



B. Rhino,  
F. Vinatier,  
C. Thibaut,  
C. Amour

## La dispersion des insectes, un paramètre important pour le contrôle des ravageurs

La lutte contre les ravageurs des cultures a longtemps reposé sur l'utilisation de pesticides qui s'avèrent nocifs pour l'environnement. La maîtrise des bioagresseurs par des méthodes alternatives permet de réduire l'emploi des pesticides dans les agrosystèmes. Pour les insectes ravageurs, plusieurs voies de recherche sont à l'étude, du piégeage de masse avec des pièges à phéromones pour réduire leurs populations dans les parcelles cultivées, à l'augmentation de la diversité végétale dans les agrosystèmes pour favoriser la lutte biologique de conservation ou pour détourner les ravageurs des cultures. Cependant l'efficacité de ces méthodes nécessite de modifier l'aménagement spatio-temporel des agrosystèmes. Il est donc important de raisonner la disposition des parcelles cultivées et des espaces non cultivés. Pour cela, il est nécessaire de prendre en compte les traits de vie des ravageurs, en particulier leur capacité de dispersion et le mode de sélection des plantes hôtes. Nous présentons ici deux cas d'étude : la noctuelle de la tomate, insecte aérien polyphage très mobile et le charançon noir du bananier, insecte inféodé au bananier et se déplaçant principalement par la marche.

### LE CAS DE LA NOCTUELLE DE LA TOMATE

#### Caractéristiques biologiques de l'insecte

*Helicoverpa zea* (Lepidoptera : Noctuidae) est un

ravageur majeur dans la Caraïbe et sur le continent américain (Photo 1). C'est un insecte très polyphage, les larves se nourrissant de plus d'une centaine de plantes cultivées et sauvages. *H. zea* a une grande mobilité, les adultes peuvent parcourir 2 à 3 km/jour. Cependant *H. zea* ne migre que si les conditions climatiques ou la disponibilité des ressources alimentaires, ne sont pas suffisantes. Les mouvements les plus fréquents se font dans un rayon de 100 m (Fitt, 1989). Chaque femelle est très féconde et pond en moyenne 1 500 œufs durant 8 à 10 jours. La mortalité naturelle est importante (>90%), particulièrement pour les œufs et le premier stade larvaire, et est principalement due à la prédation. *Orius insidiosus* est un important prédateur d'œufs et de jeunes larves de *H. zea*. La coccinelle *Coleomegilla maculata* a aussi été identifiée comme prédatrice majeure d'œufs dans les parcelles de maïs.

#### Les types de dégâts

Les dégâts sont dus aux larves. De nombreuses cultures peuvent être attaquées par *H. zea* (maïs, sorgho, coton, soja, tournesol, tomate, tabac) (Fitt, 1989). La noctuelle attaque les cultures de tomate, de préférence en période de floraison. Les femelles pondent sur la première feuille au dessous des bouquets floraux, puis, à partir du troisième stade, les larves pénètrent dans les fruits pour se nourrir (Photos 2a, 2b).



Photo 1.  
Adulte de *Helicoverpa zea* (Eddy Dumbardon-Martial/ Fredon Martinique).

1

Photo 2a. Larve *H. zea* dans le bouton floral de tomate (Eddy Dumbardon-Martial/Fredon Martinique).

Photo 2 b . Dégât de chenille *H. zea* sur tomate (Philippe Ryckewart/CIRAD).



2a



2b

### Les méthodes de lutte

Des méthodes alternatives, faisant appel à des lâchers inondatifs de parasitoïdes (*Trichogramma sp.*) se sont révélées très coûteuses car elles nécessitent un grand nombre de parasitoïdes. Par exemple aux USA, dans les champs de coton, il fallait lâcher 100 000 à 200 000 femelles de *Trichogramma exiguum* pour obtenir 70 à 80 % des œufs de *H. zea* parasités. Les nématodes entomopathogènes, *Steinernema sp.*, semblaient efficaces contre les larves. Cependant cette méthode demandait de fortes concentra-

tions en nématodes, Cabanillas et Raulston (1996) ont montré qu'il fallait 200 000 nématodes / m<sup>2</sup> pour obtenir un taux de parasitisme de 95 %. De plus la persistance des nématodes dans les parcelles dépendait de nombreux facteurs environnementaux.

Actuellement, il est impossible de contrôler les adultes avec les pièges à phéromone car ils ne capturent que les mâles. Dans le cas de ravageurs aériens pouvant se déplacer sur de longues distances comme *H. zea*, l'élimination des plantes susceptibles d'abriter les ravageurs



n'aura qu'un impact limité sur les populations car les sources d'infestation peuvent être éloignées de plusieurs kilomètres.

La gestion des habitats, en particulier la dilution de la ressource par l'augmentation de la diversité végétale et par des arrangements spatiaux des plantes hôtes, semble être la stratégie la plus prometteuse pour contrôler ce ravageur. Cela permet de perturber le comportement de recherche des sites de pontes et des ressources alimentaires (Smith et Mcorley, 2000). Du fait du niveau élevé de polyphagie de *H. zea*, les agencements spatiaux devront aussi intégrer une diversité phénologique des plantes hôtes pour éviter les pullulations de *H. zea* dans les cultures. Le second effet escompté des manipulations des habitats est l'augmentation des parasites et prédateurs de *H. zea*.

L'utilisation de plantes pièges est une méthode intéressante car elles attirent et retiennent les bio-agresseurs. Certaines plantes ont déjà été testées comme plantes pièges pour contrôler les dégâts des noctuelles (*Helicoverpa sp.*). Ces plantes pièges sont plus efficaces quand elles sont utilisées en bordures de champ car elles permettent d'intercepter *Helicoverpa sp.* avant qu'il ne colonise la culture. Les bordures de plantes pièges autour de parcelles cultivées semblent être l'agencement le plus efficace car elles perturbent la recherche de sites de ponte. Différents exemples ont montré l'efficacité de bordures de

parcelle réalisée avec des plantes hôtes : à Cuba, l'utilisation du sorgho en bordure des champs de tomate permet de réduire l'utilisation des insecticides et favorise les parasitoïdes ; en Inde, l'utilisation de *Tagetes erecta* comme plante piège en bordure de champ de tomate permet de réduire le nombre de fruits attaqués (Landis et al., 2000). L'agencement temporel des plantes pièges est aussi un facteur important car l'efficacité d'une plante piège dépend aussi du décalage phénologique entre cette dernière et la culture principale (Wackers et al., 2007). De plus, les bordures enherbées maintiennent les populations d'auxiliaires, en particulier grâce à la présence d'espèces végétales fleuries (Koppenhofer, 1993). Nous développons actuellement une stratégie pour contrôler la noctuelle de la tomate basée sur l'utilisation de bordure de parcelles permettant la régulation naturelle des œufs et des premiers stades larvaires (plantes «réservoirs» pour les auxiliaires), et permettant le détournement de la ponte des femelles des cultures (plantes pièges pour le ravageur). Pour cela, nous étudions la diversité entomofaunistique et floristique présente dans les bordures de parcelles enherbées. Nous étudions chez les agriculteurs les mécanismes expliquant les interactions entre les bordures enherbées et les parcelles cultivées, en particulier la dispersion des auxiliaires et leur impact sur la régulation de *H. zea*. Nous testons l'efficacité du maïs pour piéger *H. zea* (Photo 3).



Photo 3. Essai  
"tomate x maïs".  
(Metty Trebeau / CIRAD)

De plus, nous cherchons les meilleurs agencements et les meilleures synchronisations entre les semis de maïs et les plantations de tomate afin de maximiser les captures de *H. zea* ; le maïs étant plus attractif pour *H. zea* de la floraison jusqu'au stade laiteux de l'épi.

## LE CAS DU CHARANÇON DU BANANIER

### Caractéristiques biologiques de l'insecte

Comparé à *H. zea*, *Cosmopolites sordidus* est un insecte ayant une faible fécondité (quelques œufs pondus par semaine par femelle selon Koppenhofer, 1993), mais ayant une longévité de plus de deux ans. *Cosmopolites sordidus* est d'instinct grégaire avec un mode de vie nocturne et essentiellement fouisseur (**Photo 4**).

tionnelles, il n'a été quasiment jamais observé en vol.

### Les types de dégâts

L'adulte présente une certaine résistance au jeûne, mais il doit s'alimenter intensément en période d'activité normale. Il se nourrit principalement de rhizome de bananier (Vilardebo, 1973). L'essentiel des dégâts causés par *C. sordidus* sur bananier est dû à l'alimentation des larves, qui creusent des galeries à l'intérieur des rhizomes de bananier. Ces galeries sont responsables de la rupture des tissus du rhizome des bananiers ainsi que des racines. Les plants infestés sont plus fragiles et un grand nombre de bananiers peuvent être arrachés par le vent. Les dégâts vont s'accumuler au fur et à mesure des



Sa dispersion se fait principalement par la marche et semble limitée et lente. Mozzette (1920) indique que la plupart des adultes demeurent à proximité de leur site d'émergence ; Delattre (1980) a trouvé 90 % des charançons recapturés après trois jours à proximité de leur point de relâchement, les distances maximales parcourues sont estimées de 6 à 15 m en une nuit. Bien que l'adulte dispose d'ailes fon-

cycles culturaux, en fonction de l'accroissement de la population de l'insecte. La nuisibilité de *C. sordidus* dépend de la variété de banane plantée, de son stade de développement, des conditions du milieu et des pratiques culturales.

### L'étude de la dispersion de *C. sordidus* par marquage RFID

Les micromarqueurs RFID (Radio Frequency

Photo 4 : Adulte de *Cosmopolites sordidus* (Fabrice Vinatier/CIRAD).



Figure 1. Représentation d'une trajectoire de *C. sordidus* dans une bananeraie (Fabrice Vinatier/CIRAD).

Identification) permettent le suivi individuel d'organismes vivants à partir de signaux radio. La miniaturisation croissante de la taille de ces marqueurs permet actuellement des applications en entomologie. Cette technique a été uti-

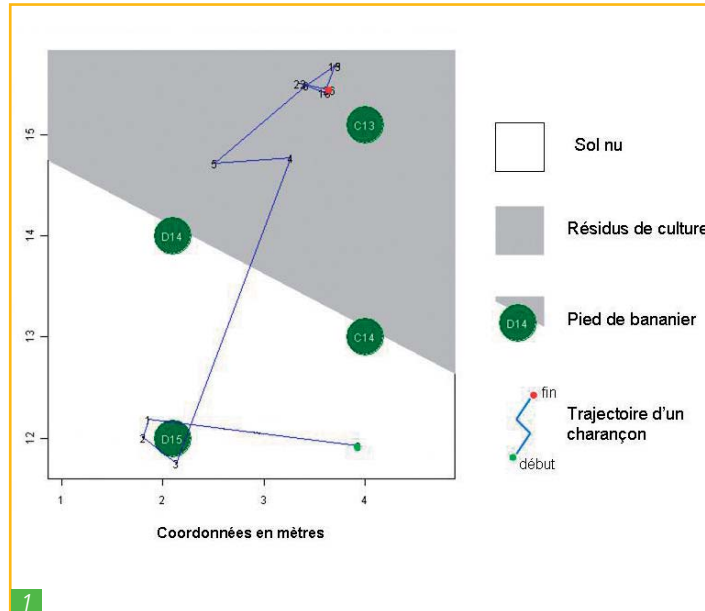
rançons peuvent ainsi être localisés quotidiennement, même s'ils sont enfouis dans le sol ou cachés dans les résidus végétaux. Il est de plus possible de déterminer des trajectoires d'individus dans un paysage hétérogène (figure 1). Ces nouvelles connaissances nous permettent d'élaborer de nouvelles stratégies de lutte, basées notamment sur l'organisation des parcelles dans le paysage et sur la gestion des résidus de culture à l'intérieur des parcelles.

### La gestion des populations

La gestion des populations de *C. sordidus* repose principalement sur:

**La prophylaxie.** L'utilisation de plants sains (vitroplants) lors des replantations de bananeraies permet de limiter l'infestation initiale des bananeraies et de retarder l'accroissement de la population pendant plusieurs cycles culturaux.

**Le piégeage de masse.** Lorsqu'ils ont été récemment en contact avec du pseudo-tronc et probablement après s'en être nourris, les mâles



lisée sur *C. sordidus* afin de comprendre et quantifier ses mouvements en plein-champs en fonction de son environnement. Des marqueurs ont été fixés à chaque insecte (Photo 5). Les cha-



Photo 5. Puce RFID (Radio Frequency IDentification) reliée à un charançon adulte à l'aide d'un fil tressé (Fabrice Vinatier/CIRAD).

produisent une phéromone d'agrégation (sordidine) principalement pendant la nuit. Cette phéromone a été synthétisée et est actuellement utilisée en association avec des pièges d'interception de type Barber (**Photo 6**). Le rayon d'action de ces pièges est limité à environ quinze mètres. L'organisation de ces pièges dans

des dynamiques spatiales de l'insecte sur plusieurs cycles de culture en fonction des densités de plantation et de l'organisation spatiale des piégeages (**Figure 2**). Le modèle COSMOS a permis de tester l'effet du schéma de plantation et celui de la densité de piégeage sur la dynamique du ravageur. Nous avons montré que planter des



l'espace et dans le temps nécessite de prendre en compte la dispersion de *C. sordidus*. Ce type de piégeage est particulièrement efficace dans les jachères et en ceinture des parcelles non infestées

#### **La simulation en appui à la gestion des populations**

Les aspects spatiaux de dynamique des populations de *C. sordidus* sont centraux pour lutter contre ce ravageur : les distances entre bananiers, la disposition des résidus de culture sont autant de facteurs pouvant influencer les mouvements de colonisation de l'insecte. De plus, son comportement grégaire conduit à des distributions agrégées des populations, d'où une disposition spatiale des piégeages en conséquence. Un modèle de dynamique spatiale des populations de *C. sordidus* a été développé. Ce modèle intitulé COSMOS est de type individu-centré et rassemble l'ensemble des connaissances acquises sur les traits de vie de l'insecte. Il permet, entre autres, de réaliser des simulations

bananiers en touffes plutôt que en ligne sur les parcelles permet d'augmenter le temps nécessaire à la colonisation d'une parcelle, mais augmente le pourcentage de bananiers sévèrement attaqués. Le modèle COSMOS a aussi montré qu'augmenter la densité de pièges au-delà de 16 pièges / ha ne permet pas d'améliorer le contrôle de la population.

## **CONCLUSION**

Lutter contre un insecte ravageur nécessite la connaissance de l'ensemble de ses plantes hôtes. En effet, la noctuelle de la tomate étant polyphage, il faut détourner la ponte des femelles des cultures en utilisant des plantes pièges. L'organisation spatiale à privilégier serait l'implantation de bordures de plantes-pièges autour des champs de tomate. Par contre, comme le charançon du bananier est strictement inféodé aux musacées, la meilleure technique de lutte consiste à transfor-

*Photo 6. Piège à phéromone utilisé pour la capture de *C. sordidus*, de type piège Barber. La partie supérieure du piège renferme une capsule de phéromone et la partie inférieure est enfoncée dans le sol. (Fabrice Vinatier/CIRAD).*



mer les parcelles en jachère afin de priver l'insecte de sa ressource et à y pratiquer un piégeage de masse. Toutefois l'organisation spatiale des jachères au sein de l'agrosystème est primordiale car il faut éviter de placer les jachères à côté de jeunes plantations pour éviter la réinfestation de ces dernières (Rhino et al, 2010).

L'utilisation du piégeage associé à une phéromone d'attraction donnera des résultats très variables suivant les insectes et le type de phéromone. La phéromone émise par les noctuelles de la tomate attirant uniquement les mâles, son utilisation ne permet pas de limiter les contaminations des parcelles. A l'inverse, la phéromone émise par le charançon du bananier attirant les deux sexes, il est possible d'obtenir

des résultats satisfaisants avec du piégeage de masse, en particulier dans les jachères ou le long des bordures afin de prévenir la migration des charançons vers les parcelles voisines.

Les capacités de dispersion des insectes vont jouer grandement sur l'échelle spatiale à privilégier pour comprendre et contrôler les densités de ravageurs. Le charançon ayant de faibles capacités de dispersion, il s'avère nécessaire de travailler à l'échelle de la parcelle et de ses bordures pour comprendre les dynamiques de recolonisation. Par contre, la noctuelle pouvant se déplacer sur de très grandes distances par le vol, il est indispensable d'en tenir compte pour recenser les plantes hôtes potentielles sur une grande échelle spatiale.

Figure 2. Représentation d'un piège (point vert) et de son rayon d'attraction (grisé) en fonction d'une population de charançons (points noirs) aléatoirement disposés dans une bananeraie à l'aide du modèle COSMOS. (Fabrice Vinatier/CIRAD).

