

Surveillance d'Insectes Ravageurs des Cultures par Piégeage Sexuel des Mâles dans les Départements de la Guadeloupe et de la Guyane

C. DESCOINS¹, J.F. SILVAIN², B. LALANNE-CASSOU³ et H. CHÉRON³

¹I.N.R.A., Laboratoire des Médiateurs Chimiques, Domaine de Brouessy, F-78470 Saint Rémy-lès-Chevreuse (France)

²O.R.S.T.O.M., Centre de Cayenne, B.P. 165, F-97323 Cayenne cédex (France)

³I.N.R.A., Station de Zoologie et de Lutte Biologique, CRAAG, Domaine Duclos, F-97170 Petit-Bourg (France)

RESUME

Descoins, C., Silvain, J.F., Lalanne-Cassou, B. et Chéron, H., 1988. Surveillance d'insectes ravageurs des cultures par piégeage sexuel des mâles dans les départements de la Guadeloupe et de la Guyane. *Agric. Ecosystems Environ.*, 21: 53-65.

Aux Antilles et en Guyane françaises, trois espèces de Noctuelles sont particulièrement nuisibles aux graminées cultivées. Il s'agit de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, d'*Heliothis zea* Boddie et de *Mocis latipes* Guénée. Les deux premières sont des ravageurs du maïs et du sorgho, la dernière s'attaque principalement aux graminées fourragères, plus rarement à la canne à sucre et au riz.

En Guyane, où l'option élevage a été retenue, *Mocis latipes* et *Spodoptera frugiperda* causent de graves dommages aux prairies artificielles.

Faute d'une surveillance régulière des prairies, la découverte des pullulations de chenilles se faisait tardivement, rendant peu efficaces les traitements insecticides.

Pour remédier à cet inconvénient, un système d'avertissement a été mis en place, utilisant le piégeage sexuel. Ceci a exigé la mise au point d'un attractif spécifique pour chacune de ces Noctuelles et le choix du modèle de piège le plus adapté à leur capture. Puis, un réseau d'avertissement, constitué maintenant de neuf stations d'observation a été mis en place d'abord pour *Spodoptera frugiperda*. Il a démarré en 1983 et s'est peu à peu développé ce qui a permis de constater que toutes les 4-5 semaines, apparaissait sur chaque site une génération de papillons, puis de chenilles. Il était donc possible de prévoir, un mois à l'avance, à quel moment apparaîtrait la génération suivante. Il existe une corrélation positive, forte et significative entre les résultats des captures aux pièges sexuels et ceux des récoltes de chenilles réalisées la semaine suivante dans les prairies. On pouvait donc prévoir, une semaine à l'avance, comment évolueraient les populations larvaires dans un site donné ; ce qui donnerait aux agriculteurs le temps d'intervenir chimiquement.

Ces informations, venant de chaque station, sont, après analyses, diffusées dans la presse et la radio locale sous forme de bulletins d'avertissement.

Pour *Mocis latipes*, la mise au point de l'attractif sexuel ayant été faite plus tardivement, on a eu recours au piège lumineux pour avoir une idée de l'évolution des populations d'adultes dont les pullulations sont limitées dans le temps et en nombre de générations.

L'avertissement est donc basé sur la prévision précoce de l'apparition des papillons et le suivi de l'évolution des captures qui, au-delà d'un certain seuil, doivent attirer l'attention des agriculteurs.

En Guadeloupe, le piégeage sexuel a permis d'évaluer l'importance relative des populations indigènes de *S. frugiperda* et leur répartition géographique sur tout le territoire en fonction des conditions climatiques et de la couverture végétale.

En culture de maïs, la succession des générations de *H. zea* a pu être déterminée et on a pu préciser celle qui risquait de causer le plus de dommages à la culture.

Ces différents exemples illustrent les premières applications des phéromones sexuelles de Lépidoptères pour l'avertissement agricole en milieu tropical.

ABSTRACT

Descoins, C., Silvain, J.F., Lalanne-Cassou, B. and Chéron, H., 1988. Monitoring of crop pests by sexual trapping of males in the French West Indies and Guyana. *Agric. Ecosystems Environ.*, 21: 53-65.

Three noctuid moths are particularly harmful to cultivated Graminaceae in French West Indies and Guyana : *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (the grass worm), *Heliothis zea* Boddie (the cotton boll worm) and *Mocis latipes* Guénéé. All the three species have multicomponent sex pheromones where minority components play an important role for male attraction. Synthetic sex attractants have been developed recently for these insects and have been used for population monitoring.

In French Guyana, sexual trapping of *M. latipes* and *S. frugiperda* males, in artificial grass lands, has been extensively used to predict caterpillar swarms and to adjust insecticide applications. In the case of *S. frugiperda*, for example, there are good relationships between the number of males caught in a sexual trap and the number of caterpillars that can be found in the grassland one week later. It has also been found, for the same species, that there are 3 flights for the adults during the year, separated by 4-5 week periods.

A similar correlation can be predicted for *M. latipes*, but owing to the very low populations present during the experiments it was difficult to show conclusively.

Advertisements concerning swarming risks for *S. frugiperda* are now broadcasted by radio and T.V. for the growers of the coastal range of Guyana.

In the French West Indies (Guadeloupe) sexual trapping of both *S. frugiperda* and *H. zea* has been used to study the spatial repartition of the insects on all the island and to discover relationships between the population levels and nature of the crops in a given area. It has been found that *S. frugiperda* is present in all locations and during all the year with a maximum during the rainy season.

On the other hand, *H. zea* is present only when a favourable host plant grows in the same area. The species can disappear for several months if host plants are not present.

These experiments, conducted for the first time in these two geographical areas, clearly demonstrate the usefulness of sex attractants for monitoring insect pest populations in tropical countries.

INTRODUCTION

Dans les départements de la Guadeloupe et de la Guyane, trois espèces de Noctuelles sont nuisibles aux graminées cultivées. *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (sous-famille des Amphipyridae) est particulièrement inféodée aux graminées céréalières ou fourragères, cultivées ou spontanées, d'où son nom vernaculaire de "Grass Worm" ou de "Gusano de la yerba". Les cultures les plus

TABLEAU 1.

Composition des sécrétions phéromonales d'*Heliothis zea* et *Spodoptera frugiperda* selon différents auteurs (%)

Sécrétion phéromonale	<i>Heliothis zea</i>				<i>Spodoptera frugiperda</i>			
	Klun et al. (1980)	Pope et al. (1984)	Teale et al. (1984)	Descoins et al. (1988a)	Descoins et al. (1988b)	Tumlinson et al. (1986)	Tumlinson et al. (1986)	
Z11-16A1	92,4	90,3	66,9	76	Z9-14oAc	73,75	69	90,1
Z9-16A1	1,7	1,4	1,6	-	Z11-16oAc	16,66	9	2,6
Z7-16A1	1,1	1,2	0,9	-	Z7-12oAc	1,12	4	3,2
16 A1	4,4	7,0	2,8	7,7	Z9-12oAc	0,50		
Z11-16OH			27,9	16,3	12oAc	0,43		1,9
					14oAc	0,53		
					16oAc	0,21		
					Z11-14oAc	1,20		
					Z9-14Ac	3,59	13	
					11-12oAc	-	2	2,2
					Z11-16Ac	-	9	

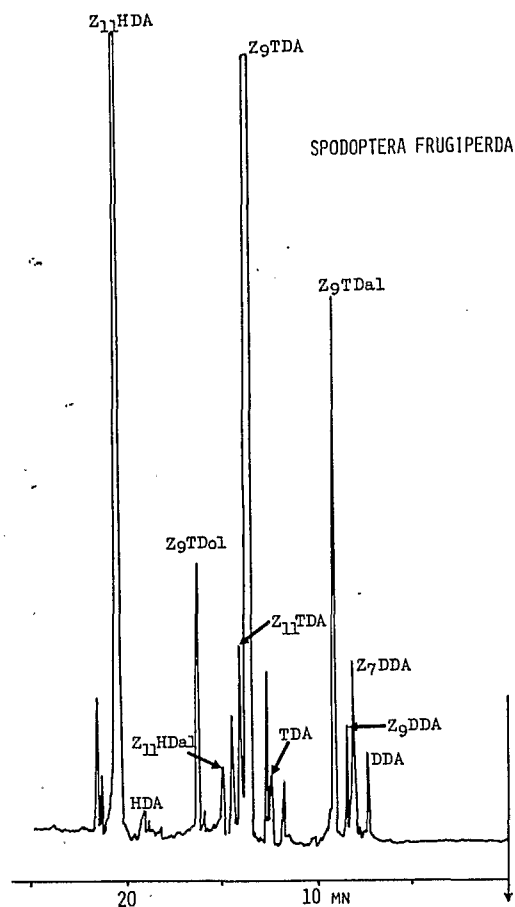


Fig. 1. Analyse de la sécrétion phéromonale de *S. frugiperda* (colonne: 25 m; WCOT CP WAX 57 CB; 0,22 mn id.; $P_{H_0} = 0,6$ bar; $t^\circ = 180^\circ C$).

attaquées sont le maïs, le sorgho, le blé et le riz (surtout au Surinam), moins souvent la canne à sucre (Porto-Rico, Cuba).

Heliothis zea Boddie (sous-famille des Heliothinae) est un des ravageurs les plus importants du maïs mais sa polyphagie le fait également redouter sur plusieurs cultures : tomate, coton, tabac et soja d'où ses noms vernaculaires : Cotton Bollworm, False Tobacco Budworm et Soya Podworm. Associée à l'espèce sympatrique *H. virescens* F., elle constitue le complexe des *Heliothis* qui font l'objet de stratégies importantes de lutte dans tout le sud-est des Etats-Unis.

Enfin, *Mocis latipes* (Guénéé) (sous-famille des Catocalinae) s'attaque principalement aux graminées fourragères spontanées ou non, des genres *Brachiaria* sp. et *Digitaria* sp. utilisées dans des prairies artificielles, principale-

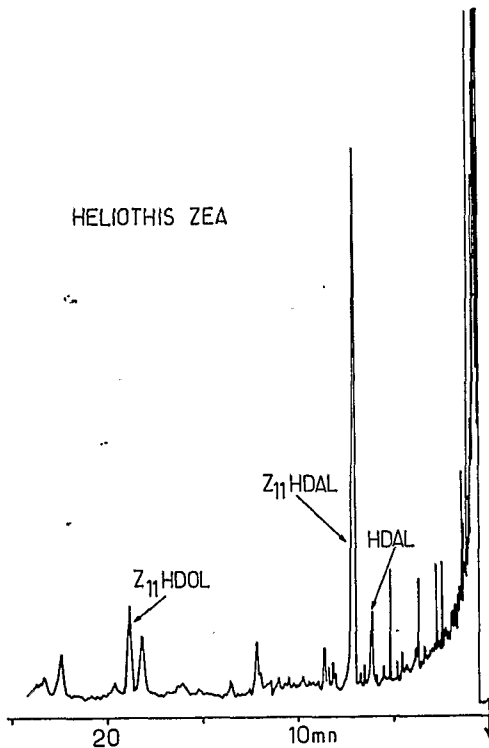


Fig. 2. Analyse de la sécrétion phéromonale de *H. zea* (colonne: 25 m; WCOT CPWAX 57 CB; 0,22 mm id.; $P_{HC}=1,6$ bar; $t^{\circ} 150^{\circ}C$).

ment en Guyane. Occasionnellement, elle peut aussi causer d'importants dégâts à la canne à sucre (Guadeloupe) et au riz (Guyane).

Les phéromones sexuelles de ces trois espèces sont connues depuis seulement les 5 dernières années. Celles de *Spodoptera frugiperda* et *Heliothis zea* ont fait l'objet de nombreux travaux dont les résultats étaient quelquefois contradictoires. Ce sont des sécrétions complexes formées d'un composé largement majoritaire formant quelquefois plus de 90% de la sécrétion, accompagné d'un ou plusieurs composés minoritaires (2 à 3%) indispensables pour l'attraction des mâles (Tableau 1).

C'est le cas par exemple pour le Z7-120AC pour *S. frugiperda* et le Z9-16A1 pour *Heliothis zea*. Les Figs. 1 et 2 montrent les résultats des analyses chromatographiques du contenu des glandes à phéromones des femelles vierges de ces deux espèces, réalisées à partir d'insectes d'origine guadeloupéenne.

La formulation attractive retenue pour *S. frugiperda* a la composition suivante : Z7-12oAC (1%); Z9-12oAC (0,5%); Z9-14oAC (83%); Z11-16oAC (15,5%).

Ce mélange est imprégné à la dose de 3 mg sur des capsules de caoutchouc,

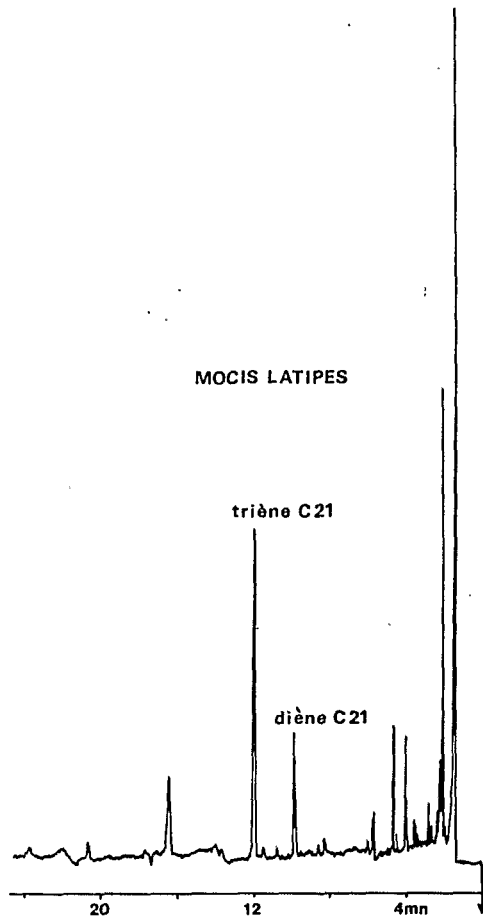


Fig. 3. Analyse de la sécrétion phéromonale de *M. latipes* (colonne: 25 m; WCOT CP WAX 57 CB; 0,23 mm id; $P_{H_2} = 1,6$ bar; $t^\circ = 160^\circ C$)

type bouchons pour tube à allergie (Ets Leune, Orsay, France), préalablement lavées au méthanol.

La formulation attractive retenue pour *H. zea* est celle proposée par Klun (Klun et al., 1980); elle a la composition suivante: Z11-16A1 (90%); Z9-16A1 (1%); Z7-16A1 (2%); 16A1 (7%). Ce mélange est imprégné à la dose de 2 mg sur capsules de caoutchouc du même type que précédemment avec 20% d'antioxydant (B.H.T.).

La phéromone sexuelle de *Mocis latipes* est totalement différente des précédentes et est formée seulement de deux hydrocarbures polyéniques homocconjugués: l'hénécotriène-3Z,6Z,9Z (75%) et l'hénécodiène-3Z,6Z (25%) (Descoins et al., 1986) (Fig. 3). Cette sécrétion ressemble beaucoup à celles déjà décrites pour d'autres noctuelles Catocalinae, telles que *Anticarsia gemmatalis* (Heath et al., 1983).

La formulation retenue contient les deux produits indiqués, dans les proportions trouvées chez la femelle, imprégnés à la dose de 1 mg sur des capsules de caoutchouc (Ets Loune, Orsay, France) également lavées au méthanol.

Pour les deux premières espèces, les pièges englués du type Delta et les pots pièges type International Pheromone Ltd. ont des performances analogues quoique, ces derniers non saturants, soient préférables en cas de fortes populations. Par contre, pour *Mocis latipes*, seul le piège International Pheromone Ltd. a été utilisé.

Les pièges sont disposés sur des potences à environ 1 mètre du sol et protégés contre les pluies tropicales (surtout en Guyane) par un toit. Les relevés sont soit journaliers, soit hebdomadaires en fonction de l'éloignement des dispositifs de piégeage et les capsules attractives changées toutes les deux semaines en moyenne.

MISE EN PLACE D'UN RÉSEAU D'AVERTISSEMENT CONTRE LES ATTAQUES DE CHÉNILLES DE *S. FRUGIPERDA* ET *M. LATIPES* EN GUYANE

En Guyane Française où l'option élevage sur prairies artificielles a été retenu comme priorité du développement agricole du département, on observe régulièrement depuis 1976 des pullulations de chenilles de *M. latipes* et *S. frugiperda*, principalement en saison des pluies. Faute d'une surveillance régulière des prairies, la découverte des pullulations de chenilles se faisait en général trop tardivement et les traitements insecticides ne permettaient pas de contrôler efficacement les populations, entraînant des pertes considérables de matière végétale. Il fallait donc envisager la création d'un système d'avertissement destiné à prévenir suffisamment tôt les éleveurs des risques de pullulation de chenilles. La facilité d'emploi du piégeage sexuel et son coût relativement faible nous ont fait opter pour cette méthode malgré les opinions contradictoires qu'on peut rencontrer dans la littérature sur sa fiabilité en matière de prédiction.

Spodoptera frugiperda

A partir de 1979, l'efficacité des pièges sexuels pour *S. frugiperda* a été évaluée sur le site de la ferme d'élevage de Matoury avec en parallèle, deux fois par semaine, un piégeage lumineux et un échantillonnage au filet fauchoir des populations larvaires. Plusieurs renseignements ont pu être tirés de cette première expérimentation:

- une corrélation positive forte et significative existe entre les résultats du piégeage sexuel et du piégeage lumineux. Comme ce dernier attire plus de 80% de femelles, on peut en conclure que l'évolution des populations mâles et femelles est similaire au cours du temps;
- il existe également une corrélation positive forte et très significative entre les captures au piège sexuel et le nombre de chenilles récoltées la semaine suivante

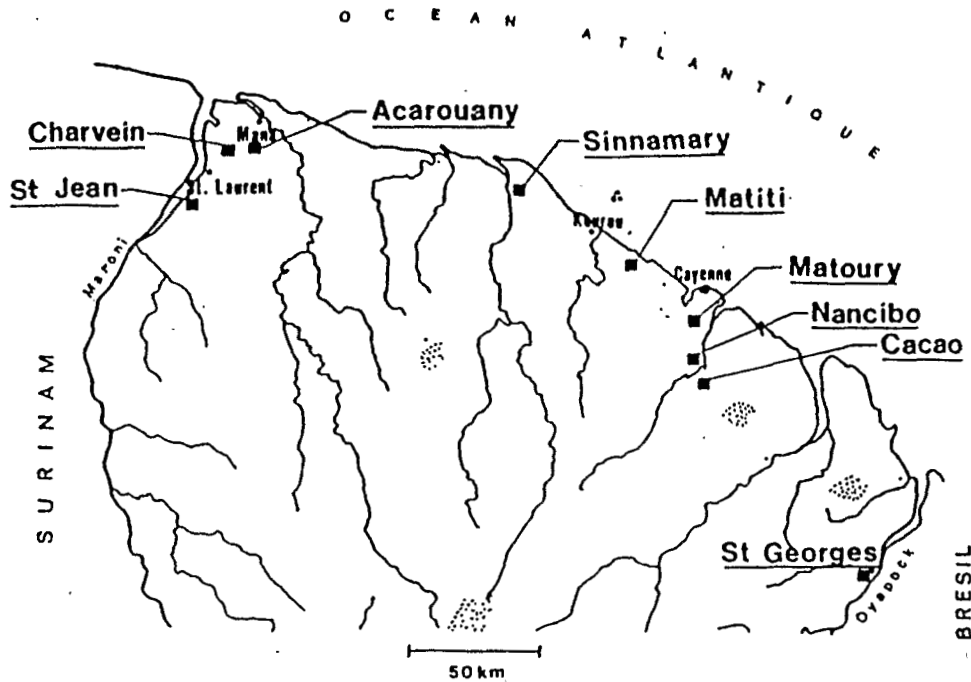


Fig. 4. Emplacement des stations d'avertissement en Guyane.

dans les prairies, ce qui permet une prévision de l'évolution des populations dans un site donné;

- l'examen des courbes de captures, corrélées au dénombrement des populations larvaires, montre que *S. frugiperda* présente en Guyane une génération mensuelle bien individualisée. Cette constatation permet donc de prévoir à l'avance la date d'apparition de la génération suivante;
- il existe des corrélations positives, faibles ou modérées, mais toujours significatives, entre l'évolution des populations larvaires et la pluviométrie.

En 1982, l'établissement d'une seconde station à Sinnamary, distante de 100 kms, a confirmé les résultats obtenus à Matoury ce qui permettrait de penser que les évolutions saisonnières des populations de *S. frugiperda*, sur les prairies de la bande côtière de la Guyane obéissent à un même schéma général.

A partir de juillet 1983, 7 nouvelles stations de piégeage ont été progressivement établies en prairies et sur riz pluvial ce qui permettait de couvrir l'ensemble des surfaces cultivées en graminées du département (Fig. 4).

Les nouvelles implantations ont encore confirmé les observations précédentes. La Fig. 5 montre, pour le site de Matoury, le genre d'information qu'on a pu tirer de ce réseau.

Les courbes de captures des papillons montrent qu'entre juillet 1983 et mars 1985, il y a eu 3 périodes d'abondance d'adultes de *S. frugiperda*, séparées cha-

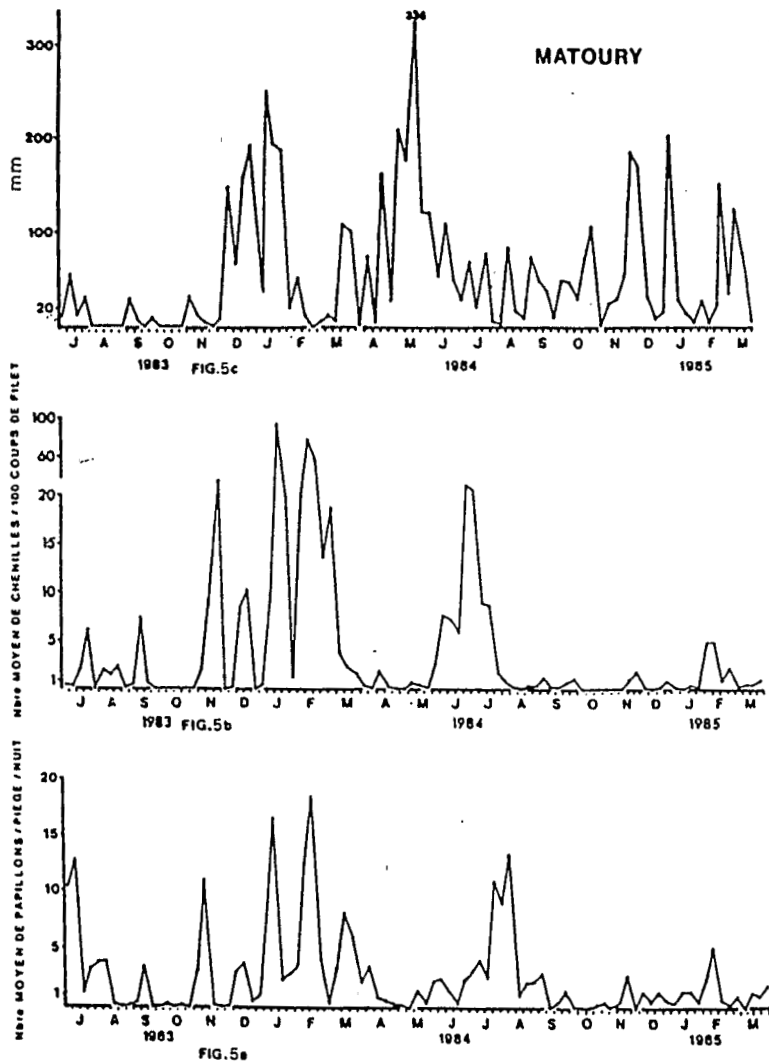


Fig. 5. (a) Nombre moyen de papillons de *Spodoptera frugiperda* capturés par piège et par nuit au piège sexuel, chaque semaine, pendant la période juillet 1983-mars 1985; (b) nombre moyen de chenilles de *Spodoptera frugiperda* récoltées par 100 coups de filet chaque semaine; (c) pluviométrie hebdomadaire en mm.

cune de 4 à 5 semaines. Ces périodes d'abondance sont bien suivies de pullulations de chenilles et sont directement liées à la pluviométrie, les 2 vols d'intensité maximum se situant précisément en saison des pluies.

Ces résultats étant valables pour l'ensemble des dispositifs, il a donc été possible d'établir les bases d'un avertissement contre les attaques de *S. frugiperda*.

Comme il apparaît toutes les 4 à 5 semaines une génération de papillons, il est donc possible de prévoir un mois à l'avance à quel moment apparaîtra la génération suivante. De plus, le piège sexuel permet de prévoir avec environ une semaine d'avance comment évolueront les populations larvaires présentes sur un site donné. Ce délai laisse aux agriculteurs la possibilité de réaliser un traitement insecticide avant que les chenilles aient atteint les derniers stades de leur développement.

La prévision des risques de pullulations de chenilles en prairies se fera en deux temps : une prévision mensuelle de leurs périodes d'apparition sera tout d'abord réalisée à partir de l'analyse des courbes de captures au piège sexuel. Puis une prévision hebdomadaire de l'évolution de leur population sera entreprise à partir des résultats des derniers piégeages réalisés, en tenant compte de l'évolution de la pluviométrie pendant les semaines précédentes.

Mocis latipes

Lorsque nous avons débuté ce travail en 1979 nous ne disposions pas de la phéromone sexuelle de *Mocis latipes* que nous n'avons décrite qu'en 1985. Nous avons donc eu recours au piégeage lumineux à la place du piégeage sexuel et compte-tenu de la lourdeur du dispositif, nous avons limité nos observations à deux sites : Matoury et Sinnamary. Comme pour *S. frugiperda* les populations larvaires sont estimées par échantillonnage au filet fauchoir.

Les résultats obtenus ont permis de constater les faits suivants:

- en général, les populations de *Mocis latipes* se maintiennent en cours d'année à des niveaux relativement bas, ne s'accroissent qu'épisodiquement sur une période de 2 à 4 générations et chutent très rapidement.

Pendant les périodes de fortes populations, les récoltes de papillons au piège lumineux sont corrélées aux récoltes de chenilles dans les prairies la même semaine ou la semaine suivante. Le piège lumineux peut donc fournir une bonne image de l'évolution saisonnière des populations de *Mocis latipes* et peut être utilisé comme méthode d'avertissement. Disposant maintenant de la phéromone sexuelle de cette espèce, nous en avons éprouvé l'attractivité d'abord en Guadeloupe d'octobre à décembre 1985 sur parcelles expérimentales plantées en graminées fourragères des genres *Brachiaria* et *Digitaria*. La période choisie correspondait à de fortes populations naturelles, ce qui a permis d'enregistrer des captures importantes au piège sexuel et de prévoir que là aussi, il serait possible d'établir des corrélations entre les captures et les densités de populations. Parmi les différents mélanges de Z(3,6,9) C₂₁ et de Z(6,9) C₂₁ éprouvés, ceux compris entre 70/30 et 60/40 se sont révélés les plus attractifs sans qu'il soit possible de les distinguer dans nos conditions expérimentales.

Les mêmes essais ont été effectués en Guyane à la ferme expérimentale de Matoury de mai à août 1986, malheureusement en période de très basses populations. Les formulations les plus attractives en Guadeloupe, l'ont été égale-

ment en Guyane et ont permis de détecter des vols de papillons alors qu'aucune capture n'était enregistrée au piège lumineux.

Nous comptons donc, dès 1987, remplacer le piège lumineux par le piège sexuel dans le dispositif d'avertissement mis en place pour assurer, conjointement avec *S. frugiperda*, la surveillance des populations de *M. latipes* en prairies sur le littoral de la Guyane.

LA DIFFUSION DES MESSAGES D'AVERTISSEMENTS EN GUYANE

En début de semaine, les résultats provenant des différentes stations sont analysés et synthétisés. Toutes les deux semaines, cette synthèse fait l'objet d'un communiqué publié le vendredi dans le supplément agricole du journal local. En cas de risque de pullulations de chenilles, les éleveurs sont avertis par le biais de ce communiqué écrit, auquel s'ajoutent un ou plusieurs communiqués radio-diffusés. A cet avertissement collectif, on peut aussi ajouter un avertissement individuel de quelques éleveurs.

PIÉGEAGE SEXUEL DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* ET *HELIOTHIS ZEA* EN GUADELOUPE

Les motivations principales de l'étude des populations de ces deux espèces de noctuelles sur l'ensemble de la Guadeloupe sont les suivantes:

- apprécier en fonction de la diversité des agrosystèmes l'évolution spatio-temporelle des populations d'adultes;
- prévoir les incidences sur les populations de la diversification des cultures et de l'irrigation des régions sèches du département.

La répartition et les variations saisonnières locales des populations imaginaires de *S. frugiperda* et *H. zea* ont été étudiées au moyen d'un réseau de 16 stations de piégeage sexuel, réparties sur l'ensemble du département et représentant, dans la mesure du possible, toutes les régions géographiques et climatiques ainsi que les principaux agrosystèmes et types de paysage de l'île (Fig. 6).

Les résultats enregistrés pendant la période d'expérimentation (une année) permettent de faire les constatations suivantes:

- les deux espèces sont présentes dans toutes les stations;
- les captures de *S. frugiperda* sont en règle générale plus abondantes que celles de *H. zea*;
- quel que soit le site, les captures sont globalement moins élevées pendant le premier trimestre de l'année (Carême) que pendant le second (hivernage), ce qui correspond en gros à la saison sèche et à la saison des pluies.

Pour *S. frugiperda*, pendant le premier trimestre, les pics de piégeage surviennent toutes les 4 à 5 semaines, ce qui correspond à une génération complète de l'oeuf à l'oeuf dans les conditions climatiques de la Guadeloupe. Lorsque les

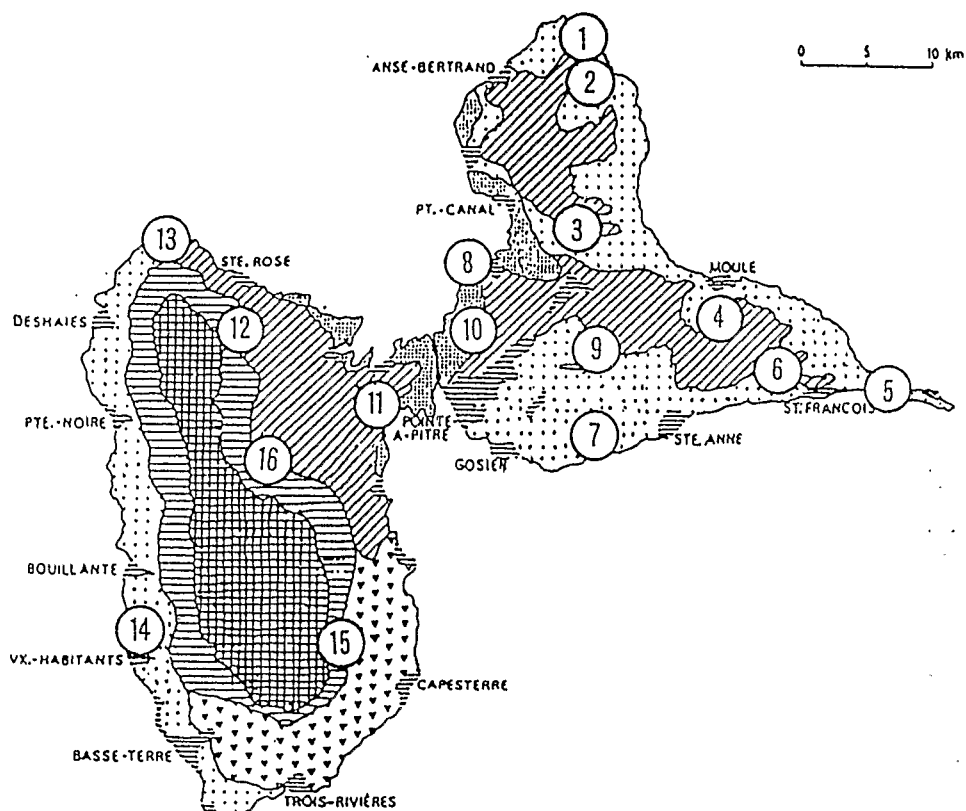


Fig. 6. Emplacement du dispositif d'avertissement en Guadeloupe.

pluviosités augmentent, les pics de captures se rapprochent. Ils ne sont alors espacés que de deux semaines et les populations se chevauchent.

La végétation a aussi son importance et les captures varient selon qu'on effectue les piégeages sur des cultures pérennes (prairies) ou temporaires (maïs, sorgho).

Pour *Heliothis zea*, l'espèce semble être présente de façon moins régulière et les captures sont directement liées à la présence d'une végétation hôte favorable (maïs, sorgho par ex.) sans que la pluviométrie ait une importance aussi marquée. Dans certains sites, on assiste à une disparition des populations adultes pendant plusieurs mois et cela généralement en liaison avec l'absence de plantes-hôtes favorables.

Les travaux poursuivis en Guadeloupe étaient différents de ceux précédemment exposés en Guyane. Il s'agissait essentiellement de savoir comment évolueraient les populations des 2 noctuelles *S. frugiperda* et *H. zea* en fonction de la variation des agrosystèmes rencontrés sur l'île et de leur environnement végétal et climatique. Malgré des variations importantes selon les sites, les deux insectes sont présents partout et leurs populations évoluent régulière-

ment tout au long de l'année avec cependant l'influence beaucoup plus grande d'une végétation favorable en ce qui concerne *H. zea*.

Les travaux seront poursuivis en vue de l'établissement de systèmes d'avertissement pour une région donnée et un type de culture déterminé. La diversité climatique et culturelle de la Guadeloupe ne permet pas en effet, comme en Guyane, d'envisager des avertissements valables pour l'ensemble du département.

REFERENCES

- Descoins, C., Lalanne-Cassou, B., Malosse, C. et Milat, M.L., 1986. Analyse de la phéromone sexuelle émise par la femelle vierge de *Mocis latipes* (Guénée) (Noctuidae, Catocalinae de Guadeloupe, Antilles Françaises). C.R. Acad. Sci., Paris, 302 (Série III): 509-512.
- Descoins, C., Cheron, H., Lalanne-Cassou, B. et Malosse, C., 1988a. Etude de la sécrétion phéromonale d'*Heliothis zea* de Guadeloupe et mise au point d'un attractif spécifique pour cette espèce. J. Chem. Ecol. (à paraître).
- Descoins, C., Gallois, M., Lalanne-Cassou, B. et Malosse, C., 1988b. Composition des sécrétions phéromonales des Noctuelles du genre *Spodoptera* des Antilles Françaises et de la Guyane. J. Chem. Ecol. (à paraître).
- Heath, R.R., Tumlinson, J.H., Leppla, N.C., Mc Laughlin, J.R., Dueben, B., Dundulis, E. et Goy, R.H., 1983. Identification of a sex pheromone produced by female velvet bean caterpillar moth. J. Chem. Ecol., 9: 645-656.
- Klun, J.A., Plimmer, J.R., Bierl-Leonhardt, B.A., Sparks, A.M., Primiami, M., Chapman, O.L., Lee, G.H. et Lepone, G., 1980. Sex pheromone chemistry of female corn earworm moth *Heliothis zea*. J. Chem. Ecol., 6: 165-178.
- Pope, M.M., Gaston, L.K. et Baker, T.C., 1984. Composition, quantification and periodicity of sex pheromone volatiles from individual *Heliothis zea* females. J. Insect Physiol., 30: 943-945.
- Teal, P.E.A., Tumlinson, J.H., Mc Laughlin, J.R., Heath, R. and Auser, R.A., 1984. (Z)-11-Hexadecen-1-ol: A behavioral modifying chemical present in the pheromone gland of female *Heliothis zea* (Lepidoptera, Noctuidae). Can. Entomol., 116: 777-779.
- Tumlinson, J.H., Mitchell, E.R., Teal, P.E.A., Heath, R.R. et Mengelkoch, L.J., 1986. Sex pheromone of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Identification of components critical to attraction in the field. J. Chem. Ecol., 12: 1909-1926.