

Nouveaux outils pour la gestion des insectes ravageurs de la canne à sucre : retour d'expérience avec le cas du ver blanc en Australie

François-Régis Goebel ⁽¹⁾ et Nader Sallam ⁽²⁾

⁽¹⁾ CIRAD, UR Système de Cultures Annuelles, Montpellier, France

⁽²⁾ BSES Limited, Gordonvale, Australie

Regis.goebel@cirad.fr; nsallam@bses.com.au

Résumé

La télédétection et les outils cartographiques comme les systèmes d'information géographiques (SIG) sont en train de révolutionner progressivement la protection des cultures et la mise en place des stratégies de lutte, avec un nécessaire changement d'échelle, de la parcelle au paysage, voire une région. A cela s'ajoute tout récemment la possibilité de suivre le déplacement des insectes cibles d'un habitat à un autre grâce à la télémétrie, qui utilise des technologies de radiotracking de plus en plus poussées et des équipements miniaturisées. Ces technologies ont été expérimentées récemment sur un ver blanc *Dermolepida albohirtum* (Coleoptera : Scarabaeidae) ravageur majeur des régions cannières du Queensland, en Australie. Les résultats acquis durant deux années sont très encourageants même si des difficultés d'ordre méthodologiques sont apparues au fil des expérimentations. Les informations recueillies sur la bioécologie de l'insecte, ses mouvements dans l'espace et la caractérisation des zones d'infestations en fonction de différents facteurs environnementaux et paysagers permettront de dresser des cartes de risque lié aux attaques de vers blancs et de mieux cibler les stratégies de contrôle. La possibilité d'identifier des dégâts sur des exploitations de canne à sucre à partir d'images satellite ouvre des perspectives intéressantes, notamment à la Réunion, qui fait face à des attaques de vers blancs depuis de nombreuses années.

Mots-clés : Ver blanc, infestations, canne à sucre, végétation naturelle, cartographie, radiotracking, Queensland.

Introduction

Les problématiques de gestion des insectes d'intérêt économique, qu'ils soient d'intérêt agricole, médical ou vétérinaire, font de plus en plus appel à de nouveaux outils informatiques et cartographiques permettant de mieux comprendre les dynamiques des populations, de la parcelle cultivée ou de l'habitat de quelques individus, à l'échelle du paysage ou de la région (Leibold et Rossi, 1993). Ces outils qui permettent le changement d'échelle d'étude s'appuient sur la télédétection, les Systèmes d'Information Géographiques (GIS), les marqueurs de dispersion des individus et les modèles de dynamique spatiale pour ne citer que les principaux, ouvrent la voie à de nouvelles stratégies de gestion de ces insectes.

Pour l'entomologiste, ils permettent de décrypter les processus biologiques et écologiques qui gouvernent les déplacements et la distribution spatiale des insectes. La connaissance de ces processus aboutissent à des outils d'aide à la décision (évaluation du risque) et à la mise au point des systèmes de détection/surveillance et des méthodes de gestion durable (aménagement du paysage, des systèmes de cultures ou des pratiques culturales pour limiter la dispersion des bioagresseurs ou favoriser les ennemis naturels, lutte biologique, lutte biotechnique, etc.). Ces méthodes peuvent être efficacement associées dans le cadre d'une stratégie globale de gestion des bioagresseurs du type « aera-wide integrated pest

management (AW-IPM)» (Becker *et al.*, 2005). A travers l'exemple d'un ravageur majeur de la canne à sucre en Australie, *Dermolepida albohirtum* (Coleoptera : Scarabaeidae), et sur la base de résultats obtenus dans le cadre d'un projet européen Marie Curie, nous expliquons l'importance des études écologiques et l'intérêt de faire appel à ces outils technologiques, qui n'en demeurent pas moins complexes à mettre en œuvre sur le terrain.

Problématique « vers blancs » et données biologiques concernant *D. albohirtum*

L'habitat souterrain des vers blancs (larves) et la capacité des coléoptères hannetons (adultes) à voler à travers les paysages une fois émergés du sol compliquent la tâche des spécialistes en protection des cultures. La mobilité des adultes dépend des facteurs environnementaux et spatiaux (distribution de l'habitat, nourriture disponible...). Ils passent la plupart de leur cycle de vie (en général d'un an) à l'état de larve se nourrissant aux dépens du système racinaire de nombreuses cultures (canne à sucre, riz, sorgho, légumes, prairies, parcs et jardins, terrains de golf...) (Dimock, 2004). Parmi les vers blancs d'importance économique connue, il y a le hanneton commun en Europe (*Rhizotrogus majalis*), le scarabée japonais (*Popillia japonica*) ou encore le hanneton réunionnais de la canne à sucre (*Hoplochelus marginalis*). En Australie, les surfaces en canne totalisent environ 500 000 ha réparties le long de la côte nord du Queensland, pour une production d'un peu moins de 5 millions de tonnes. Parmi les insectes ravageurs de la canne à sucre, on compte 19 espèces de vers blancs appelés localement « canegrubs ». *Dermolepida albohirtum*, l'espèce qui nous intéresse ici, occasionne le plus de dégâts, avec des pertes annuelles estimées à 10 millions de dollars australiens (7 millions €) susceptible d'aller jusqu'à à 40 millions en cas de très forte infestation (Chandler, 2002).



Figure 1. Adulte et Larve (vers blancs) de l'espèce *Dermolepida albohirtum* (Waterhouse) 1875 (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthini). Source: PaDIL (www.padil.gov.au)

Ce ravageur sévit principalement dans les régions cannières du nord du Queensland, sur différent type de sols, tout en affectionnant les sols sableux (Allsopp *et al.*, 1993). Comme beaucoup de vers blancs tropicaux, l'espèce australienne a un cycle d'un an et développe 3 stades larvaires qui se nourrissent du système racinaire, le dernier stade étant le plus virulent. Ce type de dégâts souterrains ralentit la croissance de la plante, la fragilise ce qui abouti souvent à une mort de la canne (Allsopp *et al.*, 1993). En terme de contrôle, les méthodes proposées sont la lutte chimique par application d'insecticides dans le sols (granulés de Chlorpyrifos/Suscon® Blue mais aussi liquide à base d'Imidaclopride/Confidor®), la lutte biologique par champignon entomopathogène (*Metarhizium anisopliae*) et la mise en place de pratiques culturales freinant les attaques et tout récemment l'utilisation de plante piège comme le sorgho (Samson *et al.*, 2007 ; Allsopp, 2010). La dynamique des populations de *D.*

albohirtum a été décrite à l'échelle de la parcelle (Robertson *et al.*, 1995, 2001) et récemment un modèle de prédiction des infestations (sous Stella®) sur la base du nombre de vers blancs a été élaboré et est utilisé aujourd'hui par le BSES Limited afin de définir les zones à traiter. Les données sur le stade adulte n'ont pas été incorporées dans le modèle par manque d'information, mais cela est prévu par la suite. Enfin, des résultats ont été aussi obtenus sur la survie larvaire et la croissance (Logan et Kettle, 2002), sur l'effet des facteurs agronomiques (variétés notamment) et la qualité du sol sur la répartition spatiale des larves au niveau des parcelles et des exploitations (Ward, 2003), ainsi que sur l'impact des facteurs climatiques sur les populations adulte au cours de piégeages lumineux (Horsfield *et al.*, 2008).

Cependant, malgré des années de recherches et une gestion principalement axé sur les insecticides, ce ver blanc reste un véritable problème pour l'industrie sucrière. Paradoxalement, les informations sur l'écologie de l'insecte font défaut tant au niveau de la parcelle que du paysage. Les paramètres clé comme le comportement de vol de l'adulte et les habitats fréquentés (sites alimentaires, sites d'accouplement et de ponte...) dans les différents agrosystèmes et la végétation naturelle sont fragmentaires, même si quelques données sont disponibles sur le comportement d'accouplement de l'adulte (Logan et Sallam, 2002). Ces informations sont pourtant indispensables pour décrypter l'écologie de ce ravageur dans son ensemble et optimiser le contrôle des vers blancs. Aussi il nous est apparu indispensable de (1) caractériser le milieu de prédilection des adultes et leur mobilité et (2) de cartographier les infestations et mettre en relation ses infestations avec les éléments du paysage. Pour ce faire, on s'est aidé de la télédétection du système d'information géographique ArcGIS, ce qui a posé de nombreuses questions d'ordre méthodologiques.

Des arbres qui jouent un rôle important dans la dispersion du hanneton et de ses dégâts

Un point important dans l'écologie de *D. albohirtum*, est l'implication des arbres (zones ripicoles), qui joue un rôle majeur dans la dissémination des adultes. En effet, des enquêtes sur les populations adultes ont permis de constater que l'insecte utilise une vingtaine d'espèces d'arbres et arbustes pour s'accoupler et se nourrir, avant que les femelles ne repartent vers les champs de canne pour y déposer leurs œufs dans le sol. Ces arbres se situent dans des corridors forestiers ou le long des routes qui bordent les champs de canne ou encore dans les propriétés des agriculteurs. Ficus, Eucalyptus, Acacias, Palmiers, cocotiers, bananiers, etc. font partie des espèces les plus attractives où l'on peut observer des regroupements d'insectes parfois très importants (> 1000 individus) (Goebel *et al.*, 2010).

Une base de données sur ces « arbres à hannetons » est en cours de constitution sur la base d'enquêtes régulières qui ont eu lieu autour de 30 exploitations durant la période de vol des hannetons, entre octobre et février. Le niveau de dégâts sur le feuillage de ces arbres est estimé à l'aide de jumelles. En général les dégâts sont à leur maximum lors des pics de population d'adulte en novembre et décembre.

L'attractivité des arbres vis-à-vis des hannetons s'exerce à partir des parcelles, et cette attractivité met en jeu des phénomènes complexes de reconnaissance de silhouettes et de signaux chimiques spécifiques et, dans ce domaine, tout reste à faire.

Présence d'éléments du paysage propice aux infestations : nécessité de les quantifier !

La Quantification du paysage et l'arrangement spatial des éléments qui le composent est essentielle pour comprendre la relation entre la structure de ce paysage et la réponse spécifique de la biodiversité entomologique fonctionnelle (Thies *et al.*, 2003; Tschardt et Brandl, 2004). Comme d'autres paysages de grandes cultures, l'espace cultivé « canne à sucre » (appelé matrice) est souvent bordé ou interrompu par des massifs forestiers, des haies d'arbres ou corridors de végétation naturelle, d'autres cultures et il est nécessaire d'en tenir

compte car ces éléments du paysage sont susceptibles d'influencer les dynamiques spatiales de bioagresseurs et leur dégâts (Hunter 2002). C'est le cas dans la région de Cairns (Mulgrave) où le ver blanc à un choix d'habitat large dans lequel il peut se déplacer, se reproduire, infester et réinfester les parcelles de canne à sucre (Figure 2) (Goebel *et al.* 2010).

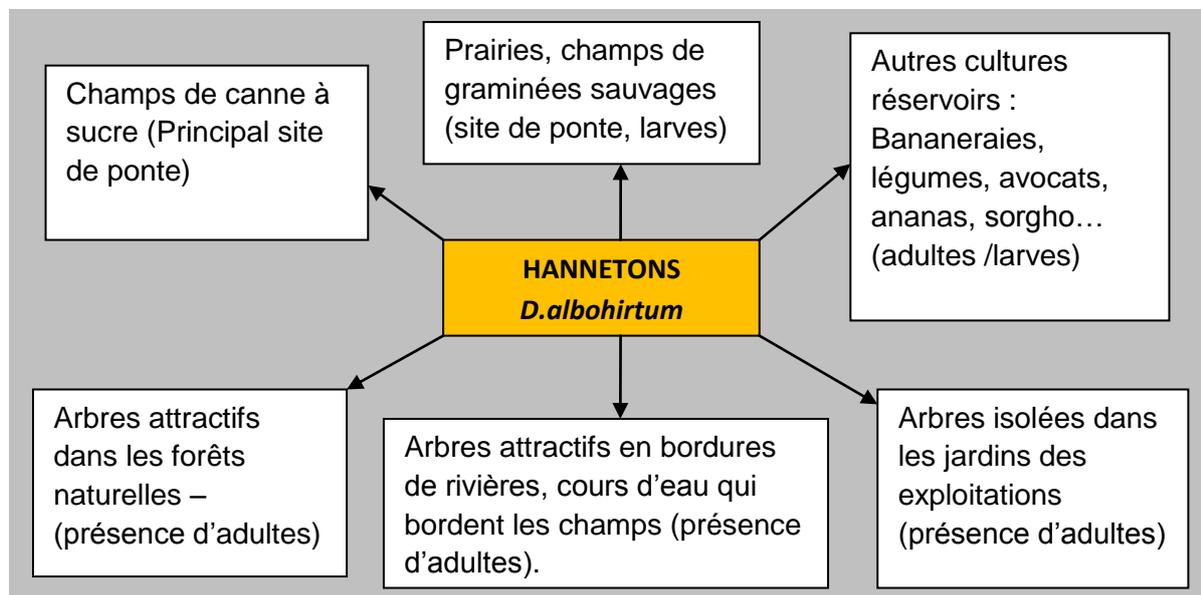


Figure 2. Différents habitats exploités par l'adulte de *D.albohirtum* favorisant sa dissémination à travers les paysages canniers.

Des outils comme les SIG ou des logiciels plus spécialisés comme Fragstats permettent de référencer et classifier les types de végétation, d'analyser leur forme, leur diversité à l'intérieur et à l'extérieur des zones agricoles (Jonsen et Fahrig, 1997). La télédétection est le point de départ de cet exercice afin de disposer d'images satellites et pouvoir travailler plus finement pour élaborer des cartes thématiques sur tous les éléments paysagers et environnementaux importants qui expliquent la répartition spatiale des points d'infestation. Dans le cas du ver blanc australien, ces attaques se prêtent particulièrement bien à l'analyse cartographique car elles sont visibles par survol d'hélicoptères ou avion de tourisme : on peut distinguer grâce aux images satellite (Ikonos ou GeoEye-1) une signature des infestations en « coups de fusil » qui peut aisément se distinguer des autres type de stress (mauvaises herbes, engorgement, dégâts de gros animaux...) (Figure 3). Cependant il apparaît indispensable d'effectuer des vérifications au sol pour valider la détection des dégâts à partir d'images numériques ; certains points d'infestations oubliés pouvant alors être géo-référencés et replacés sur des cartes. Par ailleurs, nous avons complété ce système de visualisation des dégâts par des survols d'hélicoptère, qui permettent une meilleure approche des dégâts dans les exploitations. En précisant sur un effectif de 178 champs, la distance des points d'infestation (une souche de canne attaquées =1 ; 10 souches = 10) par rapport à la végétation naturelle (zones ripicoles qui bordent les cours d'eau), il a été montré que la plupart des zones attaquées se répartissaient à proximité de cette végétation naturelle, entre quelques mètres et 200 m, avec plus de 50% sur des distances très courtes (0-40 m). Il semble donc que les hannetons effectuent des vols courts, jamais très loin des arbres où ils s'alimentent et se reproduisent.

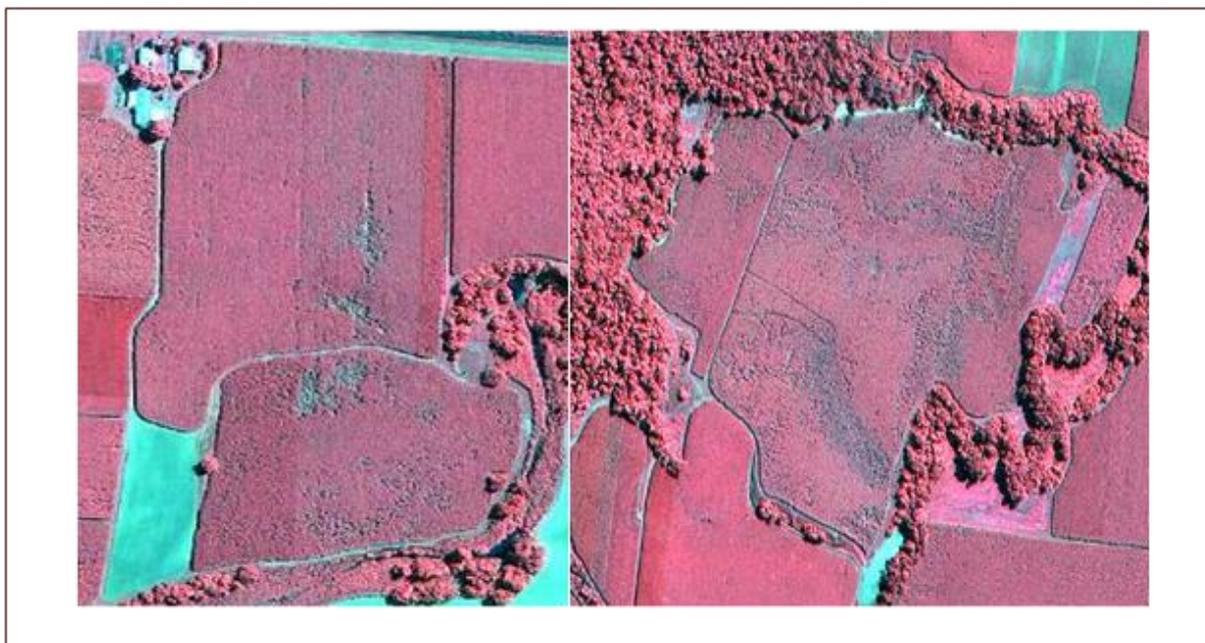


Figure 3. Tâche d'infestation « en coups de fusil » visibles à partir d'images numériques (proche infra-rouge) d'exploitations de canne à sucre dans la région de Cairns

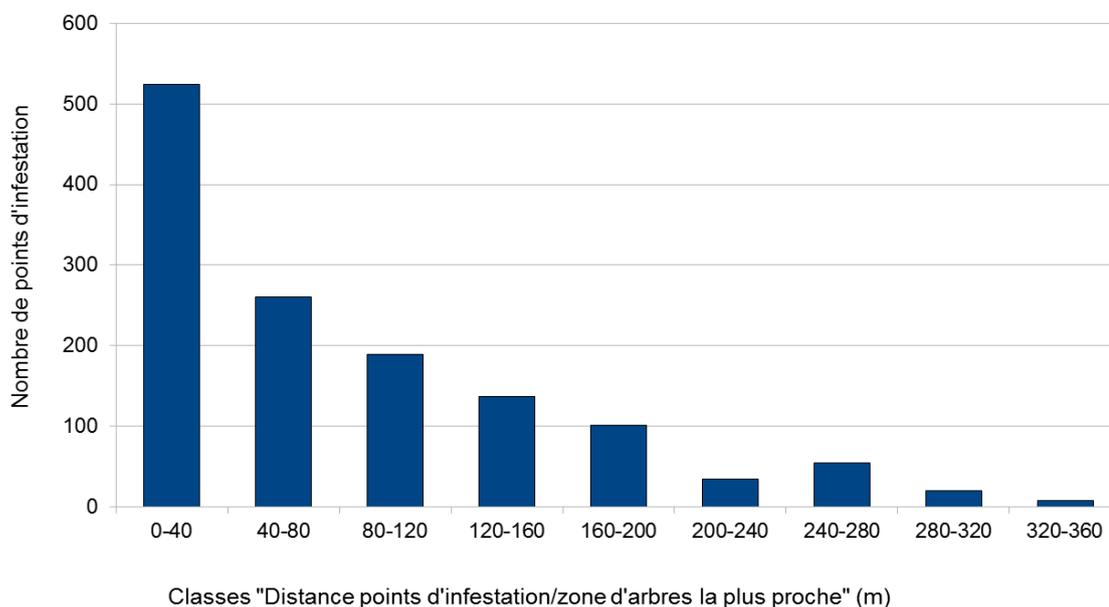


Figure 4. Distances entre points d'infestation et zones ripicoles (enquêtes 2010, région de Mulgrave, nord Queensland)

Radiotracking dans les champs de canne pour étudier la trajectoire de vol des hannetons

La télémétrie et en particulier la technique de radiotracking, au départ très utilisée pour étudier le mouvement des vertébrés, s'est développée petit à petit sur les insectes, en raison de la miniaturisation des équipements. Cette méthode a ainsi été testée avec succès sur des coléoptères et d'autres insectes de grande taille (Hedin et Ranius, 2002; Beaudoin-Ollivier et

Nouveaux outils pour la gestion des insectes ravageurs de la canne à sucre : retour d'expérience avec le cas du ver blanc en Australie

al., 2003; Lorch *et al.*, 2005) en précisant que les micro transmetteurs (puces) fixés sur ces insectes, qui représente 10 à 15% du poids de l'insecte, n'engendraient de perturbations significatives dans le comportement de vol (Rink et Sinsch, 2007).

S'agissant de nos expérimentations de radiotracking, nous avons testé un équipement (Biotrack Ltd-Lotek ; www.lotek.com) composé d'une puce active (0,26 gr), d'un récepteur scanneur de fréquence et d'une antenne à 3 branches (Yagi) pour capter les signaux. Chaque puce, qui représente un coût important (plus de 100 euros), est munie d'une batterie dont la durée de vie affichée est de 12 jours maximum, d'une antenne de 4 cm et d'un aimant qui, lorsque qu'il est retiré, active la puce (Figure 5).

Chaque puce possède une fréquence prédéterminée (ex : 150.885 Mhz) qui doit être programmée au préalable dans le récepteur. Plusieurs fréquences peuvent être ainsi stockées, ce qui permet de « traquer » plusieurs insectes dans la nature.

Avant le lancement des expérimentations, des tests préliminaires ont été réalisés pour ajuster certains paramètres, dont la distance de détection, le collage des puces sur l'insecte, etc. La durée de vie et le comportement des insectes munis des puces a aussi été comparé à celle des insectes sans équipement (10 insectes au total) avec un suivi en cage munie de moustiquaire. Tous les insectes se sont bien comportés et la position du transmetteur la plus efficace est à l'arrière de l'abdomen de l'animal avec un collage réalisé à la superglue de haute qualité (figure 4). C'est celle qui perturbe le moins l'insecte lors de son vol. Les insectes testés dans les champs de canne à sucre sont capturés durant les premières émergences, pesés (en moyenne 3 gr.) et relâchés le même jour et de préférence au crépuscule qui correspond généralement à la période très active de vol. L'observation de 20 individus munis d'une puce en 2011 permet de confirmer l'observation de vols normaux (les lâchers de ces hannetons expérimentaux a été fait en même temps que d'autres sans équipement).



Figure 5. Un hanneton équipée de puce active à l'arrière de l'abdomen (collage réalisée avec de la superglue sur une planchette cartonnée).

Les séances de radiotracking ont été réalisées 2 fois par jour, dans une zone de canne à sucre bordée par des arbres attractifs, à proximité de la station expérimentale du BSES de Gordonvale. Sur les 20 hannetons relâchés, 10 ont pu être suivis en partie et 5 en totalité sur une période de 10 jours (les batteries faiblissaient après cette période). L'analyse des trajectoires (positionnées sur des cartes) complétée d'observations comportementales donnent les indications suivantes :

- les adultes tendent à rester dans un "territoire" restreint et se déplacent relativement peu ; les vols réalisées se font sur des distances courtes (<200m) ce qui confirme les mesures effectuées par ailleurs sur les cartes entre points d'infestation et bordures forestières ou groupe d'arbres ;

- ils utilisent les arbres en bordure de champs pour se nourrir, s'accoupler et comme point de relais pour infester les champs ;
- Après les premières pluies de novembre, les hannetons sont très actifs à l'aube et au crépuscule, les vols à l'aube sont plutôt des trajets « canne-arbre » alors que les vols crépusculaires vont dans le sens « arbre-canne », et concernent principalement les femelles en recherche de sites de ponte. Ces observations confirment certaines descriptions faites dans le passé (Illingworth, 1918; Jarvis, 1933) ;
- Comme déjà mentionné, certains arbres comme *Ficus opposita* et *F.benjamina*, *Acacia mangium*, *Melaleuca leucadendra* et *Calophyllum inophyllum* sont particulièrement attractifs et jouent un rôle capital comme point de concentration des populations d'adultes et de relais pour l'infestation des parcelles de canne.

Conclusion et perspectives

Au cours de ce projet de recherche, dont les données sont encore en cours d'analyse (SIG), nous avons pris conscience de l'importance de travailler à une échelle régionale afin de mieux comprendre l'écologie des hannetons et la distribution des zones d'infestation. L'utilisation de la télédétection, les SIG et la télémétrie est un exemple de panoplie d'outils qui peut permettre de progresser dans le domaine de l'écologie spatiale. Le modèle « ver blanc » se prête idéalement à cet exercice car ses dégâts sont visibles depuis le ciel. La signature spectrale des points d'infestation permet déjà d'élaborer des cartes « à risques » qui serviront à mieux cibler les interventions chimiques (ou autres types), ceci sur une échelle régionale. Ce serait un grande avancée alors qu'aujourd'hui l'ensemble des surfaces en canne à sucre dans le nord du Queensland, qui bordent la grande barrière de corail, sont systématiquement traitées, ce qui n'est pas sans poser de problèmes de pollution.

Il reste encore beaucoup de chemin à parcourir, en particulier effectuer les analyses spatiales pour expliquer les facteurs clé environnementaux et agronomiques qui expliqueraient la distribution des dégâts dans une zone particulière. Cela dit, ces outils technologiques bouleverseront dans un futur proche la façon d'appréhender la protection des cultures.

S'agissant des données sur le comportement de vol, en dépit de progrès importants dans la miniaturisation des transmetteurs, les expérimentations de radiotracking ont été particulièrement difficiles à gérer avec de nombreux points qui ont posé problème : distance de détection des tags plus faible qu'indiqué (particulièrement dans les habitats forestiers), coût élevé de ces tags, leur poids, et la batterie limitée à 10-12 jours...Malgré tout, des avancées méthodologiques importantes ont été réalisées avec ce hanneton, en particulier la méthode de fixation du tag qui s'est révélé très problématique en raison de la surface extrêmement lisse des élytres. Les progrès de miniaturisation et le développement d'autres systèmes comme les puces passives (pas de batterie) permettent déjà de collecter des données intéressantes sur les déplacements des insectes et d'analyser de type d'habitat « visité ».

Références Bibliographiques

Allsopp, P.G., (2010). Integrated Management of Sugarcane Whitegrubs in Australia: An Evolving Success. *Annual Review of Entomology* 55 : 329–49.

Allsopp, P.G., (1993). Evidence for sex attraction in three species of Australian canegrub beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae). *Coleopterists Bulletin* 4 : 259–271.

Beaudoin-Ollivier, L., Bonaccorso F., Aloysius M., Kasiki M., (2003). Flight movement of *Scapanes australis* (Boisduval) (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) in Papua New Guinea: a radiotelemetry study. *Australian Journal of Entomology* 42 : 367–372.

- Becker A.A., French B.W., Chandler L.D., 2005. Using GIS in Areawide Pest Management: a case study in South Dakota. *Transaction in GIS* 9 : 109–127.
- Chandler, K.J., (2002). Strategies to control greyback canegrub in early harvested ratoon crops, SRDC Final Report SD 02022. Sugar Research and Development Corporation, Brisbane.
- Dimock, W.J. (2004). Spatial factors affecting white grub presence and abundance in golf course turf. Doctorate of Philosophy (PhD) in Entomology. Dissertation submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University. 130pp.
- Goebel, F.R, Sallam, N., Samson, P., Chandler, K., (2010). Quantifying spatial movement of the greyback cane beetle in sugarcane landscape: data available and research needs. *Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists* 32 : 71-83
- Hedin, J., Ranius, T., (2002). Using radiotelemetry to study dispersal of the beetle *Osmoderma eremita*, an inhabitant of tree hollows, *Computer and Electronic in Agriculture* 35 : 171–180.
- Horsfield, A., Sallam, M.N., Drummond, F.A., Williams, D.J., Schultz R.J., (2008). Role of climatic factors on damage incidence by *Dermolepida albohirtum* (Coleoptera: Scarabaeidae), in Burdekin sugarcane fields, Australia. *Journal of Economic Entomology* 101 : 334–340.
- Hunter, M.D., (2002). Landscape structure, habitat fragmentation, and the ecology of insects. *Agricultural and Forest Entomology* 4 : 159–166.
- Illingworth, J.F. , (1918). Monthly notes on grubs and other cane pests. *BSES Division of Entomology Bulletin* 8 : 1–51.
- Jarvis, E., (1933). Monthly notes on the greyback cane beetle and its control. BSES Division of Entomology Farm Bulletin 9: 1–40.
- Jonsen, I.D., Fahrig, L. (1997). Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure, *Landscape Ecology* 12 : 185–197.
- Keathley, C.P., Potter, D.A. (2008). Quantitative resistant traits and suitability of woody plant species for a polyphagous scarab, *Popillia japonica* Newman. *Environmental Entomology* 37: 1548–1557.
- Leibold, A.M., Rossi, R.E. (1993). Geostatistics and geographics information systems in applied insect ecology. *Annual Review of Entomology* 38, 303–327.
- Logan, D.P., Sallam M.S., (2002). Mating behaviour of greyback and grata cane beetles, (Waterhouse) and *Lepidiota grata* Blackburn (Coleoptera: Scarabaeidae). *Australian Entomologist* 29 : 129–136.
- Lorch, P.D., Sword, G.A., Gwynne, D.T., Anderson, G.L., (2005). Radiotelemetry reveals differences in individual movement patterns between outbreak and nonoutbreak of Mormon cricket populations. *Ecological Entomology* 30 : 548–555.
- Rink, M., Sinsch, U., (2007). Radio-telemetric monitoring of dispersing stag beetles: implications for conservation. *Journal of Zoology* 272 : 235–243.
- Robertson, L.N., Allsopp, P.G, Chandler, K.J. & Mullins, R.T., (1995). Integrated management of canegrubs in Australia: current situation and future research directions.

Australian Journal of Agricultural Research 46 : 1-16.

Robertson, L.N. & Walker, P.W., (2001). Distribution of greyback canegrub, *Dermolepida albohirtum* (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae in sugarcane soil. Proceedings of the International Society of Sugarcane Technologists 24 : 361-365.

Samson, P.R., Chandler, K.J, Sallam, M.N., (2007). GrubPlan: options for greyback canegrub management. BSES Limited, Brisbane.

Thies, C, Steffan-Dewenter, I., Tschardtke, T. (2003). Effect of landscape context on herbivory and parasitism at different spatial scales. *Oikos* 101 : 18–25.

Tschardtke, T., Brandl, R. (2004). Plant-insect interactions in fragmented landscapes.

Annual Review of Entomology 49 : 405–430.

Ward, A.L., (2003). Effect of agronomic factors on the spatial distribution of greyback canegrub, *Dermolepida albohirtum* (Waterhouse) (Coleoptera: Scarabaeidae) in sugarcane in the Burdekin River Irrigation Area. Australian Journal of Entomology 42 : 22–28.