Synthèse bibliographique

Les recherches récentes sur le charançon des bananiers, *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera, Curculionidae)

J MESTRE
Cirad-Flhor
Station de Neufchâteau
Sainte-Marie
97130 Capesterre-Belle-Eau
France

Recent research on the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera, Curculionidae).

ABSTRACT

INTRODUCTION. This review of studies on *Cosmopolites sordidus* published since 1990 is supplemented with results obtained in Guadeloupe. BACKGROUND INFORMATION ON *C SORDIDUS*. The larva hatches from an egg oviposited at the collar of banana plants and then bores galeries through the rhizome as it feeds. The number of larval instars, ie, the pest stages, varies according to temperature and the food source. At around 25°C, the nymphal stage is reached within 30-40 days. The adult is sedentary and feeds on plant debris. RECENT RESEARCH. Most data available on the biology of banana weevils has been obtained with laboratory-reared insects. The thermal threshold for development is 12°C for eggs, and around 9°C for larvae. The best embryonic development and hatching rates were obtained at 25–30°C. The respective roles of environmental factors on the evolution of weevil populations (studied by trapping and decortication) should be the topic of specific investigations. Various relations between nematodes and weevels, plants and insects, and between insects are discussed. Biological control was tested using predators and entomopathogenic organisms. The thresholds of weevil infestation that different banana cultivars could withstand have not yet been studied. Treatment thresholds, which are set very low, could also be increased to within specified limits without any risk. Trapping, some cropping practices, and pesticide treatments are also efficient for controlling this pest. CONCLUSION. This review highlights the fact that integrated pest management could be very efficient, however, this requires further investigation.

KEYWORDS
Cosmopolites sordidus, biology, pest control methods.

Les recherches récentes sur le charançon des bananiers, *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera, Curculionidae).

RÉSUMÉ

INTRODUCTION. Cette revue des travaux publiés sur *Cosmopolites sordidus* depuis 1990 est complétée par des résultats obtenus en Guadeloupe. RAPPELS SUR *C SORDIDUS*. La larve, issue d'un œuf déposé au collet, se nourrit du rhizome qu'elle creuse de galeries. Le nombre de stades larvaires, forme nuisible de l'espèce, varie selon la température et l'alimentation. Vers 25 °C, le stade nymphal est atteint en 30 à 40 j. L'adulte est sédentaire ; il se nourrit de déchets végétaux. LES RECHERCHES RÉCENTES. Les élevages en laboratoire fournissent l'essentiel des données disponibles sur la biologie du charançon. Le seuil thermique de développement serait de 12 °C pour les œufs, et d'environ 9 °C pour la larve. Le développement embryonnaire et les taux d'éclosion les meilleurs sont observés entre 25 et 30 °C. Le rôle respectif des facteurs du milieu sur l'évolution des populations de charançons, étudiée par piégeage et décorticage, nécessiterait le développement d'études spécifiques. Différents types de relations entre nématodes et charançons, plante et insecte et entre insectes sont évoqués. La lutte biologique a été testée à l'aide de prédateurs ou d'organismes entomopathogènes. Les seuils d'attaques supportés sans dommage par les différents cultivars sont encore ignorés ; les seuils d'intervention, fixés très bas, pourraient certainement être relevés sans risque, dans des limites a préciser. Le piégeage, tout comme certaines pratiques culturales et l'utilisation d'insecticides sont des méthodes de lutte. CONCLUSION. La synthèse met en évidence l'intérêt de la lutte intégrée dont différents aspects devront être abordés.

MOTS CLÉS
Cosmopolites sordidus, biologie, méthode de lutte antiparasite.

Reçu le 12 mai 1997
Accepté le 17 juin 1997

Fruits, 1997, vol 52, p 67-82
® Elsevier, Paris

RESUMEN SPAÑOL, p. 82

introduction

Le charançon des bananiers *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) est considéré comme l'un des principaux insectes ravageurs des bananeraies à l'échelle mondiale. Son importance est, cependant, très variable selon les régions, les cultivars exploités et le système de culture. En particulier, les cultures de plantains d'autoconsommation en Afrique, très sensibles et sans couverture chimique, sont souvent fortement attaquées.

Cette synthèse se propose, après un bref rappel sur l'espèce, de faire un tour d'horizon des travaux réalisés au cours des années récentes, en fournissant, en complément, quelques comparaisons avec nos observations effectuées dans les conditions de Guadeloupe.

rappels sur *Cosmopolites sordidus*

Cosmopolites sordidus est un coléoptère de la vaste famille des Curculionidae (charançons) qui contient plus de 40 000 espèces. Il appartient à la sous-famille des Rhynchophorinae dont font partie d'autres ravageurs comme, par exemple, les gros charançons noirs des palmiers, *Rhynchophorus* spp. Il existe une autre espèce, *C pruinosus* Heller (1934), citée jusqu'ici à Bornéo, aux Philippines et aux îles Caroline, qui ressemble beaucoup à *C sordidus* et, probablement, confondue avec lui dans certains pays ; son importance reste à préciser.

L'aire de répartition de *Cosmopolites sordidus* se confond plus ou moins avec celle des bananiers, du fait de son introduction avec le matériel végétal dans toutes les principales zones de culture. Cette espèce semble strictement inféodée aux Musaceae (*Musa* et *Ensete*).

L'adulte est de couleur noire et mesure de 10 à 15 mm ; il ne présente pas de différence notable entre mâles et femelles. La femelle creuse un trou avec ses mandibules au niveau du collet d'un plant de bananier et y dépose un œuf. Celui-ci donne naissance à un premier stade larvaire qui va s'installer dans le rhizome et s'en nourrir, en y creusant des galeries caractéristiques. Plusieurs stades larvaires, qui constituent l'état nuisible de l'espèce, se succèdent, quatre à sept selon la température et les conditions d'alimentation. Leur développement se fait préférentiellement dans le rhizome mais, plus rarement, des larves ont pu être observées dans les pseudotroncs au sol. En cas d'attaque sévère, elles peuvent remonter parfois dans le pseudotronc sur pied ou apparaître dans les rejets. Vers 25 °C, le stade nymphal est atteint en 30 à 40 j ; il dure à peu près une semaine.

À l'émergence, le jeune adulte est de couleur brune ; il mettra plusieurs jours à se pigmenter en noir. Après une ou deux semaines à l'abri de sa loge nymphale, il sort de la souche ; il poursuivra sa vie dans la bananeraie, errant lentement, la nuit, à la recherche de nourriture, de congénères et de sites de ponte. Ses ailes sont bien développées, mais les déplacements par vol sont exceptionnels. L'existence du vol a souvent été mise en doute, mais, bien qu'une seule fois, il nous a été donné de voir voler et d'attraper un charançon. C'est, en fait, une espèce hygrophile très sédentaire, qui se nourrit des déchets végétaux, divers, lesquels, de même que les interstices au pied des bananiers, lui servent aussi d'abri dans la journée. Sa longévité est grande – jusqu'à deux ans en laboratoire – et il peut résister plusieurs semaines au jeûne s'il dispose d'eau, mais il redoute les températures trop élevées et surtout la sécheresse qui le tue très rapidement.

La femelle semble peu prolifique ; en laboratoire, elle ne pond qu'un ou deux œufs par semaine. Même si son espérance de vie moyenne atteignait une année, elle ne produirait, au mieux, qu'une centaine d'œufs dont le taux de survie naturel n'est pas encore connu.

Il y a deux méthodes classiques pour avoir une idée de l'abondance des charançons dans une bananeraie : le piégeage des adultes à l'aide de morceaux de pseudotroncs et le décorticage de la souche, méthode plus précise qui reflète directement le taux d'attaque des bananiers par les larves. L'impact réel de l'action du charançon sur le développement du bananier

est un sujet complexe, très controversé, et qui mériterait un effort d'investigation tout particulier.

Jusqu'ici, la lutte en bananeraies industrielles est essentiellement basée sur l'utilisation d'insecticides spécifiques ou de produits à action mixte nématicides-insecticides, appliqués en couronne au pied des bananiers. Comme pour d'autres cultures, les recherches se focalisent vers une lutte intégrée en mettant un accent particulier sur la lutte biologique.

les recherches récentes

Dans la revue effectuée, les travaux les plus récents ont été regroupés en rubriques thématiques même si cela n'a pas été toujours aisé, certains articles abordant, à des degrés divers, plusieurs thèmes simultanément. Certains documents, récemment publiés, présentant des synthèses plus ou moins approfondies sur un aspect donné, pourront également être consultés en complément de ce travail. Ainsi, un survol général des problèmes de nématodes et de charançons à travers le monde, ainsi que des méthodes permettant leur contrôle, a déjà été proposé par GOLD et GEMMIL (1993) ou ANONYME (1994).

biologie, écologie, méthodes d'étude sur le terrain

biologie générale

Beaucoup de descriptions sommaires de la morphologie de *Cosmopolites sordidus* ont déjà été publiées, mais la seule étude détaillée date de trente ans. À notre connaissance, il n'y a pas eu de travaux publiés traitant de l'anatomie de l'insecte. En utilisant la technique de microscopie à balayage, NATIF et al (1994) ont précisé certains aspects de la morphologie des larves et des adultes. Ils ont analysé le dimorphisme sexuel touchant l'aspect de l'extrémité abdominale et du rostre et ont décrit, en particulier, les différents types de sensilles, ou récepteurs sensoriels, trouvés sur le corps et les antennes.

L'élevage du charançon des bananiers, en laboratoire, ne peut être considéré comme pleinement satisfaisant. S'il est facile de maintenir les adultes en les nourrissant de morceaux de bananier, voire de canne à sucre, il est moins aisé de contrôler le développement larvaire. Aucun milieu artificiel ou semi-artificiel permettant l'élevage des larves n'est, à ce jour, disponible et la technique classique consiste à les placer sur de petits morceaux de pseudotroncs ou de rhizome. Cependant, la dégradation rapide de tels substrats implique de nombreux changements de milieux et les résultats sont souvent médiocres, liés à un taux d'éclosion faible ou moyen et à une mortalité larvaire élevée. Il est fréquent d'obtenir un rendement œuf/adulte inférieur à 10 ou 20 %, même en apportant beaucoup de soins au suivi des élevages (LEMAIRE, 1996). Par ailleurs, l'utilisation de ces substrats nécessite de disposer facilement de matériel végétal frais.

KOPPENHÖFER et SESHU REDDY (1994) ont montré que, parmi les méthodes simples à base de matériel végétal frais, celle qui donnait le meilleur résultat quant à la production d'œufs et d'adultes était l'élevage sur rhizome entier, ce qui n'est évidemment pas des plus généralisables.

En pratique, ces élevages en laboratoire sont cependant à la base de l'essentiel des données disponibles sur la biologie du charançon, en particulier en ce qui concerne le temps de développement des différents stades. Si cela n'est pas trop gênant pour les stades de transformation tels qu'œuf et nymphe, il n'en est pas de même pour le nombre et la durée des stades larvaires, ni évidemment pour les taux de mortalité, et la littérature fournit souvent des données très hétérogènes.

TRAORÉ et al (1993, 1996) ont précisé l'influence de la température sur le développement embryonnaire et larvaire. Ils indiquent un seuil thermique de développement de 12 °C pour les œufs, et d'environ 9 °C pour la larve. Les temps de développement embryonnaire les plus courts (5 à 6 j) et les taux d'éclosion les plus forts (43 %) sont observés entre 25 et 30 °C. Les températures supérieures deviendraient défavorables, en particulier, il n'y aurait aucune éclosion au-dessus de 32 °C. Pour des tem-

pératures d'élevage de 16 à 20 °C, six stades larvaires ont été observés contre une moyenne de quatre ou cinq stades à 25 et 30 °C. Cela pourrait en partie expliquer l'hétérogénéité des données concernant le nombre de stades rapporté par la littérature. Comme pour les embryons, la durée du développement des stades postembryonnaire – larves et nymphe – est la plus courte vers 25–30 °C : un mois pour les larves, 6 ou 7 j pour la nymphe, avec des seuils thermiques de près de 9 j pour les larves et de 10 j pour la nymphe. La mortalité larvaire globale oscille entre 60 et 80 %. Pour l'accomplissement des différents stades de développement, il faut en moyenne 89 °Cj pour l'œuf, 538 pour les larves et 121 pour la nymphe.

AFREH NUAMAH (1993b) a publié d'autres résultats, également obtenus dans des conditions classiques d'élevage. Pour des températures comprises entre 24 et 31 °C, la durée de développement de l'insecte, s'écoulant de la ponte à l'émergence de l'adulte, paraît particulièrement courte – de l'ordre de 1 mois –, en liaison avec un développement larvaire très rapide – une quinzaine de jours.

L'essentiel des données jusqu'ici disponibles sur la fécondité est également issu d'expérimentation en laboratoire ; les chiffres s'avèrent assez variables et il est difficile d'en apprécier la signification compte tenu des conditions de ponte très artificielles dans lesquelles se trouvent alors les femelles. D'une manière générale, cependant, ces données mettent en évidence la faible fécondité de l'espèce – un à trois œufs/semaine, soit une centaine d'œufs/an –, associée, en élevage, comme déjà écrit, à un taux d'éclosion fréquemment médiocre.

Les élevages en conditions semi-naturelles, sur souches ou pseudotroncs, sont beaucoup plus difficiles à réaliser, mais ils permettent d'aboutir à des données bien plus proches des conditions naturelles. Dans de telles conditions, KOPPENHÖFER (1993b) a observé une fécondité moyenne variant de 0,7 œuf/semaine sur pseudotronc à 1,3 œuf/semaine sur souches de pieds récoltés. La majorité de ces œufs était pondue au niveau du rhizome, et plus de 50 % d'entre eux était considérés comme accessibles aux prédateurs.

méthodes d'étude de la dynamique des populations sur le terrain : piégeage et décorticage

Le piégeage est une méthode ancienne, fréquemment utilisée pour évaluer l'abondance des charançons, mais de nombreux auteurs l'ont critiquée du fait du nombre important de facteurs susceptibles d'affecter ses performances, entraînant une grande variabilité des résultats.

Le décorticage des souches met directement en évidence les dégâts larvaires, mais c'est une méthode plus lourde qui est généralement effectuée uniquement au stade récolte pour ne pas léser les pieds en cours de croissance.

OGENGA-LATIGO et BAKYALIRE (1993a, b) ont étudié et confirmé la variabilité des résultats du piégeage, liée, dans ces travaux, à la taille des pièges, à la durée de pose ou à l'humidité ambiante ; ils ont souligné la nécessité de bien comprendre les sources de cette variabilité avant d'exploiter la technique de piégeage tant pour la surveillance des bananeraies que pour l'étude des charançons. Ces auteurs ont, par ailleurs, indiqué qu'un nombre maximal de charançons était observé pendant 3 à 4 j et ils ont mis en évidence le rôle essentiel joué par les conditions d'humidité. Le point le plus intéressant de leur étude est la mise en évidence d'une corrélation, variant fortement d'un cultivar à l'autre, entre ce qui est observé en décorticage superficiel, cas le plus classique, et les dégâts plus internes. Ces observations impliqueraient que la technique de piégeage demande à être précisée cultivar par cultivar, avant de faire des comparaisons. Cependant, GOLD et al (1994) ont montré une forte corrélation entre dégâts internes et coefficient d'infestation mesurée sur la périphérie.

PRICE (1993, 1995), tout en soulignant également l'importance des facteurs climatiques sur les résultats du piégeage des charançons adultes, considère que cette technique est un moyen simple et fiable pour l'étude de la biologie de l'espèce, et il l'utilise pour certaines de ses expérimentations. Des essais de marquage-recapture d'insectes ont montré que le taux de récupération d'insectes est de 6 à 16 %, 4 j

après leur lâcher, et cela malgré un piégeage intensif ; « le paillage » du sol réduirait alors le taux de recaptures. SPEIJER et al (1993) ont trouvé une bonne corrélation, en parcelles de bananeraies, entre le coefficient d'infestation mesuré par la technique du décorticage et le dénombrement par piégeage des mâles, mais pas des femelles, ces auteurs attribueraient cela à une plus grande sédentarité des mâles, qui resteraient à proximité des pieds dont ils sont issus.

L'application de telles techniques de piégeage et de décorticage, à la surveillance des plantations, sera traitée ultérieurement. Compte tenu de leur importance pour le diagnostic au champ et pour la recherche, leur intérêt et leurs limites constituent l'un des thèmes prioritaires des études menées actuellement en Guadeloupe.

écologie, dynamique des populations, lien avec la phénologie de la plante

Peu d'études fines et suivies sont disponibles sur la dynamique des populations de *C sordidus* et, le plus souvent, celles qui existent reposent uniquement sur le piégeage des adultes. Il ne peut, dans ce cas, être question d'un véritable suivi de l'abondance des insectes, car il s'agit alors, tout autant, d'indices d'activité des adultes, qui peuvent fluctuer fortement en fonction, notamment, des aléas climatiques du moment.

BATISTA FILHO et al (1991), dans un suivi mensuel par piégeage, n'ont pas décelé de corrélation entre la dynamique des captures d'adultes et les données climatiques – pluviosité, températures ou humidité relative. Le problème principal de tels travaux réside principalement dans la variabilité des réponses au piège, mais aussi, parfois, dans la méthodologie employée : nombre de pièges, dates de relevés après la pose, etc.

TREVERROW et MADDOX (1991) ont étudié l'abondance des larves et des adultes selon le type de matériel végétal après récolte – pseudotronc au sol, pieds chutés, souches résiduelles –, montrant que c'étaient les pieds chutés, puis les souches résiduelles, qui constituaient les zones préférentielles de multiplication du charançon. Ils ont observé aussi que les pieds avant floraison pouvaient présenter un taux d'attaque relativement important, contrairement à l'idée fréquemment véhiculée que seuls les pieds âgés sont significativement attaqués. STANTON (1994) a indiqué, cependant, que les attaques se situaient surtout après floraison ou après récolte, l'infestation des jeunes pieds se produisant surtout quand les populations de charançon deviennent fortes.

Notons que de telles observations ne s'appliquent, en fait, qu'aux bananeraies installées, car, ainsi qu'il est facilement vérifié et comme l'a rappelé PRICE (1994), une jeune plantation mise en place à partir de matériel classique ou de vitroplants peut être significativement attaquée par le charançon, ce qui illustrerait la plasticité de l'insecte face à des situations de non choix.

Il a été parfois avancé que les plantes stressées, qui sont fréquemment associées à une mauvaise gestion technique des plantations, étaient davantage sujettes aux attaques de charançon que des plantes en bon état. Cependant, RUKAZAMBUGA et al (1994) n'ont pas trouvé, sur des parcelles menées de diverses manières sur le plan agronomique, de lien entre la « vitalité » des parcelles, mesurée notamment par les rendements, et les attaques de charançon. Il semble surtout que les pieds en bonne santé aient une meilleure capacité à supporter les attaques. Cependant, il est clair que les pratiques culturales, qu'elles soient ou non favorables à la plante, ont une action qui reste à préciser sur le niveau des populations du fait des conditions microenvironnementales particulières qu'elles génèrent.

GOLD et al (1994) et SPEIJER et al (1994), dans une enquête en Ouganda, ont montré que les conditions d'altitude, via la température, semblaient jouer un rôle important sur le niveau des populations, mais que le rôle des pratiques culturales, et du devenir des résidus d'après récolte en particulier, restait à préciser. Ils ont mis en évidence une corrélation entre les zones de plus haute fréquence de chute de bananiers et l'importance des populations de charançons et de nématodes. De même, au Ghana, AFREH NUAMAH (1994) a observé

une forte fréquence de pieds chutés du fait des vents de fin de saison sèche, lorsque ceux-ci avaient un niveau élevé d'infestation par les nématodes et le charançon.

De ces études et certaines autres, il ressort de nombreuses interrogations sur le rôle respectif des différents éléments du milieu – climat, type de cultivar, stade phénologique, importance des déchets végétaux pour la survie et la reproduction, pratiques culturales, etc – sur la dynamique des populations de charançon et la nécessité de développer les études sur ce thème. La variabilité des contextes et des méthodes d'étude explique les résultats parfois contradictoires qui ont été obtenus, et la difficulté des généralisations.

interaction entre nématodes et charançons

Une éventuelle interaction existant entre nématodes et charançons a parfois été évoquée, mais elle a été peu ou pas étayée, et les données récentes, peu nombreuses, sont contradictoires.

Ainsi, SPEIJER et al (1993) ont montré, sur différents cultivars, que les attaques de charançons et de nématodes, *Pratylenchus goodeyi* surtout, augmentaient progressivement après plantation et ils ont mis en évidence, sur les jeunes rejets, une corrélation entre l'infestation par les nématodes et celle des charançons. Les pieds infestés par les nématodes entraîneraient une susceptibilité plus grande aux attaques du charançon, soit parce que les tissus végétaux des pieds infestés seraient plus favorables à la ponte et au développement des larves, soit du fait que davantage de pontes seraient déposées à la suite d'une plus forte attraction des femelles par des substances volatiles.

Inversement, SESHU REDDY et al (1995), au Kenya, ont indiqué qu'il y avait de moindres populations du nématode *Pratylenchus goodeyi* dans les parcelles fortement infestées par le charançon et ont envisagé le fait que les pieds attaqués par l'insecte pouvaient être moins favorables au nématode. Selon ces auteurs, cela pourrait expliquer que certains travaux n'aient pas mis en évidence d'impact du charançon sur la production, car, sur les pieds peu attaqués par cette espèce, les populations de nématodes se développeraient plus fortement.

Comme pour les facteurs liés aux paramètres du milieu et de la culture, les interactions et le rôle respectif charançons–nématodes sont à l'origine d'un débat ancien, mais toujours d'actualité. La possibilité de disposer de sols sains, plantés de vitroplants, devrait permettre, cependant, dans certaines situations, d'avancer dans la compréhension en permettant de dissocier sur le terrain les deux problèmes.

relations sémiochimiques

Cette notion englobe classiquement deux aspects : les relations chimiques entre plante et insecte, relations dites allélochimiques, et celles entre insectes et phéromones.

relations plante–insecte

Le classique constat, selon lequel les morceaux de bananiers, pseudotroncs ou rhizomes, sont des instruments efficaces de piégeage des charançons, ne signifie pas ipso facto que cela résulte, majoritairement, d'une attraction. Le hasard des déplacements dans la bananeraie, suivis d'une sédentarisation dans les sites favorables rencontrés, pourrait tout aussi bien expliquer ce phénomène et il importe de faire la part des choses entre ces deux hypothèses, au demeurant non exclusives.

L'hypothèse selon laquelle le choix de la plante hôte par le charançon, voire la distinction entre espèces ou cultivars de bananier, pouvait avoir pour base la perception de substances volatiles spécifiques émises par le plant n'a pas encore donné lieu à beaucoup de résultats.

BUDENBERG et NDIEGE (1993) ainsi que BUDENBERG et al (1993a) ont mis en évidence que, en olfactomètre, mâles et femelles étaient attirés vers les morceaux frais de rhizome ou de pseudotronc. Les femelles ne montraient aucune différence de réponse face à plusieurs variétés et les deux sexes ont fourni des réponses comparables dans les tests électroantennographiques et les essais comportementaux. PAVIS et MINOST (1993) ainsi que LEMAIRE

(1996) ont indiqué, également par des études olfactométriques, que les pseudotroncs fermentés étaient moins attractifs que le matériel frais, ce qu'ont confirmé KOPPENHÖFER et al (1994) sur le terrain. Par ailleurs, PAVIS et MINOST (1993) n'ont pas constaté de lien, pour les variétés étudiées, entre les résultats d'attraction en olfactométrie et l'attaque des cultivars au champ, et LEMAIRE (1996) n'a pas décelé, en laboratoire, de différences d'attractivité entre cultivars. CERDA et al (1996) ont obtenu des résultats analogues après avoir testé, en laboratoire, la réponse du charançon à différentes sources odorantes : pseudotronc, rhizome, alcool, etc. Les insectes étaient alors davantage attirés par les pseudotroncs et les rhizomes sains que par du matériel déjà infesté. Sur le terrain, l'attractivité des rhizomes s'est révélée supérieure à celle des pseudotroncs.

En laboratoire, des différences d'attraction selon le cultivar et/ou le sexe de l'insecte ont cependant été signalées par PAVIS (1993), et PRICE (1993) a obtenu, sur le terrain, des différences de capture entre pièges issus de plusieurs cultivars.

Sur le plan des substances incriminées, les substances volatiles issues du pseudotronc et du rhizome de la plante sont longtemps restées ignorées. NDIEGE et al (1991) et LEMAIRE (1996) ont identifié des mono- et sesquiterpènes comme les composés volatiles majeurs émis par les pseudotroncs de bananiers sensibles au charançon (cultivar Githumo, groupe AAA). Cependant, un mélange artificiel de ces substances s'est révélé ne fournir aucune réponse électroantennographique et être sans aucune attractivité vis-à-vis du charançon (BUDENBERG et al, 1993a). Cela a conduit à l'idée que l'attraction pouvait plutôt résulter de l'action de certains composants mineurs non présents dans le mélange. Parmi divers composés mineurs actifs en électroantennographie et isolés de différents cultivars, NDIEGE et al (1996a) ont identifié le 1,8-cinéole, présent dans les cultivars sensibles ou tolérants, mais absent du cultivar résistant testé. Ils ont aussi montré, en laboratoire, son effet attractif sur les femelles.

Quelle que soit l'importance, qui reste encore à étudier, des substances volatiles pour la localisation et la reconnaissance des cultivars par les insectes, le lien avec le degré d'attaque par le charançon reste à établir, car, sur le terrain, l'attraction des femelles, la ponte et le succès du développement larvaire n'ont pas forcément de rapport avec l'attraction à distance par des émissions volatiles de pseudotroncs lésés (voir le paragraphe résistance variétale).

relations insecte–insecte : la sordidine

L'émission d'une substance volatile d'agrégation émise par les mâles a été signalée pour la première fois par BUDENBERG et NDIEGE (1993) et BUDENBERG et al (1993a, b). Selon ces auteurs, cette phéromone pourrait être émise via l'intestin postérieur et serait active vis-à-vis des deux sexes.

Parmi six composés volatiles émis par les mâles, actifs biologiquement, le composant majeur a été isolé par BEAUHAIRE et al (1995) qui en ont fourni la structure et la stéréochimie ; ils l'ont nommé « sordidine ». Par la suite, MORI et al (1996) ont précisé la configuration de la sordidine naturelle et NDIEGE et al (1996b) ont présenté une méthode de production de masse d'un mélange de stéréo-isomères de cette phéromone, montrant aussi son action sur le terrain pour le piégeage des charançons mâles et femelles. LEMAIRE (1996) a confirmé en laboratoire l'activité biologique d'un mélange d'isomères de synthèse.

Les premiers résultats sont encourageants, mais il reste encore à préciser les performances réelles, sur le terrain, de cette phéromone et les possibilités de son utilisation dans le cadre d'un piégeage attractif véritablement opérationnel.

Les particularités de la biologie de *Cosmopolites sordidus,* à savoir une vie au sol, dans la litière, avec une très grande sédentarité et l'absence, ou la quasi-absence, de déplacements par vol sont a priori des éléments peu favorables pour des piégeages attractifs à grande échelle. Le cas de figure est très différent de celui d'autres *Rhynchophorinae* comme les *Rhynchophorus,* gros charançons des palmiers, ou les *Metamasius hemipterus,* charançons de la canne, tous deux bons voiliers et pour lesquels ces méthodes ont donné satisfaction.

Il sera d'autant plus intéressant de voir la nature des résultats obtenus.

résistance variétale

Depuis longtemps, des différences entre espèces ou cultivars de bananier vis-à-vis des attaques de charançons ont été signalées, avec, parfois, des données contradictoires liées à des méthodes d'étude et des contextes agronomiques hétérogènes. Au cours des dernières années, des informations plus nombreuses ont été apportées par BABYLATHA et al (1990), PAVIS (1993), PAVIS et MINOST (1993), SESHU REDDY et LUBEGA (1993), SPEIJER et al (1993, 1994), GOLD et BAGABE (1994), GOLD et al (1994), FOGAIN et PRICE (1993, 1994) et ORTIZ et al (1995). PAVIS et LEMAIRE (1996) ont fait récemment une synthèse des connaissances disponibles sur ce point, qui montrait que des différences de sensibilité importantes existent entre, et à l'intérieur, des groupes génomiques, avec, cependant, une tendance globale à une plus grande sensibilité des plantains (AAB) et une plus grande proportion de cultivars peu attaqués chez les AAA.

Les comparaisons des différents travaux et la classification relative des résistances gagneraient à l'adoption d'une meilleure standardisation des méthodes d'étude et à l'introduction systématique, dans le spectre des cultivars examinés, de deux ou trois cultivars de référence bien choisis.

Jusqu'ici, il n'y a que peu d'éléments – et cela est lié en grande partie aux difficultés pratique d'étude – qui concernent le déterminisme de ces différences de « sensibilité » au charançon, qui peuvent résulter de diverses causes non exclusives les unes des autres : différences d'attractivité des bananiers vis-à-vis des femelles, moindre dépôt de pontes, mortalité embryonnaire et/ou larvaire plus importante. Pour le premier point, il y a, à ce jour, peu ou pas d'évidence de différences notables en ce qui concerne l'attractivité des différents cultivars (voir le paragraphe sur les « relations sémiochimiques »). Les autres aspects sont beaucoup plus délicats à étudier, notamment en l'absence de méthodes d'élevage satisfaisantes. Certaines données antérieures montraient des différences dans le développement larvaire (vitesse de développement et survie) selon les variétés. SESHU REDDY et LUBEGA (1993) ont confirmé ces travaux en montrant un taux de multiplication global, mesuré par le nombre d'adultes produits, différent selon les cultivars, et LEMAIRE (1996) a noté, pour une variété résistante (Yangambi km 5, AAA), un développement ralenti et une mortalité accrue. La dureté variable du rhizome a aussi été envisagée comme cause éventuelle de moindre attaque (PAVIS, 1993 ; PAVIS et MINOST, 1993), mais ORTIZ et al (1995) n'ont pas trouvé de corrélation apparente entre degré d'infestation et dureté, et pensent que ce n'est pas un élément important permettant d'expliquer la résistance au charançon.

lutte biologique

Un bilan des recherches dans le domaine de la lutte biologique contre *C sordidus* a été dressé par SIRJUSINGH et al (1992), KERMARREC et al (1993) et SIMON (1994). Nous ne ferons qu'en rappeler les grandes lignes et indiquer les derniers travaux en la matière.

prédateurs

L'existence de prédateurs, ou supposés tels, des larves ou des adultes de charançon avait autrefois conduit à diverses introductions d'insectes, tel l'Histeridae *Plaesius javanus* Marseul, dans diverses régions de production bananière du monde. Les résultats, quoique en général non étudiés précisément, n'avaient pas été à la hauteur des espérances. Cela tient à ce que la biologie exacte de ces différents prédateurs, peu spécifiques quant à leurs proies, était mal connue et leur impact sur le charançon largement surestimé. Peu d'études avaient, par la suite, été conduites dans ce domaine.

Ces dernières années, les travaux de KOPPENHÖFER et al au Kenya ont apporté un certain nombre de précisions sur la biologie et l'impact éventuel de prédateurs communs en bananeraie. KOPPENHÖFER et al (1992) et KOPPENHÖFER (1993a) ont dressé une liste des principaux prédateurs, de type généraliste, des différents stades biologiques du charançon. Il s'agit surtout d'espèces de petite taille, en particulier de coléoptères Staphylinidae, Histeridae et

Hydrophilidae, mais aussi de dermaptères (perce-oreilles ou forficules). C'est le même type de faune que nous retrouvons dans les inventaires en cours, menés sur la bananeraie guadeloupéenne. L'absence de parasitoïdes signalée par ces auteurs est expliquée par les caractéristiques biologiques et morphologiques du charançon : larves dans la souche plus ou moins inaccessibles, de même que la plupart des œufs en conditions normales, adultes nocturnes avec un tégument épais. BOIVIN (1993) a dressé une liste d'hyménoptères parasitoïdes des œufs de *Curculionidae* indiquant la possibilité éventuelle d'une utilisation en lutte biologique de certains d'entre eux, *Anaphes sordidatus* par exemple, pour le contrôle du charançon des bananiers.

Les divers prédateurs sont, à cause de leur taille réduite, incapables de s'attaquer aux adultes. KOPPENHÖFER (1993a, c) ainsi que KOPPENHÖFER et SCHMUTTERER (1993) ont montré qu'un certain nombre de ces prédateurs se trouvaient régulièrement au niveau des zones de ponte du charançon, donc du rhizome et de la base des pseudotroncs, et avaient, en conditions expérimentales, une action non négligeable sur les populations par la destruction des œufs susceptible d'aboutir à une réduction de 20 à 50 % des populations.

Des études détaillées sur la biologie de trois principaux prédateurs des œufs, l'Hydrophilidae *Dactylosternum abdominale* (Fabricius, 1792), le Staphylinidae *Thyreocephalus interocularis* (Eppelsheim, 1895) et le dermaptère Carcinophoridae *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847), sont fournies dans KOPPENHÖFER (1994, 1995) et KOPPENHÖFER et al (1995). Leur impact réel sur les populations de charançon en conditions naturelles reste à préciser. Le premier d'entre eux semble surtout efficace sur les œufs pondus sur les pseudotroncs au sol, ce qui est une situation plus ou moins marginale sur le terrain ; pour les deux autres espèces, cet impact apparaît très limité.

BOSCÁN DE MARTINEZ et GODOY (1991) ont observé des situations contradictoires dans le lien entre dynamique des populations de charançon et dynamique de l'Histeridae *Hololeptea quadridentata*, considéré comme un prédateur et introduit à ce titre dans différents pays, notamment de la zone Caraïbes.

Ainsi, d'une manière générale, un certain nombre de prédateurs communs de la bananeraie semblent avoir un rôle modeste sur le charançon, et le stade potentiellement le plus accessible ou le plus vulnérable serait le stade œuf.

champignons et nématodes entomopathogènes

Ces deux voies de lutte biologique ont été abordées, dès les années 1970, sur *Cosmopolites sordidus*. Des agents classiques, à savoir *Beauveria bassiana* et *Metarhizium anisopliae* pour les champignons et des espèces des genres *Steinernema* et *Heterorhabditis* pour les nématodes, ont été trouvés. Des résultats expérimentaux intéressants ont été publiés, mais cela n'a pas, à ce jour, débouché sur des méthodes de contrôle au champ véritablement opérationnelles.

PEÑA et al (1993) ont poursuivi ces études sur l'efficacité comparée de souches de *Beauveria* et de nématodes. À partir d'études en laboratoire et en serre, ils ont indiqué que les nématodes (*Steinernema* sp et *Heterorhabditis* sp) seraient plus efficaces pour le contrôle des larves, et *Beauveria* pour le contrôle des adultes. Sur le terrain, en Floride, les populations de *Cosmopolites* et de *Metamasius hemipterus*, le charançon de la canne, appartenant à la même sous-famille, sont soumises à des attaques non négligeables par les souches naturelles de *Beauveria* (PEÑA et al, 1995). Si, généralement, moins de 10 % des individus collectés étaient contaminés par le champignon, à certaines périodes, ce pourcentage dépassait les 25 à 30 %. Au Brésil, BATISTA FILHO et al (1992) ont retrouvé aussi des niveaux moyens de près de 10 % – 18 % au maximum – infestés par *Beauveria amorpha* (Höhn) en conditions naturelles dans les parcelles du cultivar Prata, mais pas ils n'ont pas observé d'infestations avec le cultivar Nanica. Aucune explication n'est fournie sur ces différences, les populations de charançon étant équivalentes d'après le piégeage.

BATISTA FILHO et al (1994, 1995) ont montré, en laboratoire, l'intérêt de formulations

huileuses pour l'utilisation de souches de *Beauveria bassiana*, par l'augmentation de l'adhésion sur l'insecte et la diminution des volumes d'application.

TREVERROW et al (1991) et TREVERROW (1994) ont mis en évidence un bon niveau d'infestation des larves de charançon avec le nématode *Steinernema carpocapsae* appliqué en solution aqueuse dans des trous ou incisions faites sur les souches après récolte. Mais SMITH (1995), avec le même type de méthode, n'a pas obtenu de résultats. Un point général sur les possibilités d'utilisation des nématodes entomopathogènes, dont la sélection des souches virulentes, les méthodes d'application, l'ajout d'additifs à effet synergique, pourra être trouvé dans TREVERROW (1994).

Si les bons résultats obtenus dans certaines expérimentations permettent un certain optimisme, l'efficacité de ces nématodes sur le terrain, les méthodes d'application, leur production de masse, le coût des traitements sont autant d'éléments qui devront être précisés sur les plans technique et économique.

incidence du charançon, surveillance et contrôle des populations

Comme déjà évoqué, les avis sont très contradictoires quant à l'importance des effets du charançon sur la production du bananier, et la part relative de son action et de celle des nématodes est un sujet toujours débattu. Les différents contextes agroécologiques font que cette espèce est naturellement peu nuisible dans certaines zones géographiques et, de ce fait, ces divergences d'appréciation sont, pour une part, banales et logiques. Mais, pour la plante elle-même, les seuils d'attaques que peuvent supporter les différents cultivars sans dommage appréciable sont encore ignorés ; cela conduit à adopter, par précaution, comme pour beaucoup d'autres ravageurs, des seuils d'intervention très bas, et donc, parfois, bien en deçà de ce qui serait utile, en choisissant l'option « quasi-zéro ». Malgré l'importance revêtue par des études qui aborderaient ce thème, leur complexité et leur lourdeur font malheureusement souvent renoncer à leur entreprise, et cela d'autant plus que la décision pratique d'intervention devrait logiquement prendre également en compte les autres problèmes de la plante (autres parasites, état de la plante, etc), ce qui rend donc l'exercice délicat.

incidence du charançon et seuils d'intervention

L'essentiel des informations récentes et plus ou moins quantifiées provient d'Australie. SMITH (1995) a pris comme seuils d'intervention, au sud-est du Queensland, deux charançons/piège obtenus vers 4-5 j après la pose, et un indice au décorticage de 2 sur une grille d'attaque allant de 0 à 9, ce qui, d'après l'auteur, correspond, selon le cœfficient de VILARDEBO (1973), à environ 25 % de la surface de rhizome attaquée. PINESE et PIPER (1994), au nord du Queensland, ont, quant à eux, choisi un seuil de quatre charançons/piège.

STANTON (1994) a indiqué que des dégâts pouvant toucher jusqu'à 50 % de la souche n'avaient pas d'impact sur le poids du régime, et qu'aucun lien n'était décelé avec la croissance et le rendement du bananier tant que le nombre d'adultes n'atteignait pas six individus/piège. Au-delà de ces seuils, d'éventuels problèmes de chute peuvent exister, mais l'explication n'est pas simple à préciser, car, en particulier, il pourrait s'agir de nématodes. En revanche, la probabilité de cassure au niveau du collet augmente fortement en cas d'infestation sévère des pieds : avec plus de 25 galeries larvaires visibles par pied, par exemple. TREVERROW et al (1992), ainsi que TREVERROW (1994,1995), ont également trouvé de tels seuils bien plus élevés que ceux auparavant déterminés quant aux niveaux de populations jugés acceptables. À partir de la corrélation entre une note moyenne d'infestation/parcelle et le pourcentage de pieds présentant un niveau d'attaque remarquable, soit supérieur à la note 6 sur l'échelle de 0 à 9, ces auteurs ont considéré que le niveau moyen d'attaque justifiant une intervention chimique correspondait à la note 4. En pratique, dans des conseils donnés aux planteurs, le seuil indiqué était de 5 charançons/piège ou plus, en considérant 50 pièges/hectare relevés entre 5 et 7 j après pose, et de plus de 10 % de bana-

niers très attaqués, c'est-à-dire présentant plus de dix galeries larvaires visibles. Évidemment, l'adoption de tels seuils permet de limiter fortement les traitements chimiques.

Ces données s'écartent sensiblement des seuils de 5 ou 10 % de pieds attaqués, recommandés classiquement en Afrique francophone et aux Antilles, mais il est encore trop tôt pour porter un jugement sur ces chiffres, qui n'ont de sens, bien sûr, que dans des contextes précis, notamment pédoclimatiques. Les éléments dont nous disposons actuellement sur le site expérimental de Neufchâteau en Guadeloupe, et qui devraient pouvoir être affinés, semblent montrer, aussi, que les seuils en vigueur sont très bas et pourraient être certainement relevés sans risques, dans des limites qui restent cependant à préciser. Il faudra aussi, en particulier, examiner la façon dont peuvent être pris en compte d'autres éléments comme les autres problèmes parasitaires liés aux nématodes par exemple ou l'état de la plante, et, face à la réalité de l'aspect multifactoriel des critères de décision, il faudra veiller à ne pas renoncer, de fait, à toute recommandation pratique.

diminution des populations par piégeage

L'idée d'utiliser le piégeage comme méthode d'élimination progressive des charançons a découlé de la mise en évidence de l'effet piège joué par des morceaux de pseudotroncs posés sur le sol. En l'absence de produits chimiques, c'était alors la seule méthode potentiellement efficace. La lourdeur et le coût en main-d'œuvre engendré par la méthode pour obtenir une diminution significative des populations de charançons n'en permettaient cependant pas la généralisation.

Depuis la technique a pu être améliorée par adjonction d'un produit chimique tuant les insectes attirés, voire d'un attractif permettant d'augmenter le nombre de charançons capturés, combiné ou non avec l'adjonction d'un insecticide (WIJESEKARA et MENIKE, 1991).

Lors de piégeages intensifs in situ, KOPPENHÖFER et al (1994) et SESHU REDDY et al (1995) ont obtenu des réductions d'effectifs capturés atteignant ou dépassant 50 %. Cela confirme des résultats anciens, mais cette méthode ne peut se concevoir que dans le cas de petites parcelles comme le sont certaines plantations villageoises. En particulier, SESHU REDDY et al (1995) ont pu noter, à l'issue d'une expérimentation de deux ans, une baisse des attaques larvaires et une augmentation substantielle de 31 % du rendement dans les parcelles équipées de pièges, rendement au demeurant très bas par rapport aux potentialités du cultivar, dont les faibles performances, 4 à 5 t/ha, ont été imputées à l'action des nématodes. Selon nous, et en accord avec les auteurs de ces travaux, ces résultats doivent être considérés avec beaucoup de prudence.

GOLD et al (1994), quant à eux, considèrent, sur la base d'expériences de marquage–recapture intensives, que la méthode du piégeage n'est pas efficace pour contrôler le charançon ; les pièges, même en densités élevées, ne captureraient qu'une faible proportion des individus présents.

Il sera cependant intéressant de préciser quelles améliorations pourraient résulter de l'utilisation d'attractifs comme la sordidine, la phéromone mâle d'agrégation.

lutte culturale

D'une manière générale, les recommandations énoncées le plus fréquemment, déjà anciennes, concernent la nécessité de disposer de matériel de plantation de bonne qualité sanitaire, et la destruction des pseudotroncs et souches au sol (TREVERROW et MADDOX, 1991 ; WIJESEKARA et MENIKE, 1991 ; TREVERROW et al, 1992 ; GOLD et al, 1994 ; SESHU REDDY et al, 1993 ; PINESE et PIPER, 1994 ; STANTON, 1994). Dans le cas des bananeraies industrielles de Guadeloupe, les pseudotroncs au sol semblent être, en fait, d'importance très mineure comme milieux de reproduction de *Cosmopolites sordidus*.

Avec un cultivar sensible de type banane à cuire, SESHU REDDY et al (1993) ont pu noter qu'une plantation profonde du matériel végétal ou l'utilisation de cultures associées et de paillage permettaient de diminuer les populations de charançon, mais ces résultats ne sont encore que préliminaires et devront être confirmés.

La pratique des jachères, suivie de plantation de matériel sain, telle qu'elle est encouragée aux Antilles françaises, a un intérêt connu sur les populations de nématodes phytoparasites, mais il n'y a guère de données concernant l'impact de telles techniques sur les charançons. Les quelques éléments fournis par PRICE (1994) ne sont pas suffisants pour tirer des conclusions. Nos études en cours à Neufchâteau (Guadeloupe) montrent qu'une bonne jachère, c'est-à-dire sans repousses de bananiers et étalée sur une année, élimine la quasi-totalité des charançons. C'est aussi ce qu'indiquent les résultats d'AFREH NUAMAH (1993a) au Ghana, qui a obtenu une faible infestation de la parcelle après une année d'expérimentation, la cause principale de contamination étant le matériel végétal, de type classique, utilisé pour la plantation.

lutte chimique

En France, les principaux insecticides homologués sont le Bullit, dont la matière active est le pyrimiphos-éthyl, et le Régent, à base de fipronil, mis sur le marché en 1995 par Rhône-Poulenc. D'autres insecticides sont cependant utilisés dans le monde (BOSCÁN DE MARTINEZ, 1993 ; PINESE ET PIPER, 1994 ; SMITH, 1995).

Comme cela avait été le cas avec les organochlorés, dans les années 1970, en Australie et dans la zone Caraïbe, des résistances notables du charançon à plusieurs organophosphorés ont été mises en évidence en Australie par COLLINS et al (1991).

Il est certain que des progrès peuvent être encore accomplis en matière d'insecticides, y compris dans les formulations et les méthodes d'application, qui permettraient de disposer de spécialités efficaces à faible dose et moins toxiques pour l'environnement. Associé à un avertissement par décorticage et à une connaissance des périodes les plus propices aux traitements, déterminées à partir des cycles d'activités de l'espèce et de leurs réponses aux fluctuations météorologiques, une optimisation de l'utilisation des produits pourra probablement être obtenue.

conclusion

L'avènement des pesticides de synthèse, parmi lesquels certains insecticides s'avéraient efficaces contre le charançon, avait entraîné une diminution des travaux de recherche sur la biologie de l'espèce *C sordidus*. Depuis une quinzaine d'années, ces activités ont repris activement dans une philosophie générale de lutte intégrée. Parmi les divers thèmes qui ont été abordés, il faudra focaliser, à notre avis, sur les points principaux suivants :

• Les nombreuses recherches en lutte biologique à base de champignons ou de nématodes entomopathogènes : les succès obtenus en laboratoire ou en parcelles expérimentales existent, mais, malgré l'ancienneté des premiers travaux, l'efficacité réelle de ces agents reste à préciser. Il est clair que de nombreuses recherches sont encore nécessaires, en particulier en ce qui concerne l'efficacité de la lutte et son application au champ.

• Les conditions d'environnement au sein de la bananeraie : en particulier, celles liées aux déchets végétaux jouent un rôle sans doute non négligeable dans l'importance des populations (survie, reproduction), mais il est encore mal connu.

• Les différences d'attaque entre cultivars : si ce point est maintenant bien documenté malgré des méthodes et des contextes hétérogènes rendant les comparaisons difficiles, les mécanismes en jeu restent inconnus et probablement complexes.

• L'impact réel du charançon sur la production du bananier : c'est sur de telles données que devrait s'appuyer notamment l'idée de seuil d'intervention, or, ce sujet est toujours plus ou moins controversé et peu ou pas documenté. Il apparaît cependant de plus en plus clairement que, dans le cadre des cultures industrielles de bananes dessert, des bananiers en bonne santé semblent pouvoir supporter, sans incidence sur la production, un niveau d'attaque beaucoup plus élevé que ceux classiquement retenus auparavant. C'est une voie importante pour la réduction des traitements chimiques, mais qui doit être précisée pour pouvoir déboucher sur des recommandations pratiques.

références

Afreh Nuamah K (1993a) Population dynamics of *Cosmopolites sordidus* in relation to sources of planting material and cropping history at Kade, Ghana. In: *Research coordination biological and integrated control of highland banana and plantain pests and diseases, with emphasis on banana weevil,* Cosmopolites sordidus. Cotonou, Bénin, 12–14 novembre 1991. Ibadan, Nigeria, IITA, 68-74

Afreh Nuamah K (1993b) Laboratory rearing of the plantain stem borer (*Cosmopolites sordidus*). *Musafrica* 12 (1), 2-3

Afreh Nuamah K (1994) Factors responsible for the lodging of plantains at the University of Ghana agricultural research station, Okumanming, Kade. *Musafrica* 5, 2-3

Anonyme (1994) *Banana nematodes and weevil borers in Asia and the Pacific.* Proceedings of a conference-workshop on nematodes and weevil borers affecting bananas in Asia and the Pacific, Serdang, Selangor, Malaisie, 18-22 avril 1994. Los Banos, Philippines, Inibap/Aspnet, Valmayor RV, Davide RG, Stanton JM, Treverrow NL, Roa VN (eds sc), 258 p

Babylatha AK, Amma SP, Pushkaran K (1990) Field tolerance of banana cultivars to leaf spot diseases and rhizome weevil. *South Indian Hort* 38 (2), 102-107

Batista Filho A, Sato ME, Raga A, Leite LG, Prada A (1991) Fluctuação populacional da broca da bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germar) em Miracatu, SP. *Ecossistema* 16, 46-53

Batista Filho A, Leite LG, Sato ME, Raga A (1992) *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) em dois cultivares de banana : nivel de infestaçao e incidência natural do entomopatogeno *Beauveria amorpha* (Höhn). Piracicaba, Brasil, *Revista de Agricultura* 67 (2), 183-190

Batista Filho A, Leitao AEF, Sato ME, Leite LG, Raga A (1994) Efeito da associação *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill com óleo mineral, na mortalidade de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera : curculionidae). *Anais da Soc Entomol do Brasil* 23 (3), 379-383

Batista Filho A, Leite LG, Raga A, Sato ME (1995) Enhanced activity of *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill associated with mineral oil against *Cosmopolites sordidus* Germar adults. *Anais da Soc Entomol do Brasil* 24 (2), 405-408

Beauhaire J, Duerot P, Malosse C, Ndiege IO, Otieno DO (1995) Identification and synthesis of sordidin, a male pheromone emitted by *Cosmopolites sordidus. Tetrahedron Letters* 36, 1043-4046

Boivin G (1993) Les parasitoïdes des œufs de Curculionidae. In: *Research coordination biological and integrated control of highland banana and plantain pests and diseases, with emphasis on banana weevil,* Cosmopolites sordidus. Cotonou, Bénin, 12–14 novembre 1991. Ibadan, Nigeria, IITA, 97-106

Boscán De Martínez N, Godoy F (1991) *Hololeptea* (*Lioderma*) *quadridentata* Fabricius, depredador del gorgojo negro del plátano. Maracay, Venezuela, *Agr Trop* 41 (5-6), 285-289

Boscán De Martínez N, Rosales C (1993) Nota tecnica. Control quimico del gorgojo negro del platano *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera : Curculionidae) en musáceas en Aragua, Venezuela. Maracay, Venezuela, *Agr Trop* 43 (5-6), 311-317

Budenberg WJ, Ndiege IO (1993) Volatile semiochemicals of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus.* In: *Research coordination biological and integrated control of highland banana and plantain pests and diseases, with emphasis on banana weevil,* Cosmopolites sordidus. Cotonou, Bénin, 12–14 novembre 1991. Ibadan, Nigeria, IITA, 75-86

Budenberg WJ, Ndiege IO, Karago FW, Hansson BS (1993a) Behavioural and electrophysiological responses of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* to hosts plant volatiles. *J Chemic Ecol* 19 (2), 267-277

Budenberg WJ, Ndiege IO, Karago FW (1993b) Evidence for volatile male-produced pheromone in banana weevil. *J Chemic Ecol* 19 (9), 1905-1916

Cerda H, López A, Fernández G, Sánchez P, Kaffe K (1996) Étude de la réponse olfactive du charançon des bananiers à des stimuli dégagés par différentes plantes. *Fruits* 50 (5), 323-331

Collins PJ, Treverrow NL, Lambkin TM (1991) Organophosphorus insecticide resistance and its management in the banana weevil borer, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae), in Australia. *Crop Protection* 10 (6), 215-221

Fogain R (1994) Les ravageurs des bananiers et plantains au Cameroun. *Infomusa* 3 (1), 19-20

Fogain R, Price NS (1993) Varietal screening of some *Musa* cultivars for susceptibility to the banana weevil borer *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera Curculionidae). In: *Research coordination biological and integrated control of highland banana and plantain pests and diseases, with emphasis on banana weevil,* Cosmopolites sordidus. Cotonou, Bénin, 12–14 novembre 1991. Ibadan, Nigeria, IITA, 49-56

Fogain R, Price NS (1994) Varietal screening of some *Musa* cultivars for susceptibility to the banana borer weevil. *Fruits* 49 (4), 247-251

Gold CS, Bagabe MI (1994) Banana weevil infestation of cooking and beer bananas in adjuscent stands in Uganda. In: *African crop science conference proceedings*, Kampala, Uganda, 14–18 June 1993. Uganda, African crop science society (ed) vol 1 (1), 296-299

Gold CS, Gemmil B (1993) Biological and integrated control of highland banana and plantain pests and deseases. In: *Proceedings of a research coordination meeting*, Cotonou, Benin, 12–14 novembre 1991. Ibadan, Nigéria, IITA.

Gold CS, Speijer PR, Rukazambuga ND, Karamura EB (1994) Assessment of banana weevils in east african highland banana systems and strategies for control. In: *Banana nematodes and weevil borers in Asia and the Pacific*, proceedings of a Conference Workshop on nematodes and weevil borers affecting bananas in Asia and the Pacific, Serdang, Selangor, Malaisie, 18–22 avril 1994. Los Banos, Philippines, Inibap/Aspnet, 170-203

Kermarrec A, Sirjusingh C, Mauleon H, Sarah JL (1993) Biological control of weevils and white grubs on bananas in the Caribbean. In: *Research coordination biological and integrated control of highland banana and plantain pests and diseases, with emphasis on banana weevil,* Cosmopolites sordidus. Cotonou, Bénin, 12–14 novembre 1991. Ibadan, Nigeria, IITA, 155-170

Koppenhöfer AM (1993a) Search and evaluation of natural enemies of the banana weevil. In: *Research coordination biological and integrated control of highland banana and plantain pests and diseases, with emphasis on banana weevil,* Cosmopolites sordidus. Cotonou, Bénin, 12–14 novembre 1991. Ibadan, Nigeria, IITA, 87-96

Koppenhöfer AM (1993b) Observations on egg-laying behaviour of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar. *Entomol Exp/Appl* 68 (2), 187-192

Koppenhöfer AM (1993c) Egg predators of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) in western Kenya. *J Appl Entomol* 116, 352-357

Koppenhöfer AM (1994) Observations on the bionomics of *Thyreocephalus interocularis* (Eppelsheim) (Coleoptera: Staphylinidae), a predator of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) in western Kenya. *J Appl Entomol* 117, 388-392

Koppenhöfer AM (1995) Bionomics of the earwig species *Euborellia annulipes* in western Kenya (Dermaptera: Carcinophoridae). *Entomol Gener* 20 (1-2), 81-85

Koppenhöfer AM, Schmutterer H (1993) *Dactylosternum abdominale* (F) (Coleoptera: Hydrophilidae), a predator of the banana weevil. *Biocontrol Sci Techno* 3, 141-147

Koppenhöfer AM, Seshu Reddy KV, Madel G, Lubega MC (1992) Predators of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) in western Kenya. *J Appl Entomol* 114, 530-533

Koppenhöfer AM, Seshu Reddy KV (1994) A comparison of rearing methods for the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) on its natural host. *Insect Sci Applic* 15 (2), 194-195

Koppenhöfer AM, Seshu Reddy KV, Sikora RA (1994) Reduction of banana weevil populations with pseudostem traps. *Insect J Pest Manag* 40 (4), 300-304

Koppenhöfer AM, Sikora RA, Seshu Reddy KV (1995) Eidonomy and ecology of *Dactylosternum abdominale* (Coleoptera: Hydrophilidae), a predator of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). *Entomol Gener* 19 (4), 303-313

Lemaire L (1996) Les relations sémiochimiques chez le charançon *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) et la résistance de sa plante hôte, le bananier. Université Montpellier-II, France, doctorat, 269 p

Mori K, Nakayama T, Takikawa H (1996) Synthesis and absolute configuration of sordidin, the male-produced aggregation pheromone of the banana weevil *Cosmopolites sordidus. Tetrahedron Letters* 37 (21), 3741-3744

Natif A, Koppenhöfer A, Madel G (1994) Morphology, biology, and the importance of *Cosmopolites sordidus*, Germar, 1824 (Coleoptera: Curculionidae). *Zeitchrift fuer Angewandte Zoologie* 80 (4), 436-447

Ndiege IO, Budenberg WJ, Lwande W, Hassanali A (1991) Volatile components of banana pseudostem of a cultivar susceptible to the banana weevil. *Phytochemistry* 30 (12), 3929-3930

Ndiege IO, Budenberg WJ, Otieno DO, Hassanali A (1996a) 1,8-Cineole: an attractant for the banana weevil, *Cosmopolites sordidus. Phytochemistry* 42 (2), 369-371

Ndiege IO, Jayaraman S, Oehlschlager AC (1996b) Convenient synthesis and field activity of a male-produced aggregation pheromone of *Cosmopolites sordidus. Naturwissenschaften* 83, 280-282

Ogenga-Latigo MW, Bakyalire R (1993a) Some considerations on strategies for evaluating infestation and damage of bananas by *Cosmopolites sordidus.* In: *Research coordination biological and integrated control of highland banana and plantain pests and diseases, with emphasis on banana weevil,* Cosmopolites sordidus. Cotonou, Bénin, 12–14 novembre 1991. Ibadan, Nigeria, IITA, 107-117

Ogenga-Latigo MW, Bakyalire R (1993b) Use of pseudostem traps and coefficient of infestation (PCI) for assessing banana infestation and damage by *Cosmopolites sordidus* Germar. *Afri Crop Sci J* 1 (1), 31-37

Ortiz R, Vuylsteke D, Dumpe B, Ferris RSB (1995) Banana weevil resistance and corm hardness in *Musa* germplasm. *Euphytica* 86, 95-102

Pavis C (1993) Étude des relations planteinsecte chez le charançon du bananier Cosmopolites sordidus Germar, 1824 (Coleoptera : Curculionidae). In : *Research coordination biological and integrated control of highland banana and plantain pests and diseases, with emphasis on banana weevil,* Cosmopolites sordidus. Cotonou, Bénin, 12–14 novembre 1991. Ibadan, Nigeria, IITA, 155-170

Pavis C, Minost C (1993) Banana resistance to the Banana weevil borer *Cosmopolites sordidus:* rôle of pseudostem attractivity and physical properties of the rhizome. In : *Breeding bananas, plantain for resistance to deseases and pests.* Proceedings of the International Symposium on Genetic Improvement of Bananas for Resistance to Deseases and Pests, 7–9 september 1992, Montpellier, France. Montpellier, France, Cirad-Inibap, Ganry J (ed sc), 129-142

Pavis C, Lemaire L (1996) La résistance des bananiers au charançon *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Infomusa* 5 (2), 3-9

Peña Je, Duncan R, Martin R (1993) Biological control of Cosmopolites sordidus in Florida. In : *Research coordination biological and integrated control of highland banana and plantain pests and diseases, with emphasis on banana weevil,* Cosmopolites sordidus. Cotonou, Bénin, 12–14 novembre 1991. Ibadan, Nigeria, IITA, 124-139

Peña JE, Gilbin-Davis RM, Duncan R (1995) Impact of indigenous *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin on banana weevil and rotten sugarcane weevil (Coleoptera: Curculionidae) populations in banana in Florida. Note. *J Agric Entomol* 12 (2-3), 163-167

Pinese B, Piper R (1994) *Bananas: insect and mite management.* Brisbane, Australie, Department of Primary Industry, 61 p

Price NS (1993) Preliminary weevil trapping studies in Cameroun. In : *Research coordination biological and integrated control of highland banana and plantain pests and diseases, with emphasis on banana weevil,* Cosmopolites sordidus. Cotonou, Bénin, 12–14 novembre 1991. Ibadan, Nigeria, IITA, 57-67

Price NS (1994) Alternate cropping in the management of *Radopholus similis* and *Cosmopolites sordidus,* two important pasts of banana and plantain. *Int J Pest Manag* 40 (3), 237-244

Price NS (1995) The use of a modified pseudostem trapping technique for assessing the efficacy of insecticides against the banana-borer weevil. *Fruits* 50 (1), 23-26

Rukazambuga ND, Gold CS, Gowen SR (1994) Banana weevil host-plant (*Musa* AAA-EA) interaction in Eastern Africa highland banana systems. In : *African Crop Science Conference Proceedings,* Kampala, Uganda, 14–18 June 1993. Uganda, African Crop Science Society (ed), vol 1 (1), 290-295

Seshu Reddy KV, Koppenhöfer AM, Uronu B (1993) Cultural practices for the control of the banana weevil. In : *Research coordination biological and integrated control of highland banana and plantain pests and diseases, with emphasis on banana weevil,* Cosmopolites sordidus. Cotonou, Bénin, 12–14 novembre 1991. Ibadan, Nigeria, IITA, 140-146

Seshu Reddy KV, Lubega MC (1993) Evaluation of banana cultivars for resistance to/ tolerance of the weevil *Cosmopolites sordidus* Germar. In : *Breeding bananas, plantain for resistance to deseases and pests.* Proceedings of the International symposium on genetic improvement of bananas for resistance to deseases and pests, 7–9 septembre 1992, Montpellier, France. Montpellier, France, Cirad-Inibap, Ganry J (ed sc), 143-148

Seshu Reddy KV, Prasad JS, Ngode L, Sikora RA (1995) Influence of trapping of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) on root-lesion nematode, *Pratylenchus goodeyi* (Sher and Allen, 1953) population densities and subsequent banana yied. *Acta Oecologica* 16 (5), 593-595

Simon S (1994) La lutte intégrée contre le charançon noir des bananiers, *Cosmopolites sordidus. Fruits* 49 (2), 151-162

Sirjusingh C, Kermarrec A, Mauleon H, Pavis C, Etienne J (1992) Biological control of weevil and whitegrubs on bananas and sugarcane in the caribbean. *Florida Entomolo* 75 (4), 548-562

Smith D (1995) Banana weevil borer control in south-eastern Queensland. *Austr J Experim Agric* 35 (8), 1165-1172

Speijer PR, Budenberg WJ, Sikora RA (1993) Relationships between nematodes, weevils, banana and plantain cultivars and damage. *Annals Applied Biology* 123, 517-525

Speijer PR, Gold CS, Kashaija IN, Karamura EB (1994) Banana weevil and nematode distribution patterns in highland banana systems in Uganda: preliminary results from a diagnostic survey. In : African Crop Science Conference Proceedings, Kampala, Uganda, 14–18 June 1993. Uganda, African Crop Science Society (ed), vol 1 (1), 285-289

Stanton JM (1994) Status of nematode and weevil problems affecting banana in Australia. In: *Proceedings of a conference-workshop on nematodes and weevil borers affecting bananas in Asia and the Pacific,* Serdang, Selangor, Malaisie, 18–22 avril 1994. Los Banos, Philippines, Inibap/Aspnet, 48-56

Traoré L, Gold CS, Boivin G, Pilon JG (1996) Développement post-embryonnaire du charançon du bananier, *Cosmopolites sordidus. Fruits* 51 (2), 105-113

Traoré L, Gold CS, Pilon JG, Boivin G (1993) Effects of temperature on the embryonic development of banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar. *African Crop Sci J* 1 (2), 111-116

Treverrow N (1994) Control of the banana weevil borer, Cosmopolites sordidus, with entomopathogenic nematodes. In: *Proceedings of a conference-workshop on nematodes and weevil borers affecting bananas in Asia and the Pacific,* Serdang, Selangor, Malaisie, 18–22 avril 1994. Los Banos, Philippines, Inibap/Aspnet, 124-138

Treverrow N, Akehurst A, Ireland G, Newley P (1995) Reducing insecticide use in bananas : monitoring banana weevil borer populations. *Agnote,* NSW Agriculture, Australia, N° Reg1-201, 2 p

Treverrow N, Bedding RA, Dettmann EB, Maddox C (1991) Evaluation of entomopathogenic nematodes for control of *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae), a pest of bananas in Australia. *Annals Applied Biology* 119 (1), 139-145

Treverrow N, Maddox C (1991) The distribution of *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) between various types of banana plant material in relation to crop hygiène. *Gen Applied Entomol* 23, 15-20

Treverrow N, Peasley D, Ireland G (1992) *Banana weevil borer. A pest management handbook for banana growers.* NSW Agriculture, Australie, Banana Industry Committee, 28 p

Wijesekara GAW, Menike JI (1991) Management of banana root and pseudo stem weevils (*Cosmopolites sordidus* and *Odoiporus longicollis*) (Coleoptera: Curculionidae); *quarterly*

Recientes investigaciones sobre el gorgojo de los bananos, *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera, Curculionidae).

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. Esta revista de los trabajos publicados sobre *Cosmopolites sordidus* desde 1990 es completada por los resultados obtenidos en Guadalupe. **RECUERDOS SOBRE *C SORDIDUS*.** La larva, que nace de un huevo puesto en el cuello, se nutre del rizoma en el que taladra galerías. El número de etapas larvarias, que es la forma dañina de la especie, varía según la temperatura y la alimentación. A unos 25°C, el estado de ninfa es alcanzada en un plazo de entre 30 y 40 días. El adulto es sedentario y se alimenta de residuos vegetales. **INVESTIGACIONES RECIENTES.** Las crías en laboratorio proporcionan la mayor parte de los datos disponibles sobre la biología del gorgojo. El umbral térmico de desarrollo se calcula en 12°C para los huevos y de unos 9°C para la larva. El desarrollo embrionario y los mejores porcentajes de nacimiento se observan entre 25 y 30°C. La respectiva influencia de los factores del medio en la evolución de las poblaciones de gorgojos, estudiada mediante trampas y descascarillado requieren el desarrollo de estudios específicos. También se mencionan diferentes tipos de relaciones entre nematodos y gorgojos, planta e insecto y entre insectos. La lucha biológica se probó mediante plagas u organismos entomopatógenos. Aún se ignoran los umbrales de ataque soportados sin daño por los diferentes cultivares, pero los umbrales de intervención, fijados muy bajos, podrían elevarse seguramente sin riesgos, según límites que aún quedan por precisar. Las trampas, así como algunas prácticas de cultivo y el uso de insecticidas, son métodos de lucha. **CONCLUSIÓN.** El resumen pone de relieve el interés de la lucha integrada, de la cual deberán abordarse diferentes aspectos.

PALABRAS CLAVES

Cosmopolites sordidus, biología, métodos de control de plagas.