

BIOLOGIE ET ELEVAGE
DE HELIOTHIS ARMIGERA HB.
SUR MILIEU SEMI-ARTIFICIEL

HMIMINA, M. et SABA, F. *

Parmi les nombreux insectes qui peuplent les cultures maraîchères dans la zone atlantique marocaine (Rabat à Agadir), les espèces appartenant à la famille des Noctuidae constituent l'un des groupes les mieux représentés.

A la suite de nombreux prélèvements et élevages de chenilles récoltées, les espèces les plus abondantes sont les noctuelles suivantes : *Heliothis armigera* HB., *Chrysodeixis chalcites* ESP., *Agrotis ipsilon* HUFN., *Agrotis segetum* SCHIFF., *Peridroma saucia* HB. et la gelechide : *Phthorimaea operculella* Z.

Jusqu'à présent, les travaux effectués au Maroc se sont essentiellement limités à l'inventaire des ravageurs des cultures maraîchères : DE LÉPINEY et MIMEUR (1932) ont listé quelques ravageurs, et *Anonyme* (1938) a signalé *P. operculella* sur la tomate. Plus récemment, SABA (1973 a, 1973 b) a étudié les acariens nuisibles aux plantes cultivées au Maroc, leur biologie et leur contrôle (1975).

* Laboratoire d'Entomologie, Phytatrie, D.R.A., Rabat.
Al-Awamia 55, pp. 25 à 40, avril 1978.



FIG. 1 : Pots d'élevage de chenilles contenant le milieu semi-artificiel.

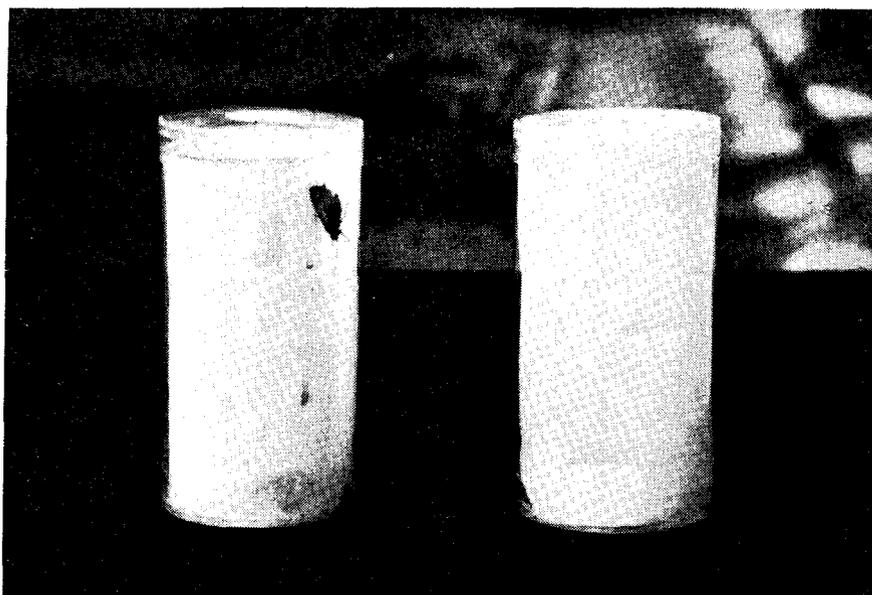


FIG. 2 : Boîte de ponte pour les papillons de *H. armigera*.

blement fournies en partie par M. LE RUMEUR (Marrakech), le reste provient de Casablanca (champ de tomates infesté).

Les papillons sont placés par couple dans des pots en plastique de capacité 0,5 l. Leur couvercle a été doté d'un trou circulaire de 2 cm de diamètre, la partie soulevée est remplacée par un morceau de gaze en plastique (28 trous/cm) permettant l'aération. Des verres de montre contenant une bourre de coton stérilisée, trempée dans une solution de sucre à 15 %, sont placés chaque jour dans chaque pot en guise d'abreuvoir. Une bande de papier filtre épouse la forme intérieure du pot (FIG. 2). Elle est destinée à recevoir les pontes. Les œufs récoltés quotidiennement seront désinfectés dans une solution de NaHCl_2 (Javel La Croix) à 5 % pendant 1 à 2 mn. Les pontes sont ensuite égouttées sur papier filtre.

L'incubation s'effectue dans des boîtes de pétri. Dès leur éclosion, les chenilles attirées par la lumière grimpent le long des parois pour venir se fixer à la face inférieure du couvercle ; si on couvre énergiquement les boîtes, les larves tissent un fil et se laissent pendre, ce qui rend facile leur transfert par un pinceau dans les pots de confiture à raison d'une chenille par pot. Les pots contenant des chenilles malades sont mis à part pour être désinfectés ou rejetés. Les chrysalides sont désinfectées au NaHCl_2 , puis placées par couple ou plusieurs dans des boîtes parallélépipédiques en plastique où aura lieu l'émergence.

3. *Lieux d'étude et conditions ambiantes de l'élevage*

Les températures de 18, 25 et 30° sont obtenues par réglage des salles climatisées. Dans la salle de 30°, l'humidité relative est maintenue constante par le fonctionnement automatique d'un humidificateur. L'éclairage des trois salles est réalisé par des tubes fluorescents (Osram Fluora + Electrofar Daylight, 40 W) et commandé par des minuteries. Les trois salles sont réglées comme suit : 18 ± 1°, 90 ± 10 % HR et 12 h d'éclairage ; 25 ± 1°, 70 ± 10 % HR et 16 h ; 30 ± 1°, 60 ± 5 % HR et 16 h.

4. *Etude des vitesses de développement et seuils thermiques*

Les œufs, les larves, les chrysalides expérimenté proviennent d'un élevage conduit à 25° et 16 h de lumière. Les températures auxquelles ils ont été soumis sont obtenues par une autoclave éclairée artificiellement. Les chrysalides ont été de taille aussi semblable que possible et entièrement blanchâtres, c'est-à-dire prélevées juste

au moment où les prénymphe se sont transformées en chrysalides. Ces dernières n'effectuent pas leur métamorphose dans des temps égaux, et comme durée du stade nous avons pris comme limite initiale le temps du commencement des expériences et comme limite finale 60 % des émergents. Le mode d'expression des relations entre la température et le développement est la formule $yx = C^e$, où y représente la température effective et x le temps que dure le développement.

La somme thermique est calculée d'après la formule de Sanderson (1908) : $C = t(T-K)$ (t = durée de développement en jours, T = température, K = seuil thermique).

Résultats

1. Le milieu

Le milieu semi-artificiel est simple de préparation, moins onéreux et permet l'élevage au laboratoire de plusieurs chenilles nuisibles aux plantes cultivées (TABL. 1).

TABLEAU 1

Chenilles élevées sur le milieu semi-artificiel décrit,
au laboratoire (1973-75)

Espèces	Nombre de générations élevées
<i>Agrotis ipsilon</i> Hufn.	1 ^{a)}
<i>A. puta</i> Hb.	1 ^{a)}
<i>A. segetum</i> Schiff	2 ^{a)}
<i>Chrysodeixis chalcites</i> Esp.	2 ^{a-b)}
<i>Heliothis armigera</i> Hb.	14
<i>Peridroma saucia</i> Hb.	2 ^{a)}
<i>Sesamia nonagrioides</i> Lef.	3 ^{a)}
<i>Spodoptera exigua</i> Hb.	2 ^{a)}
<i>S. littoralis</i> Bd.	2 ^{a)}
<i>Zeuzera pyrina</i> L.	quelques jours ^{a)}

a. L'élevage est arrêté à cause du manque de personnel.

b. Les larves se développent normalement, mais les imagos sont déformées.

2. Les différents types de développement larvaire

Les températures essayées sont des températures moyennes, considérées comme celles subies par l'insecte au cours de son développement en plein champ. Sous ces conditions, on a observé deux types de développement larvaire, les larves qui passent par six stades et celles qui passent par cinq (TABL. 2). Les résultats montrent que 70 à 80 % des chenilles passent par cinq stades et que la température ne joue probablement aucun rôle sur le type de développement. Nous avons pu connaître facilement les larves qui allaient passer par un stade supérieur et ceci par le calcul de la constante de croissance des capsules céphaliques des différents stades.

La constante de progression inférieure à la moyenne indique que la chenille passerait par un stade supplémentaire (TABL. 3).

TABLEAU 2

Proportion des différents types de développement larvaire sur milieu artificiel à trois températures

Températures en °C	Nombre de chenilles expérimentées	% du type 5	% du type 6
18	40	70	30
25	40	77	23
30	40	80	20

TABLEAU 3

Dimensions des capsules céphaliques des différents stades larvaires (en mm) et leur constante de croissance calculée sur 40 chenilles

Stades	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆
Minimum	0,23	0,37	0,65	0,99	1,5	2,3
Maximum	0,25	0,42	0,73	1,03	1,7	2,5
Moyenne \bar{x}	0,24	0,4	0,68	1,0	1,65	2,47
Constante de croissance	—	1,66	1,7	1,47	1,65	1,49

TABLEAU 4

Durées de développement des différents stades, poids des chrysalides et % de mortalité (larves et nymphes)

Température °C	Développement moyen en jours										Somme Stade 5 Stade 6	Nymphal (D)	% de Mortalité (L + D)	Poids moyen de 54 chrysalides (en g)
	Embryonnaire	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	Pré- nymphal	Stade 5	Stade 6				
18	7	7	9,4	10,77	8,8	8,5	7	7,5	51,97	58,97	80-140	44	0,287	
25	3	2,16	2,83	2,75	2,8	3,07	4	2,5	16,11	20,11	14,4	22	0,33	
30	2,5	2,5	2,1	2,3	3,23	1,67	3,1	2,15	13,95	17,05	11	50	0,22	

3. Les durées de développement embryonnaire et post-embryonnaire

A 18°, le développement embryonnaire et larvaire est trois fois plus long qu'à 25°, et 3,3 fois plus qu'à 30°. La période de développement nymphal la plus longue s'obtient sous cette température, alors qu'elle est 5 à 10 fois et 7 à 13 fois moins longue respectivement pour 25 et 30°. Entre les deux types de développement larvaire, l'écart n'est que de 3 à 7 jours pour l'ensemble de la génération. Au regard des mêmes températures citées, le plus haut rendement s'obtient à 25°. Cela posé, l'examen des durées moyennes de chaque stade de développement pour les trois températures, le pourcentage de mortalité ainsi que le poids des chrysalides montrent que la température de 25° répond aux exigences des larves mieux que les autres conditions essayées.

4. Longévité des papillons

Le tableau 5 indique les longévités moyennes sous les trois températures citées. L'examen de ces moyennes, si l'on considère les sexes, fait apparaître une différence probable entre eux, et ceci pour toutes les températures ; et il apparaît que les mâles ont une vie plus longue que les femelles alors que l'examen global des moyennes ne fait ressortir aucune différence liée à la température, sauf pour 30°, où la période semble plus courte qu'à 25 ou 18°.

TABLEAU 5
Longévité des papillons

Température en °C	Nombre de couples observés	Sexe	Longévité (en jours)		
			maximum	minimum	moyenne (x)
18	20	Mâle	25	6	16
		Femelle	21	7	13
25	36	Mâle	26	6	17
		Femelle	22	5	15
30	24	Mâle	16	5	12
		Femelle	12	4	10

5. Fécondité, fertilité et fréquence de pontes des femelles

Les résultats obtenus dans les essais de ponte avec des couples isolés conduisent à distinguer des papillons qui pondent des œufs fertiles, d'autres qui ne pondent que des œufs stériles et quelques femelles qui ne pondent pas.

FIG. 3 : Variation de l'oviposition de 22 femelles à 25°.

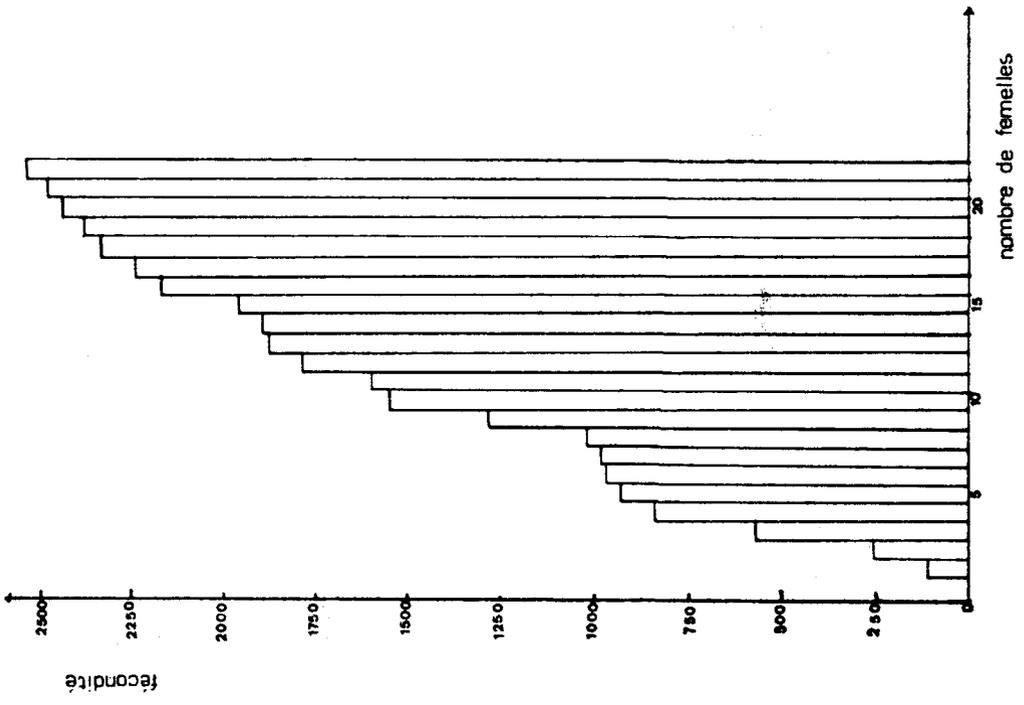
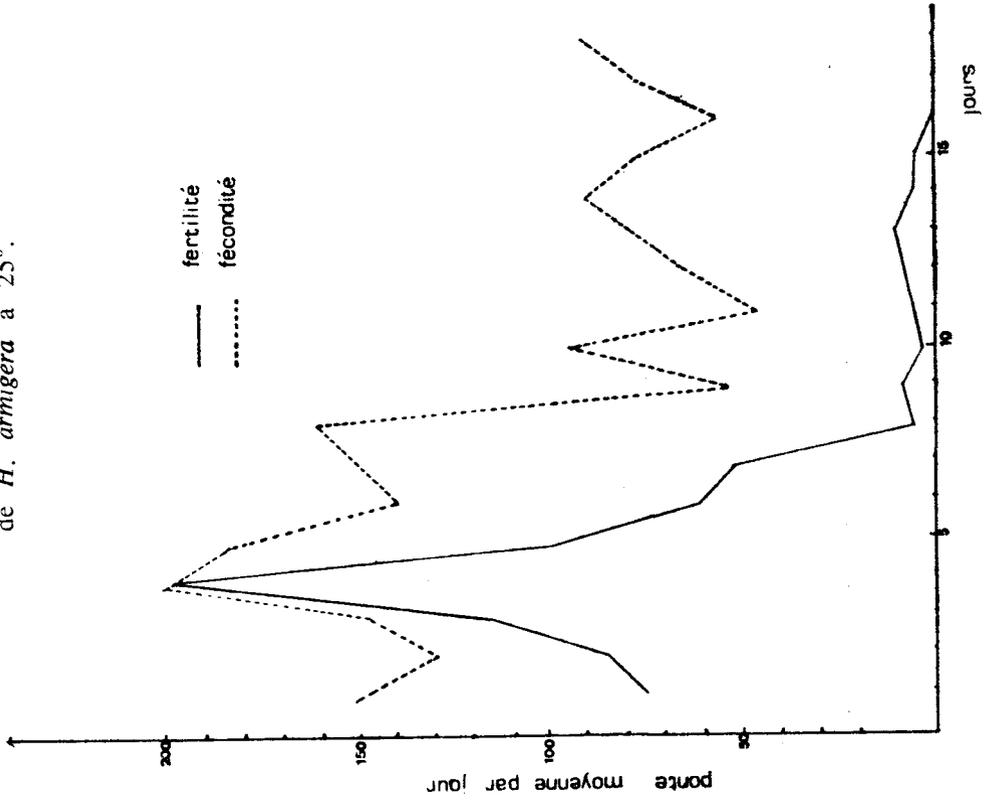


FIG. 4 : Variation de la fécondité et de la fertilité moyenne journalières de 32 femelles de *H. armigera* à 25°.



En définitive, si l'on considère la fécondité, la fertilité des œufs et la fréquence de pontes, il y a une différence entre les élevages conduits sous les trois températures. Les calculs statistiques montrent que les températures ont exercé une action sur l'oviposition. La valeur de F calculée 44,47 dépasse celle donnée par la table (SNEDECOR, 1946) pour une probabilité $P = 0,05$, soit 19,46. La plus grande fécondité moyenne (1 875 œufs/femelle) et la plus haute fertilité (53 %) s'obtiennent à 25° (TABL. 6). La ponte globale se répartit sur presque toute la vie du papillon, mais plus de 50 % des œufs sont pondus pendant les cinq premiers jours (TABL. 7). La fécondité par femelle est très variable. Sur un groupe de 22 femelles prises au hasard de l'élevage conduit à 25° et dont la ponte a pu être dénombrée régulièrement, la fécondité totale varie dans de larges limites ; 13 % pondent entre 125 et 500 œufs, 27 % entre 500 et 1 250 œufs, et 60 % ont une ponte comprise entre 1 250 et 2 500 œufs. La ponte globale pour chaque femelle du groupe est représentée par la figure 3. Quant à la fertilité, elle est très élevée pendant les cinq premiers jours (70 à 90 %) pour avoiser 5 % à la fin de la vie des adultes (FIG. 4). De tels résultats mettent en évidence une influence certaine de la température sur la reproduction des adultes.

6. *Vitesse de développement de H. armigera et seuil thermique des différents stades*

La période d'incubation des œufs la plus courte (2,5 jours) est liée aux températures supérieures à 30°. Si la température dépasse 33°, l'effet se traduit par une forte mortalité des œufs et des larves néonates (TABL. 8). La période d'incubation la plus longue est obtenue à 18°. Quant à la croissance larvaire, elle subit une augmentatoin de vitesse avec les températures. Mais si la température dépasse 32°, il faut changer fréquemment de milieu à cause de sa déshydratation. Quant aux chenilles, elles s'alimentent peu et se déplacent beaucoup ; peu d'entre elles survivent. Pour les chrysalides, la température de 35° correspond à la vitesse maximum de développement, mais cette température est nuisible à l'élevage par une production fréquente d'individus tératologiques ; elle apparaît donc comme un seuil supérieur à la métamorphose de l'espèce.

L'étude du développement embryonnaire et post-embryonnaire (TABL. 4) nous a permis de calculer la somme et le seuil thermiques relatifs à chaque stade. Le seuil thermique des œufs, des larves et des chrysalides est respectivement 11,33°, 14,9° (pour les larves de cinq stades) et 14,4° (larves de six stades), et 6,8°. Quant à la

TABLEAU 6

Fécondité et fertilité des femelles de *H. armigera* à trois températures

Température en °C	Nombre de femelles observées	Nombre de femelles ayant pondu	Nombre de femelles ayant pondu des œufs fertiles	Fécondité moyenne par femelle	Fertilité moyenne par femelle	% d'œufs fertiles
18	20	18	12	1 055	175	16,0
25	36	32	32	1 875	997	53,2
30	24	18	14	1 264	420	33,3

TABLEAU 7

Fréquence de pontes moyenne calculée sur trois groupes de femelles placés à trois températures

Température en °C	Nombre de couples	Fécondité (F) et fertilité (f) moyennes journalières par femelle															Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
18	F	130	112	130	167	106	69	90	88	71	48	15	13	9	6	0	1 055
	f	25	33	42	38	22	6	5	4	—	—	—	—	—	—	—	175
25	F	150	130	145	220	280	140	170	150	95	75	85	104	70	60	11	1 875
	f	124	110	115	208	189	61	52	58	20	13	17	22	6	2	0	997
30	F	65	166	311	188	220	136	81	73	10	10	—	—	—	—	—	1 264
	f	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	420 (non calculée régulièrement)

TAB EAU 8

Vitesse de développement et mortalité des différents stades de *H. armigera* étudiées dans une autoclave sans contrôle de l'humidité relative

Température en °C	Développement embryonnaire			Développement larvaire			Développement prénympgal			Développement nympgal			Longévité des adultes			
	Incubation (j)	Vitesse de développement	Durée (j)	Vitesse de développement	% de mortalité	Durée (j)	Vitesse de développement	% de mortalité	Durée (j)	Vitesse de développement	% de mortalité	Durée (j)	Vitesse de développement	% de mortalité	♂	♀
35	2	0,020	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,5	0,006	75	—	—
32	2,5	0,016	17	0,024	48	—	—	—	—	—	—	8,3	0,005	—	—	—
30	2,5	0,016	19,2	0,0021	46	2,15	2,5	2,5	11,5	0,0037	1,5	12	10	10	10	10
28	2,75	0,015	18	0,002	31	2,28	10	10	13	0,0032	10	13	10	13	12,5	12,5
25	3	0,013	22	0,002	23	2,50	3,5	3,5	15	0,0028	6,5	16	14,5	16	14,5	14,5
22	4,75	0,008	26	0,0015	16	2,75	12	12	18,7	0,0022	12	20	14	20	14	14
20	5,5	0,0069	38	0,001	18	3,60	14	14	—	—	—	—	—	10,5	12,5	10
18	7	0,0059	50	0,0008	38	7,5	10,7	10,7	80	0,0005	9,3	16	13	16	13	13

somme thermique, elle varie en fonction du type de développement larvaire ; calculée pour les œufs, les larves du type 5 et les chrysalides, elle est de l'ordre de 456°.

Discussion et conclusion

Afin de mettre au point un milieu permettant l'élevage de plusieurs chenilles au laboratoire, nous avons essayé différents broyats de graines végétales dont la plupart étaient des légumineuses toujours disponibles au marché : *Cicer arietinum* (L.), *Phaseolus vulgaris* (L.) (haricots blancs et haricots verts), *Vicia faba* (L.) (fève et féve-rolle (et *Zea mays* (L.). Les milieux à base de haricots blancs et de maïs n'ont pas été satisfaisants. Le meilleur milieu obtenu a été celui de la féve-rolle. Toutes les espèces signalées se développent normalement sur ce mélange, sauf *C. chalcites*, où les larves semblent se développer normalement, alors qu'à l'émergence, les ailes des papillons sont déformées et nous n'avons observé aucune copulation ou oviposition chez ces derniers adultes. Des comparaisons ont été effectuées pour différents critères biologiques et sous différentes conditions qui, même si elles ne sont pas identiques à celles de la nature, la connaissance de leur influence servira de base non seulement pour expliquer en partie les fluctuations intervenant dans les populations de *H. armigera* dans le champ, mais aussi pour une bonne production d'insectes au laboratoire. Dans notre élevage, on a constaté qu'il y a seulement deux types de développement larvaire. La majorité des larves (80 %) passe par 5 stades et le reste par 6 stades. Nous n'avons pas observé de développement du type 7, 8 ou 9, stades rapportés par POITOUT et CAYROL (1969).

L'examen des différents critères biologiques (développement, oviposition, longévité, etc. (TABL. 4 à 8) sous différentes conditions et les régularités des résultats obtenus pendant 14 générations nous mettent en droit de conclure que les meilleurs rendements s'obtiennent à 25°. Sous ces conditions, le coefficient de prolifération de l'élevage d'une génération à l'autre peut être calculé par

R

$C = \frac{R}{2} \times L \times F \times E$ (GUENNELON et al., 1970), où R = rendement

2

en adultes par rapport au nombre de larves installées. L = % de lots fertiles de papillons, F = fécondité moyenne par couple, E = % d'éclosion des œufs. Comme le sex-ratio est sensiblement le même,

le coefficient C (calculé pour 25°) est $\frac{70}{2} \times \frac{90}{100} \times 1875 \times \frac{53}{100} = 313$.

Cela signifie que la population de l'élevage augmenterait suivant une progression géométrique de raison (313) de génération en génération, si l'on installait sur le milieu toutes les larves nouveau-nées disponibles. Nous pouvons admettre que sous conditions naturelles, l'insecte peut déposer encore plus d'œufs que la quantité mentionnée dans les tableaux. Cela est basé sur l'observation que lors de la dissection des femelles mortes et après la déposition d'un nombre considérable d'œufs, des œufs ont été trouvés dans les ovaires (HMIMINA in litt.). Il est possible donc qu'une durée de vie supérieure à celle observée dans les conditions de laboratoire, un facteur de ponte végétal et non le papier filtre, des boîtes d'accouplement plus spacieuses puissent avoir comme résultat une plus grande oviposition. Les femelles de *H. armigera* peuvent pondre dans une large gamme de températures, mais des inconvénients tels que les couples stériles, une faible fertilité des œufs (84 % sont stériles à 18°), ne peuvent être négligés, car ils se rencontrent constamment à l'intérieur d'une même génération comme entre les différentes générations, bien que les conditions d'expérience soient identiques. Cette question doit faire l'objet d'une étude particulière dans la nature pour voir si le même phénomène s'y retrouve ou si c'est l'influence des conditions artificielles jointes aux problèmes de la consanguinité qui entraînent cette variabilité.

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME — 1935. La teigne de la pomme de terre. — Mem. 25, Service de la Protection des Végétaux, Rabat.
- DE LEPINEY, J. et J.M. MIMEUR — 1932. Notes d'entomologie agricole et forestière du Maroc. — Mém. Soc. Sc. nat. Maroc, 31 p.
- GUENNELON, G., C. SENDER, F. D'ARCIER, et H. AUDEMARD — 1970. Mise au point d'un milieu artificiel pour l'élevage au laboratoire des larves d'eudemis de la vigne, *Lobesia botrana* DEN. et SCHIFF (Lep., Tortricidae). — Ann. Zool. Ecol. anim., 2, pp. 51-77.
- POITOUT, S. et R. CAYROL — 1969. Action des différents facteurs sur le nombre de stades larvaires chez la noctuelle de la tomate *Helicoverpa armigera* HBN. — Ann. Soc. Ent. Fr., 5, pp. 407-427.

- SABA, F. — 1973 a. Les acariens nuisibles sur les plantes cultivées au Maroc. — Al Awamia, **47**, Rabat.
- SABA, F. — 1973 b. *Tetranychus ricinus* nov.-spec. a Spider Mite of Economic Importance in Morocco. — Al Awamia, **47**, Rabat.
- SABA, F., P. GRAF et M. LEKTAOUI — 1975. La biologie et le contrôle d'acariens nuisibles au Maroc. — In lit.
- SANDERSON, E.D. — 1908. The Influence of Minimum Temperatures in Limiting the Northern Distribution of Insects. — J. Econ. Entomol., **1**, pp. 245-262.
- SHO' EY, H.H. and R.L. HALE — 1965. Mass Rearing of the Larvae of Nine Noctuid Species on a Simple Artificial Medium. — J. Econ. Entomol., **58**, pp. 522-524.
- SNEDECOR, G. — 1946. Statistical Methods Applied to Experiments in Agriculture and Biology. — Collegate Press, Ames, Iowa.

ملخص

أن مادة غذائية اصطناعية مركبة من الفول ومواد كيميائية أخرى مكنت من تربية أربعة عشرة جيلا متوالية من دودة الطماطم في المخبر . وفي مقالتنا هذه تعرضنا لكيفية التربية المنبئة ولبعض المميزات البيولوجية للحرشرة تحت درجات الحرارة المثوية التالية : 18 ، 25 و 30 .

RÉSUMÉ

Un milieu artificiel à base de fève a permis d'élever 14 générations successives de *Heliothis armigera* au laboratoire. La méthode d'élevage individuel utilisée est décrite, et différents critères biologiques : durée de développement larvaire et nymphal, longévité, fécondité des adultes et taux d'éclosion des œufs sont examinés dans cet élevage sous 18, 25, 30° et quelques autres températures.

RESUMEN

Un método artificial a base de habas ha permitido de crear más de 14 generaciones sucesivas de *H. armigera* en el laboratorio. Se describe el método de cría individual utilizado así como diferentes

criterios biológicos: duración del desarrollo larvario e ninfal, longevidad, fecundación de los adultos son examinados bajo temperaturas de 18, 25 y 30°C y algunas otras más.

SUMMARY

A cheap and simple semi-synthetic diet based on *Vicia faba* beans was developed for rearing several noctuid caterpillars e.g. *H. armigera* for over 14 generations. The biology of the tomato fruitworm was studied under laboratory conditions at 18°, 25° and 30°C. Results of development are shown in Tab. 4. Approx. 75 % of the larvae pass through 5 stages, the remainder through 6. Total development (egg to adult) at 30° requires 27.5-30.6 days, at 25° 33.5-37.5 days, and at 18° 139-206 days including the diapausing pupal stage. Adult longevity (\bar{x}) is less dependant on temperature and lies between 10 and 17 days (TAB. 5). Average oviposition per female lies between 1055 and 1875, however, egg fertility is quite low: 16.6 - 53.2 % (TAB. 6). Over 50 % of eggs are oviposited within the first 5 days.

According to results obtained here the optimal temperature for *H. armigera* lies around 25°C.