

### Intitulé du sujet

Etude de la régulation du charançon *Cosmopolites sordidus* dans les systèmes de culture plurispécifiques à base de plantains : dynamique des populations et approches isotopiques de la structure des réseaux trophiques

### Contexte et justification

Les plantains constituent une ressource clé pour la sécurité alimentaire des populations des pays d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique centrale. Au sein des Musacées, ils expriment une grande sensibilité au charançon *Cosmopolites sordidus* qui représente ainsi la première contrainte biotique limitant la durabilité des systèmes de culture à base de plantains dans ces zones de culture (Gold et al., 2001). Plusieurs études montrent qu'il existe un potentiel important de régulations biologiques du charançon (Abera-Kalibata et al., 2006; Abera-Kalibata et al., 2007; Abera-Kalibata et al., 2008) qui mériterait d'être mieux exploité.

Ce projet de thèse s'inscrit dans le champ de l'étude de la relation entre biodiversité du champ cultivé et services écosystémiques dans le cadre de systèmes de culture plurispécifiques africains. Ces systèmes de type agro-forestiers représentent un cas d'étude particulièrement intéressant pour aborder cette relation du fait de la grande gamme de biodiversité (cultivée et associée) qu'ils recouvrent. Parmi les services écosystémiques qui y sont attendus, la régulation des bioagresseurs est particulièrement importante afin d'assurer leur durabilité. Dans ce projet, nous nous proposons d'étudier la régulation du charançon *Cosmopolites sordidus* par ses prédateurs naturels au sein de ces systèmes plurispécifiques à base de plantains.

En s'appuyant sur un co-encadrement avec le CARBAP, il s'agira de donner une dimension supplémentaire aux études réalisées dans les systèmes bananiers aux Antilles en analysant la relation entre structure des réseaux trophiques et régulations biologiques dans le cadre des systèmes biologiques terrestres complexes tels que les systèmes multi-espèces à base de plantains. Dans les systèmes bananiers, nous avons déjà montré que l'ajout d'une plante de couverture modifie la structure des réseaux trophiques (Duyck et al., 2011) et le taux de prédation des œufs de charançon par les fourmis (Mollot et al.), *soumis*). La question théorique abordée dans cette thèse est la suivante : **Quelle est l'influence de la diversité végétale sur la structure des réseaux trophiques de la macrofaune de la litière et sur la régulation du charançon dans les systèmes multi-espèces à base de plantains?** De manière appliquée, les résultats attendus devraient permettre de mieux comprendre **quelles sont les associations de plantes qui maximisent la régulation du charançon dans ces systèmes de culture** et *in fine* d'améliorer la durabilité de la culture.

### Résumé du travail proposé

Le terrain d'étude de cette thèse sera localisé au Cameroun dans la région du CARBAP. Il s'agira d'étudier gradient d'intensification de la culture du plantain, depuis la monoculture de plantain jusqu'aux systèmes agro-forestiers les plus complexes. Ce gradient favorisera la mise en évidence de relations entre biodiversité et régulations biologiques. La zone d'étude sera la région autour du CARBAP ainsi que certains cas d'études de la zone des SAF étudiés par l'UPR Bioagresseurs proche de Yaoundé. La méthodologie s'appuiera sur deux approches complémentaires, menées parallèlement :

**I. Suivi d'un réseau de parcelles** (entre 30 et 50), recouvrant l'ensemble du gradient de systèmes de culture étudié, pendant 2 ans, avec 2 campagnes de prélèvements par an. Chaque campagne comprendra :

- La description des parcelles en termes d'espèces végétales présentes : géo-localisation de l'ensemble des espèces cultivées et associées sur 4 placettes par parcelle.

- La mesure de l'abondance des différents taxa de la macrofaune de la litière du sol : collecte par piège d'interception pitfall et par aspirateur entomologique.
- La mesure des populations de charançons : piégeage avec phéromone d'agrégation spécifique de *C. sordidus* et par décorticage du bulbe des plantes récoltées,
- L'estimation du potentiel de régulation du charançon : par la mesure de taux de prédateurs sur des courtes durées.
- L'échantillonnage de plantes et de la macrofaune pour analyses isotopiques : préparation des échantillons au CARBAP (matériel nécessaire déjà existant : lyophilisateur et balance) puis analyse dans un laboratoire extérieur (SCRI, Invergowrie, Dundee, Ecosse).

**II. Expérimentation de manipulation de la diversité végétale.** Afin de mettre en évidence les mécanismes de régulation (et notamment les aspects dynamique des populations), nous mettrons en place un essai avec un gradient forcé de biodiversité végétale (1, 2, 4, 8 espèces cultivées). Nous mesurerons sur cet essai des dynamiques des populations de quelques prédateurs généralistes sélectionnés sur la base des travaux déjà menés aux Antilles (Duyck et al., 2011).

Ce travail sera basé sur des analyses d'abondance des espèces et sur les isotopes stables de l'azote et du carbone. Ces isotopes stables sont particulièrement utiles pour comprendre comment les plantes modifient les réseaux trophiques dans les agrosystèmes. Les variations d'abondance naturelle des isotopes stables du carbone et de l'azote contribuent à révéler la structure des réseaux trophiques. Les tissus animaux des consommateurs sont faiblement enrichis en  $^{13}\text{C}$  en comparaison de leur source alimentaire (0.4 ‰). Les abondances en  $^{15}\text{N}$  permettent quant à elles d'évaluer le niveau trophique d'un organisme compte tenu de l'enrichissement relativement important à chaque niveau trophique (3.4 ‰).

#### Liste des publications récentes de l'équipe encadrante

- Duyck, P.-F., Lavigne, A., Vinatier, F., Achard, R., Okolle, J.N., Tixier, P., 2011. Addition of a new resource in agroecosystems: Do cover crops alter the trophic positions of generalist predators? *Basic and Applied Ecology*, 12:47-55.
- Duyck, P.F., Pavoine, S., Tixier, P., Chabrier, C., Quénéhervé, P., 2009. Host range as an axis of niche partitioning in the plant-feeding nematode community of banana agroecosystems. *Soil Biology and Biochemistry*, 41:1139-1145.
- Rhino, B., Dorel, M., Tixier, P., Risede, J.M., 2010. Effect of fallows on population dynamics of *Cosmopolites sordidus*: toward integrated management of banana fields with pheromone mass trapping. *Agricultural and Forest Entomology*, 12:195-202.
- Tixier, P., Lavigne, C., Alvarez, S., Gauquier, A., Blanchard, M., Ripoché, A., Achard, R., 2011. Model evaluation of cover crops, application to eleven species for banana cropping systems. *European Journal of Agronomy*, 34:53-61.
- Vinatier, F., Chailleux, A., Duyck, P.F., Salmon, F., Lescourret, F., Tixier, P., 2010. Radiotelemetry unravels movements of a walking insect species in heterogeneous environments. *Animal Behaviour*, 80:221-229.
- Vinatier, F., Tixier, P., Duyck, P.F., Lescourret, F., 2011. Factors and mechanisms explaining spatial heterogeneity: a review of methods for insect populations. *Methods in Ecology and Evolution*, 2:11-22.
- Vinatier, F., Tixier, P., Le Page, C., Duyck, P.F., Lescourret, F., 2009. COSMOS, a spatially explicit model to simulate the epidemiology of *Cosmopolites sordidus* in banana fields. *Ecological Modelling*, 220:2244-2254.

#### Partenariat et positionnement dans les équipes

Le doctorant sera basé au CARBAP. Il réalisera des missions aux Antilles et à Montpellier. Cette thèse sera pilotée à la fois par l'équipe d'agro-écologie des Antilles et par l'équipe d'agronomie et d'entomologie du CARBAP. Elle fait suite à plusieurs activités engagées ces dernières années : montage du projet ECOPLANTAIN par S. Depigny (2008), formation aux Antilles de J. Okollé (2009 ; une publication co-signée CARBAP-CIRAD), mission d'appui

(2010). Ce travail de thèse constitue également un complément pertinent à la thèse de Grégory Molloy actuellement en cours au PRAM (2009-2012), notamment par la prise en compte de l'aspect plurispécifique des systèmes de culture. Il est prévu que le doctorant fasse un séjour aux Antilles en début de thèse, afin d'acquérir les bases d'analyse des réseaux trophiques. Des séjours en cours de thèse sont également prévus dans les phases d'analyse des données et de rédaction.

Les activités de cette thèse s'appuieront sur un partenariat avec le dispositif prioritaire PCP grand sud au Cameroun pour les aspects « Diagnostic – réseau de parcelles », et sur un partenariat avec des chercheurs de l'UPR Bioagresseurs (N. Motsi ; R. Babin) qui participeront au comité de pilotage.

### Organisme d'inscription

- University of Buea (Cameroon) - Department of Plant and Animal Science
- Co-habilitation SIBAGHE

### Encadrement et organisation du partenariat

- Directeur de thèse :
  - o Dr Philippe Tixier (Ecologue/Agronome/Modélisateur CIRAD UPR26) HDR devant être soutenue à SIBAGHE en mai 2011.
- Encadrement :
  - o Dr Justin Okolle (Entomologiste CARBAP)
  - o Dr Sylvain Depigny (Agronome CARBAP/CIRAD UPR26)
- Comité de thèse prévisionnel
  - o Responsable de l'Université de Buea : Dr George Bindeh Chuyong
  - o Dr Régis Babin / Dr Natacha Motsi (entomologie CIRAD UPR Bioagresseurs)
  - o Dr Manuel Plantegenest (Phytopathologiste, UMR BIO3P Rennes)
  - o Dr Pierre-François Duyck (Ecologue CIRAD UPR26)

### Financements

Ce projet bénéficiera d'un cofinancement Antilles –Cameroun qui pourra être mobilisé en s'appuyant sur les différentes activités menées aux Antilles.

- Les mesures isotopiques pourront être financées par le projet PO Feder Martinique.
- Les missions des chercheurs Antilles vers le Cameroun participeront à l'encadrement du doctorant. Le projet C2D-plantains financera les travaux menés au Cameroun et la part Cameroun d'allocation de recherches du doctorant.

### Références citées

- Abera-Kalibata, A.M., Gold, C.S. and Van Driesche, R., 2008. Experimental evaluation of the impacts of two ant species on banana weevil in Uganda. *Biological Control*, 46:147-157.
- Abera-Kalibata, A.M., Gold, C.S., Van Driesche, R.G. and Ragama, P.E., 2007. Composition, distribution, and relative abundance of ants in banana farming systems in Uganda. *Biological Control*, 40:168-178.
- Abera-Kalibata, A.M., Hasyim, A., Gold, C.S. and Van Driesche, R., 2006. Field surveys in Indonesia for natural enemies of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar). *Biological Control*, 37:16-24.
- Duyck, P.-F., Lavigne, A., Vinatier, F., Achard, R., Okolle, J.N. and Tixier, P., 2011. Addition of a new resource in agroecosystems: Do cover crops alter the trophic positions of generalist predators? *Basic and Applied Ecology*, 12:47-55.
- Gold, C.S., Pena, J.E. and Karamura, E.B., 2001. Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). *Integrated Pest Management Reviews*, 6:79-155.
- Molloy, G., Tixier, P., Lescouret, F. and Duyck, P.F., New basal resource increases ants predation on pest in banana agroecosystem. *Soumis à Oecologia*.