



**GROUPE D'ETUDE**

**" PROGNOSE ET LUTTE INTEGREE CONTRE  
LES NOCTUELLES MIGRANTES "**

**COMPTE - RENDU DE LA 2<sup>e</sup> REUNION A  
PRILEP ( YUGOSLAVIE ), 5 - 7 Avril 1989**

---

**STUDY GROUP**

**" PROGNOSIS AND INTEGRATED CONTROL  
AGAINST MIGRANT NOCTUIDS "**

**PROCEEDINGS OF THE 2nd MEETING AT  
PRILEP ( JUGOSLAVIA ), 5 - 7 April 1989**

**BULLETIN SROP 1990 / XIII / 3  
WPRS BULLETIN**

## INTRODUCTION

Le groupe d'étude "Prognose et lutte intégrée contre les Noctuelles migrantes" a été agréé par le Conseil de l'OILB/SROP en Octobre 1986. Des réunions informelles avaient préalablement eu lieu en 1985 (Cordoba, Espagne) et en 1986 (Avignon, France).

Le principal objectif recherché, à l'origine de sa constitution, est une coopération destinée à l'acquisition d'une meilleure connaissance de la biologie de trois noctuelles présentant des tendances migratoires différentes : Agrotis ipsilon Hfn., Agrotis segetum D. et S., Helicoverpa armigera Hb., avec pour réalisation commune essentielle la mise en place d'un réseau international de piégeage sexuel destiné à comparer les fluctuations des populations à différentes latitudes et longitudes. Simultanément, des observations biologiques complémentaires en différents lieux ont été envisagées.

La première réunion officielle du groupe a eu lieu en 1987 à Evora (Portugal). Elle a permis de compléter le dispositif de piégeage débuté en 1986 pour H. armigera, de structurer le réseau pour A. ipsilon dont le piégeage a commencé cette même année, de décider de la réalisation du piégeage de A. segetum pour 1988. Pour le groupe, l'activité de piégeage est prévue jusqu'en 1991 afin d'être en possession de 4 à 5 années complètes de piégeage selon l'espèce considérée. Huit pays (Espagne, France, Grèce, Italie, Maroc, Portugal, Suisse, Yougoslavie), représentant 13 lieux de piégeage, toutes espèces confondues, participent actuellement à cette opération.

Les communications ici présentées concernent la seconde réunion officielle du groupe qui a eu lieu à Prilep (Yougoslavie).

Elle a rassemblé 17 participants (Bulgarie, 2 ; Espagne, 3 ; France, 2 ; Grèce, 1 ; Portugal, 2 ; Suisse, 1 ; USA, 1 ; Yougoslavie, 5). 24 communications y ont été présentées dont 22 sont ici résumées.

Toutes ces communications concernent les 3 espèces considérées sauf une qui traite du piégeage sexuel de Mythimna unipuncta Haw., espèce susceptible d'effectuer des migrations, non prise en considération dans notre action. Quatorze d'entre elles traitent des résultats de piégeage,

obtenus ou non dans le cadre du réseau constitué, huit concernent la biologie, les infestations et la lutte. Les manuscrits qui nous sont parvenus alors que leurs auteurs n'ont pu, au dernier moment, participer à la réunion, ont fait l'objet d'une présentation succincte en séance et sont insérés dans ce bulletin.

La réunion s'est tenue à l'Institut du Tabac de Prilep. Nous remercions **M. L.J. VASILEV**, Chef du Département de Protection du Tabac qui, entouré d'un comité placé sous sa présidence, a assuré la responsabilité de l'organisation de cette réunion.

Nous remercions aussi l'Association des Sciences et d'Art de l'Institut du Tabac de Prilep pour sa contribution déterminante à l'accueil qui nous a été dispensé et également tous ceux qui, à titre divers, y ont participé.

Le Responsable du Groupe

**S.H. POITOUT**

## LISTE DES PARTICIPANTS

**Mme S. BAHTCHE VANOVА**  
 Komplexna Experimental Stanton  
**V. SANTANSKI - BULGARIA**

**J. BLOGOJA**  
 Institut du Tabac  
**97500 PRILEP - YOUNGOSLAVIE - SRM**

\* **R. BUES**  
 INRA - Station de Recherches de Zoologie et d'Apidologie  
 Domaine Saint-Paul - Cantareil  
 B.P. 91 - Route de Marseille  
**84143 MONTFAVET CEDEX - FRANCE**

\* **Mme R. GABARRA**  
 Servei d'Investigacio Agraria  
 C.R.A. Cabrils s/n  
 CABRILS  
**BARCELONA - SPAIN**

\* **M. HACHLER**  
 Station Fédérale de Recherches Agronomiques de Changins  
 Route de Duillier  
**1260 NYON - SUISSE**

\* **M. INJAC**  
 Institut Za Zastitu Bilja, R  
**11080 ZEMUN - BANATSKA 33 - YOUNGOSLAVIE**

**Mme R. IVANOVA STOEVA**  
 OPTINA STANCIA (Station Expérimentale)  
**T. SANDANSKY - BULGARIA**

**M. MACELJSKI**  
 University de Zagreb  
 Faculté des Sciences Agronomiques  
 Institut de la Protection des Plantes  
 P.O. Box 281  
**41000 ZAGREB - SIMUNSCA 25 - YOUNGOSLAVIE**

\* **Mme C. MEIERROSE**  
 Universidade de Evora  
 Depart. Biologia  
 Apartado 94  
**7001 EVORA CODEX - PORTUGAL**

**M. J. MICKOVSKI**  
 Institut du Tabac  
**97500 PRILEP - YOUNGOSLAVIE - SRM**

**D. PERKINS (U.S.D.A.)**

OCDE - Chef du Projet de Recherche Concertée sur la Production et la Protection des denrées alimentaires  
2, rue André Pascal  
**75775 PARIS CEDEX 16 - FRANCE**

**\* S.H. POITOUT**

INRA - Station de Recherches de Zoologie et d'Apidologie  
Domaine Saint-Paul  
B.P. 91 - Route de Marseille  
**84143 MONTFAVET CEDEX - FRANCE**

**\* J.A. TSITSIPIS**

"Democritos" National Research Center  
Institut of biology  
Programme of Entomology  
P.O. Box 60228  
**15310 AGHIA - PARASKEVI - GREECE**

**\* P. VARGAS-PIQUERAS**

Istituto Nle TE  
Investigacion Agraria  
Alanda del Obispo, S.L.  
Apartado de Correos, 240  
**CORDOBA - SPAIN**

**\* L.J. VASILEV**

Chef de Département pour la Protection du Tabac  
Institut du Tabac  
**97500 PRILEP - YUGOSLAVIE - SRM**

**\* V. VIEIRA**

Universidade dos Açores  
Rua da Mae de Deus  
**9502 PONTA DELGADA CODEX - ACORES**

**S. VRABL**

Visja Agronomksa Sola Maribor  
**62000 MARIBOR - VRBANSKA 30 - YUGOSLAVIE**

\* Participants appartenant au réseau de piégeage

## CONTENTS

## INTRODUCTION

## LISTE DES PARTICIPANTS

## DONNEES SUR LE PIEGEAGE DE NOCTUIDAE DANS DIFERENTES ZONES GEOGRAPHIQUES

<b>Barreiro-Garcia J.M., Ortiz-Garcia P.</b> (présenté par H.S. Poitout, France) : Phenology of <u>Heliothis armigera</u> , <u>Agrotis segetum</u> and <u>Agrotis ipsilon</u> in the Badajoz area (Spain). Years 1987 and 1988.....	1
<b>Cabello-Garcia T., Vargas-Piqueras P.</b> : Phenology of <u>Heliothis armigera</u> , <u>Agrotis ipsilon</u> and <u>A. segetum</u> (Lep. Noctuidae) in Southern of Spain.....	6
<b>Filomena Martins</b> (présenté par C. Araújo, Portugal) : Adults flights of <u>Heliothis armigera</u> in Portugal.....	12
<b>Freuler J.</b> : Résultats du piégeage d' <u>Agrotis ipsilon</u> Hufnagel et de <u>Helicoverpa armigera</u> Hübner en Suisse Romande de 1987 à 1988.....	18
<b>Gabarra R.</b> : Report on the catches of <u>Heliothis armigera</u> , <u>Agrotis ipsilon</u> and <u>Agrotis segetum</u> in pheromone traps in Catalonia (Spain) within the framework of the OILB network.....	22
<b>Hmimina M'h.</b> : Résultats du piégeage sexuel de 3 Noctuelles ( <u>H. armigera</u> , <u>S. segetum</u> , <u>S. ipsilon</u> ) au Maroc.....	27
<b>Meierrose C., Araújo J.</b> : Evaluation critique des pièges lumineux et à phéromone pour <u>Heliothis armigera</u> en Alentejo, Portugal.....	30
<b>Nowinsky L., Toth G.</b> (présenté par D. Perkins, France) : Lunar periodicity of light-trap catches and flight activity of the turnip moth ( <u>Scotia segetum</u> Schiff.) and the greasy cutworm ( <u>Scotia ipsilon</u> Hgn.).....	40
<b>Popescu M.A.</b> (présenté par M. Injac, Yougoslavie) : Population dynamics in <u>Heliothis armigera</u> Hb., <u>Agrotis ipsilon</u> Hfn. and <u>A. segetum</u> Den. et Schiff. as established with a light-trap at Bucharest. Baneasa during 1986-1988.....	44
<b>Sannino L., Balbiani A.</b> (présenté par J.A. Tsitsipis, Grèce) : Results of captures by means of sex attractants for three lepidopterous species ( <u>Agrotis segetum</u> D. et S., <u>Agrotis ipsilon</u> Hbn., <u>Heliothis armigera</u> Hb.) and notes on their biology in tobacco.....	49
<b>Tsitsipis J.A.</b> : Monitoring <u>Heliothis armigera</u> , <u>Scotia ipsilon</u> and <u>Scotia segetum</u> by pheromone traps in Greece. Comparison of two kinds of traps.....	54

<b>Vieira V., Bues R., Tavares J., Poitout H.S., Oliveira L., Toubon J.F. : Amélioration du piégeage sexuel de <u>Mythimna unipuncta</u> Haw. aux Açores en présence du Z11-16:Ald.....</b>	59
<b>Vieira V., Tavares J., Oliveira L. : Contribution à l'étude quantitative de la présence du stade adulte de <u>Agrotis ipsilon</u> Hfn. et <u>Heliothis armigera</u> Hbn. (Lep. Noctuidae) aux Açores.....</b>	62
<b>Vasilev L.J. : The population of <u>Scotia ipsilon</u>, <u>Scotia segetum</u> and <u>Heliothis armigera</u> in the region of Prilep, SR of Macedonia, in the course of 1988.....</b>	65
<b>Zangheri S., Furlan L. : La Noctuelle, <u>Scotia ipsilon</u> Hubn., dans l'Italie du Nord orientale.....</b>	70
<b>DONNEES SUR LA BIOLOGIE, LES INFESTATIONS ET LA LUTTE-</b>	
<b>Bues R., Poitout H.S., Toubon J.F. : Etudes bioécologiques de <u>Agrotis ipsilon</u> Hufn. dans le Sud de la France.....</b>	75
<b>Bues R., Toubon J.F., Poitout H.S., Villevieille M. : Les émergences printanières de <u>Heliothis armigera</u> Hb. dans le sud de la France en relation avec les différents états de diapause nymphale et la migration.....</b>	82
<b>Cabello-Garcia T. : Damage levels by black cutworm larvae (<u>Agrotis ipsilon</u> Hüfnagel, Lep. Noctuidae) on maize and tobacco in Southern of Spain.....</b>	88
<b>Gabarra R. : Evaluation of the methods for the prognosis of <u>Heliothis armigera</u> populations.....</b>	93
<b>Goncalves M., Filomena Martins, Lavadinho A.M.P., Sobreiro J.B. (présenté par C. Araújo, Portugal) : Infestation levels of <u>Heliothis armigera</u> in tomato in Portugal.....</b>	100
<b>Perkins D. : Toward a biological control strategy for migratory Noctuids.....</b>	104
<b>Rodriguez Bernabe J.A., Arias Giralda A., Garcia Concellon F., Chacon Ortega A., Alvez Gomez C. : Observations sur <u>Heliothis armigera</u> en cultures de tomates dans les "Vegas del Guadiana", Badajoz (Espagne).....</b>	109

# **DONNEES DE PIEGEAGE**

PHENOLOGY OF Heliothis armigera, Agrotis segetum AND  
Agrotis ipsilon IN THE BADAJOZ AREA (SPAIN). YEARS 1987 & 1988

J.M. BARREIRO-GARCIA and R. ORTIZ-GARCIA

Hispareco S.A., Apartado 435. 06080 Badajoz. Spain

**SUMMARY**

The phenology of H. armigera, A. segetum and A. ipsilon has been studied with light traps in 1987 and 1988 in the farming area of "Las Vegas Bajas", in the province of Badajoz (Spain). Catches of H. armigera with pheromone have also been studied.

**INTRODUCTION**

Studies on phenology of Noctuidae are being carried out in the Badajoz area, with the aid of light traps that are continuously working throughout the year. The traps are placed in Villafranco del Guadiana, belonging to the farming zone of "Las Vegas Bajas" in the province of Badajoz South West of Spain). Field corn and tomatoes for processing are the most representative crops in this area. Following the agreement at the IOBC meeting of 1987 in Evora, the efficacy of pheromone traps for Heliothis armigera was evaluated as opposed to light traps during 1987 and 1988. Moerover, the flight curves of Agrotis segetum and A. ipsilon are presented in order to be considered in conjunction with other research data to establish the phenology and migration pattern of both species in the Mediterranean area.

**MATERIALS AND METHODS**

LIGHT TRAPS

Two light traps, named "2-T" and "M", have been used in this trial. The traps were built following the model proposed by FALCON *et al.* (1967), and are situated in the farm of the Nestle Research Center (**HISPARECO S.A.**) at different heights (5 and 2 m respectively) and with obstacles between them to avoid interferences. Their attractants are a F18T8/BLB lamp (300-400 nm) in trap "2-T" and a HQL-250 W lamp (400-700 nm) in trap "M", and for each species we chose the trap with the most favourable data. Light trap catches of Heliothis armigera, Agrotis segetum and A. ipsilon have been recorded daily for this study, and these data were totaled weekly to determine their flight curves.

PEROMONE TRAPS

A pheromone trap for Heliothis armigera was supplied by Dr. BUES in 1987 after the IOBC meeting. As soon as we received this trap, it

was placed in a tomato field in our area ; catches were recorded daily from 10 July to 27 August and totaled weekly. In 1988 the INRA provided us with pheromone capsules and a new trap. Both were placed in tomato fields, and counts were made weekly from 19 May to 5 July (traps were lost at this date). At the same time the presence of eggs of H. armigera was recorded by removing leaflets from the tomato plants.

### **RESULTS AND DISCUSSION**

Heliothis armigera : The phenology of H. armigera in our area was studied with light trap "M". In 1987 (fig. 1) it was flying continuously from the end of April to the beginning of November, with peaks in the 26th week of the year (23 to 29 June), the 28th (7 to 13 July), the 30th (21 to 27 July), the 34th (18 to 24 August) and the 38th (15 to 21 September). A few isolated moths were caught in the second fortnight of February. In 1988 (Fig. 2), the trend was similar although a delay in the evolution was noticed, due perhaps to an unusual rainfall in the period between June the 6th and July the 7th (115.9 mm). The peaks were in the 28 th week (12 to 18 July), the 31st (2 to 8 August), the 33rd (16 to 22 August) and the 36th (6 to 12 September). Isolated moths were trapped in the second fortnight of February. Cateles from the last weeks of this year are being monitored at this moment.

Pheromone trap data gave us a clearer indication of the status of the pest in a given field (Tables n° 1 & 2). During both years maximum flights were recorded at the tomato flowering period, when the greatest number of eggs was found. A lack of correlation was found between pheromone trap catches and egg counts at the end of the control period of 1988. This could be explained by the heavy rainfall, which clearly disturbed trapping but had no influence in delaying oviposition. There was no rain in 1987.

Agrotis segetum D. & S. : Phenology of A. segetum was followed using light trap "2-T". In 1987 (fig. 3), A. segetum could be found continuously from January to the end of September, with an important peak in March. Some isolated catches were made at the beginning of November and the second fortnight of December. In the control period of 1988 (1st of January to the beginning of October) the flight intensity was lower than in 1987, with no large peaks and with a lack of catches in the first three weeks of May (Fig. 4).

Agrotis ipsilon Hfn. : The phenology of A. ipsilon was followed using light

trap "M". This species was trapped in 1987 from January to the first fortnight of May, and from September to December (Fig. 5).

Continuous flight was detected during the period of capture in 1988 (January to September), with no interruption during the summer period (Fig. 6).

Table no.1.- Phenology of *Heliothis armigera* in 1987

WEEK	DATE	TF	Trapped moth/week		No. EGGS/100 PLANTS
			LIGHT TRAP	Pheromone	
28	July 7 - 13	F + GI	34	5	0
29	" 14 - 20	GI - F	8	10	1
30	" 21 - 27	G - F	25	3	0
31	28.07 - 03.08	G - F	18	1	1
32	Aug. 8 - 10	G R	18	0	0
33	" 11 - 17	R G	34	0	0
34	" 18 - 24	R - G	77	0	0

TF: Tomato phenology (F=flower; GI=small green fruits; G=green fruits ; R=red fruits)

Table no. 2.- Phenology of *H. armigera* in 1988

WEEK	DATE	RAIN (mm)	LIGHT TRAP (1)	FIELD N° 1			FIELD N° 2		
				TF	Pher.	Eggs	TF	Pher.	Eggs
21	May 17-23	-	1	D5	4	0	F	11	0
22	" 24-30	2	6	D-F	15	3.1	F GI	4	4.2
23	31.05- 6.06	-	2	F	36	0	GI F	4	1.1
24	June 7-13	43	3	F GI	31	0	?	4	?
25	" 14-20	38	1	GI-F	10	0	G F	0	0
26	" 21-27	13	4	G F	5	2.1	G F	0	1.5
27	28.06-4.07	9	12	G F	0	0	G R	0	3.2
28	July 5.11	12	78	G R	6	2.1	G R	6	1.1

TF: Tomato phenology  
(as in Table 1)  
(Di="i" number of  
leaves)

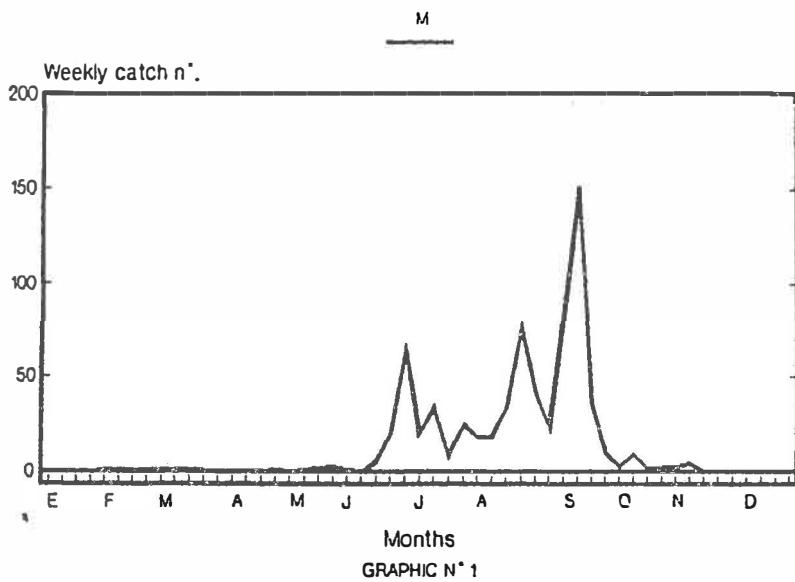
(1) Weekly catches in Light Trap  
(2) " " Pheromone Trap  
(3) No. of eggs/100 plants

Pher.= catches in pheromone trap  
Eggs = no. of eggs/100 plants

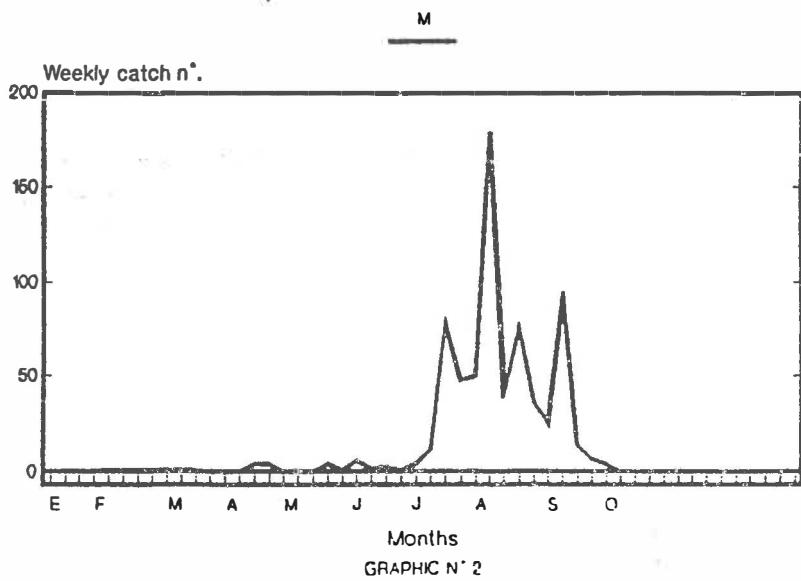
#### REFERENCE

- FALCON, L.A., BAUER, W.R., OKUMURA, G.T., BURTON, V.E. and VAN DEN BOSCH, R. (1967). Light Traps and Moth Identification. California Agricultural Extension Service. Division of Agricultural Sciences. University of California.  
6 pp.

## HELIOTHIS ARMIGERA HB.-1987

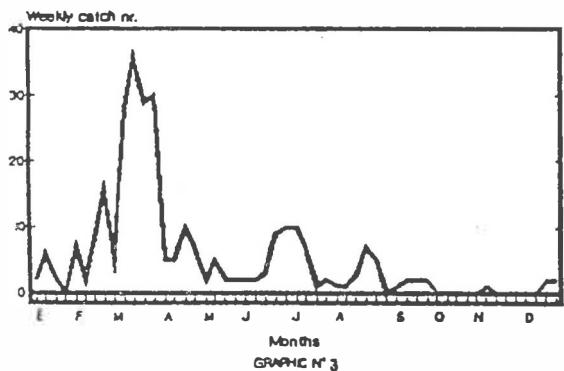


## HELIOTHIS ARMIGERA HB. - 1988



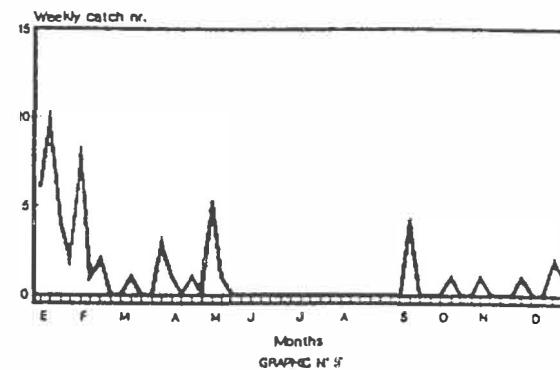
AGROTIS SEGETUM D. & S.- 1987

2T



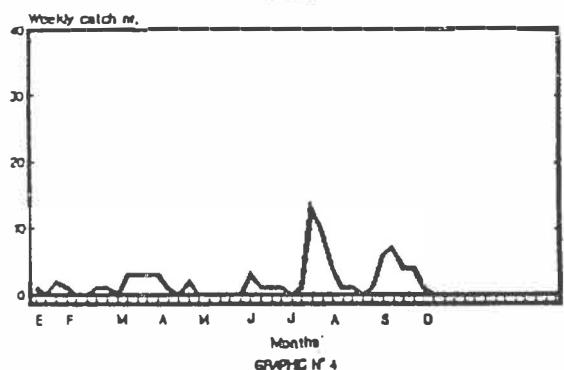
AGROTIS IPSILON HFN.- 1987

M



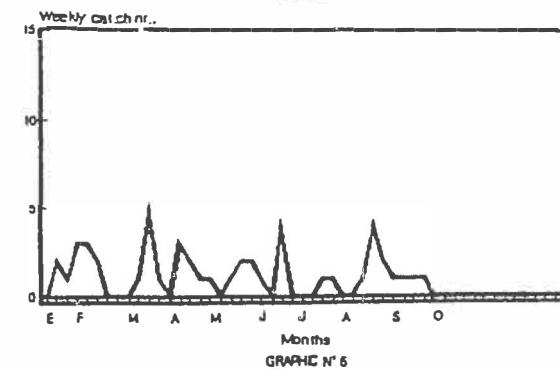
AGROTIS SEGETUM D. & S. - 1988

2T



AGROTIS IPSILON HFN. - 1988

M



**PHENOLOGY OF HELIOTHIS ARMIGERA ; AGROTIS IPSILON  
AND A. SEGETUM IN SOUTHERN SPAIN**

**T. CABELLO and P. VARGAS**

Servicio de Investigacion Agraria - Junta de Andalucia - Spain

**SUMMARY**

Male individuals of these Noctuids were caught with pheromone traps in Cordoba and Granada (southern Spain). Relationship of flight activity and accumulated degree-day value in both locations seems to indicate that, in H. armigera and A. epsilon, first peak of captures is due to migratory moths coming from the African continent, rather than to autochtonous individuals which appear later and depend on local climatic conditions.

**INTRODUCTION**

Heliothis armigera, Agrotis ipsilon and A. segetum, with their polyphagous habits, migrational capability and ability to develop several generations a year, are considered among the major pests of Spanish agriculture.

The problems caused by these species and particularly by Heliothis can be serious in the South of the country where most of the economically important crops grow on artificially irrigated lands. High temperature and humidity and the availability of bridge crops allow this species to cause great losses.

Biological control seems to be a good alternative or complementary measure to chemical methods but, whatever means are used, knowledge of population dynamics is regarded as a key factor in control programs. In relation to this topic, POITOUT (Cordoba, 1985. Pers. com.) proposed that the first adults of H. armigera observed each year in southern Spain might not be a first autochtonous generation but an incoming flight of African individuals. To a great extent, the present work has been conducted to study this possibility.

**MATERIALS AND METHODS**

In Cordoba, we used pheromone traps as provided by INRA (France). There, we placed two traps for Heliothis, one in alfalfa and one between cotton and tomato crops. For Agrotis we had two for A. epsilon, one between tomato and cotton and one in alfalfa. For A. segetum we had one between tomato and one between cotton. Catches were started in May 1987 for

## RESULTS

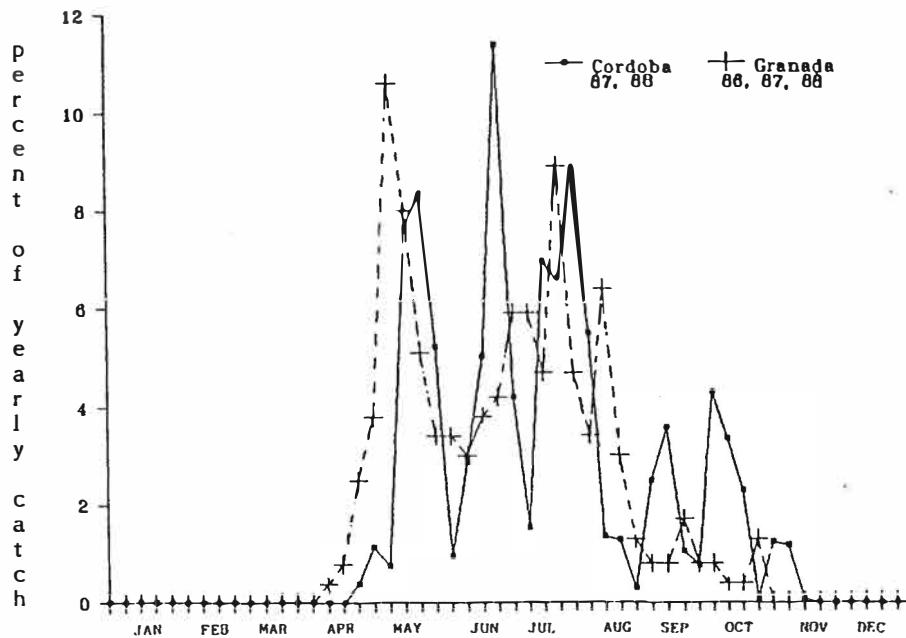


Fig. 1. - *Heliothis armigera* catches in southern Spain

Table 1. FLIGHT-TEMPERATURE RELATIONSHIPS FOR *H. ARMIGERA*.

AREA	FLIGHT	DATE OF PEAK	PERCENT. OF CATCH.	ACCUM. DEGREE-DAYS(*)
Córdoba	I	mid. May	8.3	123
	II	end June	11.4	257
	III	end July	8.9	461
	IV	mid. Sep.	3.6	721
	V	beg. Oct.	4.3	814
Granada	I	beg. May	10.6	81
	II	beg. July	6.0	312
	III	end July	9.0	504
	IV	end Sep.	6.4	609
	V	end Oct.	1.7	731

(\*) Base 15°C

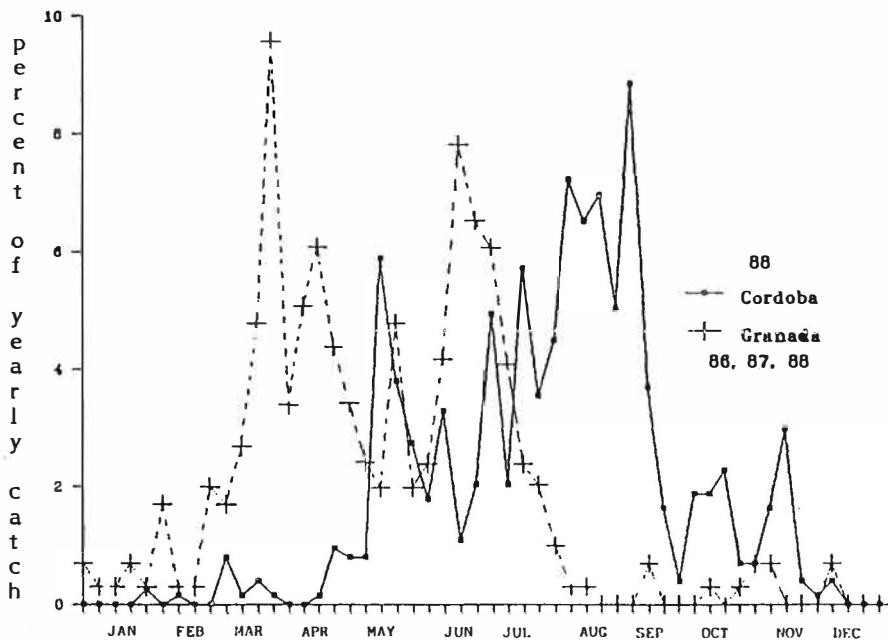


Fig. 2. - *Agrotis ipsilon* catches in southern Spain

Tabla 2. FLIGHT-TEMPERATURE RELATIONSHIPS FOR *A. IPSILON*.

AREA	FLIGHT	DATE OF PEAK	PERCENT. OF CATCH.	ACCUM. DEGREE DAYS(*)
Córdoba	I	beg. March	0.8	60
	II	mid. May	6.0	276
	III	mid. June	6.3	430
	IV	beg. July	5.0	556
	V	mid. July	5.8	670
	VI	beg. Aug.	7.3	870
	VII	beg. Sep.	3.7	1180
	VIII	mid. Oct.	2.3	1368
	IX	mid. Nov.	3.0	1478
Granada	I	beg. Feb.	1.7	33
	II	end March	9.6	98
	III	mid. April	6.1	142
	IV	end May	4.8	266
	V	mid. June	7.9	430
	VI	beg. Sep.	0.7	1052
	VII	end Nov.	0.7	1315

(\*) Base 10°C.

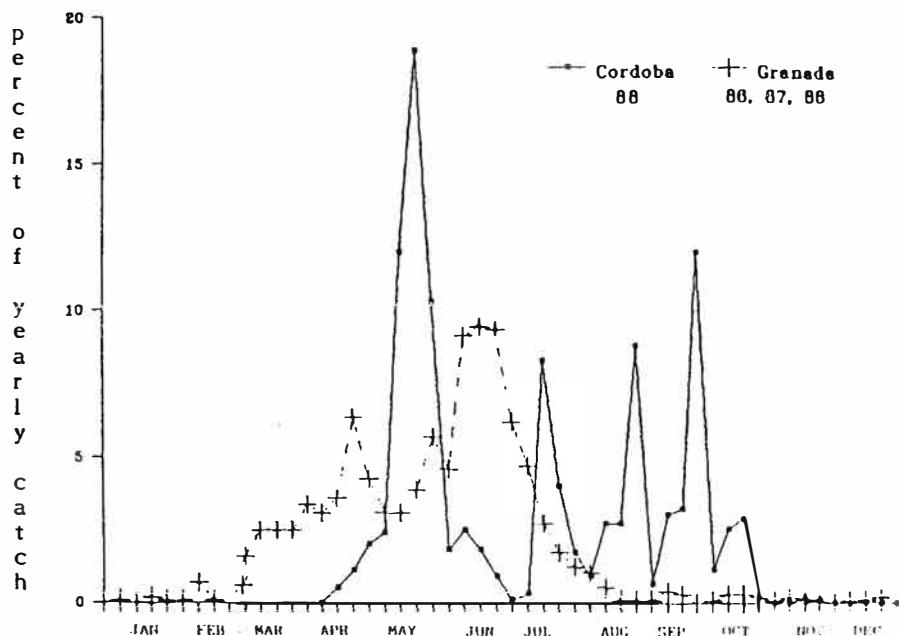


Fig. 3. - *A. segetum* catches in southern Spain

Table 3. FLIGHT-TEMPERATURE RELATIONSHIPS FOR *A. SEGETUM*.

AREA	FLIGHT	DATE OF PEAK	PERCENT. OF CATCH.	ACCUM. DEGREE-DAYS (*)
Córdoba	I	?	?	?
	II	end May	18.9	310
	III	mid. July	8.3	670
	IV	end Aug.	8.8	1060
	V	end Sep.	12.0	1260
Granada	I	mid. Feb.	0.7	37
	II	end April	6.4	163
	III	end May	5.7	301
	IV	mid. June	9.5	430
	V	mid. Sep.	0.4	1006

(\*) Base 10°C.

Heliothis and A. ipsilon and in April 1988 for A. segetum (As pheromones became available).

In Granada, the pheromone traps were of the type and lure sold by Aragonesas Co. There we had six traps, two for each species, all placed in Alfalfa. Catches were started in April 1986 for Agrotis and two months later for Heliothis.

Traps were visited daily (Except Saturdays and Sundays) and the number of caught individuals recorded. The value of the cumulative degree-day records were obtained following formulas (**ANONYMOUS**, 1983) for 15° C. in Heliothis (**POITOUT** and **BUES**, 1979) and 10° C. for Agrotis segetum (**BUES** and **POITOUT**, 1986) and A. ipsilon (**FOSTER** and **GAYLOR**, 1986).

H. armigera hibernates as a pupa (**CAYROL**, 1972), and thereby may be present as an autochtonous populations, though migration also occurs (**POITOUT**, 1985. Pers. com.). A period of 34-91 days at 22° is considered necessary for these pupae to leave diapause (**HACKETT** and **GATEHOUSE**, 1982) which means 119-318 degree-days with the 15° base. The first peak of catches was obtained in mid-May, with 123 degree-days in Cordoba and two weeks earlier, with only 81 in Granada. Since November and December have negligible degree-day values at 15° base, we can assume that these first adults belong to migratory flights coming from warmer areas, possibly the African continent. The first autochtonous generation should appear later from hibernating pupae. That H. armigera shows up earlier in Granada, which is colder than Cordoba, is probably due to the closer position of that province to North Africa or to its lying along the path for the moth migration.

A. ipsilon is considered a migratory species (**CAYROL**, 1972). According to our data (Fig. 2), catches started one month earlier in Granada, with lower temperatures than in Cordoba. In the field, 142 degree-days are necessary for winter-spring pupae to develop adults (**CABELLO**, 1987. unpubl.). With a daily degree-day value of nearly zero in the last two months of the year in both provinces and cumulative values of 60 and 33 for Cordoba and Granada respectively when catches started, we reach the conclusion that these first catches are the results of migratory flights which (for similar reasons as those expressed for Heliothis) reach Granada earlier than Cordoba.

A. segetum is a sedentary species that hibernates as larvae of different stages. Fig. 3 shows that the cold climate of Granada negatively affected

our catches which almost finished in August, whereas in Cordoba we had peaks as late as in October.

#### REFERENCES

1. ANONYMOUS, (1983). A slide rule for cotton crop and insect management. University of California. Division of Agriculture Science. Cooperative extension. Leaflet No. 21361 : 13 p.
2. BUES, R. ; POITOUT, H.S., (1986). Diversité du cycle évolutif de Scotia segetum Schiff. (Lep. Noctuidae) en France. Variation régionale du voltinisme et de la survie hivernale. La Défense des Végétaux, 242 : 18-25.
3. CAYROL, R.A., (1972). Famille des Noctuidae. In. : BALACHOWSKY, A.S. : Entomologie appliquée à l'Agriculture. Tome II, Vol. II. Masson et Cie. Paris : 1255-1471.
4. FOSTER, M.A. ; GAYLOR, M.Y., (1986). Feeding dynamics of the black cutworm, Agrotis ipsilon (Lep. : Noctuidae), in cotton. Journal of Economic Entomology, 79 : 840-842.
5. HACKETT, D.S. ; GATEHOUSE, A.G., (1982). Studies on the biology of Heliothis in Sudan. Proc. Int. workshop on Heliothis. Patancheru, India 29-38.
6. POITOUT, S. ; BUES, R. (1979). La noctuelle de la tomate (Heliothis ou Helicoverpa armigera Hbn.). Son cycle évolutif dans le Sud de la France. La Défense des Végétaux, 195 : 12-28.

#### ACKNOWLEDGMENTS

The authors are indebted to Araceli CABELLO GARCIA and Pedro CANETE GONZALES for their help in field work.

#### ADDRESS OF AUTHORS

Tomas CABELLO  
C.I.D.A.  
Apdo. Correos 2027  
18080 GRANADA  
SPAIN

Pedro VARGAS PIQUERAS  
C.I.D.A.  
Apdo. Correos 240  
14080 CORDOBA  
SPAIN

**ADULT FLIGHTS OF Heliothis armigera IN PORTUGAL****Filomena MARTENS**Centro Nacional de Protecção da Produção Agrícola  
(CNPPA), INIA, 2780 Oeiras, Portugal**SUMMARY**

In separated fields of tomato for processing, untreated plots were left during trials designed to assess efficacy of insecticides to control Heliothis armigera, an important pest in Portugal. Light (1982-1984) and pheromone (1985-1987) traps were set up nearby in order to determine occurrence of adult flight of the insect on the basis of adult catches. During the same period, data on tomato infestation by H. armigera were obtained in those untreated plots. A brief discussion points out the existence of two adult flights and sometimes the beginning of a third flight.

**INTRODUCTION**

Tomato is an important crop in Portugal both as a field and a protected crop, and Heliothis armigera Hb. is surely the most important pest in the field situation. Most tomato grown in the field is for processing, and pesticide treatments, are normally used against this pest.

Considering the situation in Portugal, much work in relation to the control of H. armigera has been done on the use of insecticides. For people working in the official services linked with the biological evaluation of insecticides (Divisão Controlo de Pragas e Doenças of CNPPA) better understanding of bioecological conditions of the insect has been an important objectif in order to improve control of the pest. Thus knowledge of the adult flight, first with light traps and later with pheromones, has become a necessary tool in this regard. Field trials for biological evaluation of insecticides have provided the basis of this objective.

This paper is a review of observations to determine adult flights of H. armigera. At the same time infestations observed in the tomatoes will be compared with adult catches.

**MATERIALS AND METHODS**

This study was carried out in fields for production of tomatoes for processing purposes. In general the field trials were set up according to different objectives, namely for efficacy evaluation (according to a randomized

plot design); in any case untreated plots (control) were left within the area of the trial.

Field trials were located at Alvalade-Sado (1982 to 1986), Pegoes (1985), Almeirim (1986) and Benavente (1987), south of the river Tagus within important areas where tomatoes are grown.

Adults catches - Adults were captured from 1982 to 1984 using a light trap. During the 1985-1987 period, sex-lure traps (one per field) were used. INRA pheromones were provided and replaced every month.

Sex-lure traps were especially constructed based on the Noctuidae type. The pheromone rubber dispenser was hung under a cover fixed about 3 cm above a plastic funnel. Adults were collected in a plastic box, containing a dichlorvos insecticide bar fixed at the bottom of the funnel.

Traps were in place from May-June until September-October, depending on development of the tomato crop.

Adults were generally collected every day from the light trap, and counted. The catches from the sex-lure traps were collected weekly and counted.

The graphs of adult flights were made on the basis of the weekly catches.

Tomato infestation - The tomato infestation observations during the same period (1982-1987) of adult trapping started when the first tomato fruits were present on the plants.

Net plot size for the observations varied from one year to another. Usually two to four lines of plants (2 to 26.5 m in length) were observed except during 1984 when only one 2 m line was considered.

In four to six untreated plots, a sample of 100 fruits randomly chosen per plot was observed and the number of damaged tomatoes was recorded. This type of observations was made throughout the period of development of the crop.

At harvest, when possible, observations were made to assess damage. Depending on harvest procedure, one or more observations were carried out at different times. Generally, all the tomatoes picked from each plot were observed. In the 1983 trial (Alvalade-Sado), only 100 tomatoes per plot were considered and in the 1987 trial (Benavente), each plot was only represented by the tomatoes collected from 2 x 2 m lines of plants.

The mean percentages of damages tomatoes were obtained from observation data from the different plots.

## RESULTS AND DISCUSSION

Adult catches - Fig. 1 and 3 show adult flights at the different sites and years on the basis of the light and sex-lure trap catches, respectively.

The first catches generally occurred during June, although some of them were later, during the first half of July. The last catches were during October.

During 1986 very low catches were recorded at two different places : Alvalade (see Fig. 1) and Almeirim. At this latter trap, almost no catches were observed. The relatively isolated tomato field and the treatment pressure on it might account for this situation too.

Tomato infestation - Evolution of the level of tomato infestation given by the mean percentages of damaged fruits throughout the development of the crop and at harvest is shown in Fig. 2 and 4.

The first infestations with damage of the fruits were generally recorded during July.

At Alvalade the maximum values of infestation in the tomatoes observed on the plants varied between 4.5 % and 7.5 %. At Pegoes and Benevente 13 % was recorded. The values observed at harvest varied between 2 % (1985) and 11 % (1983) at Alvalade, with 5 % at Benavente (1987).

This study had two constraints on interpretation and discussion of the results and on eventual conclusions. First, the tomato fields were generally treated against H. armigera; second, observations were made in comparatively small untreated plots.

Considering these limitations and incorporating some published data on the period of larval development (2, 3) or the whole generation (1, 4) along with other observations outside the scope of my field work, one can eventually assume that H. armigera showed two generations at Alvalade.

In some years with particularly favorable climatic conditions, a third flight might start from the middle of September onwards but without importance in relation to the crop. From the data shown, it is more difficult to elaborate on the situation at the other places. Nevertheless some other observations on egg laying at Benavente (1987), not yet published, could indicate the beginning of a third flight.

## ACKNOWLEDGEMENTS

I am grateful to my colleagues A.M.P. LAVADINHO, J.B. SOBREIRO and M. GONCALVES for their support, and collaboration namely on comments on the manuscript and on its translation to English.

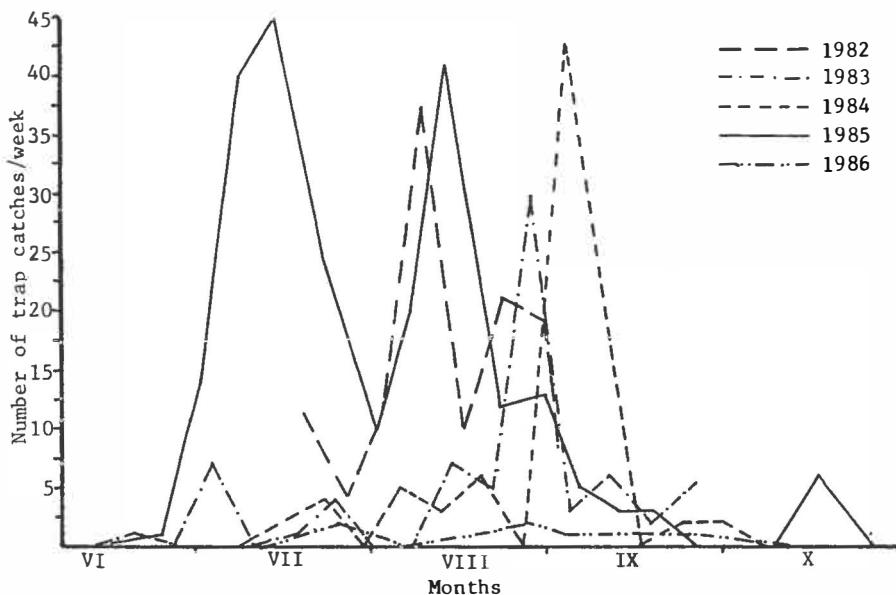


Fig.1 - Adult flights of *Heliothis armigera* at Alvalade-Sado using a light trap (1982,1983,1984) or a pheromone trap (1985,1986).

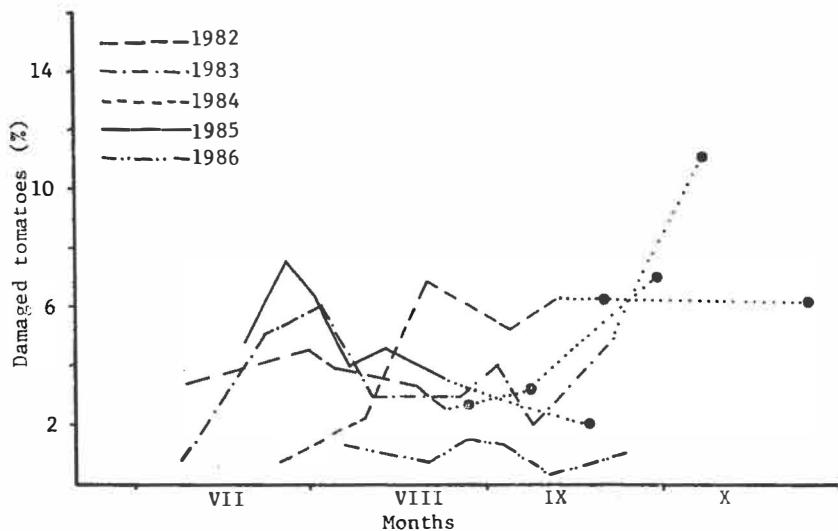


Fig.2 - Tomato infestation caused by *Heliothis armigera* during the development of the crop and at fruit harvest (●). Observations at Alvalade-Sado (1982-1986).

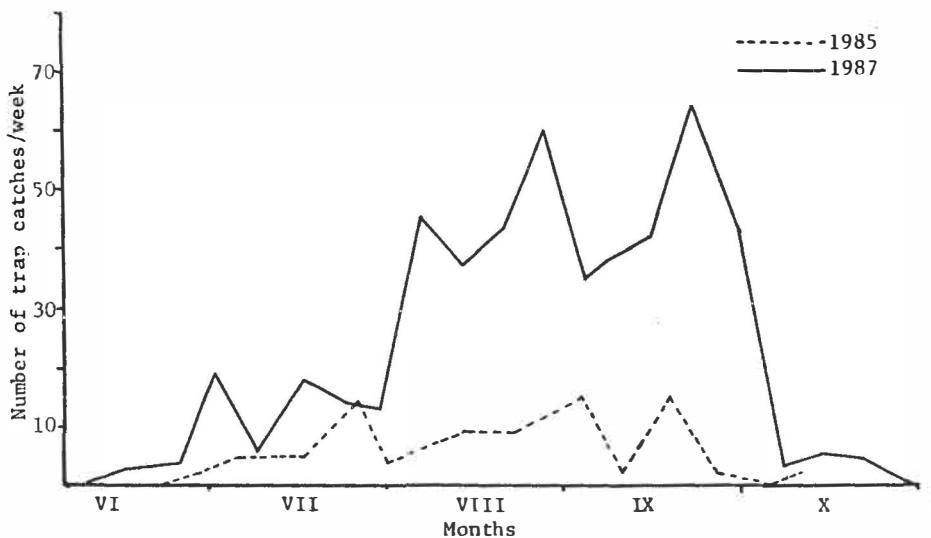


Fig. 3 - Adult flights of *Heliothis armigera* at Pegões (1985) and Benavente (1987) using a pheromone trap.

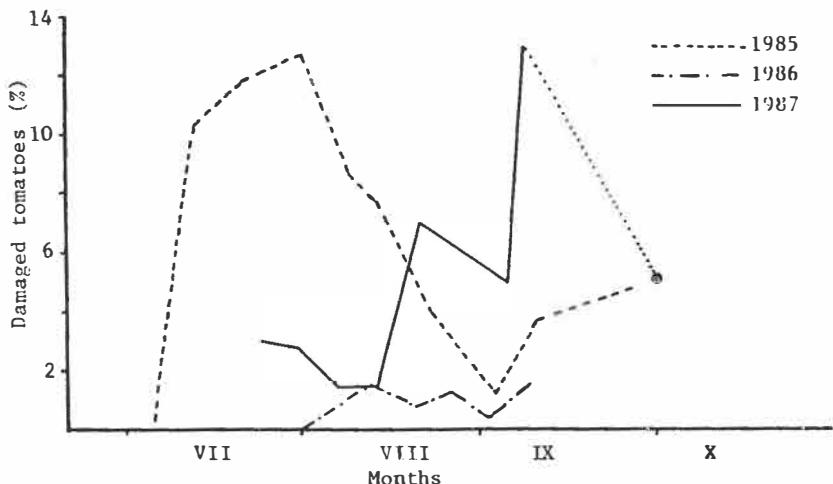


Fig. 4 - Tomato infestation caused by *Heliothis armigera* during the development of the crop and at fruit harvest (●). Observations at Pegões (1985), Almeirim (1986) and Benavente (1987).

## REFERENCES

1. BOURDOUXHE, L. (1980). Study of changes in Heliothis armigera flights with synthetic pheromone traps in Senegal. FAO Plant Protection Bulletin, Vol. 28, n° 3 pp. 107-109.
2. POITOUT, S., BUES, R. (1979). La noctuelle de la tomate (Heliothis ou Helicoverpa armigera Hbn). Son cycle évolutif dans le Sud de la France. La Défense des Végétaux, n° 195 : 12-28.
3. REED, W. (1965). Heliothis armigera (Hb.) (Noctuidae) in Western Tanganyika. I. Biology, with special references to the pupal stage. Bull. Ent. Res. 56 : 117-125.
4. REED, W. (1965). Heliothis armigera (Hb.) (Noctuidae) in Western Tanganyika. II. Ecology and Natural and Chemical Control. Bull. Ent. Res. 56 : 127-140.

RÉSULTATS DU PIÉGEAGE AU PIIÉROMONE D'*Agrotis ipsilon* HUFNAGEL  
ET DE *Helicoverpa armigera* HÜBNER EN SUISSE ROMANDE DE 1987 À 1988

J. FREULER  
Station fédérale de recherches agronomiques  
de Changins, CH-1260 Nyon

**1. Agrotis ipsilon**

**1.1 Réseau OILB/SROP**

Les postes de piégeage rattachés au réseau OILB/SROP concernent les trois emplacements suivants : Changins (VD), Yverdon (VD) et Châteauneuf (VS) où deux pièges à eau du type BUES (INRA), chargés d'une capsule de phéromone de provenance française (INRA) ou Suisse (FAW) renouvelée chaque mois et distants de 20-30 m, ont été relevés une fois par semaine.

La pose des pots a eu lieu entre le 29 mars et le 5 avril et la fin du piégeage entre le 2 et le 30 novembre à Changins, entre le 28 septembre et le 12 octobre à Yverdon et entre le 12 octobre et le 18 novembre à Châteauneuf.

Les histogrammes des vols groupant les captures dans les deux pièges d'un poste apparaissent dans les fig. 1-5.

A Changins, le vol s'étale en 1987 du 14 avril au 2 novembre avec un maximum le 22 juin (30 papillons). Il est plus court en 1988 (du 21 avril au 25 août) et beaucoup moins intense (maximum 11 papillons le 5 mai).

A Yverdon, les vols sont plus courts et plus faibles qu'à Changins. On note une absence quasi totale de papillons aux mois de juin et de juillet 1988.

A Châteauneuf, le vol est faible et commence seulement tardivement (23 juin). (L'activité du papillon chute en 1988 et devient sporadique: 5 individus capturés dans 2 pièges entre le 5 août et le 8 septembre).

**1.2 Comparaison de types de piège et de capsules de différentes provenances**

Les types de pièges testés sont le piège à eau du type BUES (INRA, imitation RAC), le piège à glu triangulaire du type ARN (FAW) et le piège à cône du type TSITSIPIS. Deux capsules, l'une de provenance française (INRA) et l'autre suisse (FAW), ont également été comparées.

Les résultats de ces expériences, toutes conduites à Yverdon, sont résumés dans le Tab. 1. L'appréciation a été faite sur la base du test Chi<sup>2</sup> avec P = 0.05.

Tab. 1 : Comparaison des types de pièges et de capsules

Année	Types de pièges comparés	Origine des capsules comparées	Total des captures	Chi 2 calculé
1987	eau/glu	FAW/FAW	67/38	7,467
1988	eau/glu	FAW/FAW	36/36	0
1987	eau/cône	INRA/INRA	25/16	1,561
1987	eau/eau	INRA/FAW	43/67	4,809

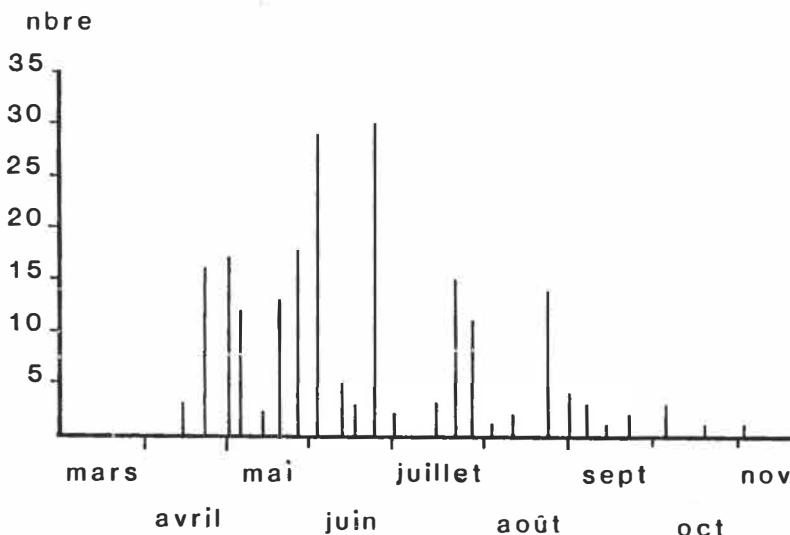


Fig. 1. Captures de mâles *A. ipsilon* dans deux pièges à eau munis de phéromone, Changins 1987.

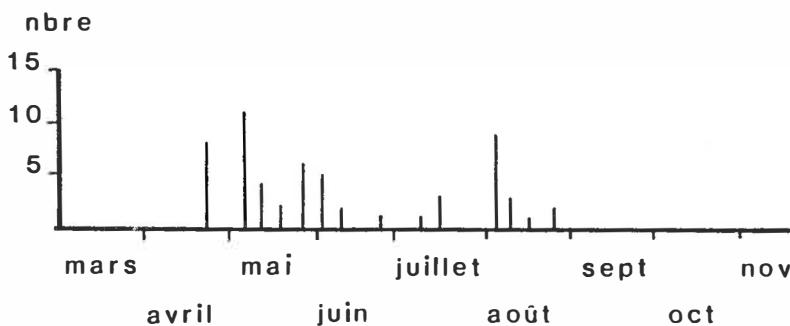


Fig. 2. Captures de mâles *A. ipsilon* dans deux pièges à eau munis de phéromone, Changins 1988.

Ces résultats sont quelque peu contredits par les observations au Tessin en 1987 et en 1988 et en Savoie en 1988 où le piège à glu du type ARN ou INRA est meilleur que le piège à eau (R. Brunetti et J.-M. Navarro, comm. pers.). En France voisine, la capsule INRA semble en outre plus attractive que celle de la FAW (Suisse).

Il semble difficile en l'état actuel des connaissances de pouvoir se prononcer sur le type de piège à choisir pour un vaste réseau de piégeage. On peut néanmoins admettre que la surface active de glu serait insuffisante pour une cadence de relevé une fois par semaine lors de vols plus importants qu'en 1987. Le piège à eau est de ce fait une solution intéressante pour les régions tempérées et pourrait éventuellement être remplacé par le piège à cône dans les zones arides si davantage de données comparatives prouvant l'égalité avec le piège à eau peuvent être apportées.

Le piège à glu a toute sa raison d'être lors de besoin d'insectes vivants utilisés pour des études génétiques (c'est-à-dire analyse par électrophorèse).

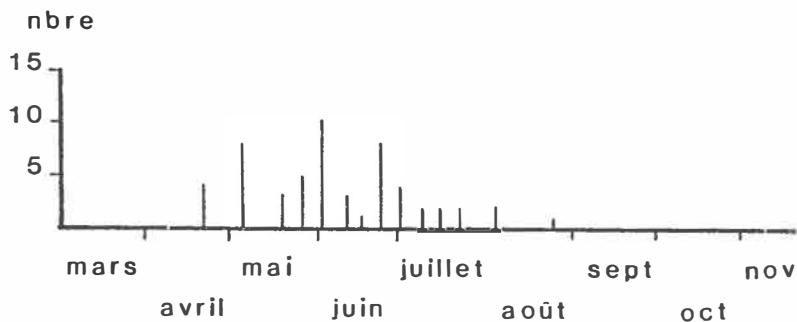


Fig. 3. Captures de mâles A. epsilon dans deux pièges à eau munis de phéromone, Yverdon 1987.

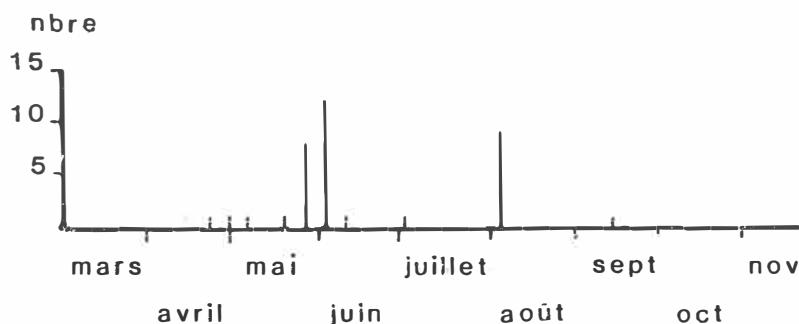


Fig. 4. Captures de mâles A. epsilon dans deux pièges à eau munis de phéromone, Yverdon 1988.

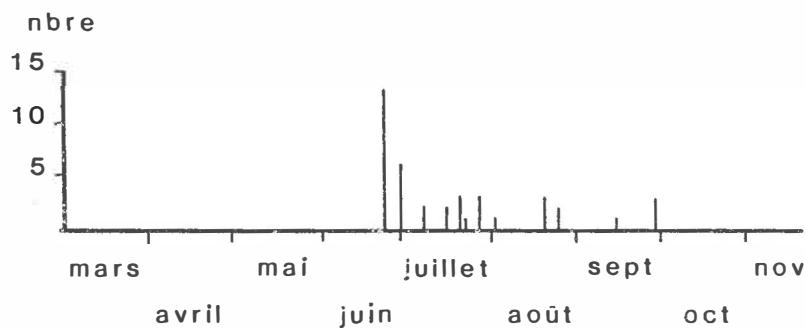


Fig. 5. Captures de mâles A. epsilon dans deux pièges à eau munis de phéromone, Châteauneuf 1987.

## 2. *Helicoverpa armigera*

Un seul poste se trouve à Changins conduit de la même manière que ceux d'*A. epsilon*.

Les histogrammes des vols apparaissent dans les fig. 6 et 7. Une très brève apparition s'est produite en 1987 vers fin septembre et début octobre. Contrairement à *A. epsilon*, l'activité se renforce en 1988, où les premiers exemplaires arrivent déjà vers fin août.

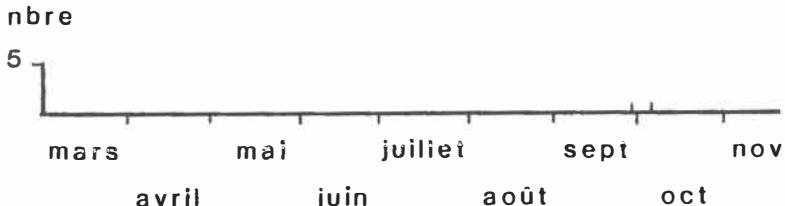


Fig. 6. Captures de mâles *H. armigera* dans deux pièges à eau munis de phéromone, Changins 1987.

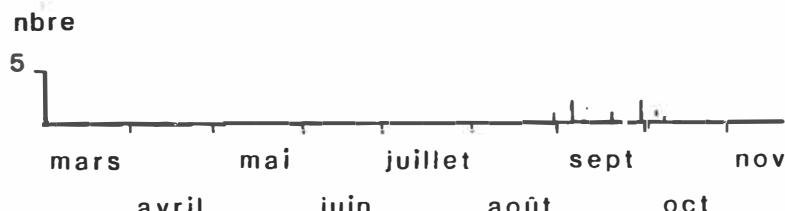


Fig. 7. Captures de mâles *H. armigera* dans deux pièges à eau munis de phéromone, Changins 1988.

### Remerciements

Tous nos remerciements vont à Mme Catherine Terrettaz pour avoir suivi les pièges du Valais.

**REPORT ON THE CATCHES OF HELIOTHIS ARMIGERA, AGROTIS IPSILON,  
AND AGROTIS SEGETUM IN PHEROMONE TRAPS IN CATALONIA (SPAIN)  
WITHIN THE FRAMEWORK OF THE OILB NETWORK**

R. GABARRA

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA),  
Centre de Cabrils . Carretera de Cabrils s/n. 08348 Cabrils  
(Barcelona), Spain.

**Summary**

Records of pheromone trap catches were used to monitor populations of Heliothis armigera, Agrotis ipsilon and A. segetum during the 1987 and 1988 in the Ebro Delta and Cabrils in the region of Catalonia, located in the Northeast portion of the Iberian peninsula.

The captures of H. armigera in the Ebro Delta and Cabrils were high in summer and autumn, respectively. The difference in captures between the two localities appears to be related to different crops grown in both areas. Tomato and lettuce are the predominating horticultural crops in the Ebro Delta, meanwhile tomato and flowering carnation are the most important in Cabrils.

The highest population increase of A. ipsilon was recorded during April in the Ebro Delta which is also the period of major damage caused by this moth. In Cabrils, the maximum number of adults was captured during March and September. Damage by Agrotis sp. was observed during March and April in tomatoes recently planted under greenhouse conditions.

**Introduction**

Within the framework of the activities of the OILB/SROP study group "Prognosis and integrated control against migrant noctuids" it was agreed to set up a series of pheromone traps within the Mediterranean habitat of Heliothis armigera, Agrotis ipsilon and Agrotis segetum (Lepidoptera, Noctuidae), the first two being insects well-known for their migratory capacity. The aim of this network is to study (using the same type of trap and pheromone), the phenology of flight of the adults along the Mediterranean and therefore to clarify the possible movements of adults over the different seasons.

### Material and methods

Two stations were set up in the north of Spain, one in Cabrils in the province of Barcelona and the other in the Ebro Delta (Tarragona).

Each station consisted of two water-traps for H. armigera and A. ipsilon, separated by at least 50 m. The traps were located close to crops sensitive to attack by the moths. The water-traps were supplied by the INRA-Avignon and the pheromone capsules by INRA-Brouessy. The capsules were changed once a month and the number of captures monitored weekly. During the summer, monitoring was carried out twice per week.

The monitoring was undertaken during 1987 and 1988. During 1988, A. segetum was also monitored in the Ebro Delta.

### Results and discussion

Once the traps for H. armigera had been set up in 1987 (Cabrils during the first week and the Ebro Delta during the last week of May), captures began immediately (Figures 1 and 2). In the Ebro Delta the first generations were the most significant ones and from October onwards they were very low or ceased altogether. In the Cabrils the situation was just the reverse. The maximum number of captures took place during September and October, the captures ceased in the last week of November.

In 1988 the traps were set up earlier and individuals were also caught immediately (Figures 3 and 4). During this year, the captures in the Ebro Delta were much more significant than in Cabrils. In the Ebro Delta four population peaks were recorded. In the Cabrils station, as in 1987, the most important captures were recorded for the last generations.

The differences in captures between the two stations might be due to the different crops grown in both areas. In the Ebro Delta, processing tomatoes are grown during the summer, and after this, lettuce, above all, is grown. In Cabrils tomatoes and carnation are grown almost the whole year round and in the autumn the carnation crop is flowering. Therefore, the presence of the carnation is a very attractive crop for this moth, which could explain the larger catches obtained in autumn in this area.

Catches of A. ipsilon were continuous during the whole period in which the traps were installed in both stations (Figures 5, 6, 7 and 8). Catches were always more abundant in the Ebro Delta than in Cabrils especially during 1988. The most significant flights were observed in April (Figure 5 and 7). This is also the period during which the most important damages by this moth are recorded. In Cabrils the maximum number of adults was captured during March and September 1987. In the months of March and April, damage by Agrotis sp. was observed in recently planted tomatoes.

In 1988, an Agrotis segetum station was set up in the Ebro Delta (Figure 9). The catches of this moth were generally higher than those of A. ipsilon.

### Acknowledgement

I express my appreciation to the Migjorn farm for emptying the pheromone traps and counting the moths each week during this study.

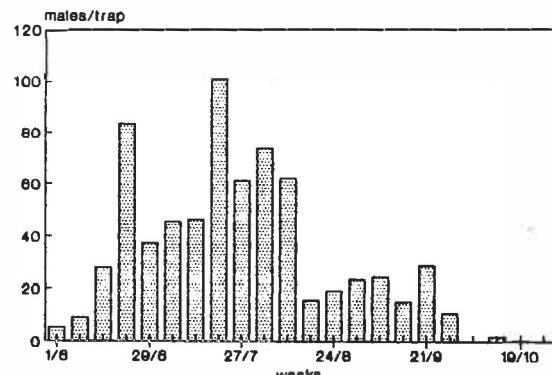


Figure 1. Catches of H. armigera during 1987 in the Ebro Delta

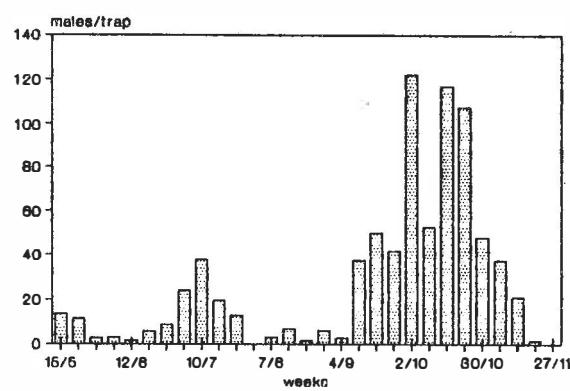


Figure 2. Catches of H. armigera during 1987 in Cabrils

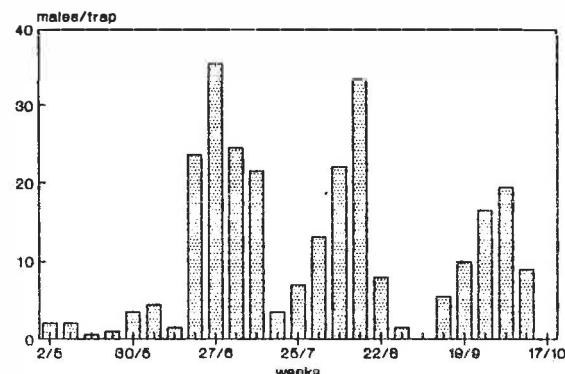


Figure 3. Catches of H. armigera during 1988 in the Ebro Delta

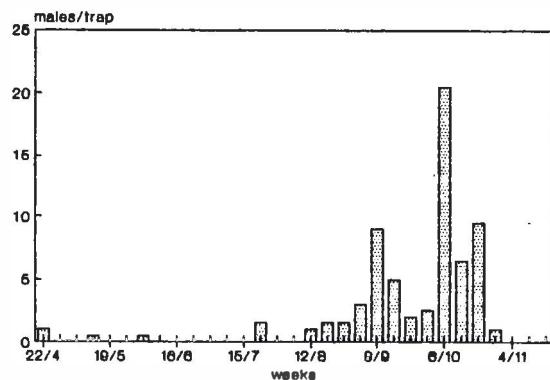


Figure 4. Catches of H. armigera during 1988 in Cabrils

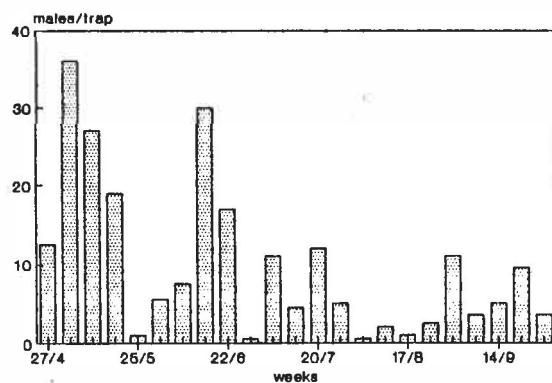


Figure 5. Catches of A. ipsilon during 1987 in the Ebro Delta

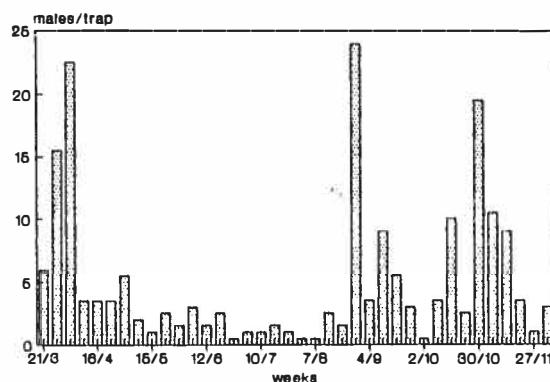


Figure 6. Catches of A. ipsilon during 1987 in Cabrils

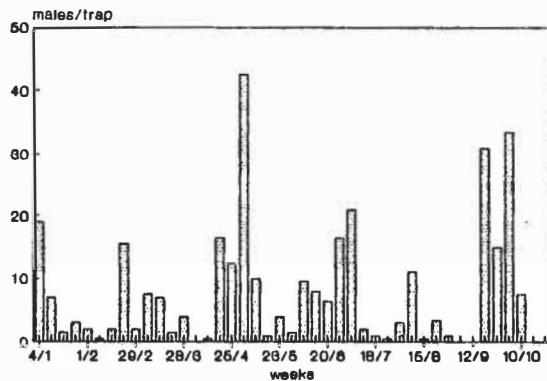


Figure 7. Catches of A.ipsilon during 1988 in the Ebro Delta

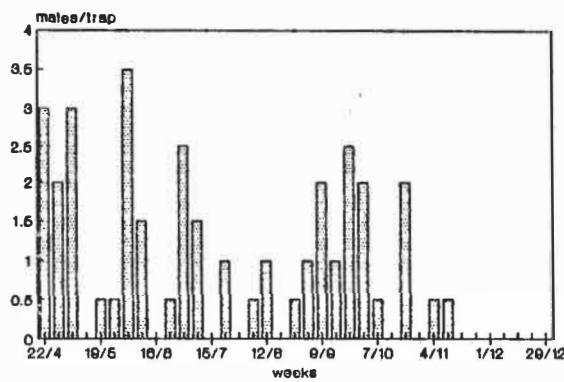


Figure 8. Catches of A.ipsilon during 1988 in Cabrils

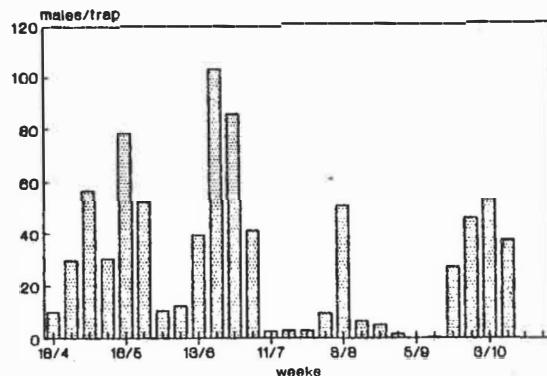


Figure 9. Catches of A.seygetum during 1988 in the Ebro Delta

Résultats de piégeage sexuel de 3 noctuelles  
*(H. armigera, S. segetum, S. ipsilon)* au Maroc

HMIMINA M'hamed

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II  
 Département de Zoologie, BP 6202 Rabat Maroc

Les études ont été menées avec les attractifs fournis par l'OILB.

Deux sites ont été retenus pour cette expérimentation: Douyet et Tadla. Douyet, située à proximité de Fès, est une zone à cultures pluviales: blé et légumineuses alimentaires. Les pièges ont été installés dans un champ de pois-chiches. Tadla est une zone irriguée. Le paysage agricole y est nettement différent: cotonnier, maïs, luzerne, betterave.

Les captures font constater une différence régionale d'effectifs et de durée de vol chez les 3 espèces. Les cultures pluviales généralement récoltées en mai-juin limitent le vol des papillons à une courte période.

#### Douyet

Contrairement à toute attente, *H. armigera* apparaît beaucoup plus tôt que prévu. Les premiers individus ont été capturés le 15 mars en 1987 et le 17 avril en 1988. Au delà de fin juillet les pièges n'attrapent plus rien. Cette absence de prise s'explique par l'absence des cultures hôtes de la noctuelle (Fig. 1a,b).

Les deux autres lépidoptères manifestent une activité de vol beaucoup plus précoce encore. Aux périodes où nous avons installé les pièges les vols sont déjà abondants. Les captures se raréfient en juin et deviennent nulles par la suite (Fig. 1a,b).

#### Tadla

*H. armigera* est faiblement attrapée durant les 2 années de piégeage (8 individus en 1987 et 26 en 1988). Les relevés larvaires effectués en même temps sur les cultures expliquent encore la faiblesse constatée. La noctuelle était présente à l'état de traces (Fig 2a,b).

*S. segetum*, plus abondante que *S. ipsilon*, présente un vol plus étalé dans le temps. En 1987, 132 *segetum* ont été englués contre 32 *ipsilon*; en 1988 230 *segetum* et 28 *ipsilon*. Signalons toutefois que durant les 2 années et dans les 2 régions la capture parfois abondante de *segetum* dans les pièges à *ipsilon*.

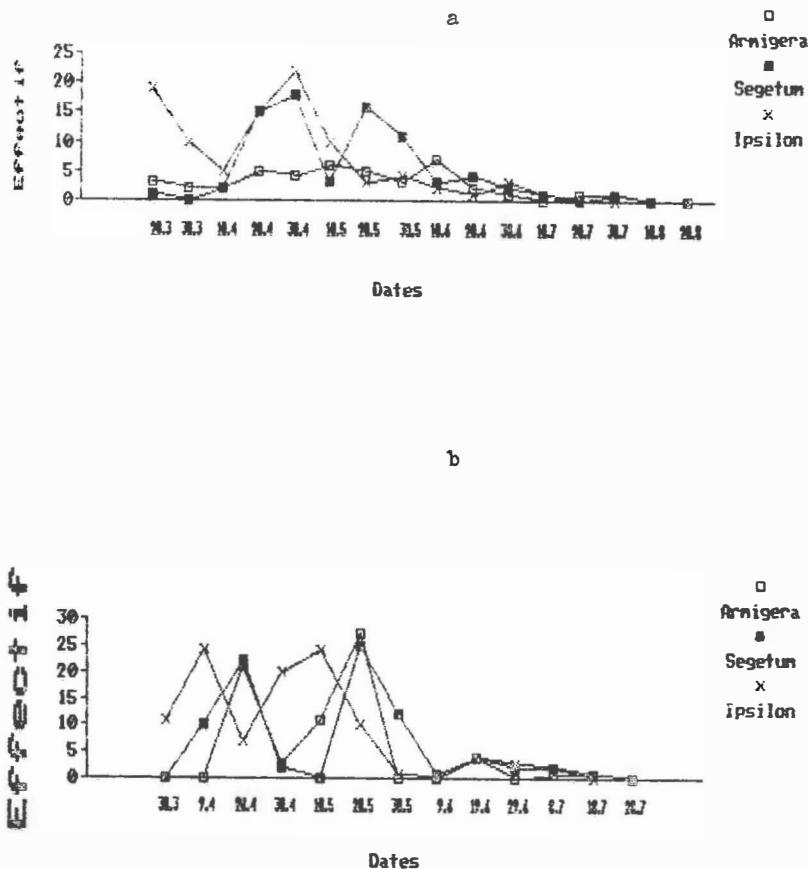


Fig.1 Vol des 3 noctuelles à Douyet  
(a = 1987; b = 1988)

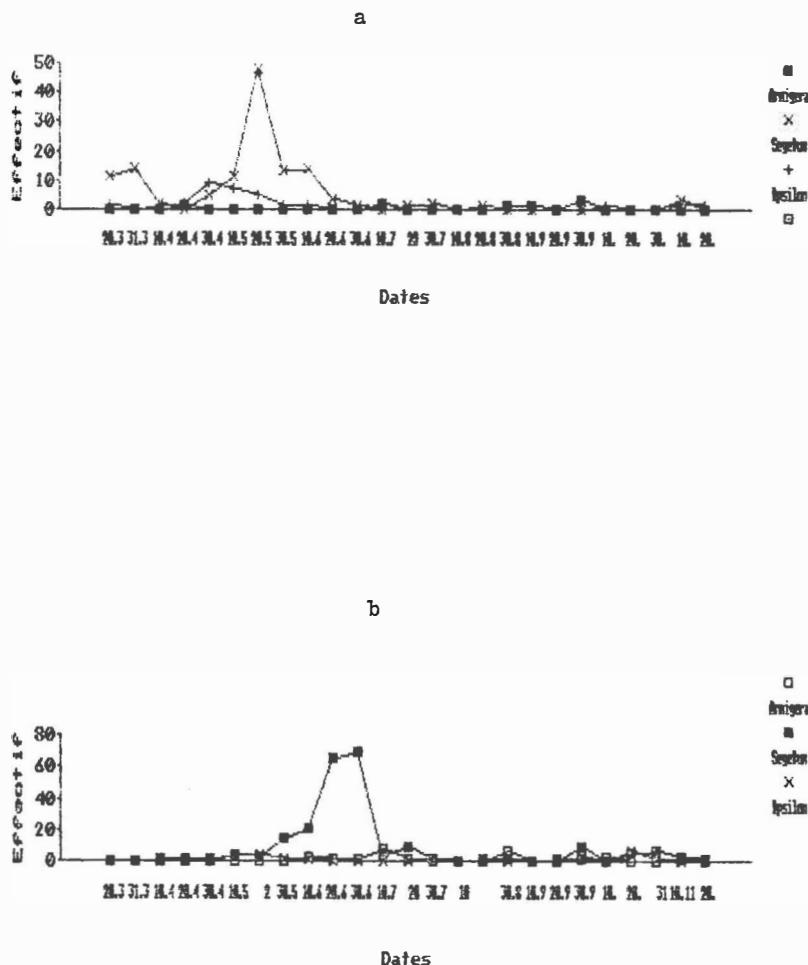


Fig.1 Vol des 3 noctuelles au Tadla  
( a= 1987; b= 1988)

**EVALUATION CRITIQUE DES PIEGES LUMINEUX ET A PHEROMONE  
POUR Heliothis armigera EN ALENTEJO, PORTUGAL**

Carola MEIERROSE

Jorge ARAUJO

Universidade de Evora

**RESUME**

Depuis 1980, l'équipe d'Entomologie Appliquée de l'Université d'Evora a étudié la présence et l'importance des Noctuelles en Alentejo. Dans ce but, des pièges lumineux ont été implantés dans différentes régions du pays, dans des cultures de tomate pour la conserve.

En Alentejo, plus de 100 espèces de Noctuelles ont été capturées au cours des dernières dix années, par piège lumineux U.V. du type Pennsylvania modifié ARAUJO (MEIERROSE et ARAUJO, 1985).

Depuis 1983, nous avons employé trois modèles de pièges à phéromones sexuelles pour Heliothis armigera, avec des résultats variables. Le modèle A s'est révélé peu satisfaisant, dû probablement à la grande activité des oiseaux insectivores. Le modèle B n'est plus satisfaisant si l'on tient compte des populations qui se trouvent dans la région, comme on peut le constater dans nos études des années de 1987 et 1988. Le modèle C nous semble le plus efficace.

Nous présentons ici les courbes de vol de H. armigera par piégeage lumineux et à phéromone, ainsi que des estimations des populations de H. armigera présentes dans les cultures de tomate, comme élément de comparaison de l'efficacité des pièges.

**MATERIEL ET METHODES**

Les courbes de vol de H. armigera relatives aux années 1980 et 1982 ont été obtenues par pièges lumineux "Pennsylvania" branchés en série sur deux batteries de 12 V. Le service était manuel et quotidien au cours de la culture de la tomate. Entre 1983 et 1985, on a utilisé un piège lumineux U.V. alimenté par le secteur électrique avec interrupteur horaire et boîte de triage type ARAUJO, à Ferreira do Alentejo. Celui-ci a été visité une fois par semaine. En 1988, ce même piège a été installé à Mora, au Nord-Est de l'Alentejo pendant toute la période de la culture industrielle de la tomate.

Différents pièges à phéromones ont été utilisés depuis 1983 à Ferreira do Alentejo, Arraiolos et Mora : A : piège delta avec plaque engluée, B : piège à eau (INRA, 1988), C : piège avec plaquette insecticide (S.P.I.). Les capsules à phéromones de H. armigera employées en 1983 et 1984 provenaient de Wageningen. Celles employées les années suivantes ont été produites par le Laboratoire des Médiateurs Chimiques de l'INRA (Brouessy). Le relevé des pièges a été fait une fois par semaine tout au long de la période de culture de la tomate.

Afin de juger de l'efficacité des méthodes de piégeage employées, nous avons voulu estimer indirectement la population de noctuelles présentes dans les cultures. Dans ce but, nous avons procédé à des évaluations des quantités d'oeufs de H. armigera chaque semaine. Les observations, durant toute la saison, des oeufs présents sur un total de mille feuilles de plants de tomate choisies selon une méthode d'échantillonnage, aussi bien que l'observation des différents organes du plant de tomate (feuilles, fleurs, fruits et bourgeons) nous ont permis d'estimer le nombre d'oeufs par hectare.

Prenant comme moyenne d'oviposition d'une femelle 1500 oeufs, on peut déduire le niveau de population de femelles de H. armigera présentes à chaque moment. Nous avons élaboré nos estimations pour 1 ha bien que les champs avaient 1.7 et 2.5 ha, respectivement.

## RESULTATS

Les résultats obtenus par piégeage lumineux de H. armigera obtenus au cours des années 1980 à 1985 sont représentés dans les graphiques 1, 2, 3, 4 et 5. Les piégeages par phéromone sont représentés par les graphiques 6, 7 et 8. Les figures 9 et 10 montrent les courbes de vol de H. armigera relatives aux années 1987 et 1988 et permettent de comparer celles-ci avec les résultats obtenus par comptage des oeufs et les estimations du nombre de femelles correspondantes.

Les captures mensuelles exprimées en pourcentage des captures annuelles sont présentées dans la figure 10 b et c. La figure 11 montre la relation captures/surface de culture et la figure 12, la différence du nombre de captures sur des champs distants de seulement 30 km, mais avec des surfaces différentes et des pièges différents.

## DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Des résultats obtenus, on peut conclure :

- I) - Aucun des systèmes de piégeage employés révèle un synchronisme

entre les fluctuations de populations d'adultes et les pontes.

2) - Les captures obtenues par pièges lumineux sont, en moyenne, nettement supérieures à celles obtenues par pièges à phéromone. Néanmoins, ni les unes, ni les autres expriment les fluctuations de la population réelle estimées par échantillonnage dans la zone de piégeage.

3) - La densité de population réelle dans un champs de plante hôte dépend de la surface de la culture en question. Il devrait y avoir une corrélation entre la densité de la population présente et les captures en piège, ce qui ne se vérifie pas.

On observe seulement des captures d'autant plus importantes que les surfaces sont plus grandes.

4) - Pour un meilleur fonctionnement du système méditerranéen de piégeage, il conviendrait d'uniformiser certains paramètres :

a) Installer les pièges près de champs de plantes hôtes de l'espèce étudiée qui auraient des surfaces comparables ou éliminer ce facteur en plaçant les pièges loin de tout champs cultivés.

b) Développer un système de protection qui place le piégeage à l'abri de l'action des oiseaux nocturnes.

c) Tester si l'utilisation d'insecticides solides dans le récipient de récolte n'améliore pas l'effet des captures. Les mâles séjournant une semaine dans l'eau (cas des pièges B) peuvent produire des substances répulsives.

d) Il serait intéressant de voir si ces précautions permettraient d'améliorer globalement les captures et, par conséquence, leur interprétation. Des comptages d'oeufs sur une surface précise autour des pièges pourraient permettre de contrôler le rayon d'action des pièges.

e) Finalement, il faudrait estimer la chute d'activité des pièges sexuels par évaporation des phéromones soumises à un régime de hautes températures journalières.

Après 10 ans de piégeage de Noctuelles en Alentejo, nous concluons que jusqu'à présent, aucun des systèmes utilisés se révèle représentatif de la densité des populations de l'espèce étudiée. Le piégeage tel qu'il se pratique ne permet que d'affirmer la présence ou l'absence temporelle de l'espèce. Pour un système global de piégeage comme celui que le groupe OILB propose, il faudrait uniformiser les critères de placement et de protection des dégâts.

FITT (1989) distingue trois types de vol chez *H. armigera*. Le vol

de courte portée, destiné à l'alimentation, la copulation et l'oviposition. Ce vol aurait lieu au niveau même de la culture ou juste au-dessus et concernerait des distances de 100 à 1000 m. Le vol à moyenne portée (1-10 km) serait destiné au déplacement entre cultures, à des altitudes entre 1 et 10 m au-dessus de la végétation. Le vol de migration se passerait en altitude de 1 à 2 km et durerait des heures. A la lumière de ces affirmations, nos pièges, placés à 1 m au-dessus de la culture ne pourrait pas déceler les mouvements de migration, si ce n'était occasionnellement. Il faudrait donc choisir des emplacements en altitude pour certains de nos pièges.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

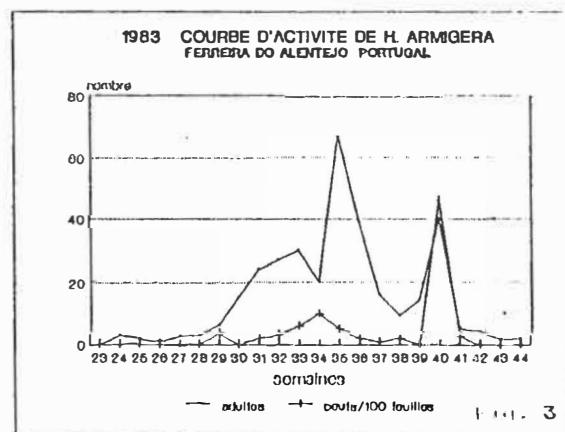
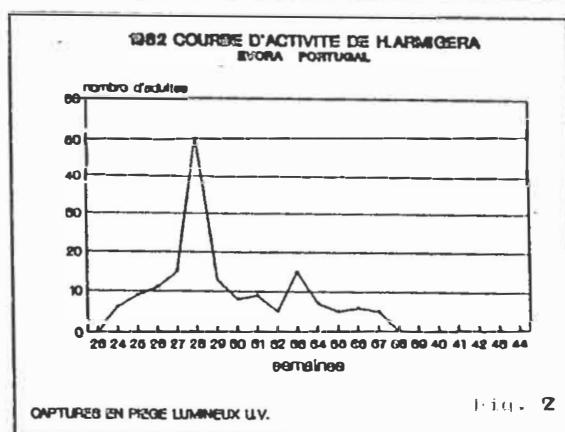
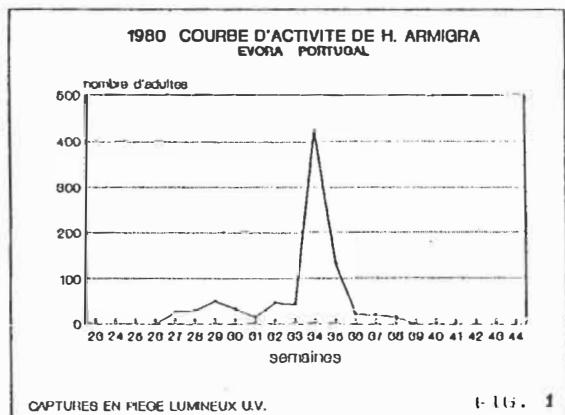
- BUES, R., POITOUT, S., TOUBON, J.F. (1985). Utilisation, dans le cadre d'une lutte raisonnée, des phéromones sexuelles de quatre espèces de Lépidoptères Noctuidae (Mamestra brassicae L., Scotia segetum Schiff., Scotia ipsilon Hfn., Heliothis armigera Hbn. Colloque médiateurs chimiques, ed. INRA Paris, 46, 139-156.
- FITT, G.P., (1989). The ecology of Heliothis species in relation to agro-ecosystems. Ann. Rev. Entomol., 34, 17-52.
- I.N.R.A. (1988). Piégeage de Lépidoptères nuisibles aux cultures à l'aide de phéromones sexuelles de synthèse, éd. INRA, Laboratoire des Médiateurs Chimiques, Paris, 102 p.
- MEIERROSE, C., ARAUJO, J. (1985). Presença zonal de alguns Lepidopteros Noctuideos em campos de tomate no Sul de Portugal. Bolm. Soc. Port. Ent., 4, 307-315.

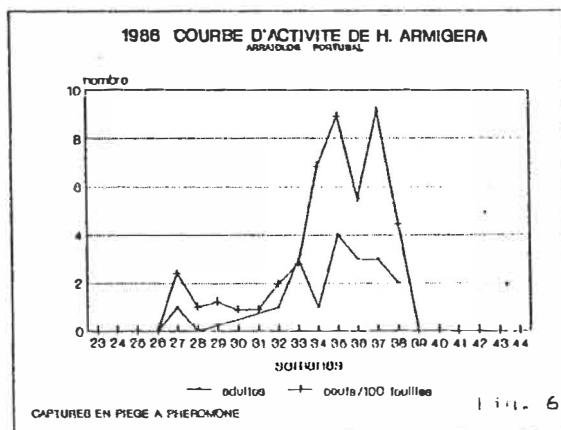
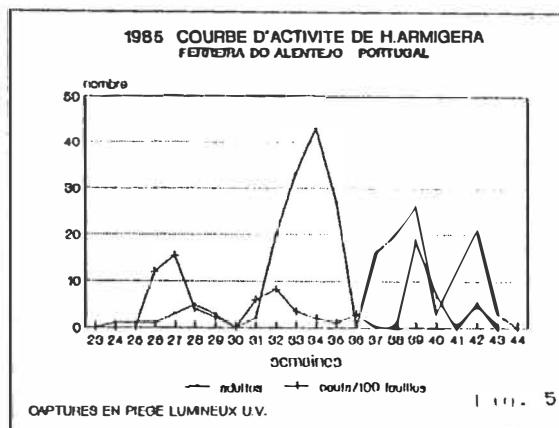
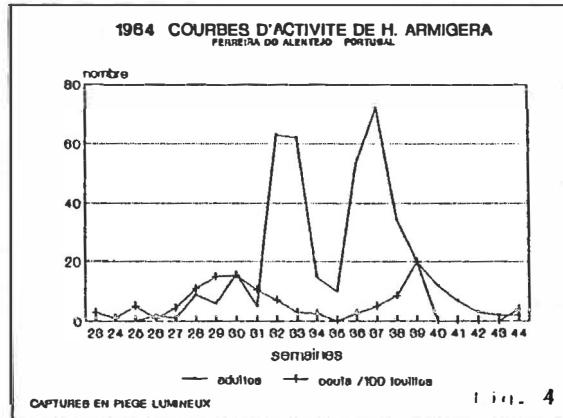
#### REMERCIEMENTS

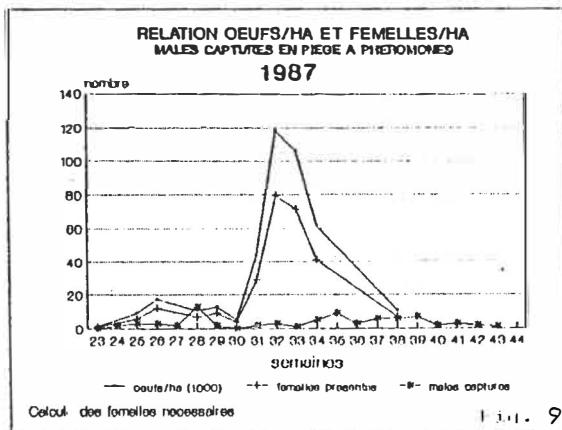
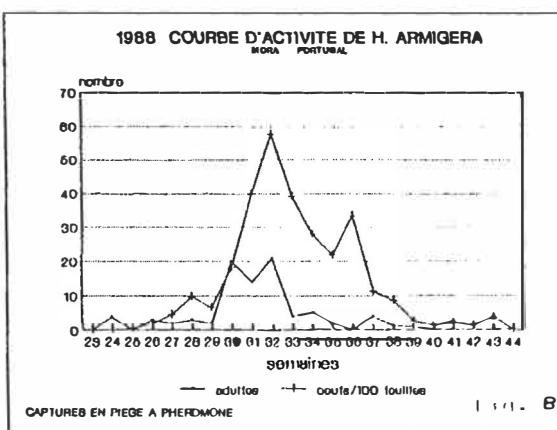
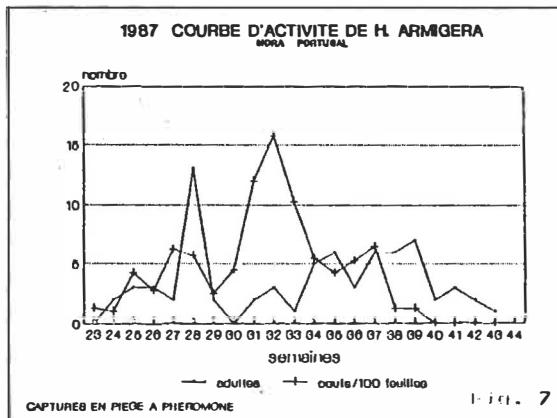
Nous remercions le Prof. Mariano FEIO pour l'accès aux champs d'observations entre 1983 et 1985 et Eng. Fernando MAGALHAES, SOPRAGOL pour la mise à disposition des champs expérimentaux ainsi que de toute l'aide agronomique au cours des années 1987 et 1988.

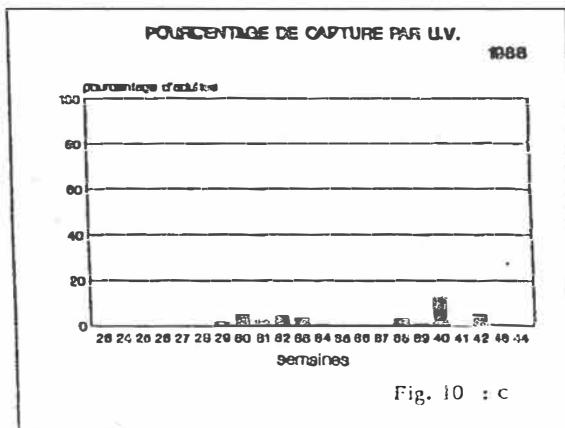
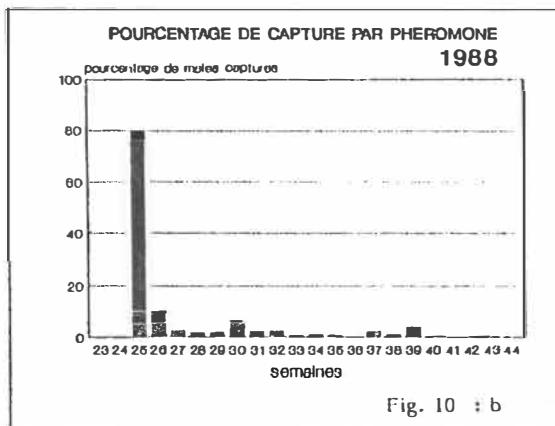
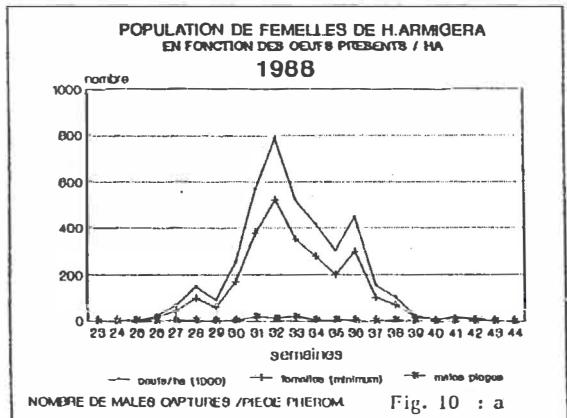
Cette étude a été intégrée au projet de recherche subventionné par la GTZ (1983-1986), l'INIC (1980-1986) et JNICT (1987-1988).

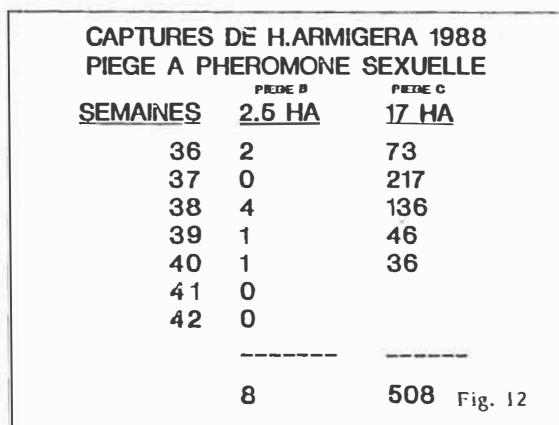
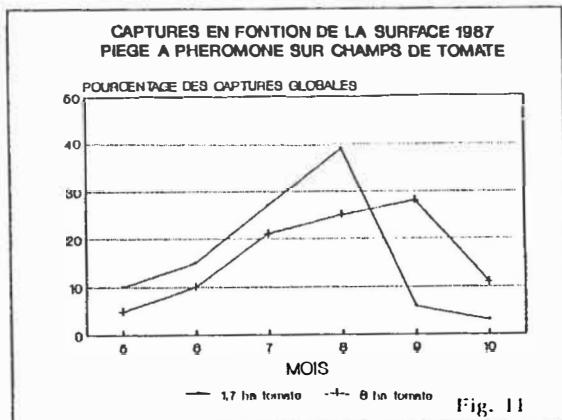
- Fig. 1 : Courbe de vol de H. armigera au piège lumineux U.V. à Evora, 1980.
- Fig. 2 : Courbe de vol de H. armigera au piège lumineux U.V. à Evora, 1982.
- Fig. 3 : Courbe de vol au piège lumineux U.V. et nombre d'oeufs sur 100 feuilles de tomate à Ferreira do Alentejo, 1983.
- Fig. 4 : Courbe de vol au piège lumineux U.V. et nombre d'oeufs sur 100 feuilles de tomate à Ferreira do Alentejo, 1984.
- Fig. 5 : Courbe de vol au piège lumineux U.V. et nombre d'oeufs sur 100 feuilles de tomate à Ferreira do Alentejo, 1985.
- Fig. 6 : Courbe de vol aux pièges à phéromone et nombre d'oeufs sur 100 feuilles de tomate à Arraiolos, 1986.
- Fig. 7 : Courbe de vol aux pièges à phéromone et nombre d'oeufs sur 100 feuilles de tomate à Mora, 1987.
- Fig. 8 : Courbe de vol aux pièges à phéromone et nombre d'oeufs sur 100 feuilles de tomates à Mora, 1988.
- Fig. 9 : Comparaisons entre les évaluations du nombre d'oeufs de H. armigera par ha, du nombre correspondant de femelles nécessaires pour une telle oviposition et du nombre réel de mâles capturés aux pièges à phéromone, Mora, 1987.
- Fig. 10 : a - Comparaison entre le nombre d'oeufs quantifiés aux champs, le nombre de femelles estimées et le nombre de mâles réellement capturés aux pièges à phéromone, Mora, 1988.  
 b - Pourcentages de captures de mâles aux pièges à phéromones, relatif au nombre de femelles estimées présentes.  
 c - Pourcentages de captures au piège lumineux U.V., relatif au nombre de femelles estimées présentes.
- Fig. 11 : Comparaison du nombre de captures en fonction de la surface du champs dans lesquels se trouvaient les pièges à phéromone.
- Fig. 12 : Captures aux deux types de pièges à phéromone (à sec et à l'eau) distant de 30 km sur des champs de surface différente (17 ha et 2.5 ha), 1988.











LUNAR PERIODICITY OF LIGHT-TRAP CATCHES AND FLIGHT  
ACTIVITY OF THE TURNIP MOTH (Scotia segetum Schiff.)  
AND THE GREASY CUTWORM (Scotia ipsilon Hfn.)

L. NOWINSZKY and G. TOTH

Berzsenyi Daniel Teachers' Training College, Szombathely, H-9701  
Gothard Astrophysical Observatory of R. Eötvös University,  
Szombathely, H-9707

SUMMARY

The light-trap data were corrected with the probability of catch belonging to the same lunar days. Using this method, the maximum activity was found during the full moon for the turnip moth, while for the greasy cutworm, activity was greatest at the first and last quarters, when the moonlight is highly polarized.

INTRODUCTION AND SURVEY OF LITERATURE

It has been a matter of controversy in entomological literature for a long time, as to whether lunar periodicity in the night activity and light-trap catches of insects could be verified. Most authors of papers on light-trap measurements reported a decreasing catch in the presence of moonlight, especially during the full moon. Several investigators had the opposite view. Simultaneously, other authors held the opinion of a probable but less justified influence of moonlight. The authors of this paper have attempted to detect lunar periodicity in catches and flying activity for the two species of Noctuidae.

MATERIALS

In Hungary a uniform Jeremy-type light-trap network has existed for 30 years. These traps are located 2 meters above ground, have 100 W normal bulbs or 125 W black light lamps, and chloroform as the killing agent. We processed 2841 units of data from black light lamps (6255 individuals) for turnip moth catches and 2504 units of data (2684 individuals) for catches of the greasy cutworm. Data examined were collected by 21 stations for the years 1962-1970. We note under the term "datum" a single station's collection for a night.

## METHODS

The Moon never reaches the zenith in Hungary, consequently its published zenith-brightness must be transformed into mean zenith-distances (L). Values of moonlight polarization (LP), were calculated from relative polarization and mean brightness for a given time and place. The times during which the Moon stayed above the horizon (T), were given in percentages of time relating to the full moon for the period of lunation. After this, we computed the radii of the catching area from photometric parameters of the trap and the Moon; in addition, probability of catches from the areas was calculated for each lunar day. For a detailed description of this method, see the paper of NOWINSZKY et al. (1979). The relative catches (RC) were determined from data collected for each generation. Using this method. Data of various collecting stations and trapping times were compared with one another. The RC indicates a quotient of the number of units of sampling time and of the average number of individuals to be caught during that time. After this, the sums and means of RCs were computed for each period of lunation, giving us the RC values. These latter were corrected for catching probabilities to obtain the CRC values relating to the uniform catching area. Furthermore, a five-point moving average was calculated from corrected values. Using these averages, the influence of environmental factors was significantly decreased. Finally, we had the coefficients of correlation calculated between the moonlight, the positive-polarized moon-light, the staying time and the relative catches, and the moving averaged relative catches.

## RESULTS

Table I contains the values of lunar brightness, the probability of catch and the corrected moving averaged relative catches for both species associated with the coefficients of correlation calculated, where there was strong significance.

## DISCUSSION

Catching area and probability, as a rule is at a maximum at new moon and a minimum at full moon. The coefficients of correlation verify that the corrected catches are more significant in most cases, than the uncorrected ones. Our opinion is that the correcting procedure must be applied unconditionally to obtain independent results of trap type and

TABLE 1 The optical characteristics of the Moon, the relative and corrected catches of  
Scotia segetum Schiff., Scotia epsilon Hfn. in a function of lunar days

Lunar days	1 30	2 29	3 28	4 27	5 26	6 25	7 24	8 23	9 22	10 21	11 20	12 19	13 18	14 17	15 16
Bright (L)	-1.3	-1.4	-1.6	-1.7	-1.9	-2.0	-2.2	-2.3	-2.5	-2.7	-3.0	-3.3	-3.5	-4.0	-4.4
Polarized light (LP)	0	-3.3	-3.9	-3.4	-3.3	-3.2	-3.3	-3.4	-3.6	-3.8	-4.2	-4.6	-4.9	-5.6	-6.6
Probability	.206	.211	.216	.222	.228	.236	.247	.258	.278	.296	.330	.365	.390	.432	.456
Staying time (T)	100	97	91	86	80	75	70	64	58	50	42	35	25	15	.05
RC of the Scotia seg.	1.24	1.25	1.17	1.17	1.19	1.12	1.00	1.07	0.95	0.84	0.83	0.80	0.80	0.82	0.87
CRC of the Scotia seg.	5.90	5.90	5.43	5.29	5.22	4.70	4.36	4.14	3.52	2.85	2.57	2.32	2.11	1.95	2.02
RC of the Scotia ips.	0.84	1.01	0.93	1.04	1.13	1.23	1.12	1.25	1.15	1.09	1.07	0.96	0.83	0.82	0.70
CRC of the Scotia ips.	0.93	0.96	1.14	1.17	1.26	1.24	1.26	1.16	1.02	0.90	0.90	0.75	0.72	0.72	0.68
	4.02	4.74	4.65	4.07	5.18	4.48	4.79	4.24	3.64	3.31	2.79	2.19	2.00	1.64	1.57
	4.43	4.51	5.21	5.22	5.46	5.26	5.10	4.48	3.73	3.04	2.81	2.16	1.82	1.75	1.57

The coefficients of correlation:

Scotia segetum Schiff.    (L,RC) = 0.844    (L,CRC) = 0.867    (T,RC) = 0.906    (T,CRC) = 0.956

Scotia epsilon Hfn.    (LP,RC) = 0.882    (LP,CRC) = 0.888    (T,RC) = 0.533    (T,CRC) = 0.809

Note: The values of L and LP are scaled in logarithm of base 10. In the double rows the values are belonging to lunar days of 1 through 15 and 16 through 30.

species investigated. Values of relative catches give us some information on lunar periodicity, while corrected ones relate true flying activity and response to light stimuli. Looking at our results, it is obvious that the turnip moth has the maximum flying activity and light response at full moon, while the greasy cutworm show activity at maximum positive polarization of moonlight, i.e. during the first and last quarters. In an earlier paper, we reported on decreasing activity at the time of negative-polarized moonlight (TOTH and NOWINSZKY, 1988).

The light-traps give us a correct picture at the time of the full space moon, only if the date is corrected. In a paper of DAN THANARAYANA (1986), one notes three peaks of night activity in insects, occurring during the full moon, and the first and last quarters. During the period of the full moon, maximum activity was detected using suction-traps of radar, but unfortunately the light-traps did not show this effect on account of the decreased radii of catching area associated with low efficiency of the light-traps.

#### REFERENCES

1. DAN THANARAYANA, W. (1986). Lunar periodicity of insect flight and migration. In : DAN THANARAYANA, W. (ed) : Insect flight : dispersal and migration 88-119. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg.
2. NOWINSZKY, L., SZABO, S., TOTH, Gy., EKK, I., KISS, M. (1979). The effect of the moon phases and of the intensity of polarized moonlight on the light-trap catches. Z. ang. ent., 88, 337-353.
3. TOTH, Gy., NOWINSZKY, L. (1988). A connection between the illumination of environment, the twilight polarization phenomena and the catches of turnip moth (Scotia segetum Schiff.) by light-trap. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 23, 1-2, 167-185.

POPULATION DYNAMICS IN Heliothis armigera HB., Agrotis ipsilon  
HFN. AND A. segetum DEN. ET SCHIFF. AS ESTABLISHED WITH  
A LIGHT TRAP AT BUCHAREST-BANEASA DURING 1986-1988

M.A. POPESCU

Research Institute for Plant Protection  
Bucharest - Romania

**SUMMARY**

Results of captures during a 3-year period were analysed in relation to the main climatic factors, having in view the separation of life-cycles depending on adult emergence and evolution of flight periods. Estimations were made on population levels and outbreak intensities. Thus, H. armigera demonstrated a population expansion, showing 3 overlapping larval generations and significant attack during September ; A. ipsilon had an intermittent flight, sometimes continuous from April up to early December (1987) and a scarce but increasing population ; in A. segetum, two and sometimes three larval generations were separated (1986). Rather significant damage was recorded during May and June after the weak flight of the overwintering generation.

**INTRODUCTION**

Systematic light trap collection of Lepidoptera of agricultural interest for population monitoring is widely used in conjunction with forecasts and releases of control warnings, and also for predicting infestation areas. This procedure was first introduced in Romania in 1971 at Jassy, and in 1973 at Bucharest (1) and was subsequently extended throughout the country (3).

Information supplied by analysis of population dynamics of the most harmful Noctuids, including the ones in this paper, were published in a series of studies (2, 4), helping to clear up some facets of their biology and ecology.

**MATERIALS AND METHODS**

A 250 W UV light trap as described in 1976 (1) was used for collecting adults. Captures were made daily, from the first week of April to the 3rd week of October ; as of 1987, this period was prolonged until the first week of December. In 1988, a 400 W UV light trap (II) was used

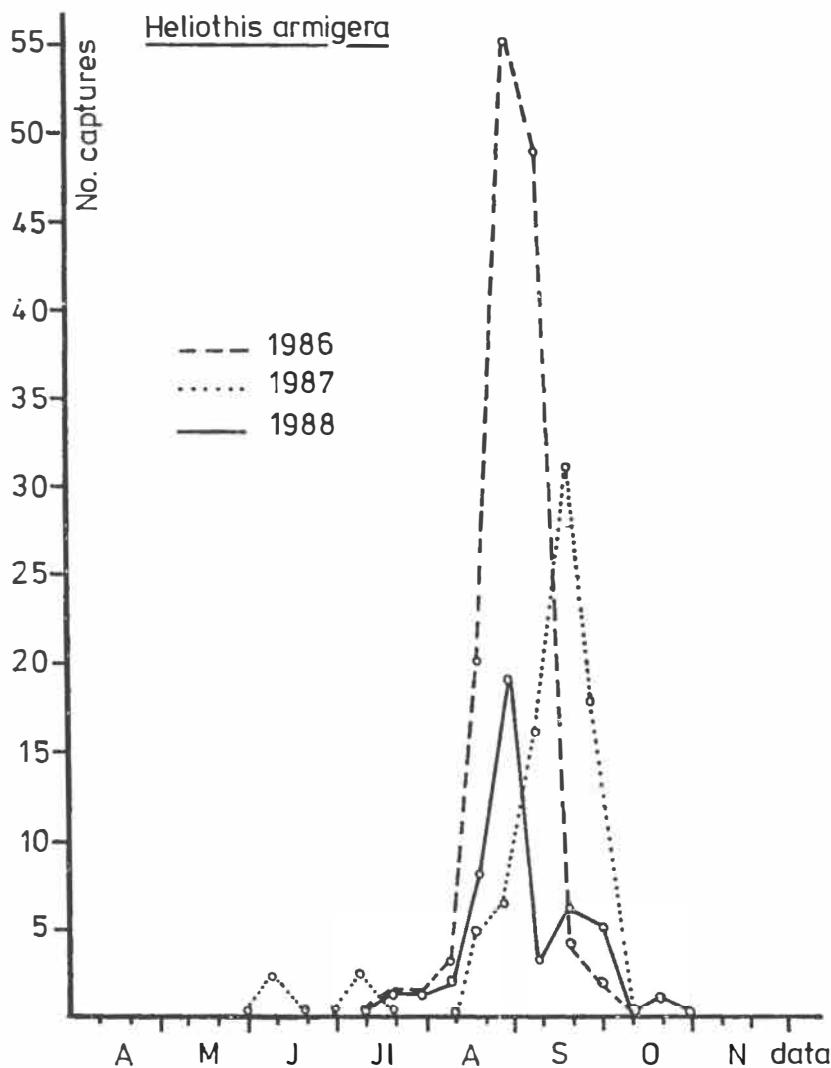
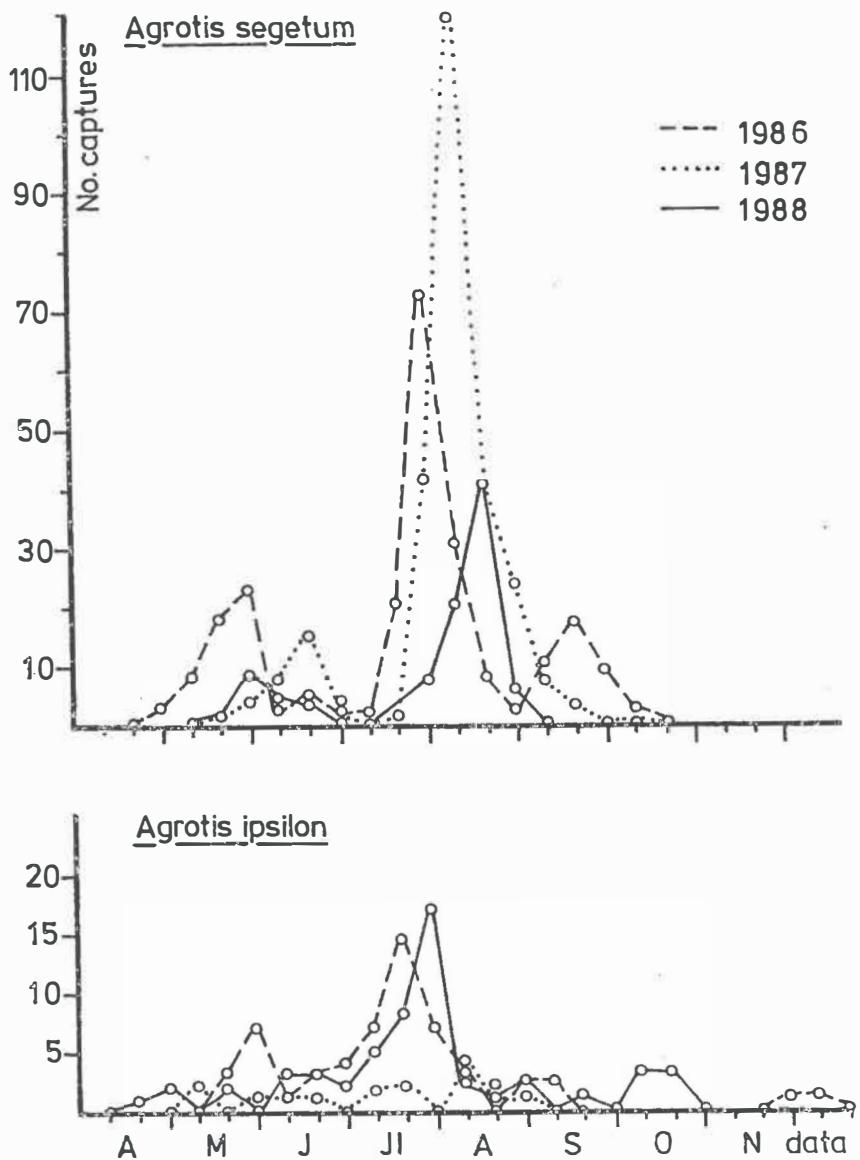


Fig. 1 - Curves of H. armigera captures obtained during 1986-1988 in a 250 w UV-light trap at Bucharest-Băneasa.



simultaneously, this being located 500 m from the former ; the flight curves of its captures were not illustrated ; however data obtained were evaluated relative to evolution of climatic factors and supplemented by crop inspections.

## RESULTS AND DISCUSSION

Heliothis armigera has recently enjoyed favourable development conditions, this species progressively expanding its area, parallel with an increasing population, and increasing damage, especially in tomatoes, peppers, chickpeas, tobacco, maize and other crops. Climatic conditions during September and October contributed to favorable conditions, with average weekly temperatures between 16.5 and 21.8° C, and 9.4 to 13.8° C, and also low rainfall, ranging between 17 mm (1987) and 30 mm (1986) in October. Likewise, a mild winter, devoid of long periods of freezing, resulted in low mortality of overwintering populations.

The first captures in this area were recorded in the first and second weeks of June (1987, 1988-II), derived from the hibernating generation (Fig. 1). Their start coincided with an average weekly temperature of 20.7° C and lack of precipitation. This flight was of low intensity, similar to the next which was in July, this latter originating only to a low extent from the first larval generation. Mass adult emergence was noted from the first week of August in 1986 and in the 2nd in 1988, and a month later in 1987, lasting 3 weeks in 1986 and 5 in 1987 and 1988-II. In 1987, a heavy outbreak occurred at the beginning of September, concomitantly with the increase of captures, allowing possible association of this wave with one due to immigrants. During other years, several series of larvae occurred from the 2nd week of July until the end of September, producing an outbreak towards the autumn. The capture level showed fluctuations of 133 in 1986 to 46 in 1988-I and 160-II. We assume these differences are not due to some essential changes in population trends, but to interference by the two light traps used.

Agrotis ipsilon demonstrated a more or less sporadic flight, starting the 2nd week in 1988, though the average weekly temperature was only 6.5° C, and rainfall rose to 75 mm at the beginning of May in 1987 and 1986, continuing up to the first week of December, in 1987 (Fig. 2). Dissection of moths from these late captures revealed immaturity of ovarioles and absence of copulation, these adults having recently emerged. The population level increased from 15 specimens in 1986 to 61 and 196 in

1988, in traps I et II, respectively. In 1987 and particularly in 1988 the flight peak occurred in the 2nd and 3rd weeks of July ; in 1988 some 42 % of captures occurred within 8 days.

Agrotis segetum maintained a steady population level during the three years, 230 individuals being collected annually on average (Fig. 2). For the previous species, the flight started either the end of April or in mid-May, during the cold spring of 1987 and did not exceed 23 months at the first peak. This flight was generally followed by outbreaks in May and June, with economic damage (2). Flight almost stopped the first week of July. Subsequently, a mass appearance of adults of the first generation took place. This flight peak was recorded during average temperatures of 21.5 and 22.3° C in 1986 and 1987, respectively, and also in the warm days of August 1988. Development of the 2nd larval generation was commonly hampered, most egg-batches and early instard larvae dying from high temperatures and dryness. Slight attacks occurred at the end of August and throughout September in potato, sugarbeet and lettuce crops. In 1986, some 2nd generation larvae completed their development, resulting in adults which produced another larval generation during September ; nevertheless, few of these larvae succeeded on reaching their last instar before onset of cold weather.

#### REFERENCES

1. BERATLIEF, C. et al. (1978). Organizarea în România a retelei de capcane luminoase în vederea stabilirii prognozei aparitiei si avertizarii tratamentelor împotriva lepidopterelor daunatoare. Bull. Inform., ASAS, 7, 133-137.
2. BERATLIEF, C., PEIU, M. (1983). Observations sur la dynamique saisonnière des espèces de Scotia nuisibles en Roumanie. Bull. Scient. Acad. Agric. Forest., 12, 61-68.
3. PEIU, M. et al. (1979). Frecventa speciilor de lepidoptere nocturne capturate la lumina ultravioletă și dinamica unor specii daunatoare în anul 1978. Anal. I.C.P.P., XV, 147-177.
4. PEIU, M., POPESCU, M.A. (1988). Frecventa speciilor de lepidoptera noctuidae capturate la capcane cu lumina ultravioletă în anii 1984 și 1985 în localitatile Bucuresti-Baneasa și Iasi. Anal. I.C.P.P., XXI, 65-76.

**RESULTS OF CAPTURES BY MEANS OF SEX ATTRACTANTS  
FOR THREE LEPIDOPTEROUS SPECIES (AGROTIS SEGETUM D. & S.,  
AGROTIS IPSILON HFN., HELIOTHIS ARMIGERA HB.) AND  
NOTES ON THEIR BIOLOGY IN TOBACCO**

**L. SANNINO and A. BALBIANI**

Tobacco experimental Institute - Scafati - Italy

**SUMMARY**

During 1988, a sex pheromone trapping experiment was carried out in the Institute experimental farm at Scafati (Salerno, southern Italy) to monitor the flight activity of three Noctuid species : the Turnip moth (Agrotis segetum D. & S.), the Black cutworm (Agrotis ipsilon Hfn.) and the Tobacco budworm (Heliothis armigera Hb.).

Six traps (two for each species) were placed in a tobacco field and baited with synthetized pheromone dispensers from January to December for the Turnip moth and the Black cutworm, and from March to October for the Tobacco budworm.

A. segetum and A. ipsilon were captured from April to October, with frequency peaks in June-July and in August-September for A. segetum, and at the end of May and in mid-September for A. ipsilon. H. armigera was captured from July to September, peaking in mid-August.

**INTRODUCTION**

In a survey on the lepidopteran tobacco pests, about fifteen species were found in Italy (SANNINO, 1982 ; SANNINO and al., 1985 ; SANNINO and al., 1988). The most frequent species were Agrotis segetum (D. & S.), Agrotis ipsilon (Hfn.) and Heliothis armigera (Hb.). To monitor the population densities of these three and other species of Noctuids, a field study in 1982 was started in the district of Campania (Salerno, southern Italy), where the main areas of Burley and dark tobaccos are located.

Here some results of the male captures of A. segetum, A. ipsilon and H. armigera, by means of traps baited with sex attractants, are presented.

**MATERIALS AND METHODS**

Green plastic traps (provided by OILB/SROP), with a mobile plastic roof were used in this study. The traps were filled with water ; pheromone dispensers were placed under the roof and replaced monthly.

Traps (two for each species) were placed in a tobacco field, 1 m above the soil and spaced ca. 100 m, apart. They were run to December for A. segetum and A. epsilon and from March to October for H. armigera.

## RESULTS

### AGROTIS SEGETUM (Turnip moth)

Adults males were captured from April to October. Two peaks were registered in both traps : from the last week of June to the first week of July and from the last week of August to the first week of September (Fig. 1).

During 1988, the highest larval infestation in tobacco occurred in May.

In Campania, A. segetum completes three generations per year and overwinters below ground as a pupa, in an earthen cocoon, or as a full grown larva.

Adults are active at night. Eggs are laid in clusters (from 10 to 150 eggs) on lower leaves or on stems at ground level.

A single female may lay up to about 500 eggs on the average. The newly-eclosed larvae stay on the underside of tobacco leaves, their feeding producing tiny circular holes. After the second instar, they take shelter in the ground during day and feed only at night or during daytime when it is cloudy. In tobacco beds, larvae may feed on stems and leaves at the soil surface, cutting off buds or making holes in the leaves. In recently transplanted fields, plants are usually cut off just above ground level, causing heavy damage. Sometimes, larvae make tunnels in the stalks.

In summer, the larval stage lasts 32-34 days ; pupation occurs in an earthen cocoon near the host plant.

Usually the most destructive attacks by the Turnip moth occur in recently transplanted tobacco fields, owing to the fact that larvae are very restless and after cutting off a plant will often wander away to reach and damage other plants.

### AGROTIS IPSILON (Black cutworm)

The occurrence of this species in one of the two traps was very low (5 captures). Adult males were captured from April to October with two frequency peaks : one at the end of May and the other at mid-September (Fig. 1).

The Black cutworm population was quite rare on tobacco during 1988.

In Campania there are generally four overlapping generations a year ; ethology and tobacco damages are just like those of A. segetum.

Eggs and larvae of both species are similar in appearance, and cannot be distinguished by unaided eyesight, but it is known that Black cutworm attacks usually are sudden and more destructive than those of the Turnip moth.

A single female may lay from 200 to 2000 eggs.

Compared with the Turnip moth, the Black cutworm shows a highly irregular growth pattern. In some cases, overwintered larvae do not grow into adults until the following autumn.

#### HELIOTHIS ARMIGERA (Tobacco budworm)

Captures started at the end of July : an important peak was registered in both traps in mid-August. This peak was followed by a sudden decrease to zero value toward the beginning of September (Fig. 1).

Few larvae were observed on tobacco at the end of the growing season. In Campania, H. armigera completes three generations per year, overwintering in the soil as a pupae.

Adults are nocturnal. Eggs are laid on young shoots, suckers, flower-buds and leaves of tobacco, singly or in small clusters (3-6 eggs). A female may lay up to 600 eggs on the average. Earlier larval stages make tiny circular or oval feeding spots. Later (after the third-fourth instar they develop nocturnal habits and produce large irregular holes on the leaves and may even bore into stalks. When the tobacco plants reach the flowering stage, seed pods are preferred and sometimes larvae hide inside. After topping of the plants, the larvae produced irregular holes in the expanded leaves.

In summer, the larval stage lasts 20-25 days ; pupation occurs in an earthen cocoon under the host plants.

In Campania, attacks by H. armigera usually occur on tobacco after mid way through the growth of the crop.

#### DISCUSSION

Among the Lepidoptera-Noctuidae tobacco pests, A. segetum, A. ipsilon and H. armigera are the most injurious species in Italy (SANNINO & AVIGLIANO, 1980) and in other parts of the world (CRUMB, 1929 ; SPECHT, 1972 ; BROADLEY, 1975). However, during the 1988 season, attacks were lower than in the other years.

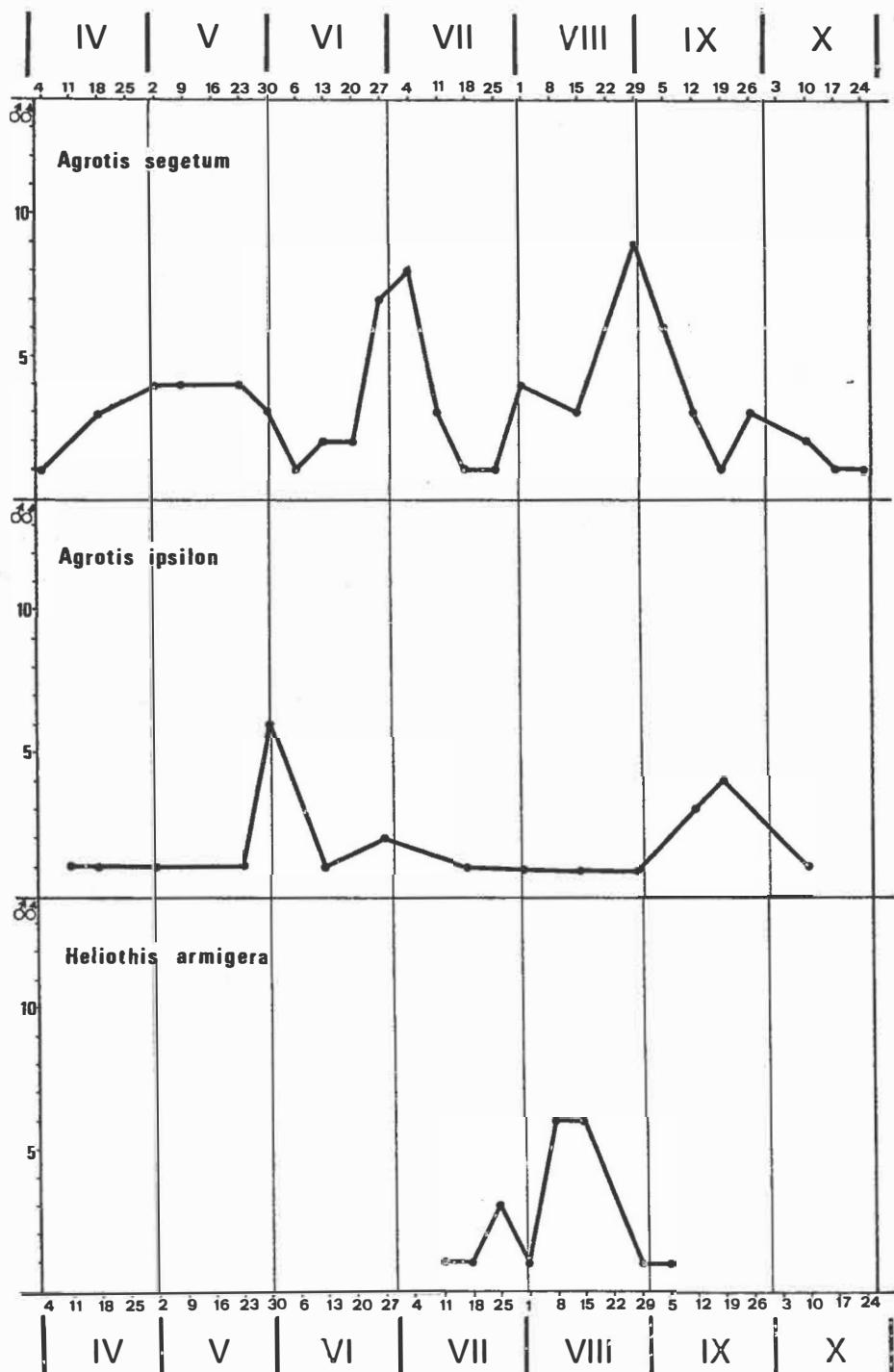


Fig. 1 - Adult males captured by means of sex traps in the Scafati area in 1988.

In this study 122 adult males were captured. A. segetum was the most frequent (77 captures) followed by A. ipsilon (25 captures) and H. armigera (20 captures).

Flight activity of males seemed to increase with warm weather for A. segetum and H. armigera and to decrease for A. ipsilon.

A. segetum showed the longest flight activity (from April to October), H. armigera, the shortest (from July to September).

These results are only preliminary, owing to the great variability encountered in the field: wider spatial observation and repetition over seasons are needed for validation.

#### REFERENCES

1. BROADLEY, R.H. (1975). Control of tobacco pests in the field. Queensland Agricultural Journal, 6 : 693-704.
2. CRUMB, S.E. (1929). Tobacco cutworms. Tech. Bull. U.S. Dep. Agric., n. 88, 179 pp.
3. SANNINO, L., AVIGLIANO, M. (1980). Gli Agrotidi del tabacco in Campania : danni e lotta. Ann. Ist. Tabacco, vol. VII : 47-58.
4. SANNINO, L. (1982). Indagini sulla lepidotterofauna del tabacco. I. Osservazioni su 4 specie di Nottuidi parassiti del tabacco in Campania. Ann. Ist. Tabacco, vol. IX : 111-131.
5. SANNINO, L., BALBIANI, A., MARULLO, R. (1985). La Difesa delle Piante, 1 : 23-42.
6. SANNINO, L., BALBIANI, A., ESPINOSA, B. (1988). Informatore Fitopatologico, 12 : 65-70.
7. SPECHT, H.B. (1972). Cutworms on tobacco in Nova Scotia. I. Species complex and infestation. Can. Ent., 104 : 1855-1864.

MONITORING HELICOVERPA ARMIGERA, SCOTIA IPSILON AND  
SCOTIA SEGETUM BY PHEROMONE TRAPS IN GREECE.  
COMPARISON OF TWO KINDS OF TRAPS.

J.A. TSITSIPIS and M. ALEXANDRI

Institute of Biology, "Democritos" National Research Center  
P.O. Box 60228, GR-153 10 Aghia Paraskevi, Greece.

Summary

Population monitoring of Helicoverpa armigera, Scotia ipsilon and Scotia segetum, in two areas in Central Greece, Copais and Istiaea, by pheromone traps in 1987 and 1988, showed that insects were attracted to the blends used and that a "dry" trap caught more insects than a "water" trap. The dry trap was more efficient than the water trap almost through the whole trapping period. The composition of the pheromone blends used were as follows: Z11-16:Al, Z9-16:Al and 16:Al for H. armigera; Z7-12:Ac, Z9-14:Ac and Z11-16:Ac for S. ipsilon; Z5-10:Ac, Z7-12:Ac and Z9-14:Ac for S. segetum. H. armigera was caught from May to October, S. ipsilon from March to December and S. segetum throughout the year.

Introduction

Helicoverpa armigera Hbn., Scotia ipsilon Hfn. and Scotia segetum Schiff (Lepidoptera, Noctuidae) are widely distributed harmful species of considerable importance in a variety of agricultural crops (3). The development of systems for the management of the species requires the study of their bioecology. The monitoring of their populations is an important part of the process. Pheromones can be useful tools for the monitoring of the populations and several pheromone blends have been found for the above species. On many occasions more than one blends have been reported for the same species. A compilation of the recent literature of the pheromones of lepidopterous insects has been published recently (2). A pheromone blend of three components (1) was tested successfully for population monitoring of A. segetum in Greece (4). All three species are periodically important pests in a variety of crops in Greece. It was therefore deemed necessary to investigate the possibility of population monitoring by pheromone trapping. Through the participation in the OILB Subgroup on migratory noctuids, monitoring of the three species was undertaken in two areas in Greece using two different kinds of traps, since trap design contributes in trap efficiency. The purpose of the study was to determine whether known pheromone blends could prove active for wild populations of the three above species in Greece, to study their seasonal appearance and to compare the two kinds of traps. Through the coordinated OILB program, it would also be

possible to compare results with participating members for trap efficiency and appearance of the migratory species in neighboring countries.

#### Materials and Methods

The three species, *H. armigera*, *S. ipsilon* and *S. segetum* were monitored with pheromone blends impregnated in rubber septa, prepared by INRA, Laboratoire des Mediateurs Chimiques, Bruessy, France and provided by the Dr. S. Poitout, coordinator of the OILB Subgroup on migratory noctuids. The pheromone blends used were: Z11-16:Al, Z9-16:Al, 16:Al for *H. armigera*; Z7-12:Ac, Z9-14:Ac, Z11-16:Ac for *S. ipsilon*; Z5-10:Ac, Z7-12:Ac, Z9-14:Ac for *S. segetum*. Two different kinds of traps were compared: a modified "International Pheromones" plastic trap (Phytophyl Co. Ltd., Athens, Greece), using a small plaquette of Vapona as killing agent and a "water" trap (INRA, Station de Zoologie, Montfavet) using water with a small quantity of Teepol, a wetting agent, to trap the insects. The pheromone dispensers and the Vapona plaquettes were exchanged every month and observations were taken weekly. The traps were set up in two different areas in Central Greece, Aliartos (Copais) and Istiaeia, in 1987 and 1988.

#### Results and Discussion

All pheromone blends tested attracted wild males in the three insect species. The total number of insects caught is shown in Table I. The dry trap caught consistently higher numbers of insects compared to the water trap in all species during the trapping period. The number of insects caught in the dry traps was in most of the cases more than double compared with those of the water trap. Analytical weekly captures are shown in Figs. 1 and 2. The dry trap in *H. armigera* was always better, during the whole trapping period, than the water trap in the area of Copais in both years tested. In only one period (first part of May of 1988) was it inferior. Similar results were obtained in Istiaeia, except in the last part of August of 1987. *S. ipsilon* males were also caught in higher numbers in the dry trap in Copais except in end May-beging July and August 1987, when the water trap gave slightly higher numbers than the dry trap. *S. segetum* males were caught in relatively higher numbers only in May in the Water trap, than the dry trap. *H. armigera* appeared from May to October. *S. ipsilon* appeared in Copais throughout the trapping period from March to October while in Istiaeia the last insects were caught not later than October. *S. segetum* showed practically activity in both areas throughout the year.

The superiority of the dry trap, coupled with the easier handling and servicing, led to the adoption of this type for insect monitoring under the conditions tested. Even in the cases that the water trap gave higher captures, the values were not much different from the dry trap. The general pattern of captures through the time was better in the dry trap. The water trap has been found superior to dry trap in SE France, as reported by Dr. Bues of the INRA Station de Zoologie in Montfavet. It is deemed therefore necessary to test the two kinds of traps under different field conditions.

T\_A\_B\_L\_E\_I

Insects caught in two kinds of pheromone traps (dry, "International Pheromones" and water, "INRA" Montfavet type) in two areas in Greece during the years 1987 and 1988.

Species	Area	Year	Trap type (No. traps)	Insects per trap
<i>Helicoverpa armigera</i>	Copais	1987	Dry (1)	291
		"	Water (1)	119
	"	1988	Dry (1)	97
		"	Water (1)	28
	Istiaea	1987	Dry (1)	152
		"	Water (1)	112
	"	1988	Dry (1)	90
		"	Water (1)	26
<i>Agrotis ipsilon</i>	Copais	1987	Dry (1)	197
		"	Water (1)	57
	"	1988	Dry (2)	149
		"	Water (2)	41
	Istiaea	1987	Dry (1)	54
		"	Water (1)	7
	"	1988	Dry (1)	78
		"	Water (1)	26
<i>Agrotis segetum</i>	Copais	1988	Dry (4)	330
		"	Water (2)	198
	Istiaea	"	Dry (4)	205
		"	Water (1)	96

Acknowledgments

Supply of the pheromone dispensers, the water traps and "Teepol" from INRA, Station de Zoologie in Montfavet, France, is gratefully acknowledged.

References

1. ARN, H., ESBJERG, P., BUES, R., TOTH, M., SZOCS, G., GUERIN, P. and RAUSCHER, S. (1983). Field attraction of *Agrotis segetum* males in four european countries to mixtures containing three homologous acetates. J. Chem. Ecol. 9:267-276.
2. ARN, H., TOTH, M. and PRIESNER, E. (1986). List of Sex Pheromones of Lepidoptera and Related Attractants, OILB-SROP, France, 123 pp.
3. POITOUT, S. and BUES, R. (1982). Les principales noctuelles nuisibles. Phytoma-Defence des cultures 37:39-43.
4. TSITSIPIS, J.A., ALEXANDRI, M., STATHOPOULOS, F., STYMBIRIS, J., ANAGNOSTOU, B. and ATHANASSIADIS, N. (1988). Population monitoring of *Agrotis segetum* and *Pseudaletia unipuncta* by pheromone traps and insecticide application timing. Comparison with light trap captures. OILB-SROP Symposium "Mediateurs chimiques et surveillance des insectes", Avignon, 19-23 September (in press).

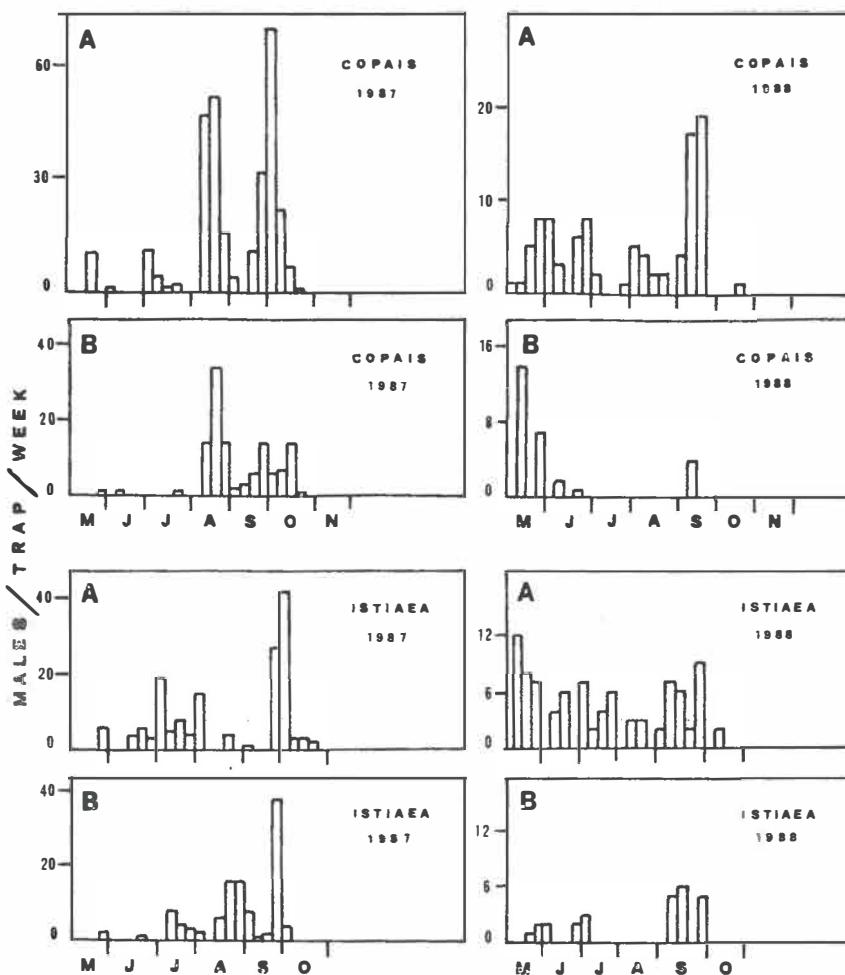


Fig. 1 - Weekly captures of *Helicoverpa armigera* males in pheromone "dry" (A) traps (modified International Pheromone) and "Water" (B) traps (INRA, Montfavet type).

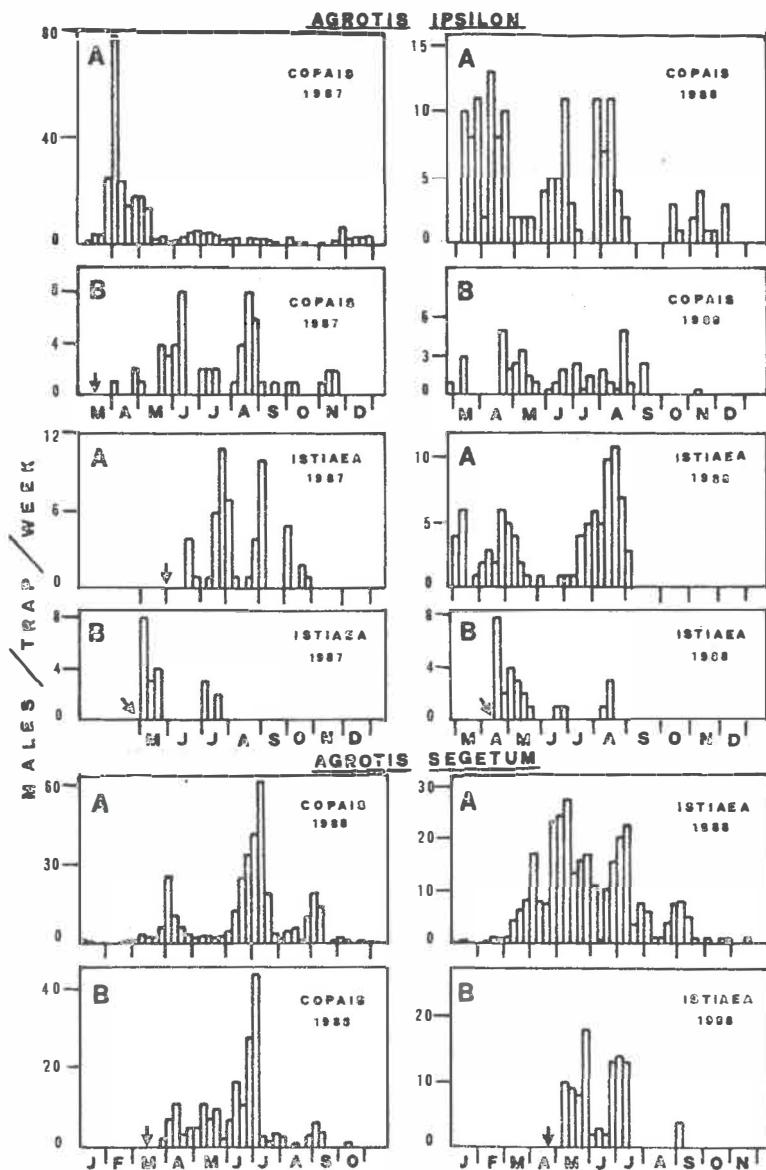


Fig. 2 - Weekly captures of Scotia (Agrotis) ipsilon and Scotia (Agrotis) segetum males in pheromone "dry" (A) traps (modified International Pheromones) and "water" (B) traps (INRA, type Montfavet). Trap installation, when not at the beginning of the period of the X axis, is denoted by an arrow.

**AMELIORATION DU PIEGEAGE SEXUEL DE *MYTHIMNA UNIPUNCTA* Haw.  
AUX AÇORES EN PRESENCE DU Z11-16:Ald**

by V. VIEIRA \*, R. BUES \*\*, J. TAVARES \*, S. POITOUT \*\*,  
L. OLIVERA \* & J.F TOUBON \*\*

\*Universidade dos Açores, Departamento de Biologia.  
P.-9500 PONTA DELGADA.

\*\*INRA, Station de Zoologie & d'Apidologie.  
F.-84140 MONTFAVET

**RESUME**

L'expérimentation conduite en 1988 aux Açores (Portugal) a confirmé le rôle du Z11-16:Ald, à la dose d'environ 1%, sur l'augmentation du nombre de captures de *Mythimna unipuncta* Haw.

**INTRODUCTION**

Les dégâts de *Mythimna unipuncta* Haw. peuvent être très importants, principalement sur graminées. La mise en place d'une méthode de prévision des risques nécessite l'utilisation d'une technique efficace de piégeage. En 1980, HILL & ROELOFS mettent en évidence la présence du Z11-16:Ac. Mc DONOUGH & al (1980), confirment l'importance de ce composé pour le piégeage de cette espèce et indiquent que la présence de Z11-16:OH n'accroît pas le nombre de captures. FARINE & al (1981), par contre, montrent le rôle d'isolement spécifique de faibles quantités de Z11-16:OH, vis à vis de *Mamestra brassicae* L. STECK & al (1982) observent un accroissement du nombre de captures de *M. unipuncta*, dû à la présence de Z11-16:Ald. Toutefois, PRIESNER (1979) avait déjà montré la présence de cellules réceptrices au Z11-16:Ald.

Les résultats de piégeages effectués dans le sud de la France, dans la région d'Avignon, avec la formulation: 880 µg de Z11-16:Ac, 100 µg 16:Ac, 20 µg Z11-16:OH ne permettent pas, comparés à ceux obtenus à l'aide du piégeage lumineux, le suivi de la dynamique des populations. Les hivers rigoureux de 1984 à 1987 ayant entraîné une diminution importante des populations (BUES & AL, 1986), seules les expériences conduites aux Açores ont permis de préciser le rôle de l'aldéhyde dans les formulations utilisées pour le piégeage sexuel de *M. unipuncta*.

**MATERIEL ET METHODES**

L'expérimentation s'est déroulée dans une culture de graminées de Lagoa do Congro (550 mètres de hauteur), dans l'île de São Miguel du 23 juin au 12 octobre 1988. Durant l'essai, les conditions climatiques se sont maintenues assez constantes: température moyenne 15°+2°C. avec des variations journalières n'excédant pas 12°C. L'HR était de 95%, malgré l'absence de pluie.

Les pièges sont du type à eau (INRA, 1988), fixés à 1 mètre au dessus du sol. Ils sont disposés sur deux rangs et espacés entre eux de 2 mètres. La position des pièges est permutée chaque 4 semaines, en même temps que les capsules. Quatre répétitions dans le temps (de 4 semaines chacune) ont eu lieu.

Les attractifs sexuels ont été fournis par le laboratoire des Médiateurs Chimiques de Brouessy (INRA, France).

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats sont indiqués tableau 1. Ils mettent en évidence le rôle du Z11-16:Ald sur l'accroissement des captures, aux doses de 0,1 et 1%. Des doses supérieures (2%) présentent une action inhibitrice. L'analyse statistique ne permet cependant pas de différencier les formulations avec 0,1 ou 1% d'aldéhyde.

Tableau 1: Captures de *M. unipuncta* aux pièges sexuels du 23/6 au 12/10 1988 aux Açores avec différentes proportions de Z11-16:Ald.( $\mu$ g) ajoutées à la formulation de base: 880  $\mu$ g Z11-16:Ac, 100  $\mu$ g 16:Ac, 20  $\mu$ g Z11-16:OH.

Z11-16:Ald	Répétitions	Total
100 ( 10%)	19	8
50 ( 5%)	23	10
10 ( 1%)	71	74
1 (0,1%)	63	49
0 ( 0%)	42	5
		35a*
		39a
		182b
		128ab
		52a

\* Les chiffres suivis par une même lettre ne sont pas statistiquement différents ( $P=0,05$ ) au test de Newman-Keuls. Calculs effectués sur les cumuls hebdomadaires (données transformées  $\sqrt{X+1}$ ,  $F^{**e}$ ).

Ces résultats corroborent ceux obtenus par STECK & al (1982) sur une population du Canada. Toutefois le pourcentage optimum de ce composé, par rapport au composé principal (Z11-16:Ac) est voisin de 1% dans notre formulation alors qu'il n'est que de 0,1% dans la formulation Canadienne. STECK & al (1980) indiquait déjà que le Z11-16:Ald à 0,2% était totalement inhibiteur.

Ces résultats, observés sur *M. unipuncta*, sont à rapprocher de ceux publiés concernant *Mamestra suasa* Schiff. où le rôle du Z11-16:Ald avait été noté (SUBCHEV & STOILOV, 1984; CAUSSE & al, 1985) et dont la présence, dans les sécrétions phéromonales, n'a été démontrée qu'en 1986 (TOTH & al)

Par ailleurs, il convient peut être de rapprocher les résultats obtenus par SUBCHEV & STOILOV (1984) qui montraient également l'effet de synergie, dû à la présence de Z11-16:Ald à 0,1%, sur l'augmentation du nombre de captures de *M. brassicae*, de ceux obtenus dans le sud de la France en 1977 et 1979 (non publiés) qui montraient que l'on capturait beaucoup de *M. unipuncta* avec les femelles vierges de *M. brassicae*. La difficulté, pour mettre en évidence la présence de l'aldéhyde, de pratiquer aussi bien l'analyse des effluves que des glandes (TOTH & al, 1986), pourrait être à l'origine des résultats négatifs, constatés lors des recherches de produits secondaires phéromonaux entreprises afin d'améliorer la formulation de l'attractif de *M. brassicae*.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions le laboratoire des Médiateurs Chimiques (INRA) Domaine de Brouessy 78470 St Remy les Chevreuses France, pour la fourniture des attractifs.

## REFERENCES

- CAUSSE R., BUES R., BARTHES J., TOUBON J.F. 1985: Mise en évidence expérimentale de nouveaux constituants des phéromones sexuelles de *Scotia epsilon* Hufn. et *Mamestra suasa* Schiff. (Lép. Noctuidae). Colloque médiateurs chimiques, éd. INRA Paris, 46, 67-73.
- BUES R., POITOUT S. ANGLADE P. ROBIN J.C., 1986: Cycle évolutif et hibernation de *Mythimna* (Syn *Pseudaletia*) *unipuncta* Haw. (Lép. Noctuidae) dans le sud de la France, Acta Oecologica Oecol. Appl., 7, 151-166.
- FARINE J.P., FREROT B., ISART J., 1981: Facteurs d'isolement chimique dans la sécrétion phéromonale de deux Noctuelles *Hadeninae*: *Mamestra brassicae* L. et *Pseudaletia unipuncta* Haw., C.R. Acad. Sc. Paris, 292, Série III, 101-104.

HILL A.S., ROELOFS W.L., 1980: A female-produced sex pheromone component and attractant for males in the Armyworm Moth, *Pseudaletia unipuncta*, Environ. Entomol., 9, 408-411.

INRA, 1988: Piégeage de Lépidoptères nuisibles aux cultures à l'aide de phéromones sexuelles de synthèse, éd. INRA, Laboratoire des médiateurs chimiques, Paris, 102p.

McDONOUGH L.M., KAMM J.A., BIERL-LEONHARDT B.A., 1980: Sex pheromone of the Armyworm *Pseudaletia unipuncta* Haw. (Lép. Noctuidae). J. Chem. Ecol., 6, 565-572.

PRIESNER E., 1979: Progress in the analysis of pheromone receptor systems, Ann. Zool. Ecol. anim., 11, 4, 533-546.

STECK W., UNDERHILL E.W., CHISHCLM M.D., 1980: Trace components in Lepidopterous sex attractants, Environ. Entomol., 9, 583-585.

STECK W., UNDERHILL E.W., BAILEY B.K., CHISHOLM M.D., 1982: A 4-component sex attractant for male moths of the Armyworm *Pseudaletia unipuncta*. Ent. exp. & appl., 32, 302-304.

SUBBCHEV M.A., STOILOV I.L., 1984: Co-attractants for *Mamestra suasa* Denis.& Schiff. (Lép. Noctuidae), C. R. Acad. Bulg. Sci., 37, 553-554.

TOTH M., SZOCS G., LOFSTEDT C. HANSSON B.S., SUBCHEV M., 1986: Sex pheromone components of *Mamestra suasa*: Chemical analysis, electrophysiological activity, wind tunnel activity and field tests in tow European countries, Entomol. exp. appl., 42, 291-299.

**CONTRIBUTION À L'ÉTUDE QUANTITATIVE DE LA PRÉSENCE DU STADE ADULTE DE *AGROTIS IPSILON* HFN. ET *HELIOTHIS ARMIGERA* HBN.  
(LEP., NOCTUIDAE) AUX AÇORES**

**V. VIEIRA, J. TAVARES & L. OLIVEIRA.**

Universidade dos Açores, Departamento de Biologia, P-9500 PONTA DELGADA (AÇORES).

---

**INTRODUCTION**

Dans le cadre du groupe d'études OILB/SROP "Prognose et Lutte Intégrée Contre les Noctuelles Migrantes", la dynamique des populations adultes aux Açores de deux espèces (*Agrotis ipsilon* HFN. et *Heliothis armigera* HBN.) a été suivie par piégeage sexuel et lumineux.

Les larves de *A. ipsilon* attaquent les plantes les plus diverses, notamment des choux, betterave, chicorée, épinard, carotte, radis, pommes de terre, salades, maïs, blé et des espèces végétales tropicales, tabac, patate et cacahuète. Les larves de *H. armigera* provoquent des dégâts sur tomates, piment, concombre, rosier et chrysanthème (CARNEIRO, 1982).

L'utilisation du piégeage sexuel permet, pour une région donnée, d'étudier la dynamique des populations et d'élaborer une prévision des risques. Cette technique est aujourd'hui essentielle pour l'avertissement agricole.

**MATERIEL ET MÉTHODES**

La dynamique des populations adultes de ces deux espèces a été suivie en 1988 à l'aide du piégeage sexuel à Lagoa (80m d'altitude) pour *A. ipsilon* et au Rabo de Peixe (40m d'altitude) pour *H. armigera*. Un travail similaire a été effectué la même année à l'aide du piégeage lumineux pour *A. ipsilon* (Lagoa do Congro - 550m d'altitude, Arribanas - 250m d'altitude) et pour *H. armigera* (Ribeira Grande, 60m d'altitude).

Le piégeage lumineux a été réalisé avec des pièges du type pensylvanien équipés d'un tube TLD 18W/08, installé sur les champs de Graminées. Pour le piégeage sexuel on a utilisé le piège à eau (INRA, 1988). Les deux pièges sexuels sont disposés en bordure de la culture (betterave et chicorée pour *S. ipsilon*, tomate pour *H. armigera*), espacés de 30 à 40 mètres. Les capsules de phéromone sont renouvelées tous les quatre semaines. Pour les deux types de piégeage, les relevés de papillons sont effectués une fois par semaine.

Les attractifs sexuels utilisés au cours de ces études ont été produits par le Laboratoire des Médiateurs Chimiques, INRA, F-Brouessy: *A. ipsilon* 20 µg Z7-12 : Ac, 5 µg Z9-14 : Ac, 20 µg Z11-16 : Ac; *H. armigera* 2 mg Z11-16 : Al, 80 µg Z9-16 : Al, 100 µg 16 : Al (BUES et al., 1985).

## RESULTATS ET DISCUSSION

### A. *Ipsilon*

Le nombre d'adultes capturés aux pièges lumineux est toujours relativement faible (67 adultes en 2 ans comparé à 184 adultes en 1 an pour deux pièges sexuels).

Les captures aux pièges sexuels sont représentées figure 1. Ils font apparaître une présence continue de l'espèce de Mars à Novembre avec un maximum au cours des mois de Mars à Juin et une raréfaction durant les mois les plus chauds.

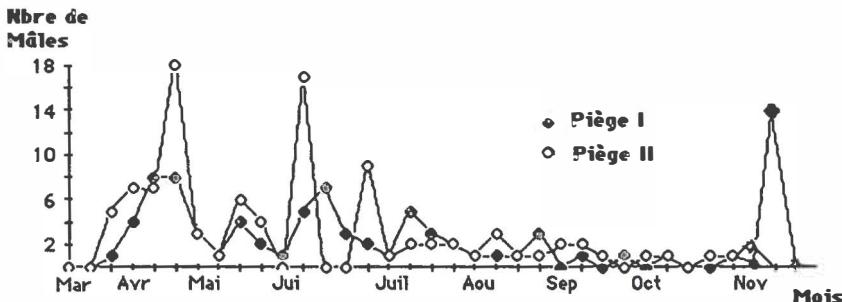


Figure 1: Courbes des captures par semaine (1988) de *A. ipsilon* aux pièges sexuels à Lagoa.

La sélectivité des capsules pour *A. ipsilon* n'est pas satisfaisante (46,04% de captures indésirables), d'autres espèces de Noctuelles et Pyrales peuvent se capturer, elles représentent des proportions importantes par rapport à la totalité des captures: Noctuelles - *Mythimna unipuncta* HAW. (36,95%), *Chrysodeixes Chalcites* ESP. (2,93%), *Trichoplusia orichalcea* F. (2,35%), *Xestia xanthographa* DENIS & SCHIFF. (2,05%), *Peridroma saucia* HBN., *Galvula partita* G., *Sesamia nonagrioides* LEF., *Scotia segetum* DENIS & SCHIFF. (0,29% chacune); Pyrales - *Hymenia recurvalis* FAB., *Udea ferrugalis* HBN. (0,29% chacune).

### *H. armigera*

Les résultats obtenus au piége sexuel en 1988 à Rabo de Peixe sont indiqués figure 2. Les captures aux pièges lumineux sont très faibles (14 mâles et 11 femelles) et ne sont pas représentées. Le vol débute en Juin, mais la présence de cette espèce est surtout importante en Août-Septembre. C'est durant cette période que *H. Armigera* peut devenir nuisible sur les cultures de tomates. Toutefois, jusqu'à ce jour, peu de dégâts d'importance économique ont été constatés.

La sélectivité des capsules est bonne pour *H. armigera* (absence de captures indésirables).

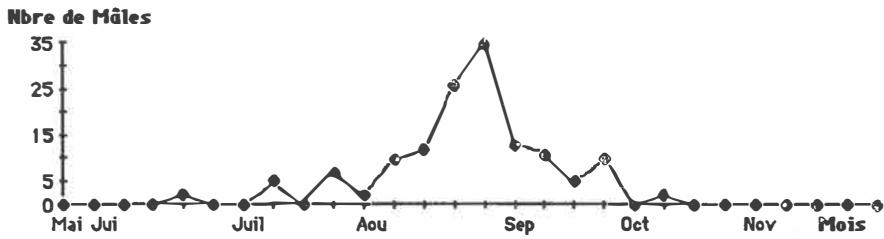


Figure 2: Courbe de captures par semaine (1988) de *H. armigera* au piège sexuel (Rabo de Peixe).

### CONCLUSIONS

Les résultats préliminaires présentés ci-dessus ne permettent pas d'établir le voltinisme de chacune de ces espèces. Les études doivent être poursuivies en étendant le réseau de piégeage aux différentes îles et en maintenant, notamment pour *A. ipsilon*, son fonctionnement durant toute l'année.

Des études parallèles sur la dynamique des populations larvaires et leur hibernation sont nécessaires pour nous permettre de préciser le cycle évolutif de ces espèces. La position insulaire des Açores pose l'intéressant problème du caractère migrant ou sédentaire, de ces deux espèces, dans ces îles. Cet aspect du problème fera appel à d'autres méthodes d'investigations (écophysiologie, caractérisation enzymatique ...).

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BUES R., POITOUT S., TOUBON J., 1985. - Utilisation, dans le cadre d'une lutte raisonnée, des phéromones sexuelles de quatre espèces de Lépidoptères *Noctuidae* (*Mamestra brassicae* L., *Scotia segetum* Schiff., *Scotia ipsilon* Hfn., *Heliothis armigera* Hbn.). Colloque Médiateurs Chimique, éd. INRA Paris, 46, 139-156.
- CARNEIRO M., 1982. - Pragas das culturas na Ilha de S. Miguel. Bolm Soc. port. 7 (Supl. A), 7-33.
- INRA, 1988. - Piégeage de Lépidoptères nuisibles aux cultures à l'aide de phéromones sexuelles de synthèse. Ed. INRA, Laboratoire des Médiateurs Chimiques, Paris, 102 p.

THE POPULATION OF SCOTIA IPSILON, SCOTIA SEGETUM AND  
HELIOTHIS ARMIGERA IN THE REGION OF PRILEP,  
SR OF MACEDONIA, IN THE COURSE OF 1988

L.J. VASILEV

Tobacco Institute - Prilep - Yugoslavia

**SUMMARY**

Investigations on populations of Scotia ipsilon, Scotia segetum and Heliothis armigera caught by pheromone traps in 1988 show numbers of male individuals of the three species caught, i.e.: S. ipsilon (155 individuals), S. segetum (297 individuals) and H. armigera (321 individuals). Traps were placed in areas planted with tobacco. Population dynamics of the Noctuidae at the Tobacco Institute have been observed using light-traps since 1971. In 1988, pheromone traps were used for the first time in this Institute. Traps and pheromones were obtained from INRA, for which we are very grateful.

**INTRODUCTION**

Investigations on population dynamics of Noctuidae in tobacco have been conducted at the Tobacco Institute in Prilep since 1971. Insects were caught by a special (modified) light-trap in four localities in Macedonia : Prilep, Strumiza, Resen and Kumanovo.

In the locality of Prilep, in 1972, using a modified light-trap, a catch of 43.080 Lepidoptera imagoes was obtained. Of the total catch, 58,1 % belonged to the family Noctuidae.

Of the noctuid species on tobacco, the highest percent was that of the genus Scotia (29,59 %), followed by Heliothis (9,61 %), Autographa (9,34 %) and others to a lesser extent.

Six species of the genus Heliothis have so far been caught in Prilep by now and they are Heliothis armigera Hübner, Heliothis peltigera D. et S., Heliothis dipsacea L., Heliothis maritima Graslin, Heliothis scutoza D. et S. and Heliothis incarnata Sp. They made up 9,6-12 % of the total number of the trap Noctuidae species.

## MATERIALS AND METHODS

In 1988, for the first time at the Tobacco Institute, Prilep, a trial with pheromone trapping was conducted. Observation was carried out in the fields of the Institute in an area of 30 ha. 5 pheromone traps were placed about 100 meters apart, two traps for S. epsilon, two traps for S. segetum and one for H. armigera. The traps for S. epsilon and S. segetum were supplied with water and wetting agent, in accordance with the enclosed instructions from INRA, and the trap for H. armigera was left dry, with no addition of water. The traps for S. epsilon and S. segetum were examined from march to the end of november, and the trap for H. armigera from may to november.

The imagos caught were removed and counted each day and identified according to their species in colour.

The climatic conditions in 1988, especially during the period of vegetation, were unfavorable for insect development, with a very long dry period (four months, from may to august) as well as with an extremely low relative air humidity (15-18 %). All this resulted in poor development of tobacco and other cultures. Damage levels by the pests observed were minimum, probably because of climate-induced disturbance of their development.

## RESULTS

Results of the investigations in 1988 are presented in Tables 1, 2 and 3. From the data obtained, it could be seen that the two traps for S. epsilon and S. segetum respectively caught 155 and 297 imagos. In one trap for H. armigera, 321 imagos were caught. The greatest number of S. epsilon imagos were caught in june (42), of S. segetum in july (73) and of H. armigera in september (214). The first incidence of S. epsilon, S. segetum and H. armigera was noticed on march 20, april 20 and may 17, respectively.

The maximum populations of S. epsilon, S. segetum and H. armigera was noted on june 27, june 26 and september 12, respectively. The last incidence of S. epsilon, S. segetum and H. armigera was noted on october 25, october 20 and october 4, respectively. Data obtained indicate that observation of the population dynamics of the three species with pheromone sex-lure traps gives good results, but for final determination of their phenology, several years of investigation are needed.

TABLE 1.: POPULATION DYNAMICS OF SCOTIA IPSILON-PHEROMONE TRAP

MONTH	DECades			TOTAL
	I (1-10) two traps	II (10-20) two traps	III (20-30/31) two traps	
MARCH	-	-	1	1
APRIL	15	12	6	33
MAY	6	3	4	13
JUNE	-	4	38	42
JULY	22	11	6	39
AUGUST	3	2	6	11
SEPTEMBER	9	5	2	16
OCTOBER	-	-	1	1

First incidence: 29.III.

March-October = 156

Maximum: 27.VI. (20 individuals)

(2 traps)

Last incidence: 25.X.

Locality: Prilep - Yugoslavia

Culture: Tobacco

Crop: 1988

TABLE 2.: POPULATION DYNAMICS OF SCOTIA SEGETUM-PHEROMONE TRAP

MONTH	DECADES						TOTAL	
	I		II		III			
	1 trap	2 traps	1 trap	2 traps	1 trap	2 traps		
MARCH	-	-	-	-	-	-	-	
APRIL	-	-	-	1	1	1	3	
MAY	4	4	5	3	10	26	52	
JUNE	1	9	3	2	22	35	72	
JULY	13	32	7	8	4	9	73	
AUGUST	8	21	2	6	4	10	51	
SEPTEMBER	4	12	3	10	-	5	34	
OCTOBER	-	2	-	10	-	-	12	

First incidence: 20.IV.

April-October = 297

Maximum: 27.VI. (9 + 17 individuals)

(2 traps)

Last incidence: 20.X.

Locality: Prilep, Yugoslavia

Culture: Tobacco

Crop: 1988

TABLE: 3.: POPULATION DYNAMICS OF HELIOTHIS ARMIGERA-PHEROMONE TRAP

MONTH	DECades			TOTAL
	I (1-10)	II (10-20)	III (20-30/31)	
MARCH	-	-	-	-
APRIL	-	-	-	-
MAY	-	1	-	1
JUNE	-	-	3	3
JULY	-	10	3	13
AUGUST	14	12	47	73
SEPTEMBER	60	118	36	214
OCTOBER	17	-	-	17

First incidence: 17.V.

May-October = 321

Maximum: 12.IX. (34 individuals)

Last incidence: 4.X.

Locality: Prilep-Yugoslavia

Culture: Tobacco

Crop: 1988

## LA SCOTIA IPSILON HUFN. DANS L'ITALIE NORD-ORIENTALE

S. ZANGHERI, L. FURLAN

Institut d'Entomologie Agricole - Univiersité de Padoue

### I - INTRODUCTION

L'Institut d'Entomologie Agricole de Padoue s'est associé au Groupe d'étude OILB car le problème des Noctuelles migrantes au cours de ces derniers temps s'est posé de façon pressante dans la Vénétie et dans d'autres régions italiennes et le dommage causé a eu des répercussions économiques importantes en 1970 et en 1983 (ZANGHERI & CIAMPOLINI, 1971 ; CIAMPOLINI, SUSS, ZANGHERI, 1984).

Le programme prévoyait la surveillance des populations d'adultes et d'éventuelles observations sur les dommages.

L'étude a été effectuée dans l'exploitation de Legnaro de la Faculté d'Agriculture de l'Université de Padoue et dans deux exploitations agricoles de la province de Venise (Stretti di Eraclea et Meolo), toutes essentiellement consacrées aux grandes cultures (maïs, betterave, etc...) en comparant les pièges à phéromones à eau (capsules OILB) avec les pièges lumineux situés à une distance opportune afin d'éviter tout risque d'interférence.

### II - RESULTATS

En 1987, la surveillance concernait deux espèces : Scotia ipsilon Hfn. et Helicoverpa armigera Hbn.

Aucune capture de Helicoverpa armgiera n'a été observée, ce qui n'est pas surprenant car l'espèce, sur la base des connaissances faunistiques actuelles, est considérée en Italie du nord comme rare et dépourvue d'importance économique.

En 1987, à Legnaro, les captures de S. ipsilon ont été très rares :

- piège à eau : 4 ex. du 16.4 au 27.4
- piège à eau II : 7 ex. du 13.4 au 18.4

Durant la saison toute entière, le piège lumineux a capturé environ 80 individus.

A Stretti di Eraclea et Meolo (VE) où ont été placés les autres pièges à eau, aucune capture a été enregistrée.

En 1988, la surveillance a été renouvelée dans les mêmes localités seulement pour S. ipsilon.

Aucune capture constatée à Legnaro avec les pièges à eau alors que 25 individus furent récoltés avec le piège lumineux entre le 18.4 et le 16.7 (le piège a fonctionné jusqu'au 22.9).

Dans toutes les localités où a été effectué l'étude, aucun dommage de Noctuelle n'a été observé au cours des deux années.

Les pièges à eau n'ayant pas fourni de résultats probants et s'étant révélés d'une utilisation peu pratique, la méthode de piégeage de S. ipsilon pour la surveillance des populations adultes de l'espèce fut modifiée en 1988. Les capsules de phéromones OILB ont été introduites sur des pièges englués (type Pherotrap) et le réseau de stations de surveillance a été étendu à toute la plaine de la Vénétie. Au printemps, les captures ont été plus nombreuses que les années précédentes et on a également constaté quelques dommages qui pourront être illustrés à la fin de l'année.

#### BIBLIOGRAPHIE

- CIAMPOLINI M., SUSS L., ZANGHERI S., 1984. - I gravi danni causati al maïs dall'Agrotis ipsilon. L'Informatore Agrario, Verona. XL, n. II, pp. 71-78.
- ZANGHERI S., CIAMPOLINI M., 1971. - Gravi infestazioni di Scotia ipsilon Hfn. nell'Italia centro-settentrionale. Atti Giornate Fitopatologiche, Bologna, pp. 543-554.

DONNEES SUR  
LA BIOLOGIE,  
LES INFESTATIONS  
ET LA LUTTE

**ETUDES BIO-ECOLOGIQUES DE *Agrotis ipsilon* Hufn.  
DANS LE SUD DE LA FRANCE**

**BUES R., POITOUT S., TOUBON J.F.**  
**INRA, Station de Zoologie et d'Apidologie F-84140 MONTFAVET**

**RESUME:**

Dans le sud de la France, le vol d'immigration de *A. ipsilon* a lieu de mars à mai. Il est constitué d'adultes féconds. Leurs descendants sont à l'origine de la dispersion de juin à juillet, des populations dans les régions plus septentrionales. Le 3ème vol coïncide avec le début du retour vers les zones d'hivernation.

Afin de préciser les limites thermiques pour l'hivernation de l'espèce, des études ont été conduites en conditions constantes et naturelles. Ces expérimentations ont permis de déterminer des seuils thermiques minimaux de développement pour les stades larvaires et nymphal d'environ 8°-9°C, avec une somme de 550 à 600 degrés jours et de 8°C. avec 60-62 d°/j pour le stade oeuf.

**INTRODUCTION:**

Dans le sud de la France, au sud du 45ème parallèle, les adultes d'*Agrotis ipsilon* sont capturés, dès la fin février-début mars, aux pièges lumineux (POITOUT & BUES, 1977) et sexuels (CAUSSE & al, 1985, 1989). Le 1er vol annuel se poursuit jusqu'à la fin mai. Durant toute cette période, les femelles déposent des œufs fertiles. Des dégâts plus ou moins importants peuvent être observés, en fonction des conditions climatiques (faible pluviométrie notamment) et la coïncidence entre l'éclosion des larves et la germination des semences (maïs, tournesol...). Plusieurs générations se succèdent durant la période estivale et l'automne, en liaison avec une extension progressive des populations vers les régions septentrionales (ONYANGC ODIYO, 1975).

Une première esquisse de l'évolution probable des populations en France a déjà été présentée (POITOUT & BUES, 1977). L'étude qui est présentée ici est destinée à préciser les exigences thermiques de l'espèce aux différents stades, la chronologie des vols successifs et la possibilité de survie hivernale de l'espèce dans le sud de la France.

**MATERIEL ET METHODES:**

Toutes les études ont été conduites sur des descendances de 1ère générations de populations capturées dans le sud de la France.

Des élevages ont été effectués de l'éclosion de la jeune larve jusqu'à l'émergence de l'adulte, soit en conditions photopériodiques et thermiques constantes du laboratoire, soit variables, proches de celles rencontrées dans la nature, sous un abri insectarium situé à proximité de la station de recherches (Avignon). La technique et l'alimentation artificielle utilisées ont déjà été décrites (POITOUT & BUES, 1974). Le nombre d'insectes élevés dans chacune des conditions constantes est indiqué dans l'exposé des résultats. Pour les élevages sous abri insectarium le nombre est très variable mais jamais inférieur à 50 larves. L'étude de la durée d'incubation des œufs, dans différentes conditions thermiques constantes ou naturelles au printemps, a été effectuée à partir de lots constitués d'environ 100 œufs placés en petites enceintes closes avec une hygrométrie voisine de 60%.

**RESULTATS:**

**A) Durées de développement et seuils thermiques, pour différents stades, à températures constantes.**

**-LARVES ET NYMPHES:**

Nous avons résumé dans le tableau 1 les durées moyennes du développement larvaire et prénymphal regroupées et du développement nymphal, à différentes températures, sous durée d'éclairement longue LO 16:8 ou courte LO 12:12:

LO 16:8	30°	28°	25°	21°	18°	15°
<b>Développement larvaire et prénymphal:</b>						
N	490	75	410	316	1236	473
X	19,5	23,1	25,8	33,0	48,4	69,7
σ	3,2	1,5	2,5	3,9	5,1	7,5
<b>Développement nymphal:</b>						
N	393	57	588	264	540	366
X	7,9	10,3	10,0	17,8	22,6	38,6
σ	2,6	1,4	3,0	4,0	6,0	8,5
LO 12:12	30°	28°	25°	21°	18°	15°
<b>Développement larvaire et prénymphal:</b>						
N	327	767	343	2297	1915	1043
X	17,5	20,3	27,3	34,0	46,0	69,1
σ	2,8	3,5	3,4	4,9	5,8	10,3
<b>Développement nymphal:</b>						
N	286	645	235	1045	985	895
X	8,2	11,6	10,4	15,2	22,5	31,7
σ	2,2	3,4	2,3	4,3	6,1	13,3

Note: La durée de développement, à une température donnée, a été observée sur des lots de larves et de nymphes indépendants. Il n'est donc pas possible de calculer la mortalité nymphale à partir de ces chiffres.

Dans le tableau 2 sont présentées les équations des droites de régression de la vitesse de développement en fonction de la température, pour d'une part les stades larvaire et prénymphal, d'autre part pour le stade nymphal. (Y= Durées de développement, x= température d'élevage).

Stade de dévelop.	LO	équations	r	seuil thermique théorique
Larvaire*	16:8	Y=0,238x- 2,127	0,995	8,94°C.
Nymphal	16:8	Y=0,692x- 8,056	0,991	11,65°C.
Larvaire*	12:12	Y=0,272x- 2,730	0,991	10,03°C.
Nymphal	12:12	Y=0,633x- 6,573	0,996	10,39°C.

\*Stade larvaire et prénymphal regroupés.

Les seuils thermiques minimaux théoriques de développement sont respectivement pour le stade larvaire et nymphal de 8,94°C. et 11,65°C. sous LO 16:8, ils sont relativement plus proches sous LO 12:12: 10,03° à 10,39°C.

A partir des données du tableau 1 on peut calculer, pour chacune des conditions photopériodiques, la somme des degrés jours (d°/j). Les calculs ont été effectués d'après la formule de la constante thermique:  $K = Y(t-a)$ , où  $Y$ = durée de développement en jours,  $t$ = température d'élevage et  $a$ = seuil thermique de développement. Différents auteurs (ARNOLD, 1959; DURANT & al, 1982; SANBORN & al, 1982) considèrent que le seuil thermique correct serait celui qui donne la constante thermique la moins variable. Selon cette méthode les calculs indiquent, sous LO 16:8, un seuil thermique de 10°C. avec une somme de 559 d°/j et de 9°C. et 593 d°/j sous LO 12:12. Des observations réalisées à la suite de transferts de larves et de nymphes, de 21°C. LO 12:12 à différentes températures basses (11°, 8°, 5°C.) durant 1 ou 2 mois avant d'être ramenés à 21°C., confirment bien que la nymphose et l'émergence peuvent avoir lieu à 11°C mais non à 8°C.

#### -OEUVS:

Le tableau 3 indique les durées d'incubation des oeufs à différentes températures constantes:

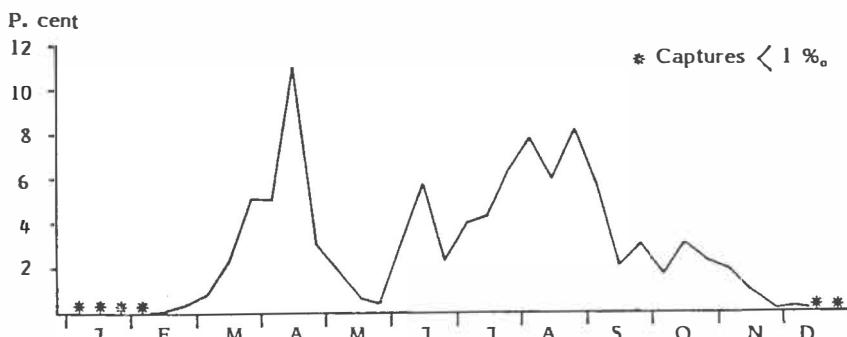
Températures	30°	28°	25°	21°	18°	15°	11°	8°
Durées(jours)	3	3	3,5	5	7	12	32	*

\*Pas d'éclosion mais les oeufs transférés à 15°C. après 6, 18 et 24 jours à 8°C. éclosent respectivement après 11, 9 et 6 jours.

L'équation de la droite de régression de la vitesse de développement en fonction de la température est:  $Y=1,846x-18,374$  ( $r=0,998$ ) et le seuil thermique théorique de 9,96°C. Le développement complet de l'oeuf ne peut avoir lieu à 8°C., toutefois une fraction du développement peut s'y effectuer. Si l'on applique, au niveau des oeufs, la méthode de la constante thermique la moins variable utilisée ci-dessus, le seuil thermique, supposé être le plus correct, est de 10°C. avec une somme de 62 d°/j.

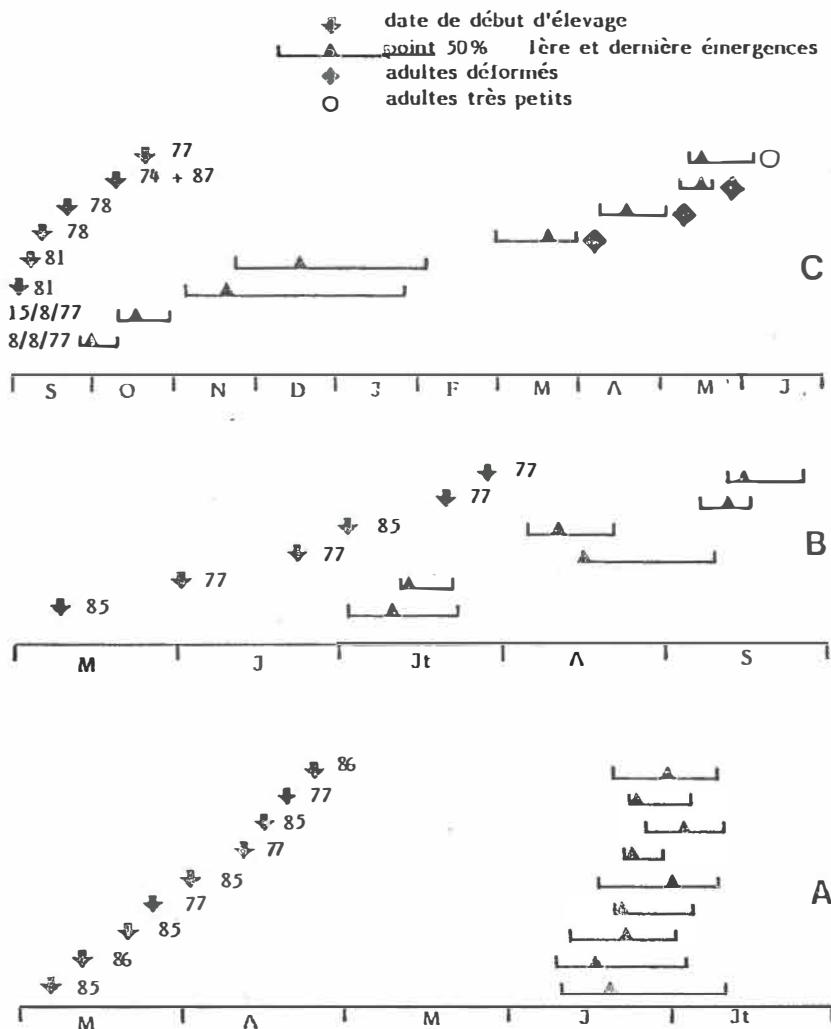
#### B)-Durées de développement des stades larvaire et nymphal sous abri insectarium, à différentes périodes de l'année.

Afin de permettre des comparaisons nous présentons, figure 1, la courbe des captures cumulées obtenues au piège lumineux en fonctionnement dans la région d'Avignon de 1964 à 1988. Une autre courbe a été établie à l'aide du piégeage sexuel, réalisé dans la même région de 1984 à 1988, incluant les données obtenues dans le cadre du réseau OILB. Les deux techniques conduisent au même résultat, pour ce qui concerne l'allure générale des deux courbes, par contre des différences quantitatives significatives apparaissent selon les vols (CAUSSE & al, 1989)



**-LARVES ET NYMPHES:**

La figure 2 ci-après représente la durée de développement larvaire et nymphal ainsi que l'échelonnement des émergences pour des insectes mis en élevage sous abri insectarium, à des dates échelonnées, au cours des années 1977 à 1987.



Si l'on considère les élevages réalisés de mars à avril (Fig. 2A), en coïncidence avec la descendance des adultes du 1er vol, on observe que les émergences sont regroupées du 10/6 au 10/7, quelle que soit l'année.

Pour les élevages conduits du début mai à la fin juillet (Fig. 2B), en coïncidence avec la descendance des adultes du 2ème vol, la période des émergences s'échelonne de juillet à fin septembre. Ces données correspondent assez bien avec le

voltinisme que l'on peut déduire de la courbe de captures (Fig.1): un 1er vol de début mars à fin mai, un 2ème vol de début juin à début juillet, un 3ème vol de juillet à fin septembre.

L'avenir des populations issues des pontes déposées au cours de ce 3ème vol peut être comparé aux élevages réalisés du 8/8 au 20/10 environ (Fig. 2C). L'émergence s'effectue de façon très échelonnée de octobre à janvier, ceci correspond avec le 4ème vol observé de octobre à décembre-janvier (Fig. 1).

Toutefois, les élevages commencés de la fin septembre à octobre, ont un avenir incertain, lié aux conditions thermiques de l'année. Nous n'avons pu obtenir un développement complet, de la chenille néonate à l'adulte, que certaines années. La résistance des larves au dernier stade est plus élevée. C'est le stade prénymphal qui constitue, comme pour d'autres espèces également à la limite nord de leur aire de développement, telle que *Mythimna unipuncta* Haw. (BUES & al, 1987), le stade critique pour leur survie hivernale. Les adultes obtenus sont soit très petits soit, plus fréquemment, déformés. En l'absence de tout mécanisme synchronisateur, le développement larvaire et nymphal de *A. ipsilon* s'effectue en relation directe avec la température et des émergences ont lieu de façon échelonnées de novembre à février, alors que les températures nocturnes ne permettent pas l'accouplement.

#### -OEUFS:

Comme l'ont montré les études en températures constantes, la durée d'incubation aux basses températures peut être très longue. L'exposition d'oeufs, dans les conditions naturelles au printemps, confirme ces résultats. Ainsi en 1985, des oeufs exposés les 2/3, 21/3 et 18/4 éclosent respectivement le 4/4, 8/4 et 30/4, c'est à dire après 33, 18 et 12 jours.

## CONCLUSIONS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus en températures constantes montrent que la température seuil du développement larvaire et nymphal varie entre 9° et 10°C. et la somme des degrés jours entre 559 et 593 selon que l'élevage est réalisé respectivement sous LO 16:8 ou LO 12:12. Toutefois, les différences de durées de développement, selon les conditions photopériodiques, sont relativement faibles et peuvent être dues aux conditions expérimentales. BECK (1986), conclut également à l'absence de différences entre durées de développement larvaire en fonction de la photopériode. Par contre, GORYSHIN & AKHMEDOV (1971), AYRAPETYAN (1983), concluent quant à eux à l'action de la photopériode sur la durée de développement de *A. ipsilon*. BECK (1988), détermine un seuil thermique moyen de 8,5°C. pour le développement larvaire et nymphal. RIVNAY (1964) indique, pour les mêmes stades, un seuil de 7-9°C. avec une somme de degrés jours de 660-668 et LUCKMAN & al (1976) un seuil de 10,4°C et 555 à 638 d°/j. Ces résultats, quelques peu différents selon les auteurs, montrent la difficulté d'établir un seuil précis. Il convient aussi de différencier la température seuil, à partir de laquelle l'insecte peut effectuer le développement complet du stade concerné, du seuil thermique auquel l'insecte peut, en alternance avec une température plus élevée, effectuer une fraction de son développement.

Afin de préciser cette notion de seuil nous avons calculé, pour différents élevages conduits en conditions naturelles, la somme des degrés jours cumulés au dessus du seuil de 10°C.(températures moyennes de 1980 à 1984, prises sous abri). On constate que pour les élevages réalisés du 6/3 au 25/4, la somme thermique varie de 440 à 491 d°/j, pour ceux réalisés du 9/5 au 28/7 de 545 à 560 d°/J et pour ceux conduits durant l'hiver du 4/9 au 14/10, la somme varie de 215 à 360 d°/J. Ces mêmes calculs théoriques effectués avec un seuil de 8°C., au lieu de 10°C., donnent respectivement 618-627, 641-684 et 419-507 d°/J, ce qui nous rapproche davantage des données obtenues, en moyenne, en conditions constantes (559-593). Ces calculs ne sont pas exempts de risques d'erreurs dont le plus important est la différence entre la température prise en compte pour les calculs et la température réellement perçue par

l'insecte dans les conditions d'élevages. Il est également possible que des différences puissent exister entre populations Européennes et Nord Américaines. Néanmoins, en accord avec BECK (1988), il semble qu'un seuil de 8°-9°C. doit être considéré comme le plus probable.

Au niveau de la durée d'incubation des oeufs, HASEGAWA & TAKEKATSU (1969), indiquent une somme de 56,5 d°/j et LUCKMAN & al (1976) une moyenne de 52 d°/j. Les mêmes calculs que ceux réalisés au niveau larvaire sous abri insectarium nous conduisent à considérer le seuil de 8°C. avec une somme de 60-62 d°/j, comme le plus probable. BECK (1988) indique que le stade oeuf est le plus résistant aux basses températures et qu'il peut survivre jusqu'à 3 semaines à -5°C. et 2 semaines à -10°C., alors que les larves au 6ème stade ne peuvent supporter une température négative de -10°C. plus de quelques jours.

Nos études conduites en conditions naturelles, durant l'hiver sous abri insectarium, confirment que l'espèce ne peut hiverner aux stades immatures, dans le sud de la France, que certains hivers dans des zones privilégiées du littoral méditerranéen. Les émergences ont alors lieu de façon échelonnées, l'accouplement est aléatoire et l'on peut considérer que tous les oeufs éclos à partir de fin septembre constituent une population sans devenir biologique.

En résumé, le 1er vol observé de mars à mai est constitué d'adultes féconds, généralement de grande dimension alaire, provenant de régions plus au sud (probablement à partir du 40ème parallèle (GABARRA comm. pers.). Il est remarquable que leur arrivée en grand nombre coïncide généralement avec des périodes prolongées de vent de direction sud-nord. Les études actuellement en cours montrent que la plus grande partie de cette population semble se disperser sur la bordure littorale, une faible partie seulement pénètre à l'intérieur des terres et quelques individus isolés peuvent même atteindre, dès avril, les côtes du nord. Les résultats encore fragmentaires en notre possession permettent d'envisager, le long du littoral atlantique, un processus d'invasion semblable.

Le 2ème vol, issu de cette 1ère génération larvaire, potentiellement très nuisible, constitue la phase de dispersion sur l'ensemble du territoire, avec une raréfaction des populations dans le sud, au cours des deux mois les plus chauds de l'année (juillet-août). Une observation similaire a été faite en Israël (RIVNAY, 1964), dans des conditions de températures plus drastiques.

Les 3ème et 4ème vols se chevauchent de juillet à octobre-novembre. Ils sont constitués d'adultes appartenant en majorité aux populations qui se sont développées dans toute les régions plus septentrionales en France et en Europe et qui se déplacent de façon massive vers le sud pour la reproduction. La preuve la plus frappante de ce vol sont les quantités, parfois énormes (plusieurs milliers, par heure de capture, à un piège lumineux), qui sont capturés dans certains cols Alpins (PCITOUT & al, 1974). Malgré les quantités importantes d'adultes parvenant sur le littoral méditerranéen, seuls quelques dégâts sont parfois observés dans des zones microclimatiques, telle que la région de Hyères (notamment sur cultures florales et d'artichauts) qui représentent en fait les zones privilégiées citées ci-dessus.

Une explication plus complète de la dynamique des populations de *A. epsilon*, à l'échelle du Bassin méditerranéen et de l'Europe, ne pourra être élaborée que lorsque l'on connaîtra avec plus de précision les zones géographiques où s'effectue la reproduction de l'espèce, de octobre à mars, et la dynamique des populations dans ces régions.

**REMERCIEMENTS:** Les auteurs remercient Madame Liliane Boudinon pour sa contribution à la conduite des élevages.

## BIBLIOGRAPHIE:

- ARNOLD C.Y., 1959- The determination and signification of the base temperature in a Linear Heat Unit System. Proc. am. Soc. hortic. Sci., 74, 430-445.
- AYRAPETYAN A.G., 1983- An ecological-physiological analysis of the photoperiodic reaction in the black cutworm *Agrotis ipsilon* (Lep. Noctuidae). Entomol. Rev., 62, 10-18.
- BECK S.D., 1986- Effects of photoperiod and thermal on growth of *Agrotis ipsilon* (Lep. Noctuidae). Ann. Entomol. Soc. Am., 79, 821-828.
- BECK S.D., 1988- Thermoperiod and larval development of *Agrotis ipsilon* (Lep. Noctuidae). Ann. Entomol. Soc. Am., 81, 831-835.
- BUES R., POITOUT S., ANGLADE P., ROBIN J.C., 1986- Etude du cycle évolutif et de l'hivernation de *Mythimna unipuncta* Haw. (Lep. Noctuidae) dans le sud de la France. Acta oecologica, Oecol. appl., 7, 161-166.
- CAUSSE R., BUES R., BARTHES J., TOUBON J.F., 1985- Mise en évidence expérimentale de nouveaux constituants des phéromones de *Scotia ipsilon* et *Mamestra suasa* (Lep. Noctuidae). Colloque médiateurs chimiques, Ed. INRA Paris, 46, 67-73.
- CAUSSE R., BUES R., BARTHES J., TOUBON J.F., POITOUT S., 1989- Utilisation du piégeage sexuel pour l'étude des migrations de *Agrotis ipsilon* Hufn., Comparaison avec le piégeage lumineux. OILB/SROP (à paraître).
- DURANT R., BONHOMME R., DERIEUX M., 1982- Seuil optimal des sommes de températures. Application au Maïs (*Zea mays* L.). Agronomie, 2, 589-597.
- GORYSHIN N.I., AKHMEDOV R.M., 1971- Photoperiod and temperature as factors of development of *Agrotis ipsilon* (Lep. Noctuidae). Zool. Zh., 1, 56-66.
- HASEGAVA T., TAKEKATSU C., 1969- Relations of temperature to the development of the egg and larval stage of *Agrotis ipsilon* and *Agrotis fucosa* (Preliminary report). Jap. J. Appl. Entomol. Zool., 13, 124-128.
- LUCKMANN W.H., SHAW J.T., SHERROD D.W., RUESINK W.G., 1976- Developmental rate of Black cutworm. J. econ. Entomol., 69, 386-388.
- ONYANGO ODIYO P., 1975- Seasonal distribution and migrations of *Agrotis ipsilon* Hunagel (Lep. Noctuidae). Centre for Overseas Pest Research. Tropical Pest Bulletin, 4, 26p.
- POITOUT S., BUES R., 1974- Elevage de chenilles de vingt huit espèces de Lépidoptères Noctuidae et de deux espèces d'Arctiidae sur milieu artificiel simple. Particularité de l'élevage selon les espèces. Ann Zool. Ecol. anim., 6, 431-441.
- POITOUT S., CAYROL R., CAUSSE R., ANGLADE P., 1974- Déroulement du programme d'études sur les migrations de Lépidoptères Noctuidae réalisé en montagne et principaux résultats acquis. Ann Zool. Ecol. anim., 6, 585-587.
- PGITOUT S., BUES R., 1977- Les noctuelles terricoles, biologie succincte, méthodologie et résultats d'essais de produits insecticides. Def. Vegt., 188, 368-386.
- RIVNAY E., 1964- A contribution to the biology and phenology of *Agrotis ipsilon* Rott. in Israel. Z. Angew. Entomol., 53, 295-309.
- SANBORN S.M., WYMAN I.A., CHAPMAN R.K., 1982- Threshold temperature and heat unit summation for seed corn maggot development under controlled conditions. Ann. entomol. Soc. am., 75, 103-106.

**LES EMERGENCES PRINTANIERES DE *Heliothis armigera* Hb. DANS LE SUD DE LA FRANCE EN RELATION AVEC LES DIFFERENTS ETATS DE DIAPAUSE NYMPHALE ET LA MIGRATION.**

**BUES R.\*, TOUBON J.F.\*, POITOUT S.\*, VILLEVIELLE M.\*\***

\* INRA Station de Zoologie & d'Apidologie F-MONTFAVET

\*\* Service de la Protection des Végétaux F-84140 MONTFAVET

**RESUME:**

A l'automne, chez *Heliothis armigera*, deux types de diapause nymphale peuvent être induit: l'un sous la seule action de la photopériode sur les larves, l'autre par la seule action des températures basses sur les nymphes nouvellement formées. Les premiers résultats obtenus montrent que le taux de survie des nymphes avec une diapause induite par la température est inférieur à celui des nymphes avec une diapause induite par la photopériode. Par contre, les dates des émergences au printemps, sont sensiblement identiques pour les deux types de diapause.

Le seuil thermique de développement post-diapause varie entre 18° et 20°C, pour les deux types de nymphes. A 21°C, les adultes issus des deux types nymphes émergent de façon homogène. Les émergences au printemps, des adultes issus de nymphes disposées dans des cages implantées dans trois localités, s'effectuent en coïncidence avec le premier vol, de fin mai à juin. Si différentes observations mettent en évidence l'existence à l'automne, d'un vol d'émigration du sud ouest de la France vers l'Espagne, rien ne permet pour le moment de supposer un mouvement inverse au printemps.

**INTRODUCTION**

Nous avons récemment décrit deux états de diapause nymphale, étudiés en conditions constantes (BUES & al., 1989). Si l'on transpose ces résultats dans les conditions naturelles, on peut supposer qu'à l'automne, trois types de nymphes se déterminent en proportions variables selon les conditions thermiques de l'année:

a) Des nymphes non diapausantes dont le seuil de développement est relativement bas (11°-12°C.).

b) Des nymphes avec une diapause induite au niveau larvaire par les photopériodes courtes. Nous l'avons appelée "diapause photopériodique" (Dph).

c) Des nymphes issues de chenilles, qui ont échappé à l'action des jours courts. La diapause est alors induite par l'action des températures basses auxquelles sont soumis les insectes de la fin du développement larvaire au début du développement nymphal. Nous l'avons appelé "diapause thermique" (Dth).

Dans les conditions expérimentales constantes, quelles que soient les interactions, on obtient très rarement 100% de nymphes diapausantes, plus souvent 60 à 80%. Par contre, à l'automne sous abri insectarium, on obtient assez facilement 100% de nymphes en diapause. Phénomène que l'on peut contrôler par transfert de ces nymphes aux conditions constantes de 18° LO 12:12. Il paraît donc vraisemblable, qu'à l'automne, l'action des températures basses sur les nymphes se cumule avec celle de la photopériode sur les larves, pour déterminer une population naturelle entièrement diapausante.

Les objectifs des expérimentations décrites ci-après sont de deux ordres:

a) Comparer, dans les conditions hivernales naturelles, la capacité de survie et les seuils thermiques minimaux de post-diapause des nymphes avec Dth et Dph.

b) Mettre en évidence l'existence éventuelle de mouvements migratoires au printemps dans le sud de la France, entre différentes zones géographiques, s'intégrant dans le contexte plus général des vols d'immigration en provenance de régions situées plus au sud.

## TECHNIQUES ET METHODES

Tous les élevages sont réalisés sur alimentation artificielle et suivant une technique déjà décrite (POITOUT & BUES, 1974).

La détermination des nymphes avec diapause est faite par l'observation de la présence de 4 points pigmentés, situés dans la région post-génale des stermates (SHUMAKOV & YAKHIMOVICH, 1955; PHILLIPS & NEWSOM, 1966).

Les nymphes avec Dph sont obtenues en conditions artificielles à 21°C LO 12:12. L'élevage est réalisé de façon à obtenir des nymphes en coïncidence avec l'entrée en diapause des populations naturelles. Après 10 jours passés à cette température, les nymphes avec ou sans diapause peuvent être discriminées, la Dth ne peut alors plus être induite (BUES & al, 1989). Les nymphes sont alors transférées sous abri insectarium.

Les nymphes avec Dth sont obtenues à 21°C LO 16:8, conditions non inductrices de Dph. Les nymphes formées dans les 24 heures précédent l'observation sont transférées à des dates échelonnées sous abri insectarium, de fin octobre à fin novembre. Selon la date de transfert, 7 lots d'insectes de plus de 100 individus chacun, ont été constitués. La proportion de nymphes diapauses, sera alors fonction des températures naturelles subies par les nymphes dans les jours qui suivent le transfert (BUES & al, 1989). Le contrôle de la rétention des points dans les stermates est effectué environ 2 mois après le transfert.

Les nymphes avec Dth ou Dph sont exposées sous insectarium durant tout l'hiver, en comparaison avec des nymphes issues d'élevages conduits en totalité sous abri insectarium durant la même période.

Pour l'étude des seuils thermiques de développement post-diapause, des lots de 40 nymphes avec Dph ou Dth, sont transférés, après levée de l'état de diapause, à différentes dates aux températures constantes de 21° et 18°C.

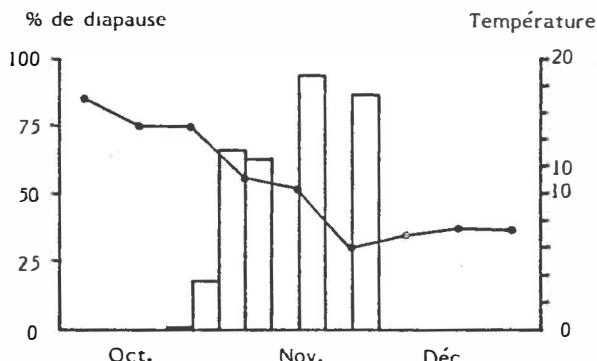
Au cours du printemps 1988, des nymphes en diapause issues d'élevages effectués à l'automne sous abri insectarium, ont été disposées dans des cages, dans 3 localités situées suivant un gradient sud-nord (Camargue, Avignon, Valréas). Ces nymphes hivernent dans des boîtes en matière plastique opaque fermées, de 25x10x10cm, remplies de tourbe. Chaque boîte contient une cinquantaine de nymphes elles mêmes disposées dans une cage grillagée de 40x40x50cm, enterrée sur les 2/3 de sa hauteur. Chaque cage contient deux boîtes, qui sont disposées de telle façon que les nymphes soient dans la couche superficielle du sol, entre 2 et 5 cm de profondeur. Cette technique a été rendue nécessaire par le très fort prédatisme, dû essentiellement aux Carabes et Fourmis. Différentes comparaisons, réalisées soit avec des nymphes formées directement dans les boîtes et conservées dans le cocon nymphal, soit avec des nymphes disposées directement dans la cage grillagée, mais alors assez fortement prédatées, n'ont pas fait apparaître de différences appréciables entre les techniques.

Les données obtenues sous cages sont comparées avec la courbe de captures obtenue avec deux pièges sexuels (INRA, 1988), espacés d'une cinquantaine de mètres, situés dans la localité la plus au sud (Camargue), à proximité d'une culture de tomate. L'attractif sexuel (2 mg Z11-16:Al, 80 µg Z9-16:AL, 100 µg 16:Al) est produit par le laboratoire des Médiateurs chimique, INRA, F-Brouessy. Les capsules sont renouvelées toutes les 4 semaines.

## RESULTATS

### A) Taux d'induction de la Dth sous abri insectarium

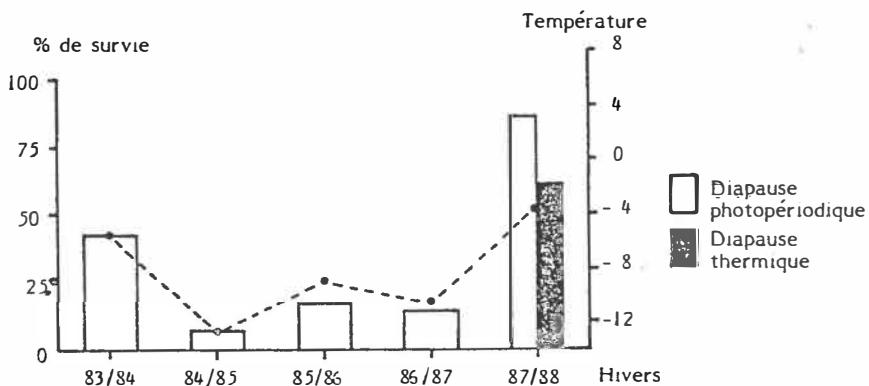
La figure 1 représente les pourcentages de Dth induite lorsque l'on transfère, sous abri insectarium à différentes dates, des nymphes âgées de 1 jour, issues d'élevages réalisés à 21°C. LO 16:8:



On observe un accroissement des pourcentages, en relation avec la baisse des températures moyennes prises à 2,5m sous abri. On remarque que la Dth ne peut être induite que lorsque les températures moyennes sont inférieures à 15°C. Cette expérience confirme bien la possibilité d'induire une diapause nymphale, dans les conditions naturelles, par la seule action des températures basses sur le stade nymphal.

#### B) Survie hivernale des nymphes diapausantes

La figure 2 résume les taux de mortalité hivernale de *H. armigera* en diapause sous abri insectarium, en fonction des conditions thermiques au cours de différents hivers.

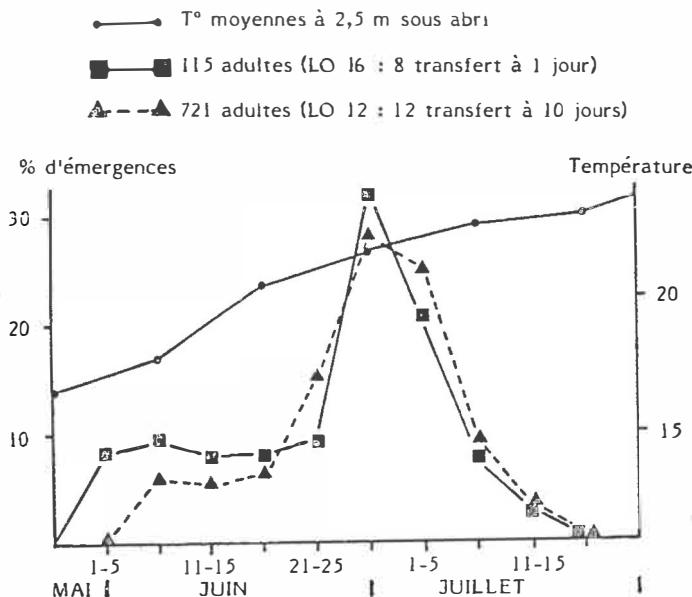


La mortalité est très importante (supérieure à 80%) durant trois hivers consécutifs (1984 à 1987). Ceci en coïncidence avec des hivers exceptionnellement rigoureux dans le sud de la France, comme l'indique assez bien la température minimale absolue à 2,5m sous abri. La comparaison de la mortalité hivernale entre les deux types de nymphes en diapause n'a été réalisée qu'à partir de l'hiver 1987/1988. On observe un taux de survie de 25% supérieur pour les nymphes avec Dph, comparé à celles avec Dth, ceci au cours d'un hiver relativement clément. Notons que les nymphes non diapausantes, issues d'élevages à 21°C soit LO 12:12 soit LO 16:8, transférées sous abri insectarium dans les mêmes conditions que les nymphes diapausantes, meurent toutes au cours de l'hiver.

Parallèlement à la baisse des taux de survie, au cours des différents hivers rigoureux, on a constaté une chute importante du total des captures réalisées dans deux pièges sexuels, disposés dans la même localité, au cours de l'année suivant l'hiver considéré, respectivement de 1984 à 1988: 2348, 1171, 722, 659 et 1389 captures. Au cours de cette dernière année, le nombre de captures a doublé, sans atteindre cependant le niveau d'avant les hivers rigoureux.

### C) Seuils thermiques pour les émergences

Les éclosions des nymphes issues d'élevages à 21°C LO 12:12 et LO 16:8, transférées en octobre 1987 sous abri insectarium, respectivement à l'âge de 10 jours (Dth) et de 1 jour (Dph), sont représentées figure 3.



On constate:

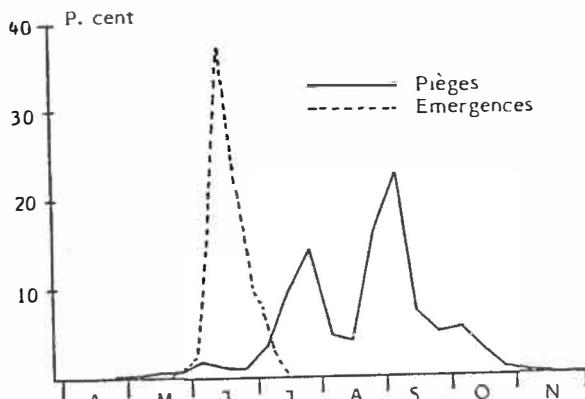
- Un début des émergences plus précoce pour les adultes issus de nymphes avec Dth
- Le pic principal des éclosions, des deux types de nymphes en diapause, est observé lorsque les températures moyennes s'élèvent au dessus de 20°C.
- La fin des émergences a lieu en même temps, pour les adultes issus des nymphes avec Dph ou avec Dth.

Ces résultats sont corroborés par ceux obtenus lorsque l'on transfère à 21° et 18°C., à différentes dates (5/1, 5/2, 2/3, 1/4), des nymphes avec Dph ou Dth, issues d'élevages sous abri insectarium. La synthèse des résultats obtenus peut être résumée ainsi:

- a) Au niveau du taux des émergences
  - A 21°C., tous les adultes émergent, quel que soit le type de diapause.
  - A 18°C., 4 adultes (5%) seulement émergent, issus de nymphes avec Dph contre 14 adultes (17,5%) pour celles avec Dth.
- b) La durée moyenne de développement à 21°C., nécessaire pour obtenir les émergences d'adultes issus de nymphes avec Dth (30 à 41 jours), est nettement inférieure celle nécessaire pour les nymphes avec Dph (54 à 83 jours). A 18°C., cette comparaison n'est pas possible à cause du trop faible nombre d'adultes éclos. Notons que lors d'essais effectués à 15°C., aucune émergence n'a été obtenue quel que soit le type de diapause.

### D) Emergences printanières et piégeage sexuel

La comparaison de la courbe des émergences sous cages, au printemps 1988 (262 adultes), avec celle des captures aux pièges sexuels, cumulées de 1985 à 1987 (3300 captures), est représentée figure 4:



On constate que les émergences sous cages ont lieu en coïncidence avec un 1er vol de très faible importance, de fin mai à juin. Les quelques émergences observées en début juillet sont issues de la cage disposée à Valréas. Deux autres vols peuvent être distingués au cours de la période estivale: de juillet à mi-août puis de fin août à octobre (BUES & al, 1988).

#### DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Ces premiers résultats permettent de répondre à quelques unes des questions posées dans l'introduction:

- On peut induire une diapause par la seule action des températures basses de l'automne, en coïncidence temporelle avec l'induction de la diapause dans les populations naturelles. Dans nos expériences, l'induction est obtenue en exposant des nymphes âgées de 1 jour, mais nous avons montré, en conditions artificielles, que l'induction peut également être obtenue en exposant des larves au dernier stade ou des prénymphe (BUES & al, 1989).

- Les observations montrent que le taux de survie hivernal est étroitement dépendant des conditions thermiques et qu'une mortalité importante est toujours observée. Au cours de l'hiver 1987/1988, le taux de survie des nymphes avec Dth (60,7%) a été inférieur de 25% à celui des nymphes avec Dph. D'autres auteurs ont constaté qu'une cause importante de l'accroissement de la mortalité peut être liée à un taux élevé d'humidité du sol (EGER, 1981).

- Les dates des émergences sous abri insectarium, au cours de l'hiver 1987/1988, ont été semblables quel que soit le type de diapause. Toutefois, un faible pourcentage de nymphes avec Dth émerge, en moyenne une semaine avant celles avec Dph. Cette observation est étayée par des expériences de transfert de nymphes de l'insectarium à 18°C, qui montrent qu'une partie des nymphes (5% pour les nymphes avec Dph et 17,5% pour celles avec Dth) ont un seuil thermique plus bas et peuvent donner des adultes à cette température.

- Les nymphes avec Dth, transférées de l'insectarium à 21°C, ont une durée de développement plus courte que celles des nymphes avec Dph.

- Le seuil thermique de développement post-diapause des nymphes avec Dth ou Dph se situe autour de 2°-21°C.

Ces résultats permettent d'expliquer l'échelonnement parfois important des émergences, notamment lorsque les températures restent longtemps voisines du seuil thermique. Seules les températures égales ou supérieures au seuil de développement post-diapause sont prises en compte pour le développement des nymphes. Cette fourchette thermique (18°-21°C.) coïncide avec celle définie par HOLTZER & al (1976) pour *Heliothis zea* Boddie. Cet auteur indique qu'à 18°C. beaucoup d'individus n'ont pas émergés après 201 jours. Elle est par contre nettement supérieure à celle de 16°C. indiquée par HİMİMINA (1983), pour des nymphes diapausantes.

- Les premiers résultats de la comparaison entre les dates des émergences sous cages dans trois localités et la courbe de captures aux pièges sexuels, montrent une bonne coïncidence si l'on excepte quelques émergences légèrement plus tardives dans la localité située la plus au nord. Les captures réalisées au cours du 1er vol sont toujours très faibles sans que l'on puisse encore indiquer si elles correspondent réellement à de très basses populations survivantes à l'hiver ou à un état physiologique particulier des adultes.

Dans le sud de la France, *H. armigera* se trouve à la limite nord de son aire de développement permanent. Plusieurs auteurs, PEDGLEY (1986), FARROW & DALY (1987) indiquent l'existence de mouvements migratoires, plus ou moins liés aux courants d'air aériens. Des campagnes de piégeage lumineux, réalisés dans un col Pyrénéen à l'automne (ANGLADE, 1969) montrent que d'importantes populations sont capturées dans un biotope où l'espèce ne peut pas se développer. En 1988, du 5 au 8 octobre dans les Pyrénées, sur 1800 captures de Noctuelles, effectuées par l'un de nous, 12% appartenait à l'espèce *H. armigera*. Par contre, le piégeage lumineux effectué pendant plusieurs années (1967-1972) dans le sud ouest (ANGLADE com.pers.), confirme l'absence d'un vol d'émigration au printemps, à l'exemple de *celui de Agrotis ipsilon* Hufn., venant renforcer les populations du sud de la France, survivantes à l'hiver.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ANGLADE P., 1969- Premières observations de déplacements orientés de Noctuelles et de Sphingides dans une haute vallée Pyrénéenne par recapture d'insectes marqués. Bull. Soc. entomol. Fr., 74, 59-63.
- BUES R., TOUBON J.F., POITOUT S., BOUDINHON L., 1988- Dynamique des populations et lutte microbiologique contre la noctuelle de la tomate (*H. armigera*) sous serres dans le sud de la France. P.H.M., Revue Horticole, 285, 43-48.
- BUES R., HMIMINA M., POITCUT S., GABARRA R., 1989- Différents états de diapause nymphale et stratégie d'hivernation de *Heliothis armigera* Hübn. (Lep. Noctuidae). J. Appl. Ent., sous presse.
- EGER J. E., 1981- Factors affecting winter survival of *Heliothis virescens* F. and *Heliothis zea* Boddie (Lep. Noctuidae), and subsequent development of wild spring host plants. Diss. Abs. Inter., 42, 897-898.
- FARROW R.A., DALY J.C., 1987- Long-range movements as an adaptive strategy in the Genus *Heliothis* (Lep. Noctuidae): a review of its occurrence and detection in four pest species. Aust. J. Zool., 35, 1-24.
- HIMMINA M., 1984- Développement de diapause et de post-diapause chez *Heliothis armigera* Hb. (Noctuidae): Modélisation et tentative de prévision des vols printaniers. Actes Inst. Agro. Vét. Rabat, 4, 129-136.
- HOLTZER T.O., BRADLEY J.R., RABB R.L., 1976- Effects of various temperature regimes on the time required for emergence of diapausing *Heliothis zea*. Ann. entomol. Soc. Am., 65, 257-260.
- INRA, 1988- Piégeage de Lépidoptères nuisibles aux cultures à l'aide de phéromones sexuelles de synthèse. Ed INRA, Laboratoire des Médiateurs Chimiques, Paris, 102p.
- o PEDGLEY D.E., 1986- Windborne migration in the Middle East by the moth *Heliothis armigera* (Lep. Noctuidae). Ecol. Entomol., 11, 467-470.
- PHILLIPS J.R., NEWSOM L.D., 1966- Diapause in *Heliothis zea* and *Heliothis virescens* (Lep. Noctuidae). Ann. entomol. Soc. Am., 59, 154-159.
- POITOUT S., BUES R., 1974- Elevage de chenilles de vingt huit espèces de Lépidoptères Noctuidae et deux espèces d'Arctiidae sur milieu artificiel simple. Particularité de l'élevage selon les espèces. Ann Zool. Ecol. anim., 6, 431-441.
- SHUMAKOV E.M., YAKHIMOVICH L.A., 1955- Morphological and histological peculiarities of the metamorphosis of the cotton Bollworm (*Chloridea obsoleta* F.) in connection with the phenomenon of diapause. Dokl. Akad. Nauk. SSSR, 101, 779-782.

**DAMAGE LEVELS BY BLACK CUTWORM LARVAE, Agrotis ipsilon  
(HÜFNAGEL) (LEP. : NOCTUIDAE) ON MAIZE AND  
TOBACCO IN SOUTHERN SPAIN**

**T. CABELLO**

Junta de Andalucia, Servicio de Investigaciones Agrarias,

Departamento de Protección Vegetal,

Centro de Investigacion y Desarrollo Agrario de Granada (Spain)

**SUMMARY**

The cutting potential of black cutworm larvae (Agrotis ipsilon) has been studied on maize and tobacco in plots enclosed by wooden barriers. Infestations were done manually using fourth instar larvae at four levels (0.25, 0.50, 1.00 and 2.00 larvae per plant) and four plant growth stages of the crops (1-, 3-, 5- and 7-leaf maize plant or 3-, 5-, 7- and 9-leaf tobacco plant). Percentages of cut plants at each infestation level on maize were : 15.5 %, 18.7 %, 24.9 % and 52.3 % for the 1-leaf plant ; 1.1 %, 3.1 %, 5.8 % and 12.6 % for the 3-leaf plant ; 0 %, 1.7 %, 2.8 % and 3.3 % for the 5-leaf plant ; and 0 % at all infestation levels for the 7-leaf plant. Percentages for tobacco were : 3.1 %, 10.7 %, 11.1 % and 14.2 % for the 3-leaf plant ; 0 %; 3.1 %, 5.9 % and 10.7 % for the 5-leaf plant ; and 0 % at all infestation levels for the 7- and 9-leaf plant.

**INTRODUCTION**

Larvae of Agrotis segetum (Denis and Schiffermüller) and A. ipsilon (Hüfnagel) are cutworm species that cause serious damage to maize, tobacco, potato, sugar-beet and other crops in southern Spain (GOMEZ-BUSTILLO et al., 1984, 1985 ; MORILLO-VELARDE, 1984 ; CABELLO, 1986, 1987). Larval feeding activities of these species have been previously studied on maize in the climatic conditions of southern Spain (CABELLO and HERNANDEZ, 1988).

The present study was conducted to add to our knowledge of the feeding and cutting activities of A. ipsilon larvae in two of the most important crops of southern Spain : maize and tobacco.

**MATERIAL AND METHODS**

The study was conducted in maize and tobacco fields (800 m<sup>2</sup>.each field) at the Centro de Investigacion y Desarrollo Agrario de Granada (Spain) from May to July (1988).

Black cutworm larvae, A. epsilon, used in this work were taken from laboratory cultures. Larvae were reared on artificial diet (composition : agar 20 g., powdered maize kernels 50 g., wheat germ 50 g., brewers yeast 50 g., ascorbic acid 4.5 g., benzoic acid 1.8 g., M-nipagine 1.8 g, chloramphenicol 0.5 g, vitamine additive 12 g., and distilled water 880 ml.) and under controlled conditions (25 1° C, 70 10 % R.H., and 16 : 8 hours of light : darkness) following the methodology described by CABELLO et al. (1984a, b).

The methodology used in the field plots was similar to that described by SECHRIEST and YORK (1967) except where we used wooden barriers to encircle completely 2 rows (2 m. long) of maize or tobacco (3 m<sup>2</sup>. each plot).

Maize FUNK'S 4727, was sown on April 22nd. and infested when plants were in the 1-, 3-, 5- or 7-leaf growth stage. Tobacco TENNESSEE 86, was transplanted on May 28th. and infested when plants were in the 3-, 5-, 7 or 9-leaf growth stage. Infestations were done manually with fourth instar larvae at four levels : 1 larva/4 plants, 1 larva/2 plants, 1 larva/plant and 2 larvae/plant. The number of replications was four in each crop, infestation level and growth stage of the crop.

Recorded were the number of plants damaged or cut by black cutworm larvae. These data were analyzed by the BMDO 2R "step-wise regression" program.

## RESULTS AND DISCUSSION

Percentages of plants damaged or cut by A. epsilon larvae as influenced by infestation level and plant age are shown in table I for tobacco and maize.

Percentages of cut plants were much higher in tobacco than in maize when the plants had similar leaf numbers. However, the hight percentage of cut plants was found on 1-leaf maize plants, with more than 50 % of plants cuts.

Results reported here are similar to those found by CABELLO and HERNANDEZ (1988) for A. epsilon and A. segetum on maize, but SCHRIEST and YORK (1967) found a slightly higher value for A. epsilon in 3-leaf maize plants.

From our results we could determine a susceptibility period of cutting for these crops. This period would cover from 1- to 4-leaf plants for maize and from transplantation to 5-leaf plants for tobacco.

TABLE 1.: PERCENTAGES OF MAIZE AND TOBACCO PLANTS CUT OR DAMAGED BY AGROTIS IPSILON LARVAE AS INFLUENCED BY INFESTATION LEVEL AND PLANT AGE.

CROP	PLANT GROWTH STAGES		PEST DENSITY (no.larvae/plant)	PERCENTAGES OF PLANT(*)	
	no.leaf/plant	plant height (cm.)		Damaged	Cut
MAIZE	1	12.6	0.25	29.7 efg	15.5
			0.50	50.4 cd	18.7 bc
			1.00	64.2 abc	24.9 b
			2.00	73.4 ab	52.3 a
	3	22.1	0.25	31.1 ef	1.1 g
			0.50	40.0 de	3.1 fg
			1.00	61.7 bc	5.8 ef
			2.00	77.5 a	12.6 de
	5	42.4	0.25	33.3 fgh	0.0 g
			0.50	40.4 de	1.7 g
			1.00	67.0 ab	2.8 fg
			2.00	72.9 ab	3.3 fg
	7	67.5	0.25	8.9 i	0.0 g
			0.50	10.7 i	0.0 g
			1.00	9.5 i	0.0 g
			2.00	16.5 ghi	0.0 g
TOBACCO	3	7.6	0.25	42.0 bcde	3.1 bc
			0.50	60.8 abcd	10.7 abc
			1.00	79.8 a	11.1 ab
			2.00	63.9 abcd	14.2 a
	5	8.1	0.25	38.2 cde	0.0 c
			0.50	61.3 abcd	3.1 bc
			1.00	66.1 abc	5.9 abc
			2.00	71.4 ab	10.7 ab
	7	8.7	0.25	21.4 efg	0.0 c
			0.50	45.0 bcde	0.0 c
			1.00	34.4 def	2.1 bc
			2.00	47.8 bcde	4.8 abc
	9	9.8	0.25	10.3 g	0.0 c
			0.50	12.5 fg	0.0 c
			1.00	14.2 fg	0.0 c
			2.00	43.3 bcde	0.0 c

(\*) Values on columns for each crop followed for the same letter do not show significant differences ( $P = 0.05$ ).

\* TOBACCO :

$$Z = -0.447 + 0.581 X - 0.065 Y^3 + 0.014 X^2 Y + 0.014 X Y^2$$

R = 0.9966 ; F = 1604,454 ; df = 4 and 60

\* MAIZE :

$$Z = 0.253 - 0.736 X \cdot 0.001 Y^3 + 0.005 X^2 Y + 0.004 X Y^2$$

R = 0.9838 ; F = 631,526 ; df = 4 and 60

With : Z = percentage of cut plants.

X = no. larvae per m<sup>2</sup>.

Y = no. leaves per plant.

#### **ACKNOWLEDGMENT**

I thank Araceli CABELLO-GARCIA for help in laboratory and field work.

#### **REFERENCES**

1. CABELLO, T. (1986). Plagas de Lepidopteros en cultivos del Valle del Quadalquivir. Actas VIII Jornadas A.e.E. : 839-848.
2. CABELLO, T. (1987). Especies de noctuidos (Lep. : Noctuidae) de interés agrícola en la Vega de Granada y su fenología. Proc. III. Cong. Iberico de Entomol. (In print).
3. CABELLO, T. et al. (1984a). Development, longevity and fecundity of Spodoptera littoralis (Boisd.) (Lep. : Noctuidae) reared on eight artificial diets. Z. ang. Ent., 97 : 494-499.
4. CABELLO, T. et al. (1984b). Utilización de una dieta artificial simple en la cría de Heliothis armigera Hüb., Spodoptera littoralis Boisd. y Trigonophora meticulosa Hüb. (Lep. : Noctuidae). Anales INIA, Sr. Agr., 27 : 101-107.
5. CABELLO, T. and HERNANDEZ, M.D. (1988). Actividades de alimentación de las larvas de Agrotis segetum y A. ipsilon (Lep. : Noctuidae) y niveles de daños en maíz. Bol. S. an. Veg. Plagas, 14 : 295-305.
6. GOMEZ-BUSTILLO, M.R. et al. (1984). Notas sobre la influencia de algunos noctuidos en la Agricultura Hispano-portuguesa (Lepidoptera).

- (I). SHILAP, Revta. lepid., 12 : 265-278.
7. GOMEZ-BUSTOLLO, M.R. et al. (1985). Notas sobre la influencia de algunos noctuidos en la Agricultura Hispano-Portuguesa (Lepidoptera).  
(II). SHILAP, Revta. lepid., 13 : 7-17.
8. MORILLO-VELARDE, R., 1984. Los parasitos en la remolacha. Cuadernos de Fitopatología, 2 : 75-83.
9. SECHRIEST, R.E. and YORK, A.C. (1967). Evaluating artificial infestations of black cutworms. J. Econ. Entomol., 60 : 923-925.

## EVALUATION OF THE METHODS FOR THE PROGNOSIS OF HELIOTHIS ARMIGERA POPULATIONS

R. GABARRA

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA),  
Centre de Cabrils . Carretera de Cabrils s/n. 08348 Cabrils  
(Barcelona), Spain.

### Summary

Different types of pheromone and light traps were evaluated for monitoring Heliothis armigera populations in Cabrils, Barcelona. The number of adults caught were generally higher in the water pheromone traps. In contrast, catches with light traps were always lower than with pheromone traps. Differences in the degree of attack and number of captures in relation to the phenological stage was observed in tomato and carnation. At bloom in autumn, carnation resulted much more attractive to the insect than tomato.

The overwintering of H. armigera was also studied. The survival rate of the pupae was less than 20% when they were buried in the first 5 cm of soil. However, in the insectary, the survival rate was higher. The emergence of adults in the years in which the pupae were buried in the soil, occurred roughly 45 days before as compared to the years in which the insects were kept in the insectary. The differences between the ambient and ground, temperature are important. This temperature variation would partly explain the 45 day difference found in the emergence of adults.

The results obtained suggest that the adults caught in traps between the end of April and the beginning of May do not originate from migrant populations but from insects that have emerged from local populations of H. armigera.

### Introduction

In Catalonia Heliothis armigera attacks vegetable and ornamental crops, in particularly tomatoes and carnations. Field tomatoes are generally planted in May and June. Attacks on this crop take place especially during the summer and are low in autumn, although they are still in full production. Carnations are planted in the months of April-May and do not flower until September-October, when the most important attacks by the moth take place, up to ten eggs per flower can be found.

An IPM program based on the use of natural populations of predatory/phytophagous bugs (Salamero et al. 1987), Gabarra et al. 1988) has been developed in the last few years for field tomato crops by our team. This program is aimed especially at controlling the main pests, which are greenhouse whitefly and the American leafminer. These predators only attack the moth at the egg stage. Therefore, it is necessary to know the development of the populations of H. armigera in order

to control it by means of products which do not significantly distort the control program. In order to know the development of the adult populations of this moth, the use of different types of pheromone traps, as well as a light trap, was studied. The catches of *H. armigera* in the two crops most damaged by this moth in our area, tomato and carnation, were also monitored. The overwintering of this pupae in field conditions was also studied in order to carry out the monitoring of the first annual generation.

#### Material and methods

##### a) Monitoring the flight of the adults.

In 1983 and 1984, Zœcon-R traps were compared with water traps, which consisted of plastic mineral water bottles with lateral apertures full of water (Bues, personal communication). In 1985, the above-mentioned water traps were compared with INRA traps (Bues, in press) and from 1986 onwards populations were monitored only with the latter.

##### 1) Types of traps

In the first three years, there were two traps of each one of the types tested and they were always located beside a tomato crop. The pheromone capsules used were always prepared by INRA-Brouessy.

During the years 1983-1986, a light trap monitoring the number of adult *H. armigera* caught was kept during the whole year.

##### 2) Crops

In 1984, water traps in tomato and carnation crops, and in 1987 INRA water traps, were set up in both crops.

##### b) Overwintering

From 1984 to 1988 the entry in diapause of the latest generation of *H. armigera* and the emergence of adults in the following spring were studied. In the years 1984-1986 the diapausing pupae were kept in an field insectary until they hatched. In 1986-1988 the diapausing pupae were buried in the ground in the month of February in order to simulate more natural conditions at a depth of about 3 cms and were kept in these conditions until the adults emerged. The dates of the formation of the pupae and the emergence of the adults, as well their death rate, were monitored.

#### Results and discussion

##### a) Monitoring the adult populations

###### 1) Types of Traps

Figures 1, 2 and 3 display the number of males of *H. armigera* caught per trap per week in each one of the three types of traps in 1983, 1984 and 1985 respectively. Table 1 indicates the total number of males caught at different periods of the year in each type of trap, according to the crop in which the latter was located.

The number of individuals caught is generally superior in the water traps, especially with the INRA model. Similar results were observed by Rothschild et al. (1981) and Bourdaouxhe (1982). Comparison of the rhythm of capture in the water and sticky traps for the years 1983

and 1984 reveals that their behaviour over the year is variable, especially during 1984; the Zoecon-type traps caught a higher number of males during the month of August, yet during 1983 the reverse was true for this period. The high variability of captures between traps in the same week makes it difficult to compare them on a weekly basis. As can be seen in Figures 1, 2 and 3, catches with light traps were always lower than with pheromone traps.

Given the ease of maintenance of water traps and the fact that, in general, the catches were higher, from 1986 onwards monitoring of adult populations was only continued with INRA water traps.

## 2) Crops

Table 1 and figure 4 show the influence of the crop in which the pheromone traps were located on the number of males caught. During the autumn, the carnation crop proves much more attractive than the tomato crop, although both are in bloom. The same behaviour is observed for damage, as in this period each flower has an average of 5 to 6 moth eggs, with no damage found in tomatoes. Wardhaugh et al. (1980) for *H. armigera* and *H. punctigera* and Slosser et al. (1987) for *H. zea* also indicate differences in the degree of attack and the number of captures according to the crop and its phenological stage.

### b) Overwintering

The survival rate of the pupae of *H. armigera* during the winter is less than 20% when they are buried in the ground. However, in the insectary the survival rate was higher, especially in the winter of 1985-1986, Table 2. In the first case, significant populations of ants, which even killed recently emerged adults, were observed. These results indicate the high death rate for the overwintering pupae in conditions in our area.

In October-November in the north of Barcelona, 100% of the pupae enter diapause. During the winters of 1984-1985 and 1985-1986, in which the pupae remained in the insectary, the emergence of 50% of adults was observed on the 26th and 17th June, respectively. Poitout and Bues (1979) indicate similar dates in the south of France. During the winters of 1986-1987 and 1987-1988, in which the pupae were located in the ground, 50% emergence of adults was observed on the 24th and 26th April, respectively. There was, therefore, a difference of roughly one month and a half between the years in which the pupae remained in the insectary and the years in which they were located in the ground.

In May 1985, adults were caught in this same period in pheromone traps. This would indicate that in order to find the emergence of the first generation of adults, it is necessary to monitor the emergence of pupae located in the ground. One of the reasons that might explain these differences would be the temperature variation existing between the air and the ground. Table 3 displays the mean monthly temperatures (February-June) at three different levels (air, ground and subsoil -20 cm). It also gives the monthly units in terms of heat, considering 10°C as the thermal threshold for the pupae. The differences between the heat units are important, especially between the air and the ground. However, this temperature variation would not totally explain the month and a half difference found in the emergence of adults. It would therefore be necessary to consider that the reactivation of the diapausing pupae is different in the insectary and in the ground or consider other causes that should be more closely studied.

These results obtained for the winters of 1986-1988 allow us to consider that the adults caught in traps between the end of April and the beginning of May do not proceed from migrant insects but are the insects that have emerged from the native populations of *H. armigera*.

#### REFERENCES

- BOURDOUXHE, L. (1982). Comparaison de deux types de pièges pour la piégeage sexuel de *Heliothis armigera* au Sénégal. FAO Bull. Phyto. 3/4, V.30. pp 131-136.
- GABARRA, R., CASTAÑE, C., BORDAS, E., ALBAJES, R. (1988). *Dicyphus tamaninii* Wagner as a beneficial insect and pest in tomato crops in Catalonia. Entomophaga, V.33,2, 65-74.
- PUITOUT, S. and BUES, R. (1979). La noctuelle de la tomate (*Heliothis armigera* Hbn.), son cycle évolutif dans le Sud de la France. Oef. Veg. 195, 12-27.
- ROTHSCHILD, G.H.L., A.G.L. WILSON and K.W. MALAFANT (1982). Preliminary studies on the female sex pheromones of *Heliothis* species and their use in control Programs in Australia. Proc. of the Int. Workshop on *Heliothis* Management, 15-20 Nov. 1981, Patancheru, A.P. India pp 319-327.
- SALAMERO, A., GABARRA, R. y ALBAJES, R. (1987). Observations on the predatory and phytophagous habits of *Dicyphus tamaninii* Wagner (Heteroptera Miridae). Revista Bull. SROP X/2: 165-169.
- SLOSSER, J.E., J.A. WITZ, G.J. PUTERKA, J.R. PRICE and A.W. HARTSTACK (1987). Seasonal changes in bollworm (Lepidoptera: Noctuidae) moth catches in pheromone traps in a large area. Environ. Entomol. 16(6), 1296-1301.
- WARDHAUGH, K.G., P.M. ROOM and L.R. GREENUP (1980). The incidence of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton and other host-plants in Namoi Valley of New South Wales. Bull. Ent. Res. 70, 113-131.

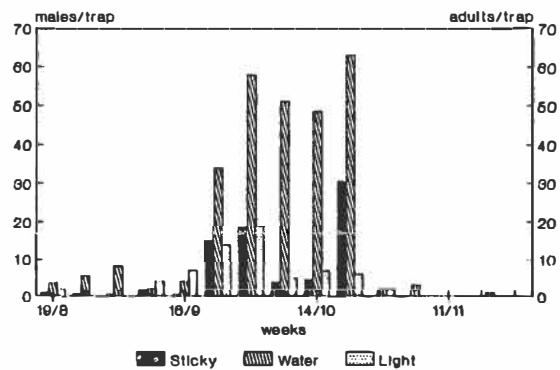


Figure 1. Number of males caught per trap per week in each one of the three types of traps during 1983.

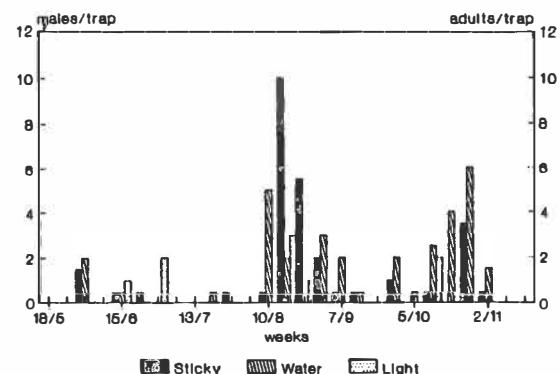


Figure 2. Number of males caught per trap per week in each one of the three types of traps during 1984.

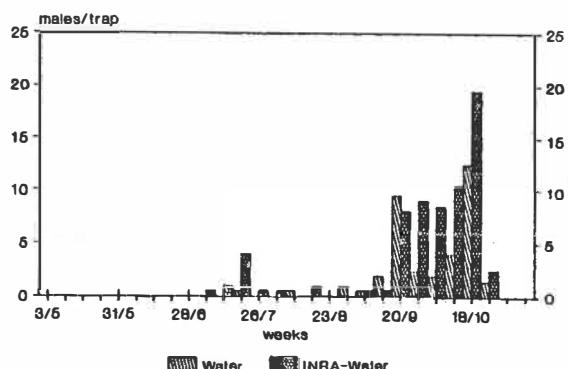


Figure 3. Number of males caught per trap per week in each one of the two types of water traps during 1985.

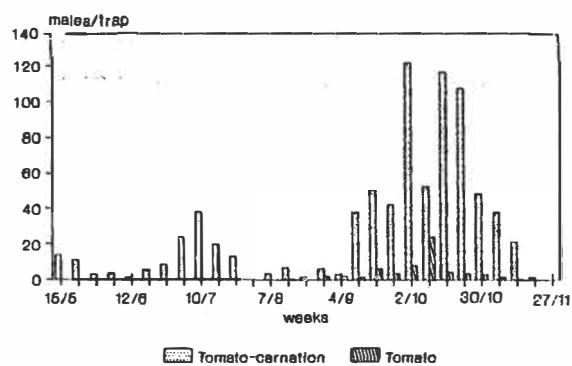


Figure 4. Catches of *H. armigera* in tomato and in tomato and carnation crops during 1987.

Table 1. Number of H. armigera males caught during 1983-1988 in different types of traps and crops. T) Tomato, C) Carnation.

YEAR	Males/trap						Adults/trap	
	Sticky		Water		INRA Water			
	T	C	T	C	T	C		
1983(1)	76.0	-	282.0	-	-	-	67	
1984	27.0	-	32.5	-	-	-	14	
1984(2)	-	-	16.5	60.5	-	-	-	
1985	-	-	36.5	-	66.5	-	14	
1986	-	-	-	-	31.5	-	5	
1987(3)	-	-	-	-	58.5	655.0	-	

(1) August-November, (2) September-October, (3) July-November

Table 2. Overwintering and spring emergence of Heliothis armigera.

Year	Number pupae	% survival	Date 50% pupation	Date 50% adults emergence	Emergence period
84-85*	372	36.6	5/11	26/6	6/6-12/7
85-86*	411	65.5	14/10	17/6	6/6-14/7
86-87	433	18.0	20/10	24/4	21/4- 7/5
87-88	418	17.2	15/10	26/4	12/4-23/5

(\* ) Insectary

Table 3. Temperatures and heat units accumulations in A) air, B) soil, C) soil 20 cm. depth, during February-June 1988.

Month	Average T° C			H.U. Threshold 10°C		
	A	B	C	A	B	C
February	9.5	10.2	9.4	16.8	25.1	1.6
March	10.7	11.9	11.4	44.4	72.0	58.2
April	12.7	14.4	14.9	82.2	132.6	151.3
May	15.8	18.3	18.3	182.4	258.7	258.1
June	19.3	21.8	21.3	279.7	354.7	351.0

**INFESTATION LEVELS OF Heliothis armigera IN TOMATO IN PORTUGAL****M. GONCALVES, FILOMENA MARTINS,****A.M.P. LAVADINHO and J.B. SOBREIRO**

Centro Nacional de Protecção da Produção Agrícola

(CNPPA), INIA, 2780 Oeiras, Portugal

**SUMMARY**

Heliothis armigera Hb. is an important pest of tomato in Portugal, and treatments are usually made in the fields. A review of the level of infestation by H. armigera, based on observations in untreated plots and expressed as the maximum mean percentages of damaged tomatoes, is presented. Data from several places and years obtained during the development of the crop and at fruit harvest show variable levels of infestation.

**INTRODUCTION**

Heliothis armigera Hb. is the most important pest in tomato for processing in Portugal, and treatments are carried out in the fields. Generally one to three treatments with insecticides are made (6).

A program of trials for biological evaluation of insecticides to control this pest is carried out every year in the country, both by official services and the pesticide companies.

There is not much data on the damage level and losses. The official services, namely the Division responsible for the biological evaluation of insecticides, has published some information in this subject (3, 4). The present paper is a brief review of available information based mainly on assessments made by the authors in untreated plots of efficacy trials.

**MATERIALS AND METHODS**

The tomato fields were located at different places of Alentejo and Ribatejo, two important regions of tomato production for processing purposes. Different cultivars in the trials coming from different years and places were used.

The observations were carried out in untreated plots of different trials. Generally the trials for the biological evaluation of pesticides were designed according to a randomized lay-out with four replicates (three replicates in Alvalade 2-1975). The design included untreated plots (control) except in 1974 and 1975 (3 trials) when the control was excluded and

untreated plots were excluded. Some other trials were set up to study pest damage by comparison of treated and untreated plots ; four to six untreated plots were included according to a randomized design. The plot size varied (one to five lines of plants, 12 to 26.5 m long).

Observations during crop development were made on 100 tomatoes randomly chosen in each plot, and pest damage on the fruit was assessed. A minimum of two observations (except in 1983 with only one observation) was made ; from 1980 onwards, evolution of the infestation was determined by way of several observations.

Observations at tomato harvest were also carried out in some trials. All the fruits picked up in each plot were counted and observed. In the 1987 trial, the tomatoes were picked up in part of each plot (2 x 2 m of plants) and in the 1983 trial only 4 x 100 tomatoes were observed. Harvest was made on one or several occasions.

For the objectif of the present paper, only the maximum values, expressed in mean percentages, of the damage tomatoes were considered.

## RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 shows the maximum values of percentages of tomatoes damaged by H. armigera, as observed in the field during development of the crop during different trials. Table 2 gives the same kind of results obtained at harvest.

At two near sites, Alvalade-Sado and Monte dos Alhos (Alentejo), results are very similar. Monte dos Alhos (1973 to 1984) gave percentages of damaged tomatoes, varying between 1 % and 23 % with a mean for all the trials (and years) of 12 %. At Alvalade this mean was 12 %, with values between 2 % and 34 %. At Fataca (Alentejo), with only three trials in two years, the mean value of damaged tomatoes was 20 %.

In relation to the results obtained at the other places, Vila Franca (with four trials in three years) showed a very different result from the others.

Although there were not many results at harvest, eventually there was some tendency for less variation of damaged tomatoes than those assessed in the field during the development of the crop.

Generally one can state that every year there is some degree of infestation and damage to tomatoes. Although treatments with insecticides were made in the fields and untreated plots were small within the whole area, sometimes damage reached high levels.

Table 1-Maximum mean percentages of damaged tomatoes observed during the development of the crop in different trials (E-efficacy trial; D-trial to assess pest damage).

Place	Trial Year	Date of observations	Damaged tomatoes (%)	Remarks
Monte dos Alhos	1-1973	9/8	13	E
"	2- "	9/8	23	E
"	3- "	9/8	12	E
"	1-1974	4/9	17	E
"	2- "	4/9	16	E
"	1975	3/9	7	E
"	1976	11/8	1	E
"	1977	26/8	8	E
"	1983	29/7	14	E
"	1984	12/9	14	E
Alvalado-Sado	1974	6/9	27	E
"	1-1975	3/9	10	E
"	2- "	15/9	9	E
"	1980	13/8	8	E
"	1981	10/9	34	D
"	1982	30/7	5	E
"	1983	2/8	6	D
"	1984	20/8	7	E
"	1985	26/7	8	D
"	1986	27/8	2	D
Fataca	1-1974	28/8	22	E
"	2- "	28/8	25	E
"	1975	15/9	12	E
Coruche	1976	7/10	6	D
Vila Franca	1977	30/8	3	E
"	1-1978	3/10	4	E
"	2-1978	3/10	5	D
"	1979	29/8	40	E
Pegões	1979	14/8	3	E
"	1985	31/7	13	E
Almeirim	1986	26/8	2	D
Benavente	1987	8/9	9	E

Table 2-Maximum mean percentages of damaged tomatoes observed at harvest (E-efficacy trial; D-trial to assess pest damage).

Place	Trial Year	Date of observations	Damaged tomatoes (%)	Remarks
Monte dos Alhos	1984	11/10	10	E
Alvalade	1981	23/10	19	D
"	1982	29/ 9	7	E
"	1983	7/10	11	D
"	1984	20/ 9	6	E
"	1985	18/ 9	2	D
Benavente	1987	30/ 9	5	E

For Portugal, there was an indication of low infestation in general with only high values en 1965 (Ribatejo) and 1973 at Caia (Alentejo) (3). All the data of the present paper and the above information are in agreement with POITOUT & BUES (5), for France, who stated that damage on the whole is not important, although sometimes it can reach a high level.

Thus we are in a situation different from others, such as in Senegal, where it is considered not uncommon to have up to 85 % of the fruit damage (2) or 10 to 90 % of crop loss (1).

#### REFERENCES

1. BOURDOUXHE, L. (1980). Study of changes in Heliothis armigera flights with synthetic pheromone traps in Senegal. FAO Plant Protection Bulletin. 28 (3) : 109.
2. COLLINGWOOD, E.F., BOURDOUXHE, L. (1980). Trials with decamethrin for the control of Heliothis armigera on tomatoes in Senegal. Tropical Pest Management, 26 (1) : 3-7.
3. CARVALHO, J., CARVALHO, A. (1974). Projecto do IV Plano de Fomento-Investigaçao. Estudo da resistencia de pragtas e de fungos dos pesticidas em particular em fruticultura e horticultura. LG (D)-35/74. Laboratorio de Fitofarmacologia. Oeiras.
4. MARTINS, Filomena M. (1980). Insecticidas no combate à lagarta do tomate. I Congresso Portugues de Fitiatria e Fitofarmacologia. Volume 5, 201-217.
5. POITOUT, S., BUES, R. (1979). La noctuelle de la tomate (Heliothis armigera Hbn.). Son cycle évolutif dans le sud de la France. La Défense des Végétaux, 195, 12-28.
6. SOBREIRO, J.B. (1980). Sintese dos problemas fitossanitarios, a nivel regional, efectuada com base em informaçoes prestadas pelas Direcções Regionais de Agricultura e outras entidades. I Congresso Portugues de Fitiatria e Fitofarmacologia. Volume 1, 233-258.

TOWARDS A BIOLOGICAL CONTROL STRATEGY  
FOR MIGRATORY NOCTUIDS

B. David Perkins  
U.S. Department of Agriculture  
Agricultural Research Service

**Summary**

A strategy is suggested, using biological control agents to limit populations of migratory noctuid moths. Points of attack by agents include the area of origin (source), the displacement phase (movement), and the destination. If certain noctuid populations could be reduced at the source before onset of migration, perhaps fewer numbers would migrate and maybe it would even prevent migration. Agents of choice at the source would be autochthonous parasites (applied by inoculation or inundation), perhaps applied as pathogens or parasitic larvae inside alternate hosts. During actual migration or the movement phase, the population en route might be depleted by abiotic factors and by certain vertebrates (birds), but no application by man at this point is practicable. At the destination, biological control agents of choice might be rapidly acting pathogens such as Bacillus thuringiensis Berl., and inundative releases of egg and larval parasites and predators. Monitoring, reporting, and regional and international cooperation are important and essential elements of such a program.

**1.1 Introduction**

If one considers cropland an island in nature, all insects which invade it are "migrants" (7.). For purposes of this paper, however, migrants will be considered those species which cover a long distance, embarking as a group on air currents (12.), moving in a single direction and settling together (8.). Crop-protection problems posed by migratory locusts (2.) and by migratory birds in Africa (6.) are well known. Also important are attacks by migratory noctuids, where damaging populations may develop far from the point of origin of the parent population. This ability to escape natural enemies, harsh climate, and food scarcity is a definite advantage. A number of investigations are already underway to enhance monitoring of migratory noctuid species and develop a means to combat them (3.).

Due to the outbreak nature of arrival of these pests, the control method generally used has involved pesticide application, especially

where the need is fast and local. With growing concern for reducing pesticides in the environment and need to reduce control costs, alternate approaches may be warranted.

This paper will suggest a possible control approach, using biological agents. It presents the view of the author, not the USDA, and is intended to stimulate discussions during this meeting, regarding biological control methodology for reduction of migratory noctuid damage. Many of you here are already practicing biological control of the noctuid species of concern at home. The missing element might be international cooperation to find a way to combat these pests as they move across borders into new areas. Perhaps future control planning will take such ideas into consideration.

### 1.2 The problem

Many noctuids are migratory. Examples of such moths include Heliothis spp., Agrotis spp., and Mythimna spp. [Lep: Noctuidae]. They are among the most destructive crop pests, escaping natural enemies at home and developing their populations in friendlier new areas. Unlike the case of migratory locust or bird damage, however, it is not the migrating individuals, per se, which cause the damage but their offspring.

Losses can be great. In the United States, Heliothis spp. cause a loss of about 2 billion U.S. dollars annually, and in Australia, chemical control costs more than 50 million Australian dollars annually (3). Though much of this control is to combat the non-migratory phase of the moth, losses and costs of these magnitudes justify a more intense offensive effort against the migratory phase, as well.

### 1.3 Biological Control Program

Populations of the migratory species should be reduced at any point of weakness. It might be at the locality where the adults originate (source), at a point while they are migrating (movement), or in the locality or region where they colonize and build up a damaging population (destination). Each of these three points and the types of biological control organisms, possible methods of application, and advantages and disadvantages are considered here. Such an approach, of course, requires international or regional cooperation and reporting. Examples of such cooperation in bird and locust control in Africa already exist (2.), and other examples could be given for weed control.

**SOURCE:** Cooperation is essential to monitor populations of the pest (even if only on weedy plants) and predict the precise moment of flight initiation. Direct observation and specialized equipment may be required, since usually the "take off" is at dusk (3.). Monitoring via phermone traps may be useful. Developmental progress of the species and population density should be monitored. Reporting to the destination of general weather and wind condition and temperature could help them prepare for arrival of the pest.

Of interest would be preventing migration from taking place. Certainly, such efforts would reduce the problem at the destination point. If migration were initiated by population pressure, control efforts at the source could stop it. Migratory species are inherently

r-selected species (high population production in unstable environment) (4.), however, and migration might occur regardless of efforts to stop it. Still, smaller numbers migrating would help.

Since migrants would originate over a widespread region, biological control could be useful, especially in reducing pest populations developing on weed plants, where pest density might be relatively low and other forms of control impracticable or expensive. Non-specific autochthonous parasites (Compsilura concinnata Meig., Exorista larvarum L., Ctenophoracera sp. [Dip: Tachinidae] or Pimpla examinator F., P. instigator F., Theronia atlantae Poda., Hyposoter spp. [Hymenop.: Ichneumonidae] etc.) in either inoculative or inundative release would attack the young larvae. Adults of these parasites would emerge from older larvae or pupae, thereby further reducing a population already somewhat depleted by abiotic and other biotic stresses. In addition, the noctuid host would be attacked even on non-crop plants or where it might occur at lower levels of density on certain crops. Use of alternate weed-feeding noctuid hosts bearing parasites could assure the presence of parasites at the propitious time of noctuid larval occurrence. Egg parasites, such as Patasson spp. [Hymenop.: Encyrtidae] and Trichogramma spp. [Hymenop.: Trichogrammatidae], while useful in inundative control of pests concentrated in crops, would be less useful at the source to combat pests spread over a wide area. Predators, likewise, would be less useful, since in inundative control practice they would normally be applied to be concentrated in crops and their non-specific (to noctuids) nature would limit their ranging and searching more widely, thereby sparing noctuids spread over the wider area. Pathogens applied early could be effective since time and increasing population density would favor development of some of them.

**MOVEMENT:** Cooperative monitoring of migrating moths would be desirable to anticipate dates of departure and of arrival at the destination. Light trapping could be more useful than pheromone trapping, since the females would also be attracted. Comparison of actual numbers of males vs. numbers of females migrating would be useful in order to judge the effectiveness of pheromone traps for "en route" monitoring. Control en route would be fortuitous, perhaps by birds and other vertebrates and by abiotic stresses upon the adult moths. No application by man, even of pesticides such as used against locusts, would be practicable due to the nocturnal and widespread individual noctuid flight habit. Monitoring en route would give a view of numbers of arriving moths surviving to oviposit in crops at the destination.

**DESTINATION:** Cooperation is less essential once the moths arrive and begin oviposition, and the larvae start to feed. The problem then becomes a local one, and solutions are the conventional local ones. To assist with anticipation of the arrival time and to allow preparation for control efforts, reports from the source area are useful. Also trap crops, as well as light traps and pheromone traps at the destination could be useful. Use of trap crops needs further development, however (3.). Monitoring via egg counts in the crop field would be useful. A plan of attack could then be implemented, if warranted, including inundative use of egg parasites (Trichogramma spp. and others), use of fast-kill pathogens (1, 9.), inundative use

of parasites (9.), and (via prior inoculation) residual parasite populations in alternate noctuid hosts. Noctuid larvae might also be applied in advance to existing weeds to harbor parasites and reduce more widespread build-up of the pest. Inundative use in crops of predators, such as Geocoris sp., (Heterop.: Lygaeidae), Nabis sp. and Tropiconabis sp. (Heterop.: Nabidae), Hippodamia sp., and Coleomegilla sp. (Col.: Coccinellidae) (11.), Chrysopa sp. (Neurop.: Chrysopidae) (9) and even spiders (8.), could be effective.

Inoculation using larval parasites in crops would probably be of little use, since population buildup of parasites would occur mainly on the second generation caterpillar population; there may be no time for a second generation on the short-lived invading pests in the destination area (4.).

Likewise, unless pathogens such as B. thuringiensis or Baculovirus spp. are used in the manner of a pesticide or mixed with a bait, an epizootic may take too long to develop and be relatively ineffective, occurring after damage is done.

Of interest might be "fingerprinting" the arriving moths (3.) via an elemental profile (wavelength dispersive X-ray spectroscopy [SRF]), which allows identification of the crop origin of the moth, irrespective of area of origin. It could give a clue as to whether the migrating population is largely coming from a specific crop in the source area or from weeds and help in controlling it at the source in the future.

#### 1.4 Conclusions

Since noctuid moth migration is uni-directional\*, incentive may be lacking for persons in the source area to control the noctuids if not causing appreciable damage in their area. This also holds true for cooperation in monitoring the moths en route. Thus a mechanism for this cooperation, probably initiated by persons at the destination should be developed, perhaps with reciprocal considerations or even payment by interested parties in the destination area. The question of "responsibility" in the source area for generation of the damaging moth population may also be raised, and a political solution may be required.

Elements of cooperation, choice of the correct biological control agent(s), effective monitoring and reporting, and judgment as to whether (potential) loss due the pest warrants control effort, all enter into the concept of a biological control program for migratory noctuids. This last point is particularly difficult if losses are sporadic, which may often be the case. Sometimes long-range noctuid migration may produce inconsequential losses (5.). It also may still be tempting, easier and cost-effective simply to spray pesticide and not be concerned with choices of agents or monitoring. This decision will depend on losses, environmental concerns, and administrative costs, and perhaps scientific and administrative volition.

\* This point may be disputed, since one may ask how the migratory habit evolved if germ plasm were not returned to the source.

## LITERATURE CITED:

1. Bonnemaison, L. 1965. Insect pests of crucifers, Ann. Rev. Entomol. 10:233-56.
2. Brader, L. 1988. Needs and directions for plant protection in developing countries. The FAO view. FAO Plant Protection Bulletin 36(1)2-8.
3. CSIRO Division of Entomology. Biennial Report 1985-7, Section 5.
4. Danthanarayana, W. 1986. Insects in Flight and Migration. Inaugural Lecture, Univ. of New England, Armidale, N.S.W., Australia.
5. Huffaker, C. B. 1980. New Technology of Pest Control. John Wiley & Sons, N.Y., p. 140.
6. Manikowski, S. 1987. A review of bird control in Africa with special reference to FAO. FAO Plant Protection Bull. 35(4) 108-19.
7. Metcalf, R. L. and W. H. Luckman. 1975. Introduction to Insect Pest Management. John Wiley and Sons, N.Y.
8. Riechert, S.E. 1984. Spiders as biological control agents. Ann. Rev. Entomol. 29:299-320.
9. Stinner, R. E. 1977. Efficacy of inundative releases. Ann. Rev. Entomol. 515-31.
10. Stinner, R. E., C. S. Barfield, J. L. Stimac, and L. Dohse. 1983. Dispersal and movement of insect pests. Ann. Rev. Entomol. 28:319-35.
11. Thead, L. G., H. N. Pitre, and T. F. Kellogg. 1987. Predation on eggs and larvae of Heliothis virescens [Lep.: Noctuidae] by an adult predator complex in cage studies on cotton. Entomophaga 32(2): 197-207.
12. Wehner, R. 1984. Astronavigation in insects. Ann. Rev. Entomol. 29:277-98.

**OBSERVATIONS SUR Heliothis armigera HB. EN CULTURES DE  
TOMATES DANS LES "VEGAS DEL GUADIANA", BADAJOZ (ESPAGNE)**

**J.A. RODRIGUEZ BERNABE, A. ARIAS GIRALDA,  
F. GARCIA CONCELLON, A. CHACON ORTEGA, C. ALVEZ GOMEZ**

Servicio de Protección de los Vegetales  
Junta de Extremadura. Badajoz

**RESUME**

Pendant les années 1975-1978, la biologie d'Heliothis armigera sur plantations de tomate a été étudiée : émergences des papillons à partir de chrysalides hivernantes, captures avec pièges lumineux, lieux de préférence de ponte et organes attaqués par les différents stades larvaires. Entre 1986 et 1988, on a ajouté l'utilisation des phéromones sexuelles.

On observe jusqu'à quatre générations, avec des vols de la mi-avril à la mi-novembre. Les chenilles provoquent des dégâts surtout en juin, juillet et août, qui sont plus importants dans les cultures précoces, et dans les cultures tardives. On a trouvé un Hyménoptère parasite des larves et un autre des œufs.

**INTRODUCTION**

Heliothis armigera est sans doute le ravageur principal dans la culture de tomate à les "Vegas del Guadiana", où il y a environ 10.000 ha pour approvisionner principalement les onze industries installées dans la région qui fabriquent principalement de la pulpe concentrée de tomate.

Dans la Station d'Avertissement Agricoles de Badajoz entre 1971 et 1978, on a étudié les données biologiques de ce parasite, dans le cadre de la protection phytosanitaire des cultures.

Ce travail a été repris à partir de 1986, afin de compléter certains aspects de la biologie encore peu connus.

**MATERIEL ET METHODES**

De 1971 à 1978 ont été réalisées les observations biologiques suivantes :

- a) Dates d'émergences des papillons à partir des chrysalides hivernantes sous abri insectarium

- b) Piégeage lumineux.
- c) Echantillonnage de plantes entières pour observer les préférences de ponte.
- d) Echantillonnage des fruits sains et attaqués, avec notation de leur taille ainsi que celle des larves trouvées.
- e) Phénologie des plantes.

A partir de 1986, on a continué les observations d) et e) et on y a ajouté les suivantes :

- f) Piégeage avec phéromones sexuelles de synthèse, en employant des pièges du type "funnel".
- g) Echantillonnage des pontes sur les jeunes feuilles en développement.

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

### Courbes de vol :

La sortie sous abri-insectarium des papillons de la génération hivernante en 1976 s'est effectuée de mai à la première dizaine de juin ; 80 % du vol était concentré dans les derniers vingt jours du mois de mai.

En 1971-1978, les captures aux pièges lumineux ont été pratiquement nulles de mai à juin. Par contre, en juillet, août et septembre, on enregistra des captures nombreuses et régulières qui se sont poursuivies à un niveau plus bas, pendant octobre et la première dizaine de novembre.

Les maxima des vols eurent lieu de mi-juillet à la fin août, ce qui correspond respectivement avec la première et la deuxième génération.

Avec les pièges sexuels (phéromones de "Control Systems") placés au début avril, les premières captures de mâles ont lieu le 22 avril en 1988 de façon similaire aux premières émergences de papillons observées sous insectarium en 1976. En juillet et août, les captures sont toujours très élevées. On emploie des pièges du type "funnel" (entonnoir) avec du DDPV comme insecticide, mais les pièges du type "delta", avec des plaques engluées utilisées avec la même capsule de phéromone sexuelle, ne sont pas efficaces.

Le nombre de captures diminue à partir de la fin août, le vol se prolonge pendant septembre, octobre et début novembre ; la dernière capture a eu lieu le 16 novembre 1988.

### Pontes :

En 1988, les premiers œufs ont été observés le 28 avril puis de façon régulière à partir du 9 mai.

Les pontes maxima se produisent dans la dernière semaine de juillet et à la fin août, celles-ci 3.5 fois plus nombreuses qu'en juillet, bien que les oeufs aient alors une moindre viabilité.

La préférence du site de ponte se produit dans chaque parcelle, en fonction de la phase de croissance végétative.

Autour de 90 % des pontes sont déposées sur les feuilles et 10 % sur le calice des fleurs et la tige.

Entre 60 et 75 % des pontes sur les feuilles se situent à la face inférieure.

#### Larves :

En 1988, les premières larves néonates ont été observées le 19 mai.

Le rapport oeufs/petites larves (< 10 mm) a été étudié au cours des années 1975 et 1976. Il nous donne une indication sur la viabilité des pontes. Ce rapport a été de 3 à 1 à la fin de juillet, et se réduit considérablement dans les derniers jours d'août, où il a été de 26 à 1 pour les parcelles précoces et de 10 à 1 pour les plus tardives, qui sont les plus attractives pour les papillons à cause de leur plus forte croissance durant ces périodes.

La moitié environ des larves se trouvent sur des fruits de diamètre d'environ 0,5 à 3 cm, 23 % sur les feuilles, 17 % sur les fruits verts de diamètre supérieur à 3 cm, et 13 % sur les fruits, soit en formation, soit en fin de développement.

Les plus petites larves (< 5 mm) se localisent surtout dans les feuilles (58 %) où elles s'alimentent du parenchyme supérieur. Les larves de grandeur intermédiaire se trouvent dans les fruits moyens.

Dans les fruits rouges, on observe seulement 8 % de larves qui sont normalement entre le 3ème et le dernier stade.

#### Insectes auxiliaires :

On a constaté la présence de deux Hyménoptères parasites de Heliothis, un Ichneumon parasite des chenilles et un Chalcidien parasite d'oeufs.

Quelquefois dans la galerie de la larve, on trouve un cocon soyeux, de couleur blanche, long d'environ 5 à 7 mm et large de 2 à parfois 3 mm; qui donne lieu plus tard à un adulte d'Ichneumon. Parfois, à proximité, on peut observer la chenille morte parvenue à un stade qui lui a déjà permis de produire des dégâts.

Par ailleurs, on a pu observer des oeufs parasités, probablement

par des Trichogrammes, surtout en fin de saison.

Malgré que l'on n'ait pas noté les taux de parasitisme, on estime que leur importance est faible.

## CONCLUSIONS

- Les premières sorties des papillons sous abri insectarium, à partir des chrysalides hivernantes, ont lieu à la fin d'avril, ce qui correspond avec les premières captures aux pièges à phéromones sexuelles qui détectent les premiers adultes, plutôt que les pièges lumineux.

- La coïncidence entre émergences et captures ne permet pas de supposer des vols d'émigrations, tel que celà a été indiqué dans le sud de la France (**POITOUT** in **BALACHOWSKY**, 1972).

- En 1988, les captures avec phéromones de synthèse ont débuté le 22 avril.

- De la fin mai à juin se produit la première génération larvaire, qui provoque des dégâts uniquement dans les parcellés de tomate très précoces.

- La deuxième génération larvaire provoque des dégâts principalement sur les plantations précoces de tomate et la troisième sur les plantations tardives.

- Au cours de cette troisième génération, les œufs sont moins viables qu'au cours de la deuxième, surtout sur tomates précoces.

- Les vols se poursuivent jusqu'à mi-novembre, il est probable qu'il y ait une quatrième génération.

- Il existe une préférence de ponte pour la face inférieure des jeunes feuilles en croissance.

- Les chenilles néonates s'alimentent des feuilles et pénètrent peu après dans les petites tomates au niveau du pédoncule.

- L'attaque des larves moyennes se produit surtout dans les fruits verts de faible grosseur (0,5 à 2 cm de diamètre).

- Les chenilles plus grandes peuvent attaquer des fruits plus développés, préféablement les verts.

- Deux hyménoptères parasites de Heliothis ont été trouvés, un Ichneumon sur les chenilles et un Chalcidien qui parasite les pontes, surtout à la fin de la culture.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- BALACHOWSKY, A.S. (1972). Entomologie appliquée à l'Agriculture. Tome II, 1431-1445.
- GARCIA CONCELLON, F., ALVEZ GOMEZ, C., ARIAS GIRALDA, A. (1980). Observaciones biologicas sobre Heliothis (Heliothis armigera Hb.) en cultivo de tomate - Badajoz, 1975, 1976, 1977, 1978. Com. Serv. Def. cont. Plagas. Serie Estudios y Experiencias, 22/80.
- POITOUT, S., BUES, R. (1979). La noctuelle de la tomate (Heliothis ou Helicoverpa armigera Hbn.). Son cycle évolutif dans le Sud de la France. La défense des Végétaux, 195.
- RODRIGUEZ BERNABE, J.A., CHACON ORTEGA, A. (1988). Observaciones sobre Heliothis armigera en tomate en Las Vegas Bajas del Guadiana en 1987. Memoria 1988 del Servicio de Protección de los Vegetales. Junta de Extremadura.
- RODRIGUEZ BERNABE, J.A., CHACON ORTEGA, A. (1989). Observaciones sobre Heliothis armigera en tomate en las Vegas Bajas del Guadiana en 1988. Memoria 1989 del Servicio de Protección de los Vegetales. Junta de Extremadura.

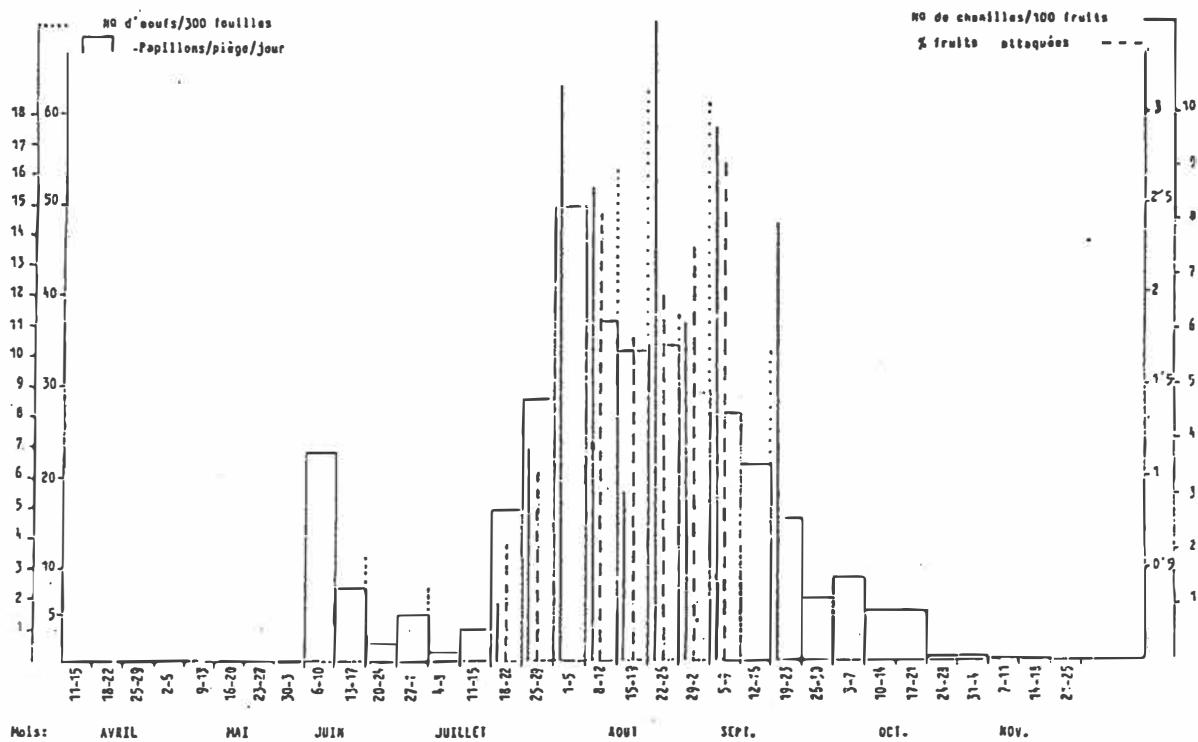


Fig.1. Captures d'adultes avec pièges sexuelles, pontes d'oeufs sur 300 feuilles  
nombre de larves dans 100 fruits et pourcentage de fruits attaquées par  
H. armigera dans 1.988. Moyenne de 6 plantations tardives de tomates.

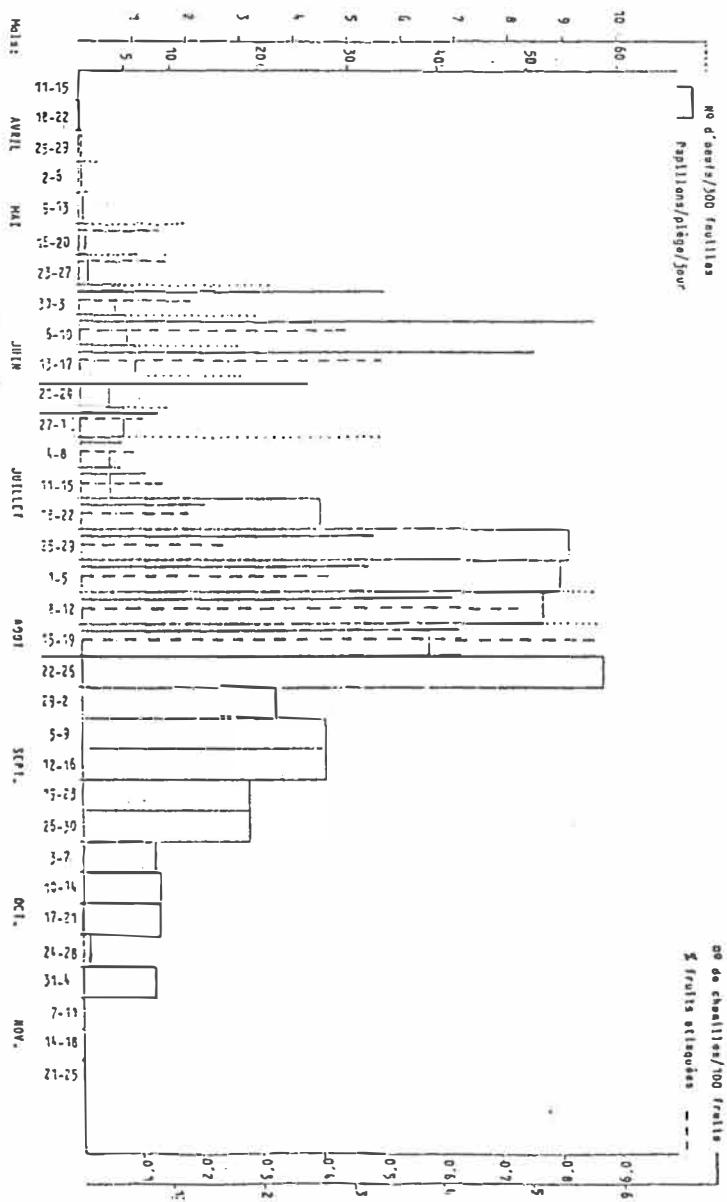


Fig.2. Idem. Moyenne de 6 plantations précoces de tomate