durante un año a 15°C; después de retorno a la temperatura óptima de 25°C, las ninfas suministran adultos fértiles en número satisfactorio. Una conservación más larga provoca muy rápidamente un aumento fuerte de la mortalidad.