



**Caractérisation de la régulation naturelle  
des ravageurs des céréales  
dans une région agricole du Bénin**

Robin Drieu, Elève-Ingénieur SUPAGRO

Juillet - Décembre 2013

# Caractérisation de la régulation naturelle des ravageurs des céréales dans une région agricole du Bénin

---



Élève stagiaire : **Robin Drieu, Elève – Ingénieur de SUPAGRO**

Maitre de stage : **Pierre Silvie, Cirad / IRD Montpellier**

Co – superviseurs au Bénin : **Cyrille Adda (AfricaRice), Joël Huat et Philippe Menozzi (Cirad / AfricaRice)**

Tuteur de césure : **Marie-Stéphane Tixier, SUPAGRO Montpellier**

Organismes d'accueil : **Cirad et AfricaRice**

Financements : **Cirad et AfricaRice**

## Table des matières

Remerciements.....	5
Préambule .....	5
<b>1. Introduction.....</b>	<b>6</b>
1.1. La culture des céréales et leurs ravageurs en Afrique de l'Ouest.....	6
1.2. La régulation naturelle.....	6
1.3. La région de Djougou, les bas-fonds rizi­coles.....	6
1.3.1. Relief.....	6
1.3.2. Climat.....	7
1.4. Les bas-fonds étudiés.....	7
1.5. Objectifs de l'étude.....	8
<b>2. Matériel et méthode.....</b>	<b>9</b>
2.1. Approche géographique .....	9
2.1.1. Choix des bas-fonds.....	9
2.1.2. Limites des zones d'étude.....	10
2.1.3. Acquisition des données GPS et réalisation des cartes.....	11
2.2. Approche sociologique.....	12
2.2.1. Première réunion d'information et discussions avec les producteurs.....	12
2.2.2. Première phase d'enquête.....	12
2.2.3. Seconde phase d'enquête.....	13
2.3. Approche entomologique.....	13
2.3.1. Comptage de dégâts .....	13
2.3.2. Mise en observation d'insectes.....	15
2.3.3. Pièges à phéromones.....	16
2.3.4. Autres insectes capturés.....	17
<b>3. Résultats.....</b>	<b>17</b>
3.1. Aspect cartographique, échelle du paysage.....	17
3.1.1. Caractéristiques générales des deux bas-fonds .....	17
3.1.2. Diversité des espèces cultivées.....	22
3.1.3. Jachères et espaces non cultivés.....	23
3.2. Aspect sociologique, échelle de la parcelle .....	26
3.2.1. Restitution auprès des producteurs et des élèves .....	26
3.2.2. Calendriers de semis, pratiques culturales, et gestion des restes culturaux .....	26
3.2.3. Associations culturales pratiquées .....	27
3.2.4. Pratiques de protection des cultures .....	28
3.3. Aspect entomologique .....	28
3.3.1. Pièges à phéromone.....	28
3.3.2. Évaluation des dégâts sur riz .....	29
3.3.3. Évaluation des dégâts sur maïs.....	29
3.3.4. Évaluation de dégâts sur le sorgho .....	32
3.3.5. Mises en observation des insectes .....	33
3.3.6. Fauchages.....	33
3.3.7. Prédateurs et parasitoïdes identifiés dans le bas-fond .....	34

<b>4. Perspectives.....</b>	<b>35</b>
4.1. Étude d'un bas-fond éloigné.....	35
4.2. Évolution du paysage.....	35
4.3. Usage des terres en saison sèche .....	35
4.4. Protocoles de comptage.....	35
4.5. Fauchage .....	36
4.6. Observation d'œufs de foreurs ou pose d'œufs-témoins .....	36
4.7. Pièges à phéromone .....	36
<b>5. Conclusion .....</b>	<b>36</b>
<b>6. Bibliographie .....</b>	<b>37</b>
<b>7. Annexes .....</b>	<b>38</b>
7.1. Analyse des relevés botaniques par Pascal Marnotte .....	38
7.2. Liste des prédateurs capturés .....	39
7.3. Liste des parasites capturés (hors élevage) .....	39
7.4. Questionnaires sur les pratiques culturales et sur l'usage des insecticides .....	40
+ Relevés floristiques des bas-fonds de Kounga et de Wahassi	
+ Article Drieu <i>et al.</i> , " <i>Constraints for studying the management of cereal moth borers with a landscape approach: a case study in North Benin</i> " présenté à la 6 <sup>ème</sup> réunion du Groupe de Travail de l'OILB/SROP (IOBC/WPRS), Poznan (Pologne), 21 au 23 mai 2014	

## Remerciements

Pierre Silvie et Régis Goebel (Cirad Montpellier),  
Philippe Menozzi et Joel Huat (Cirad / AfricaRice Bénin) et Cyrille Adda (AfricaRice Bénin),  
Pascal Marnotte (Cirad / SCAC-Ambassade de France au Bénin),  
Valérie Soti (Cirad Sénégal), Sandrine Auzoux (Cirad Montpellier),  
Georg Goergen (IITA Bénin), Henri-Pierre Aberlenc, Bruno Michel et Gérard Delvare (Cirad / UMR CBGP Montpellier),  
Paul Hounnankpon Yedomonhan (UAC / Herbier National du Bénin),  
Bruno Le Ru, Boaz Musyoka (IRD / ICIPE Nairobi),  
André Kindjinou, Cartographe à Cotonou,  
Alidou Lafia, Djibril Sama, Ibrahim Awi, Alaza Abdou Karim, de Pélébina,  
Toutes les autorités du village de Pélébina,  
Les producteurs de Pélébina,  
Anne-Laure Fruteau de Lacos et Jocelyne Sallin (Cirad Montpellier).

## Préambule

Ce stage de 6 mois a été réalisé dans le cadre des activités de la composante 3 du projet RAP<sup>1</sup> II d'AfricaRice (milestone GRISP : 3.3.4.4 : Prototype integrated management strategies for ecological intensification and diversification of peri-urban rice-vegetable systems identified). Les travaux ont été réalisés dans la région de Djougou située à environ 400 km au nord-ouest de Cotonou et plus précisément dans des bas-fonds rizicoles près du village de Pélébina localisé à 30 km au sud de Djougou.

Le stagiaire a bénéficié d'une bourse du Cirad. Ses frais de voyage au Bénin ont été également pris en charge par le Cirad.

Le projet RAP a financé les travaux ainsi que les frais de séjour au Bénin du stagiaire.

L'encadrement scientifique a été assuré par des entomologistes d'AfricaRice, de l'IRD et du Cirad, des faunisticiens de l'IITA, de l'IRD / ICIPE et du Cirad / UMR CBGP, des spécialistes en SIG du Cirad, ainsi que des botanistes de l'UAC et du Cirad / SCAC.

Ce stage est valorisé par l'article « *Drieu et al : Constraints for studying the management of cereal moth borers with a landscape approach: a case study in North Benin* » qui sera présenté à la 6ème réunion du Groupe de Travail de l'OILB/SROP (IOBC/WPRS), Poznan (Pologne), 21 au 23 mai 2014 (texte en fin de document).

---

<sup>1</sup> *Realizing the agricultural potential of inland valley lowlands in sub-Saharan Africa while maintaining their environmental services*

# 1. Introduction

## 1.1. La culture des céréales et leurs ravageurs en Afrique de l'Ouest

En Afrique de l'Ouest, les cultures de riz (*Oryza sativa* L.), maïs (*Zea mays* L.) et sorgho (*Sorghum bicolor* Pers.) sont largement répandues et de nombreuses études sur les ravageurs de ces cultures ont été faites en Côte d'Ivoire (Moyal et Tran, 1990 ; Pollet, 1997), au Cameroun (Chabi-Olaye *et al.*, 2006 ; Cardwell *et al.*, 1997), au Nigeria (Alghali, 1983) ou encore au Bénin (Atachi *et al.*, 1995 ; Adda *et al.*, 2009). Les lépidoptères foreurs de tige des familles des Noctuidae, Pyralidae et Crambidae, causant des pertes de production d'environ 25 % en moyenne pour l'Afrique de l'Ouest, sont parmi les ravageurs les plus répandus (Kfir *et al.*, 2002). Certains de ces lépidoptères comme *Sesamia* spp. s'attaquent aux trois céréales en question (Kfir *et al.*, 2002). Les diptères sont également des ravageurs majeurs sur le riz (Heinrich et Barrion, 2004) avec par exemple le diopside *Diopsis thoracica* Westw. qui peut diminuer la récolte de 54 % pour certaines variétés de riz au Nigeria (Alghali, 1983) ou la cécidomyie africaine du riz (*Orseolia oryzivora* Haris and Gagné) qui peut provoquer des pertes de rendement allant jusqu'à 80 % en Afrique de l'Ouest (Nwilene *et al.*, 2006).

Cependant, au Bénin, malgré la présence de la plupart de ces ravageurs (Heinrich et Barrion, 2004), les dégâts restent limités, et les agriculteurs n'ont pas besoin d'appliquer des insecticides pour combattre ces ravageurs. Il semble donc que la régulation naturelle soit suffisante pour maintenir ces populations de ravageurs sous les seuils d'importance économique.

## 1.2. La régulation naturelle

On entend par régulation naturelle, l'action des différents facteurs naturels (biotiques ou abiotiques) qui limitent le développement des espèces nuisibles à l'homme. Le concept de lutte intégrée (Integrated Pest Management, IPM) bien connu en France propose d'associer ce concept à la lutte chimique généralement employée, mais en Afrique l'idée s'impose naturellement, les producteurs n'ayant en général pas les moyens financiers d'acheter des insecticides. De plus, la difficulté de contrôle et le manque de formation des producteurs rendent ces produits toxiques plus dangereux qu'en France (Cherry *et al.*, 1999).

Au Bénin, cette régulation naturelle est déjà largement présente, passant notamment par le parasitisme (Sétamou et Schulthess, 1995 ; Schulthess *et al.*, 2001) mais les études sont concentrées dans le Sud du Bénin, et moins de données existent pour le Nord, en particulier pour la région de Djougou

## 1.3. La région de Djougou, les bas-fonds rizicoles

### 1.3.1. Relief

La région de Djougou, dans le département de la Donga est un grand plateau peu vallonné, présentant des structures appelées bas-fonds (Biaou, 2006). Raunet (1985) définit les bas-fonds comme « les fonds plats ou concaves des vallons, petites vallées et gouttières d'écoulement inondables qui constituent des axes de drainage élémentaires » définition qui s'applique parfaitement au cas de la région de Djougou. Dans notre cas, ont aussi été considérés comme partie du bas-fond les champs des pentes du vallon, à proximité du fond lui-même. En assez grand nombre dans la région, ils représentent en général des terres avec plus de valeur : les sols y sont en général plus riches (présence d'argile) et présentant des terres inondées durant la saison des pluies, ils permettent la culture du riz.

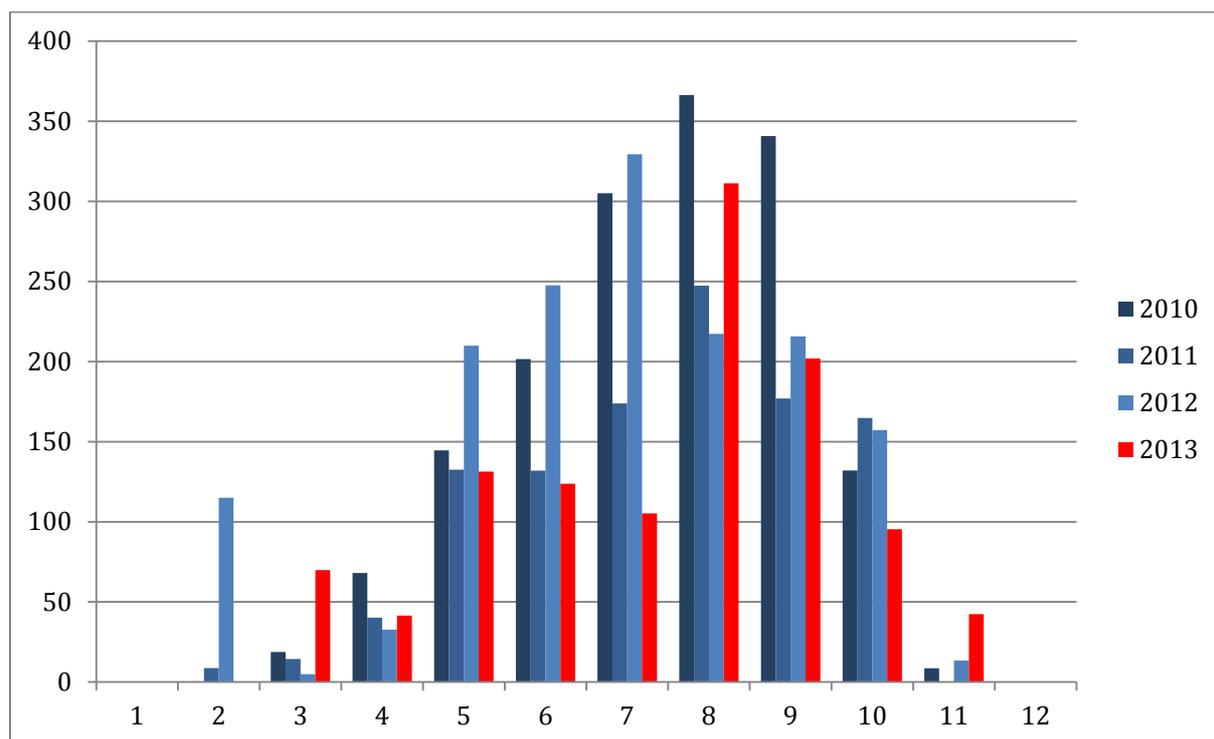
### 1.3.2. Climat

De plus, la région de Djougou présente avec la région de Cotonou la pluviométrie la plus importante au Bénin ( $\approx 1520$  mm à Djougou en 2010), ce qui fait d'elle un pôle important de la production de riz au Bénin. Le maïs et le sorgho possédant une grande capacité d'adaptation, ils poussent aussi dans cette zone humide et sont largement cultivés pour l'alimentation (Biaou, 2006).

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Pluviométrie	1286	1171	1164	1839	1299	1342	1207	1080	1263	1570	1523	1091	1543	1123

Tableau 1 : Pluviométrie (mm) à Djougou de 2000 à 2013

On observe une grande variabilité inter annuelle, et l'année 2013 a été une année particulièrement sèche avec une pluviométrie de 1123 mm pour une moyenne de 1321 mm/an depuis 2000 et seulement deux années moins pluvieuses (en 2007 et 2011, voir Tableau 1). Ce qui permet aussi de caractériser cette année de sèche est le manque d'eau à un moment « critique » pour les cultures de saison des pluies, on voit sur le Graphe 1 que les mois de Juin et Juillet ont été plus secs que les années passées. Ceci a largement retardé la croissance des cultures, et on peut supposer que cette sécheresse peut avoir eu un impact sur l'entomofaune de la région.



Graph 1 : Pluviométrie (mm) par mois à Djougou, de 2010 à 2013

### 1.4. Les bas-fonds étudiés

Les alentours de Pélébina comprennent 17 bas-fonds dans un rayon de 10 km autour du village. Parmi ces bas-fonds, celui qui semblerait s'imposer comme plus important que les autres car plus aménagé, plus cultivé, et plus diversifié que la plupart des autres, a été choisi comme zone principale d'étude. Il s'agit du bas-fond Kounga. C'est un bas-fond étroit, ne dépassant jamais 200 m de large selon la définition stricte de Raunet (1985), et mesurant environ 2,5 km de long.

Il présente une nette orientation est-ouest, le village de Pélébina et la RNIE3, axe majeur goudronné, se situant à la limite est du bas-fond. Ce bas-fond est partiellement aménagé pour la culture de riz, suite à des travaux durant la saison 2011-2012. De par sa forme étroite, il est moins adapté à la culture de riz que d'autres bas-fonds comme celui de Bougou, situé à 3 km au Sud, et qui dispose d'une zone inondable plus importante. Ceci se traduit par une diversité de cultures plus importante tout au long de l'année, là où le riz représente la majorité de la surface à Bougou. Une plus grande diversité de culture permet de supposer une plus grande diversité entomologique et ainsi une régulation naturelle plus efficace (Bianchi *et al.*, 2006). Afin d'avoir un élément de comparaison, un second bas-fond a été sélectionné, le bas-fond de Wahassi. Les critères de sélection étaient une présence plus faible de cotonniers et donc d'un environnement avec moins d'insecticides, une part plus importante laissée à la végétation naturelle, et une diversité moindre en nombre de cultures.

Ces divers paramètres ont donc conduit à la sélection de ces deux bas-fond pour la réalisation de ce stage « *Caractérisation de la régulation naturelle des ravageurs des céréales dans une région agricole du Bénin* » dans le cadre des activités de la composante 3 du projet RAP II « *Realizing the agricultural potential of inland valley lowlands in sub-Saharan Africa while maintaining their environmental services* » d'AfricaRice (milestone GRISP : 3.3.4.4 : *Prototype integrated management strategies for ecological intensification and diversification of peri-urban rice-vegetable systems identified*).

### 1.5. Objectifs de l'étude

D'après le sujet du stage, « l'objectif général à moyen ou long terme est de caractériser les facteurs qui contribuent le plus efficacement à la régulation des bio-agresseurs dans un écosystème donné afin de proposer des améliorations aux systèmes de culture existants, alternatives pour améliorer la régulation naturelle des populations de ravageurs. ». L'anthropisation des milieux et l'augmentation des surfaces cultivées dû à l'augmentation de densité de population le long de cet axe important mènent à une fragmentation des paysages, qui peut entraîner une perte de biodiversité et donc une diminution de la régulation naturelle, se traduisant au final par une pression accrue des ravageurs. La pression de ces ravageurs peut être envisagée à l'échelle de la parcelle, où les facteurs les plus importants dépendent des pratiques culturales, mais aussi à l'échelle du paysage, en s'intéressant aux positions relatives des différents éléments constitutifs du milieu et aux caractéristiques de la végétation spontanée. En pratique, à court terme avec ce stage, le but est avant tout de caractériser ces paysages. Cette caractérisation est abordée selon plusieurs approches :

- Géographique : réalisation de cartes des bas-fonds donnant des informations de composition et de structure du paysage, aussi bien au niveau des cultures que des zones non cultivées.
- Sociologique : relevé des pratiques culturales sur
  - o les parcelles cultivées en céréales seules ou association au cours de la saison,
  - o les parcelles cultivées en cotonnier, en se concentrant sur les pesticides utilisés sur ces cultures
- Entomologique : Inventaire des ravageurs de céréales, des prédateurs ou parasitoïdes et de leurs proies ou hôtes constatés, capture et conservation de tous ces spécimens pour identification et collection, quantification des dégâts sur les céréales.



Photo 1 : La partie aménagée du bas-fond, regardant vers l'Ouest.

## 2. Matériel et méthode

### 2.1. Approche géographique

L'approche géographique a consisté en le choix de la zone, la définition des limites des zones d'intérêt vis à vis de l'approche paysagère, et au sein des deux zones, la caractérisation complète de l'occupation des sols.

#### 2.1.1. Choix des bas-fonds

Le bas-fond Kounga a été choisi dans un premier temps pour sa diversité d'espèces cultivées, mais aussi pour renforcer la présence scientifique dans le village de Pélébina et en faire un observatoire. Les projets en cours dans cette zone sont le Projet régional AMMA, sur la mousson, le projet SMART -IV (Sawah System) d'AfricaRice dans le cadre duquel une thèse sera lancée en 2014, et le projet RAP II de AfricaRice :

- milestone GRISP 3.3.4.3 : *Decision support systems tested and adapted to improve resource efficiency of rice-vegetable systems* dans lequel se déroule une thèse en agronomie (2012-15) sur la conception et l'évaluation de Systèmes de Cultures riz-maraîchage,
- milestone GRISP : 3.3.4.4 : *Prototype integrated management strategies for ecological intensification and diversification of peri-urban rice-vegetable systems identified*) dont fait partie le travail présenté dans ce rapport.

Il est vite apparu qu'il fallait un second bas-fond dans la même zone climatique et avec un paysage différent pour pouvoir faire des comparaisons. Le bas-fond Wahassi a été choisi sur la base d'observations sur le terrain, étant jugé à la fois moins diversifié, moins cultivé, et avec moins de champs de cotonniers. Il est situé à proximité immédiate du bas-fond Kounga (Carte 1).



Carte 1 : Vue d'ensemble du village de Pélébina et des deux bas-fonds étudiés (Google earth) Les coordonnées en UTM de la marque visible sur la carte 1 sont 31N 350391 1048085.

## 2.1.2. Limites des zones d'étude

### 2.1.2.1. Bas-fond Kounga

Le bas-fond Kounga présente une orientation est-ouest, perpendiculaire à la RNIE3 reliant Bassila à Djougou. Long d'environ 2,5 km, il fait environ 600 à 700 m de large, en considérant le bas-fond comme l'ensemble :

- 1) du fond plat du vallon comme selon la définition de Raunet (1985) (ne dépassant pas 200 m de large dans le cas présent) ;
- 2) de la zone présentant une pente vers le nord pour le côté sud, vers le sud pour le côté nord, cette zone étant approximativement délimitée par les chemins visibles sur les cartes ;
- 3) des champs « extérieurs » mais directement accessibles par les chemins.

À l'ouest, l'extrémité de la zone aménagée pour la riziculture que nous avons nommé « Bloc » de riz, constitue la limite de la zone d'étude. En effet, bien que le bas-fond continue encore sur une grande distance, une grande zone de savane (au sud) et d'importantes haies (au nord) séparent cette partie de ce qui suit plus à l'ouest. De plus, cette zone est moins aménagée et présente moins de cultures que la zone étudiée.

À l'est ce sont les chemins tracés par l'homme qui délimitent le bas-fond, à l'endroit où se séparent les voies pour accéder à la partie nord ou à la partie sud. Dans le bas-fond, nous avons défini le nord et le sud par rapport au canal aménagé lors des travaux du bloc de riz, qui a été prolongé par les producteurs jusqu'en haut du bas-fond.

La limite de la zone d'étude est donc le bas-fond, mais d'un point de vue de l'utilisation des terres, c'est une unité relativement continue de cultures reliées par des voies tracées par l'homme.

### 2.1.2.2. Bas-fond Wahassi

Le bas-fond Wahassi est orienté ouest – est, perpendiculaire à la RNIE3, de l'autre côté de la route nationale. Ce bas-fond est très long (plus de 4 km), mais seul le début du bas-fond a été retenu pour les observations. Ainsi, on peut rencontrer aussi le nom « Dozir », dozir signifiant « début » en langue locale. La zone étudiée fait donc environ 1 km de long, et est séparée des autres cultures sur l'axe ouest – est par environ 400 m de savane. La limite nord est délimitée, comme dans le bas-fond Kounga, par une large bande de savane dense. Au sud, l'unique voie du bas-fond, correspondant sur la plus grande partie de sa longueur à la limite entre la pente et le plateau, a été prise arbitrairement comme limite sur la carte. Cette zone de début de bas-fond correspond également à la zone sur laquelle sont installées des installations hydrologiques : lignes piézométriques et débitmètre dans l'axe d'écoulement principal. La décision de s'intéresser à ce bas-fond a été prise en octobre.

### 2.1.3. Acquisition des données GPS et réalisation des cartes

Les données ont été prises sous la forme de points GPS à chaque angle de champ, au fil des chemins, le long du canal, ou encore dans le tour extérieur du village. Ces données ont ensuite été transformées et traitées à l'aide du logiciel ArcGIS 10 comme présenté en exemple dans la Figure 1.

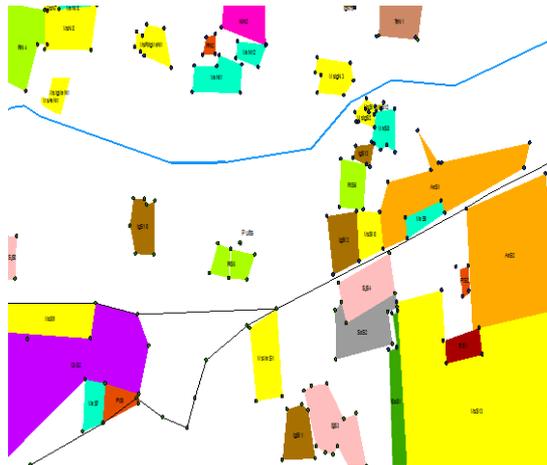


Figure 1 : Vue du logiciel ArcGIS lors du tracé des parcelles. Les points à chaque angle correspondent aux points pris par le GPS, les surfaces de couleur sont les parcelles tracées manuellement.

Compte tenu de la période du stage et de l'évolution des cultures au fil du temps, trois cartes ont été dressées, dont deux à Kounga, en août et novembre

#### 2.1.3.1. La première carte : Kounga – août 2013

La première carte (Carte 2) représente l'état des cultures au 10 août. Les données ont été saisies au début du mois d'août, jusqu'au 10. La précision sur l'état des cultures peut être estimée jusqu'à maximum 5 jours, c'est à dire qu'il est possible qu'un champ isolé (c'est-à-dire un champ que l'on ne voit pas lors des déplacements sur les axes principaux du bas-fond) récolté le 5 août apparaisse sur la carte du 10. Les zones de jachères ne sont pas faciles à observer à cette période de stade végétatif ; elles ont été laissées en blanc. Les associations culturales figurent sur la carte. N'ont pas été prises en compte les associations non issues d'un choix technique du paysan, par exemple, les pieds de sorgho isolés, reliquat de la saison précédente. Ces pieds sont laissés par les paysans mais n'ont pas été plantés là volontairement en association. Pour faciliter le travail, ils n'ont pas été comptés.

### **2.1.3.2. La carte Kounga – novembre 2013**

La venue du conservateur de l'herbier national du Bénin, Paul Hounnankpon Yedomonhan, a permis de caractériser les jachères. Onze relevés floristiques ont été réalisés dans les divers types de jachères rencontrés dans le bas-fond. Les observateurs (Djibril Sama et moi-même) ont été associés à ces relevés, ce qui a permis une familiarisation aux noms des plantes du bas-fond. Les données ont été essentiellement collectées par Djibril, et les plantes dominantes relevées par moi-même. La carte présente l'état des cultures à la mi-novembre. Pour les ignames, le choix a été fait de considérer les champs dans lesquels les buttes ont déjà été faites, que l'igname soit déjà planté ou non.

### **2.1.3.3. La carte Wahassi – novembre 2013**

D. Sama a réalisé cette carte. Il s'est chargé de collecter toutes les données et a réalisé la carte, avec l'aide d'André Kindjinou, cartographe à Cotonou. Cette occasion a permis de former D. Sama aux SIG. La carte correspond à l'état des cultures en fin octobre – début novembre.

## **2.2. Approche sociologique**

### **2.2.1. Première réunion d'information et discussions avec les producteurs**

Le principal facteur limitant, après la langue, lorsque l'on désire poser des questions aux producteurs, est d'arriver à diminuer leur méfiance naturelle. Ainsi, lors de l'installation au village, a été organisée le 19/07 une première réunion de présentation et d'information avec tous les intervenants sur le bas-fond, et les autorités locales, c'est à dire le roi, le délégué et chef de village.



**Photo 2 : Réunion d'information du 19/07/13. Au premier plan, de droite à gauche, l'aide au chef du village, le roi de Pélébina, et le chef du village**

Lors de cette réunion a été abordée la raison de ma présence, le thème de mon stage sur les insectes ravageurs des cultures et leur régulation naturelle, la présentation des pièges à phéromone pour s'assurer qu'ils ne soient pas déplacés, enlevés, ou utilisés comme jouet par les enfants, et enfin prévenir de notre nécessité de recueillir des informations sur les pratiques culturales, donc de poser des questions.

### **2.2.2. Première phase d'enquête**

En commençant à travailler dans le bas-fond, il a vite été constaté que rencontrer les producteurs dans leurs champs n'est pas une chose aisée, et que les données de pratiques

culturelles seraient très longues à collecter. Ainsi, lors de sa mission du 20 au 23 août, le Dr. Cyrille Adda a pris la décision de déléguer cette partie à des jeunes du village employés au titre d'occasionnels, avec un questionnaire. Alaza Abdou Karim et Ibrahim Awi, tous deux fils du chef village en classe de terminale, se sont chargés de réaliser ces enquêtes, une courte formation ayant été réalisée au préalable par C. Adda pour expliquer les différentes questions, le vocabulaire, et les enjeux du questionnaire.

Les enquêteurs sont allés voir les producteurs, dans leurs champs, ou plus souvent chez eux, pour les interroger. Le questionnaire s'adresse aux producteurs qui possédaient des champs cultivés en céréales (maïs, sorgho, riz) à la date du 10/08. Un questionnaire est rempli par céréale par parcelle, c'est à dire que pour une association maïs-riz par exemple, deux questionnaires sont remplis. Pour le bloc de riz, on a considéré comme étant une seule parcelle l'ensemble des carrés du bloc appartenant à une même personne.

### 2.2.3. Seconde phase d'enquête

Après la première phase d'enquête « exploratoire », un questionnaire plus détaillé a été rédigé avec l'aide de Joël Huat et Philippe Menozzi, axé plus directement sur les aspects de protection des cultures et de savoir local, et moins sur des aspects économiques. Deux questionnaires différents ont été réalisés (modèle en annexe), un concernant l'usage des insecticides dans les champs de cotonnier, et un à propos des pratiques culturelles dans les parcelles cultivées en céréales. Seul Djibril Sama et Ibrahim Awi se sont chargés des enquêtes de cette seconde phase, les mêmes producteurs que ceux de la première phase sont visés, et la même méthodologie appliquée.

## 2.3. Approche entomologique

### 2.3.1. Comptage de dégâts

#### 2.3.1.1. Riz

Les protocoles suivis pour le riz sont inspirés des protocoles utilisés au sein de l'« Agronomy Task Force », et adaptés à l'aide des recommandations de C. Adda et Abou Togola (AfricaRice). Deux types de mesures quantitatives ont été effectués.

##### 2.3.1.1.1. Comptage de cœurs morts

Une caractéristique de l'attaque du riz par des foreurs tels que *Maliarpha separatella*, *Sesamia calamistis* ou encore *Diopsis* spp. est le cœur mort, facilement repérable. Bien qu'il soit connu que les foreurs ne sont pas la seule cause possible de ce type de dégât, tout cœur mort a été considéré comme dégât de foreur. L'observation d'une centaine de cœur mort a confirmé que les foreurs sont responsables d'au moins 75 % de ces dégâts, mais il n'est pas simple de confirmer avec certitude qu'un dégât correspond à un foreur sans nécessité d'endommager le pied, ce que nous ne nous permettons pas de faire.

Pour chaque champ, et pour certains casiers du bloc de riz, un comptage a été effectué durant la phase de tallage. Les deux diagonales sont parcourues soit simultanément par deux observateurs, soit l'une après l'autre par un même observateur. Les diagonales sont parcourues à pied, et 10 poquets sont choisis au hasard comme indiqué sur la figure 2. Sur chaque poquet, toutes les tiges sont observées, et le nombre de cœurs morts noté.



Photo 3 : Cœur mort dans un casier de riz



Photo 4 : Panicule blanche dans un casier de riz

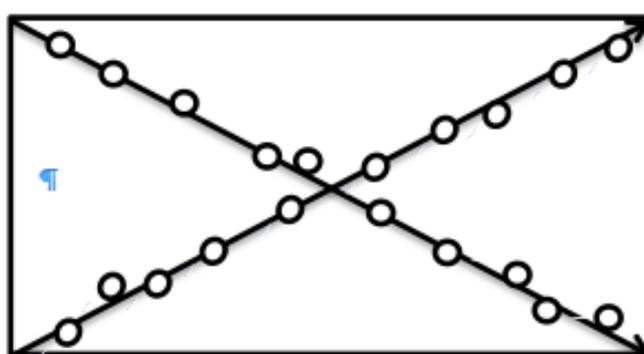


Figure 2 : schéma présentant le choix des poquets étudiés dans les parcelles de riz. 10 poquets sont choisis aléatoirement sur chaque diagonale et les cœurs morts ou panicules blanches sont comptées

Dans le bas-fond, (la plupart des champs ne sont pas des quadrilatères) ont toujours été comptées comme diagonales les lignes reliant les coins nord-ouest à sud-est, et nord-est à sud-ouest, étant donnée l'orientation est-ouest du bas-fond.

#### 2.3.1.1.2. Comptage de panicules blanches

Les panicules blanches sont une autre marque de dégâts de foreurs, habituellement plus attribuée aux lépidoptères (donc pas à *Diopsis* sp.). Ce type de dégât n'est observable qu'une fois la phase reproductive bien entamée et se repère bien lorsque les panicules saines en phase de remplissage sont vertes. Ce dégât entraîne une perte directe de rendement car une panicule qui ne se remplit pas ne produit rien.

La méthodologie appliquée est la même que pour les cœurs morts. On choisit 10 poquets par diagonale et on dénombre le nombre total de panicules et le nombre de panicules blanches.

#### 2.3.1.1.3. Fauchage

En parallèle des comptages, ont été effectués des fauchages à l'aide d'un filet fauchoir afin de capturer les insectes effectivement présents sur le riz. Les fauchages ont été réalisés le jour même des comptages de cœur mort, ou au maximum avec 3 jours d'intervalle, aucun événement pluvieux n'ayant eu lieu durant cette période. 20 coups de filet fauchoir sont réalisés, en avançant dans la parcelle, en essayant autant que possible de parcourir les différents stades de développement trouvés dans la parcelle (riz toujours semé à la même date dans les parcelles, mais grandes inégalités en terme de fertilité, d'humidité du sol). Les insectes capturés dans le filet sont comptés, identifiés jusqu'à la famille lorsque possible, et conservés. Cependant, ne disposant pas de matériel pour vider l'abdomen des orthoptères, ces derniers ont été comptés mais jamais conservés, bien qu'ils soient importants dans l'écologie.

#### 2.3.1.2. Maïs

Sur le maïs, un seul type de mesures a été effectué, étant donné l'impossibilité de faucher avec le filet fauchoir. Le protocole appliqué ici est :

- pour les champs de taille réduite (< 0,5 ha) : tout le champ est parcouru, et une cinquantaine de pieds sont examinés ;
- pour les champs de plus grande taille (> 0,5 ha) : on sépare selon sa forme le champ en plusieurs parties, et on compte un nombre proportionnel à la taille de la partie du champ.

Sur le maïs, on note pour chaque pied s'il est ou non attaqué par des foreurs, si des dégâts sont visibles sur la tige, sur l'épi, ou sur les deux simultanément. Aucun pied n'a été prélevé pour dissection de la tige, pour ne pas impacter la production.

#### 2.3.1.3. Sorgho

La même méthodologie a été appliquée que celle employée pour le maïs. En général, pour le sorgho, le trou d'entrée est vite refermé de par le processus de croissance de la plante. On observe donc plutôt les larges trous de sortie et les tiges cassées.

### 2.3.2. Mise en observation d'insectes

#### 2.3.2.1. Foreurs de tige et d'épi

Lors des comptages de dégâts sur le maïs et le sorgho, de nombreuses chenilles ont pu être récoltées dans les tiges ou les épis de maïs. Les organes contenant l'insecte sont coupés de manière à entrer dans les boîtes d'observation, constituées de bouteille d'eau en plastique coupées et fermées par une moustiquaire au grillage fin, de dimensions 8 x 8 x 20 cm. Les organes sont conservés entier sans ouverture. Une observation quotidienne permet de noter la sortie des adultes qui sont ensuite stockés en alcool ou à sec. Tous les adultes ont été placés en

papillotes et conservés au réfrigérateur, en attendant un envoi à Cotonou. Depuis Cotonou, les Noctuidae ont été envoyés au Kenya à Bruno Le Ru, et les autres lépidoptères (Crambidae et Pyralidae) à Montpellier à Régis Goebel et Pierre Silvie.

#### **2.3.2.2. Autres insectes**

D'autres larves et nymphes ont été collectées dans le bas-fond, en particulier sur les céréales, avec comme objectif d'obtenir des parasites qui pourraient être polyphages. Ces insectes non-foreurs ont été mis en élevage et observés dans les mêmes conditions que les foreurs.

#### **2.3.3. Pièges a phéromones**

Un moyen de détecter ou d'évaluer des populations de ravageurs, est l'utilisation de phéromones. Cependant, tous les ravageurs n'ont pas de phéromones identifiées utilisables pour les pièges. Les pièges utilisés sont de type delta, de la marque Phérobank®, de même que toutes les phéromones utilisées.

Pour ce stage dans le bas-fond Kouna, 12 pièges ont été posés, pour 8 espèces différentes. Un protocole précis a été rédigé, pour le placement d'autres pièges dans un bas-fond bien plus au Sud, à Zonmon. Les espèces sélectionnées pour Pélébina sont :

##### **2.3.3.1. Sitotroga cerealella**

*Sitotroga cerealella* est un lépidoptère qui attaque les denrées stockées, le riz en particulier. Le piège a été posé le 21/08 au marché de Bougou, à 3 km au Sud de Pélébina, le marché proche le plus important, sur lequel sont vendues des céréales. Le piège a été confié à Mama Alima, elle place donc le piège à chaque début de marché (le marché a lieu tous les 6 jours) et l'enlève à la fin, de manière à éviter les vols.

##### **2.3.3.2. Tuta absoluta**

*Tuta absoluta* est un nouveau ravageur en Afrique qui attaque en particulier la tomate. Repéré au Sénégal et au Niger, il n'a pas encore été signalé au Bénin. Le piège a été posé le 23/8 dans la parcelle ToS1, puis déplacé vers ToN2 car on avait atteint la fin de la récolte. Le piège a ensuite été déplacé à l'extrême Est du bas-fond, proche du village.

##### **2.3.3.3. Cnaphalocroccis medinalis**

*Cnaphalocroccis medinalis* est un lépidoptère phyllophage du riz. Le piège a été placé le 21/07 à proximité de RiS1, puis déplacé le 19/08 à côté de RiS3. Après la récolte du riz, le piège a tout de même été laissé en place.

##### **2.3.3.4. Maliarpha separatella**

*Maliarpha separatella* est un foreur de tige du riz. Le piège est toujours resté à côté du piège de *Cnaphalocroccis medinalis*.

##### **2.3.3.5. Chilo partellus**

*Chilo partellus* est un ravageur important en Afrique de l'Est, importé accidentellement d'Asie. On ne sait si ce foreur est présent au Nord du Bénin. Le piège a été posé le 21/07 à proximité de MsS1, puis déplacé le 19/08 dans la parcelle MsN7.

##### **2.3.3.6. Sesamia nonagrioides**

*Sesamia nonagrioides* est un foreur du maïs et du riz. Deux pièges ont été placés le 21/07 près de MsS1 et de RiN4. Le 19/08, le piège placé près de MsS1 a été déplacé dans la parcelle MsS3. Les pièges ont ensuite été déplacés vers MsN9 et MsS13.

#### **2.3.3.7. *Sesamia calamistis***

*Sesamia calamistis* est un foreur du maïs et du riz bien connu au Bénin. Trois pièges ont été posés dans le bas-fond le 21/07, un proche de MsS1, un proche de MsS10, et un proche de MsS6. Ils ont été déplacés le 19/8 proche de MsS3, de MsS13, et de RiN4. Un piège a ensuite été placé dans le bas-fond Wahassi et dans la parcelle MsN9.

#### **2.3.3.8. *Busseola fusca***

*Busseola fusca* est un foreur du maïs et du sorgho dont la présence est connue au Bénin. (Adda *et al.*, 2011) Deux pièges ont été placés le 21/07, proches de MsS1 et de MsN10. Une grande abondance de papillons nous a obligés à déplacer très souvent les pièges pour éviter que le fond collant ne soit saturé. En effet, au-delà de 35-40 individus, il n'y a plus d'espace sur le piège pour qu'un papillon puisse s'y coller, ou plus de colle sur le fond.

#### **2.3.4. *Autres insectes capturés***

Beaucoup d'insectes ont été capturés, ne sachant pas pour l'instant leur rôle dans l'écologie du milieu. Par exemple, de nombreux hétéroptères peuvent être vecteurs du RYMV, virus de la panachure jaune sur le riz.

Des insectes sont aussi capturés sur les cotonniers, qui hébergent beaucoup de ravageurs dont certains sont polyphages tout comme certains prédateurs ou parasitoïdes.

### **3. Résultats**

#### **3.1. Aspect cartographique, échelle du paysage**

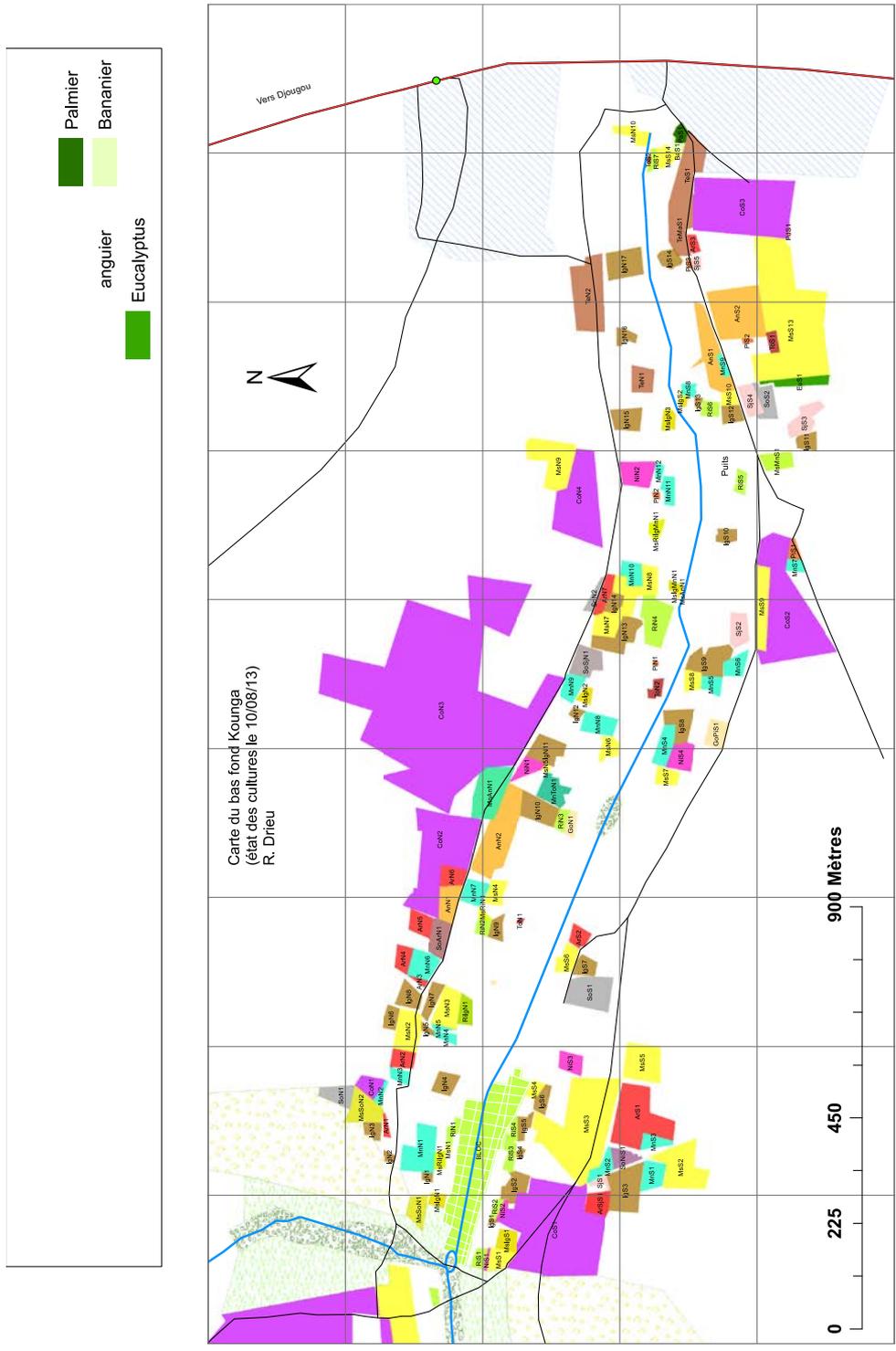
##### **3.1.1. *Caractéristiques générales des deux bas-fonds***

###### **3.1.1.1. *Kounga***

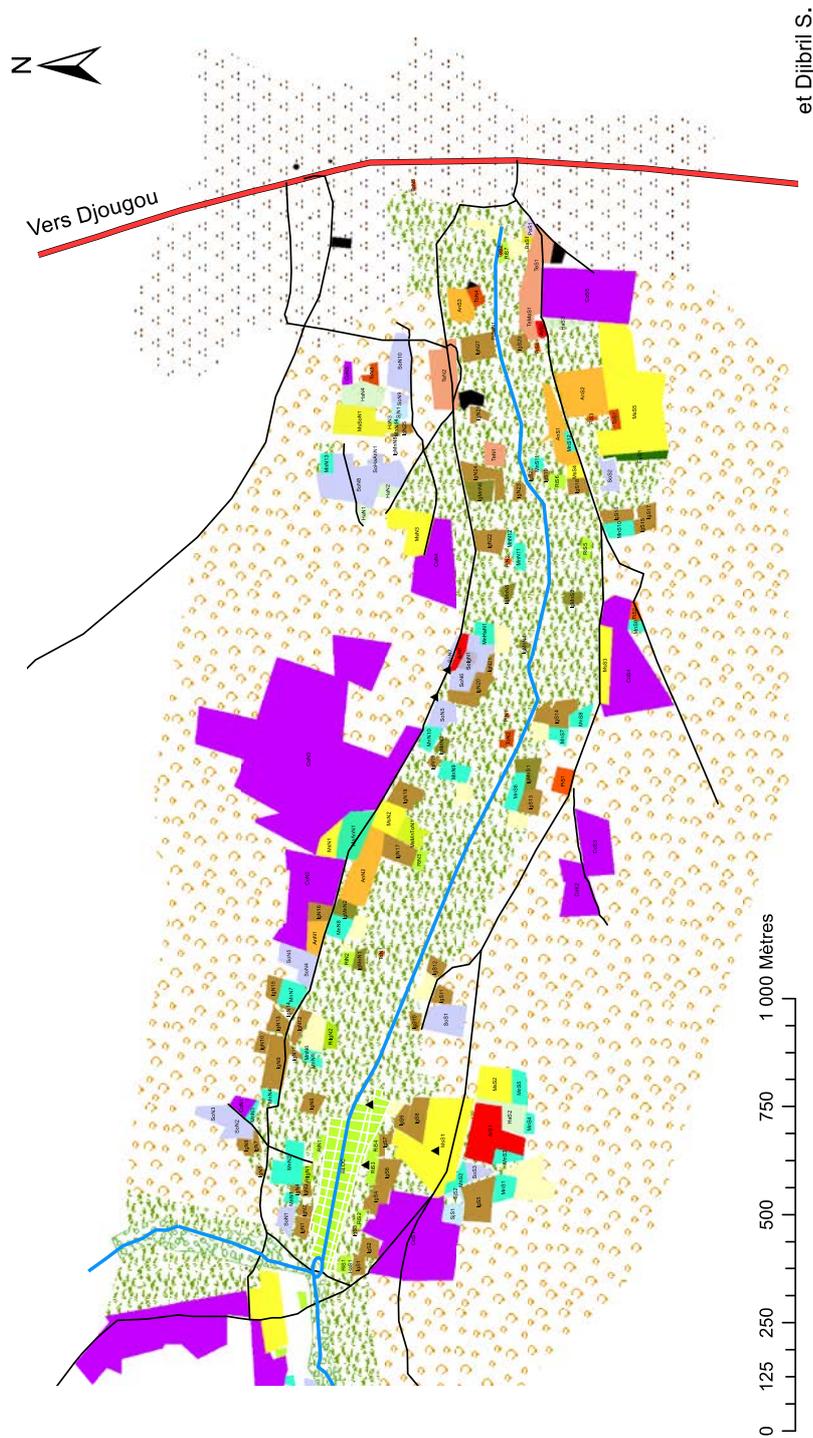
Le bas-fond Kounga s'inscrit dans un rectangle coudé. La zone étudiée mesure environ 2,5 km de long et fait en moyenne 600 m de large. La zone de bas-fond « stricte » selon la définition de Raunet (1985) est la plus large à l'Ouest dans les casiers de riz, qui l'exploite intégralement en largeur, formant 73 casiers au total. Cette zone est pratiquement continue jusqu'à la forêt sacrée indiquée au milieu du bas-fond, puis s'affine rapidement et disparaît au profit de la pente qui remonte vers la route à l'Est. Le bas-fond peut être clairement divisé entre une partie Nord et une partie Sud, avec l'axe d'écoulement principal matérialisé clairement par un canal creusé. C'est le bas-fond principal pour le village de Pélébina, le plus exploité. On y cultive davantage de riz que dans les autres bas-fonds, avec notamment une zone aménagée que l'on a nommé « bloc ». Le bas-fond est parcouru de nombreuses voies, et cultivé par environ 40 paysans. Ces caractéristiques sont visibles dans les cartes 2 (août) et 3 (novembre)

###### **3.1.1.2. *Wahassi***

La zone étudiée dans le bas-fond Wahassi est nettement plus petite en taille que le bas-fond Kounga. Ce bas-fond a une organisation particulière avec le début du bas-fond cultivé, puis une alternance de grandes zones de savanes et de terres cultivées. Le bas-fond est au total très long. On a considéré comme un paysage ce début du bas-fond nettement séparé de la suite, il y a au moins 800 m de savane, dans l'axe de l'écoulement principal. La carte 4 présente le bas-fond en novembre.



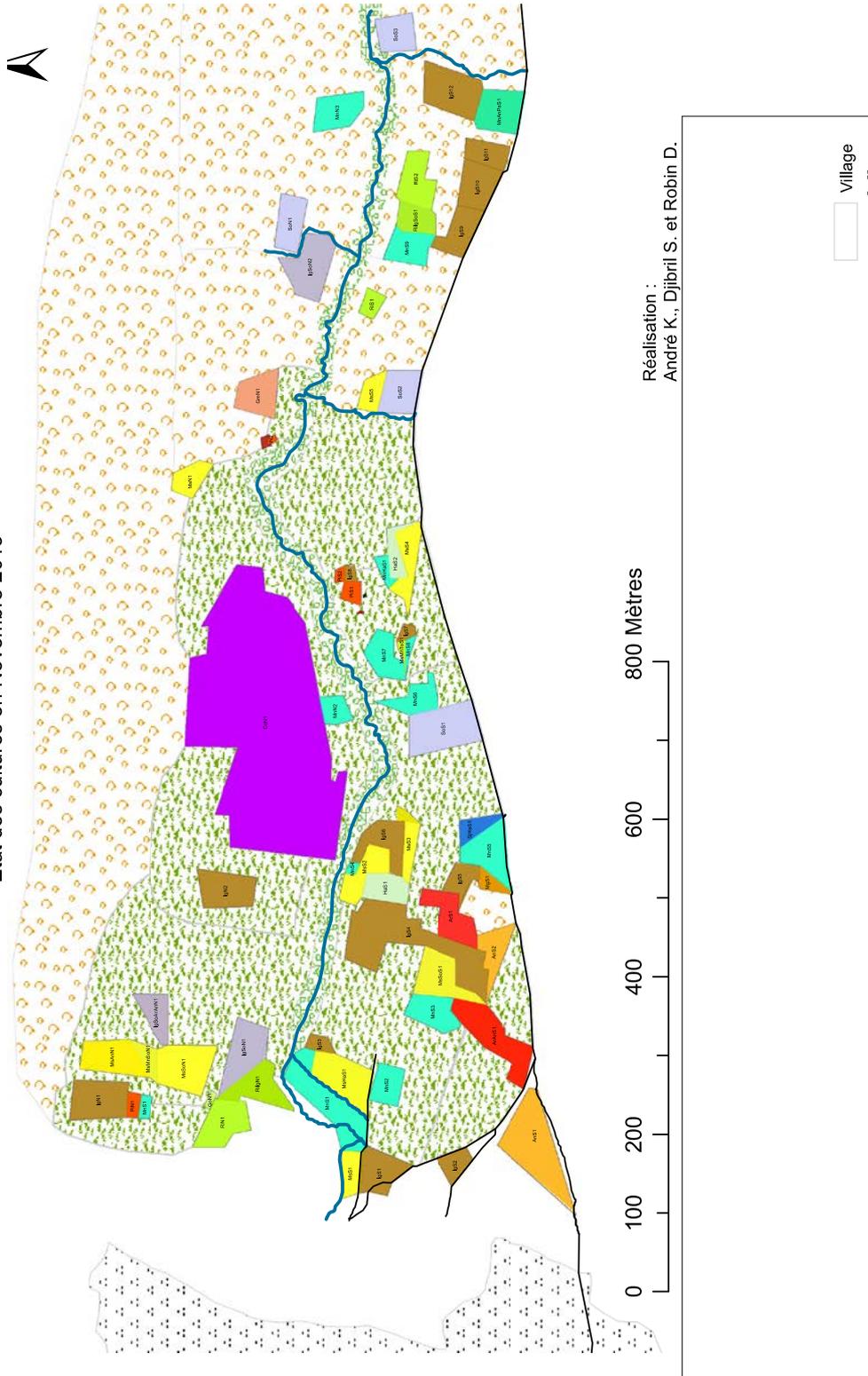
Carte 2 : Vue générale du bas-fond Kounga en aout. Anacardier : An - Arachide : Ar - Bananier : Ba - Coton : Co - Eucalyptus : Eu - Gombo : Go - Igname : Ig - Maïs : Ms - Manguier : Ma - Manioc : Mn - Niébé : Ni - Palmier : Pa - Riz : Ri - Sorgho : So - Soja : Sj - Teck : Te - Tomate : To - Patate douce : Pd - Piment : Pi. - N : Nord - S : Sud. Les parcelles sont numérotées d'Ouest en Est, par culture. Les associations sont traitées comme des cultures a part mais utilisent les mêmes abréviations. ArSjS1 se lit donc « Arachide-Soja Sud 1 » Le canal et la rivière le rejoignant à l'Ouest sont indiqués en bleu. Les voies de circulation du bas-fond sont indiquées en noir. Le symbole autour de la rivière indique une forêt dense. Le symbole à l'Ouest de Co1 indique la savane. Les hachures permettent de visualiser la limite Est du village. La RNIE3 est indiquée en rouge. Le point vert représente le laboratoire d'entomologie et l'habitation.



Carte 3 : Vue générale du bas-fond Kounga en novembre. Même légende que pour la Carte 2, en ajoutant Ha : Haricot blanc. Sur cette carte sont représentées les jachères et la savane environnante. Pour plus de lisibilité, aucune distinction n'est faite entre les différents types de jachère au sein du bas-fond.

# Bas Fond Wahassi (Djougou, Bénin)

Etat des cultures en Novembre 2013

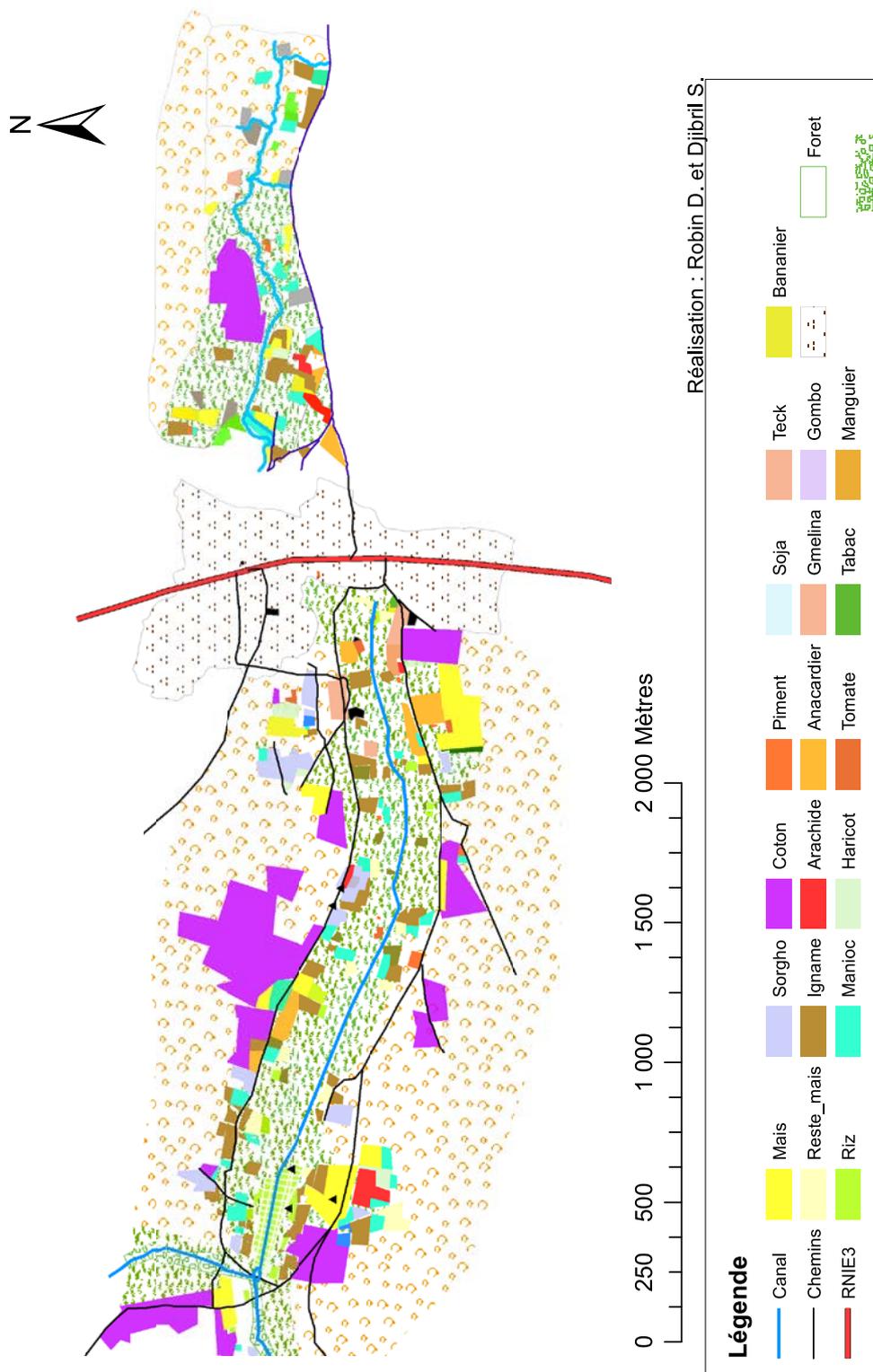


Réalisation :  
André K., Djibril S. et Robin D.

Carte 4 : Vue générale du bas-fond Wahassi en novembre. Même légende que pour les Cartes 2 et 3, en ajoutant Gm : gmelina - Ta : Tabac - Ca : Canne à sucre. Sur cette carte sont représentées les jachères et la savane environnante au Nord. Des parcelles sont présentes au Sud mais ne sont pas représentées

# Les bas fond de Pélébina (Djougou, Bénin)

État des cultures en Novembre 2013



Carte 5 : Vue générale de l'ensemble des deux bas-fond. Cette carte est construite à partir des deux précédentes.

### 3.1.2. Diversité des espèces cultivées

Les paysages étudiés sont caractérisés par une grande diversité de cultures et de pratiques. Dans le tableau 2 sont listées les espèces cultivées et la surface qu'elles représentent dans le bas-fond. Ici, les surfaces totales sont comptées, c'est à dire que lorsqu'il y a n cultures sur une parcelle, la surface de cette parcelle est comptée n fois. Ainsi les sommes des colonnes du tableau 2 sont supérieures à la surface cultivée. Le cas des associations culturales est développé plus tard en 3.2.3.

**Tableau 2 : surfaces cultivées par culture de bas-fond. Comparaison entre les mois d'août et novembre dans le bas-fond Kounga.**

Culture	Surfaces (ha)			
	Kounga 08/13	$\Delta$	Kounga 11/13	Wahassi 11/13
Cotonnier	23,91	+3,60	27,51	4,89
Maïs	13,17	-3,72	9,46	3,84
Riz	5,05	+2,36	7,41	1,46
Sorgho	2,82	+3,92	6,74	2,38
Igname	6,74	+4,81	11,55	5,94
Manioc	5,12	+1,83	6,95	3,15
Anacardier	3,87	+0,34	4,20	1,85
Teck	2,40	0,00	2,40	-
Eucalyptus	0,23	0,00	0,23	-
Palmier	0,11	0,00	0,11	0,29
Bananier	0,07	0,00	0,07	0,03
Manguier	0,49	0,00	0,49	0,07
Arachide	2,97	-1,57	1,40	0,88
Tomate	0,48	+0,34	0,81	0,04
Piment	0,42	+0,05	0,47	0,15
Soja	1,29	-0,86	0,43	0,11
Haricot blanc	-	+1,68	1,68	1,06
Niébé	1,29	-1,29	-	-
Gombo	0,36	-0,36	-	0,02
Patate douce	0,02	-0,02	-	0,00
Gmelina	-	-	-	0,24
Canne à sucre	-	-	-	0,03
Tabac	-	-	-	<0,01
Somme	70,78	11,11	81,90	26,43
Surface cultivée	<b>62,02</b>	12,44	<b>74,46</b>	<b>18,73</b>
Non cultivé	97,98	-12,44	85,54	48,27
Total	160,00	0,00	160,00	67,00

Le cotonnier reste toujours la culture dominante à l'échelle du village (autres bas-fonds et plateau compris) et vient s'insérer en bordure des bas-fonds, s'intégrant aux paysages étudiés. En effet, il représente 38 puis 36 % de la surface cultivée dans le bas-fond à Kounga, et 26 % à Wahassi, malgré un nombre peu élevé de parcelles. L'évolution de la surface en cotonnier à Kounga dans le tableau n'est due qu'à la présence de plus de parcelles en novembre comme on le voit sur la carte 3 (les parcelles CoN2 et CoN3 sont ajoutées mais elles existaient déjà en août).

Ensuite viennent les cultures alimentaires constituées très majoritairement de céréales : maïs, sorgho, riz, représentant au total 13 puis 14 % à Kounga, et 10 % à Wahassi. La surface en maïs cultivé diminue largement avec la récolte, et atteint 0 à la fin du mois de novembre. De même, avant début décembre, tout le riz a été récolté. L'augmentation de surface cultivée en sorgho est due à la prise en considération de nouveaux champs (SoN8, SoN9 et SoN10 dans la carte n°4). Les surfaces en tubercules sont plus importantes en novembre qu'en août (passage de 18 à 24% pour le cumul de igname et manioc à Kounga) après la récolte des céréales. Viennent ensuite les plantations pérennes exploitées pour le bois ou pour les fruits (anacardier, teck, gmelina (= faux teck), eucalyptus, palmier, bananier, manguier), dont les surfaces n'évoluent pas entre août et novembre (5 % de la surface à Kounga et 6 % à Wahassi). Les autres cultures sont moins importantes, sont en majorité alimentaires mais ne constituent pas la base des repas (arachide, tomate, piment, soja, haricot blanc, niébé, gombo, patate douce, canne à sucre, tabac), elles représentent 3% de la surface, que ce soit à Kounga ou à Wahassi.

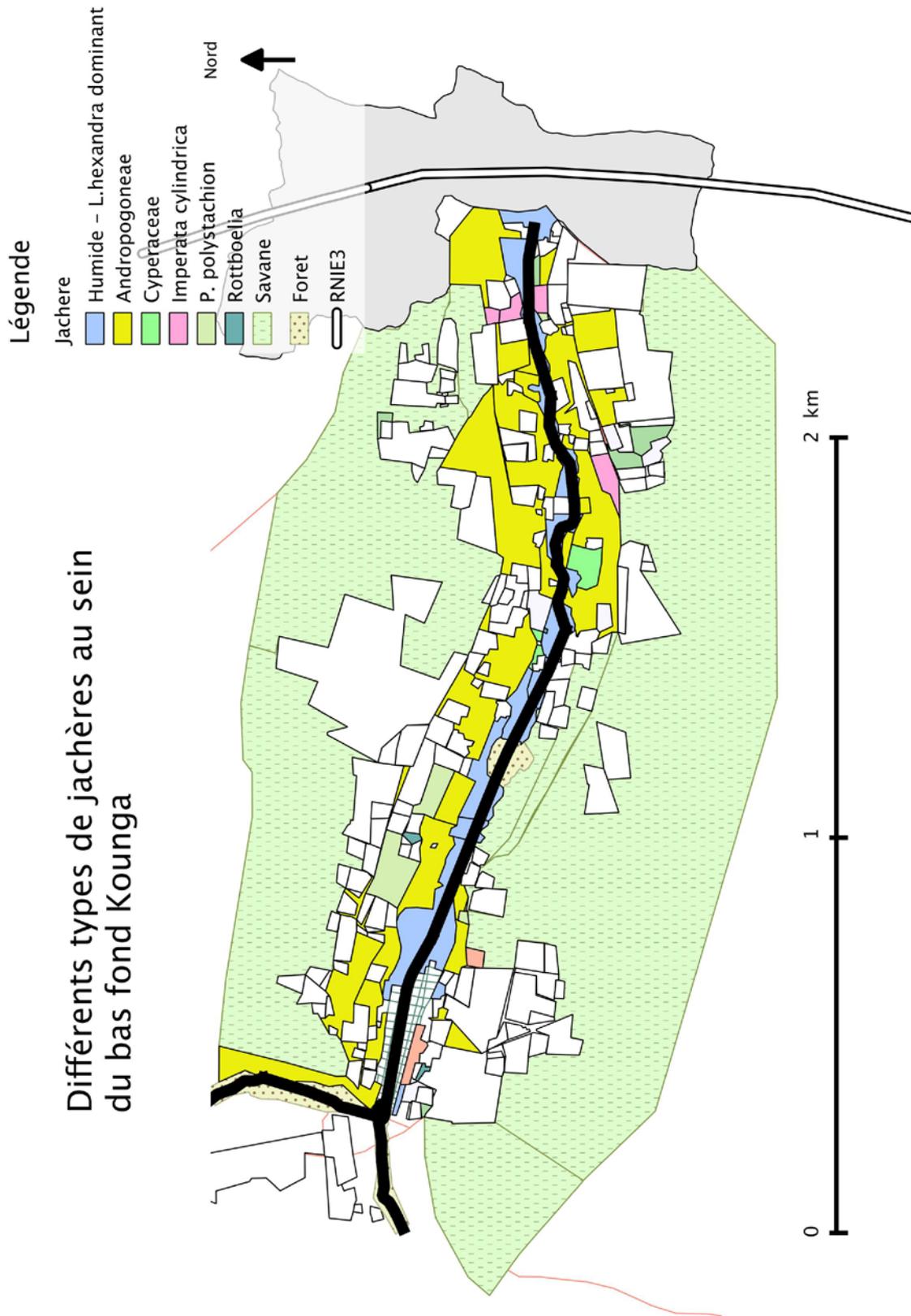
### **3.1.3. Jachères et espaces non cultivés**

Les jachères ont été identifiées à l'aide du conservateur de l'herbier national du Bénin, Paul Hounnankpon Yedomonhan. Une analyse plus détaillée réalisée par Pascal Marnotte est présentée en Annexe.

#### **3.1.3.1. Cas de Kounga**

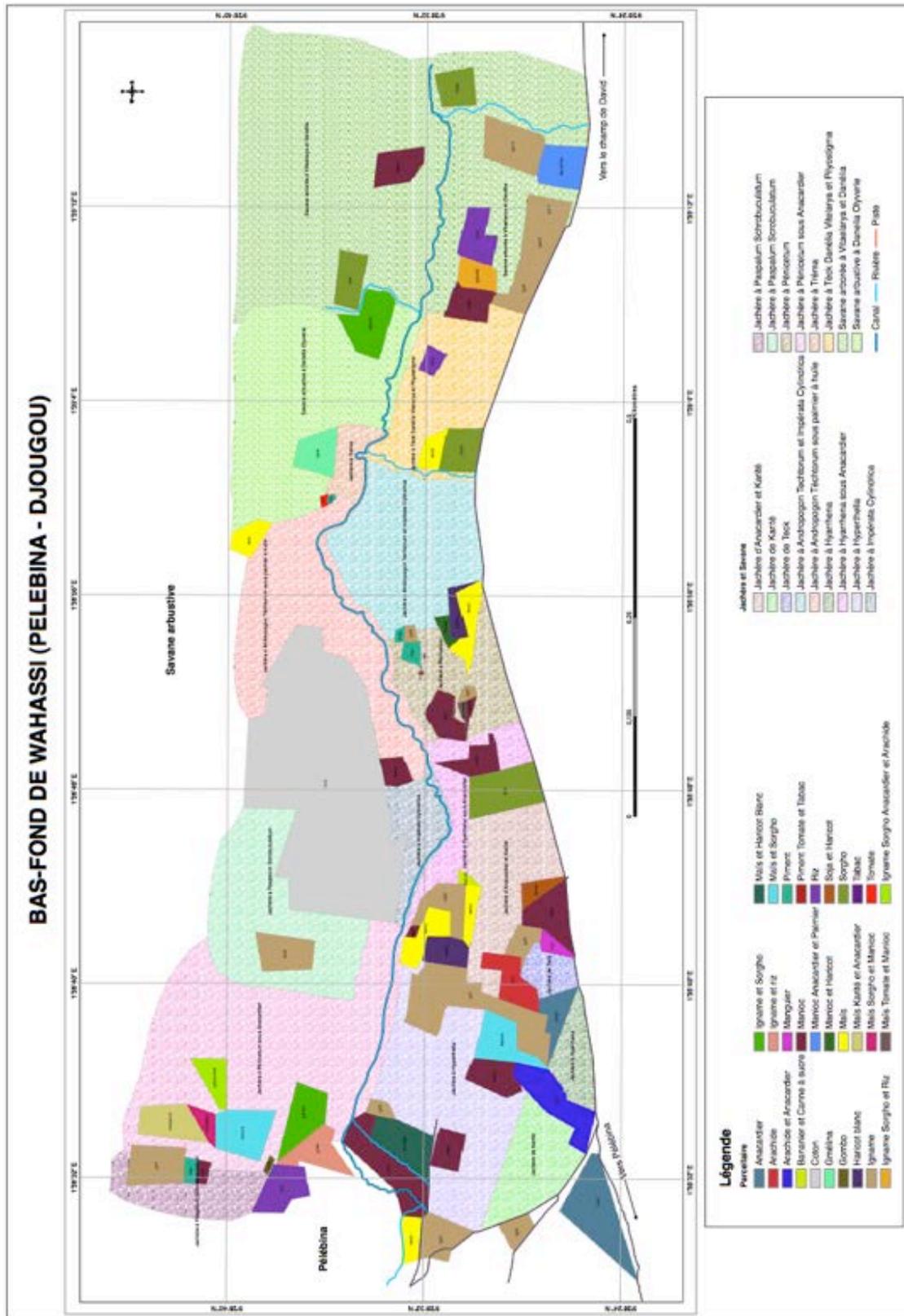
Chaque zone a été délimitée en fonction de la plante dominante. Cette caractérisation reste sommaire. Elle est basée sur les relevés floristiques effectués par Paul Hounnankpon Yedomonhan et sur la reconnaissance d'espèces vues au cours de ces relevés sur les zones non explorées précédemment. Dans la carte 6 sont représentés les différents types de jachères dans le bas-fond. La zone est entourée d'une savane relativement homogène avec des proportions variables des arbres *Vitellaria paradoxa* (Sapotaceae), *Daniellia oliveri* (Caesalpiniaceae), *Parkia biglobosa* (Mimosaceae). On observe une forêt galerie à l'ouest de la zone étudiée et la forêt sacrée du bas-fond, au centre, traversée par le canal. Dans la zone humide correspondant au fond plat véritable, on retrouve une jachère humide composée de plantes typiques de bas-fond telles que diverses Cyperaceae et des espèces comme *Spermacoce filifolia* ou *Leersia hexandra*. Dès que la terre est plus sèche, les grandes graminées dominent, principalement *Hyparrhenia involucrata*. La présence de ces hautes herbes continue parmi les arbres dans la savane.

## Différents types de jachères au sein du bas fond Kounga



Carte 6 : Représentation des différents types de jachères dans le bas-fond Kounga, en novembre 2013

3.1.3.2. Cas de Wahassi



Carte 7 : Vue générale du bas-fond wahassi, première carte par D. Sama et A. Kindjinou, présentant les espaces non cultivés de différentes couleurs, tels qu'identifiés par le conservateur de l'herbier national du Bénin

La carte 6 montre plus en détail les zones de jachères.

## **3.2. Aspect sociologique, échelle de la parcelle**

### **3.2.1. Restitution auprès des producteurs et des élèves**

Une réunion de restitution a été organisée avant de quitter le village, pour présenter les résultats de l'étude. A cette occasion les cartes réalisées ont été imprimées sur bâche, au format A0, et offertes aux autorités du village.

Une présentation a été faite le même jour aux élèves de terminale D (scientifique) pour présenter le travail de chercheur.

### **3.2.2. Calendriers de semis, pratiques culturales, et gestion des restes culturaux**

#### **3.2.2.1. Riz**

Les dates de semis du riz se sont échelonnées du début du mois de juin à la mi-août en 2013. Cet étalement des dates de semis est lié à un important déficit en eau (par rapport aux valeurs de pluviométrie attendues par les producteurs) aux mois de juin et juillet (cf graphe 1). Tout le riz du bas-fond a été récolté entre mi-novembre et début décembre, malgré de forts retards dans les dates de semis. Le cycle a été globalement plus long (90 jours) cette année que les autres pour la variété plantée (BL19).

Un désherbage est réalisé avant le semis, puis un autre environ 15 jours plus tard. Le second sarclage peut ne pas être fait si le producteur manque de temps et de moyens. Le premier désherbage est chimique (glyphosate) pour les producteurs les plus fortunés, manuelles pour les autres.

La récolte se fait en fauchant toute la plante à 5 – 15 cm au-dessus du sol. Le grain est récupéré pour la consommation et la paille sert à faire des matelas. La partie inférieure de la plante reste dans le sol jusqu'à la prochaine utilisation du terrain. Il conviendrait de vérifier si les restes peuvent héberger des nymphes de foreurs.

#### **3.2.2.2. Maïs**

En 2013, les dates de semis de maïs correspondent approximativement à celles du riz. La préparation du sol, le désherbage et la fertilisation sont des opérations très variables qui dépendent avant tout des moyens du producteur. Il est fréquent qu'il n'y ait pas le temps ou les finances pour payer la main d'œuvre pour sarcler lorsque le maïs est jeune (l'opération est peu utile par la suite, et jamais pratiquée par les producteurs, le maïs faisant assez d'ombre). Seuls quelques producteurs peuvent se permettre de réaliser l'investissement qu'est la fertilisation. Cependant certains appliquent sur le maïs des engrais fournis pour le cotonnier. La récolte a été faite dès le début du mois d'octobre.

Les restes culturaux sont laissés au champ après sénescence. Les épis consommables sont récoltés. Les plus abimés ou les plus petits sont en général abandonnés dans le champ. Cela représente une source potentielle d'infestation importante, d'autant plus que la culture de maïs est bien plus étalée dans le temps que celle du riz par exemple.

#### **3.2.2.3. Sorgho**

Parmi les céréales étudiées, le sorgho est celle qui a le plus long cycle (plus de 120 jours). Les semis ont été faits en juin, et la panicule n'est arrivée à maturité que vers la fin novembre. Il semblerait qu'une pratique fréquente est de laisser le sorgho en place même bien après sa maturité, sans même récolter les panicules. Le sorgho est cultivé majoritairement en association.

De ce fait, il n'y a pas vraiment de pratique culturale définie, la plante associée (souvent des tubercules) imposant en général un certain nombre de contraintes (en général la culture sur buttes).

### 3.2.3. Associations culturales pratiquées

23 cultures différentes ont été recensées dans l'ensemble des 2 bas-fonds. On trouve également 33 associations de cultures différentes. Seule la canne à sucre, les palmiers, et la mangue ne sont pas recensés en culture pure. Ainsi avec les 20 cultures seules et les 33 associations, on a 53 modes de cultures différents.

Tableau 3 : parcelles en association dans les deux bas-fonds

Association	Kounga 08/13	Kounga 11/13	Wahassi 11/13
	Nb champs	Nb champs	Nb champs
<i>Arachide*Anacardier</i>			1
<i>Arachide*Soja</i>	1		
<i>Bananier*Canne à sucre</i>			1
<i>Gombo*Piment</i>	1		
<i>Igname*Manioc</i>		10	
<i>Igname*Sorgho</i>			2
<i>Igname*Sorgho*Arachide*Anacardier</i>			1
<i>Mais*Anacardier</i>	1		1
<i>Mais*Haricot</i>			1
<i>Mais*Igname</i>	4		
<i>Mais*Igname*Arachide</i>	1		
<i>Mais*Igname*Riz</i>	1		
<i>Mais*Manioc</i>	1		
<i>Mais*Manioc*Sorgho</i>			1
<i>Mais*Manioc*Tomate</i>		1	1
<i>Mais*Riz</i>	1		
<i>Mais*Riz*Igname*Manioc</i>	1		
<i>Mais*Sorgho</i>	2		2
<i>Manioc*Anacardier</i>	1		
<i>Manioc*Anacardier*Palmier</i>			1
<i>Manioc*Haricot</i>		2	1
<i>Manioc*Tomate</i>	1		
<i>Piment*Bananier</i>		1	
<i>Riz*Igname</i>	1	2	1
<i>Riz*Igname*Sorgho</i>			1
<i>Soja*Haricot</i>			1
<i>Sorgho*Arachide</i>	1		
<i>Sorgho*Haricot*Anacardier</i>		1	
<i>Sorgho*Igname</i>		1	
<i>Sorgho*Niébé</i>	1		
<i>Sorgho*Soja</i>	1		
<i>Teck*Mangue</i>	1	1	
<i>Tomate*Piment*Tabac</i>			1
Total : 33 associations	20	19	17

Dans ce tableau, sont présentés des nombres de parcelles plutôt que des surfaces, car cela représente mieux la diversité des pratiques entre les producteurs. Ainsi, l'association Igname\*Manioc est pratiquée par de nombreux producteurs, tandis que l'association Maïs\*Sorgho, qui représente une plus grande surface (= 1,41 ha en août 2013 à Kounga), est pratiquée par peu de producteurs.

Les associations impliquant l'igname et le manioc sont particulièrement intéressantes car ces dernières sont conduites sur butte (le manioc est toujours cultivé sur butte dans le village, bien qu'il soit beaucoup cultivé le long d'un billon ailleurs). Les associations d'une plante basse (comme le soja ou l'arachide) avec le maïs ou le sorgho sont faites de sorte que la plante représentant la strate inférieure soit récoltée avant que la céréale ne fasse trop d'ombre.

#### **3.2.4. Pratiques de protection des cultures**

Cette partie pourra être détaillée à l'issue de l'analyse de données sur une année complète d'observation.

### **3.3. Aspect entomologique**

Les observations entomologiques sont rapportées à l'échelle du champ cultivé, sauf dans le cas des pièges à phéromones.

#### **3.3.1. Pièges à phéromone**

Les pièges ont été posés presque tous à la mi-juillet. Les résultats donnés ici sont ceux obtenus jusqu'à début décembre. Les noms des champs correspondent à ceux de la carte Kounga-août.

##### **3.3.1.1. Espèces non détectées**

- *Sitotroga cerealella*: En 2 mois de piégeage, l'espèce n'a pas été détectée.
- *Tuta absoluta*: L'adulte n'a pas été capturé dans les pièges, et l'observation des plants n'a pas révélé de chenilles ou d'œufs.
- *Cnaphalocroccis medinalis*: Aucun adulte n'a été attrapé.
- *Maliarpha separatella*: Lors de la mission d'installation, une chenille trouvée dans un cœur mort a été identifiée comme *Maliarpha separatella* par le Dr. Cyrille Adda, mais le piège n'a attrapé aucun adulte.
- *Chilo partellus*: Aucun adulte n'a été détecté.
- *Sesamia nonagrioides*: L'identification des genitalia à l'ICIPE au Kenya a révélé que les quelques spécimens capturés étaient des *Spodoptera littoralis*.

##### **3.3.1.2. *Sesamia calamistis***

14 individus ont été capturés dans ces pièges, dont 3 *B. fusca*, 9 *Spodoptera littoralis*, et seulement 2 *S. calamistis*. On constate donc que la phéromone *S. calamistis* n'est pas très spécifique. Cela confirme tout de même la présence de foreurs dont des larves ont été observées au préalable dans les champs.

##### **3.3.1.3. *Busseola fusca***

Le papillon orange massivement et spécifiquement attrapé dans ces pièges (détermination en cours) s'est révélé présent dans les deux bas-fonds, partout où l'on a mis le piège, et tout au long de la période de piégeage. Son abondance fausse les mesures pour *Busseola fusca*. Mais on trouve tout de même 9 lépidoptères autre que ce papillon orange, dont 6 sont effectivement des *B. fusca*, les autres étant encore *Spodoptera littoralis*.

### 3.3.2. Évaluation des dégâts sur riz

Deux types de dégâts ont été relevés sur les parcelles de riz, les « cœurs morts » et les « panicules blanches ». Concernant les premiers dégâts, les niveaux d'infestation ne sont pas particulièrement importants, avec un maximum de 16 %. Oyedirán & Heinrichs (2001) trouvent à Bouaké des taux de cœur morts semblables, entre 6 et 15 %, imputés aux larves de diopsides. Bien que n'ayant pas pu vérifier chaque cœur mort ni élever les larves, on suppose que dans le cas de Kounga ces dégâts sont majoritairement dus aux Diopsidae.

Les dégâts de type panicule blanche sont bien plus importants, mais correspondent encore à la gamme d'infestation retrouvée dans la bibliographie. Un test d'indépendance permet de montrer qu'il n'y a aucun lien, pour une parcelle, entre le taux de cœurs morts et le taux de panicules blanches. On suppose donc que ce sont des espèces avec une biologie bien différente de celle des larves de diopsides.

Les analyses statistiques n'ont pas pu révéler d'effet lié, ni à la position de la parcelle par rapport au village, ni à la localisation ou non dans le « bloc », ni lié aux dates de semis ou dates de l'observation

**Graphe 2 : Pourcentages de cœurs morts et de panicules blanches observées dans les parcelles de riz étudiées**

Les numéros de champs indiqués correspondent aux numéros de la carte Kounga – août.

**Tableau 4 : récapitulatif des observations sur sorgho. CM=cœur mort ; PB=panicule blanche**

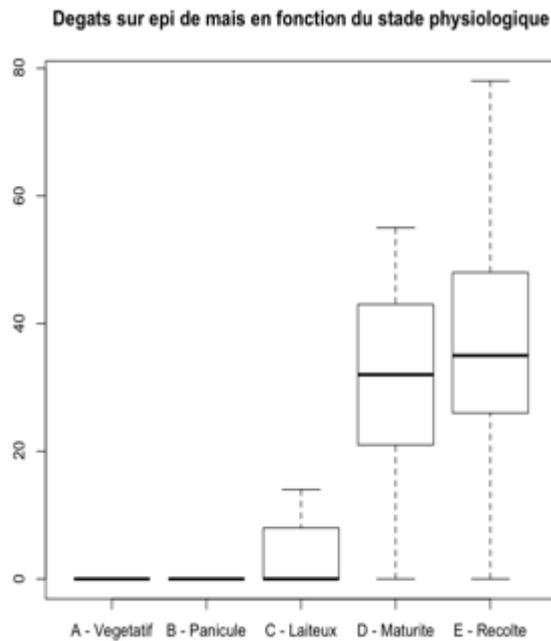
	Nb de tiges/poq.	Nb de pan./poq.	Nb de CM/poq.	Nb de PB/poq.	%CM	%PB
<b>Moyenne</b>	15,5	14,1	1,0	2,3	7%	16%
<b><math>\sigma</math></b>	2,8	1,4	0,7	1,1	5%	8%

### 3.3.3. Évaluation des dégâts sur maïs

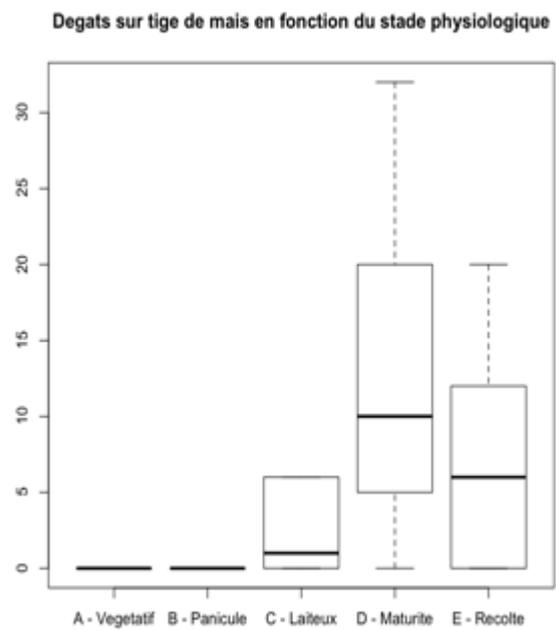
Les données collectées sur maïs sont des infestations de tige et d'épi, dans les champs en culture, mais aussi dans les restes culturaux.

### 3.3.3.1. Mesures avant récolte

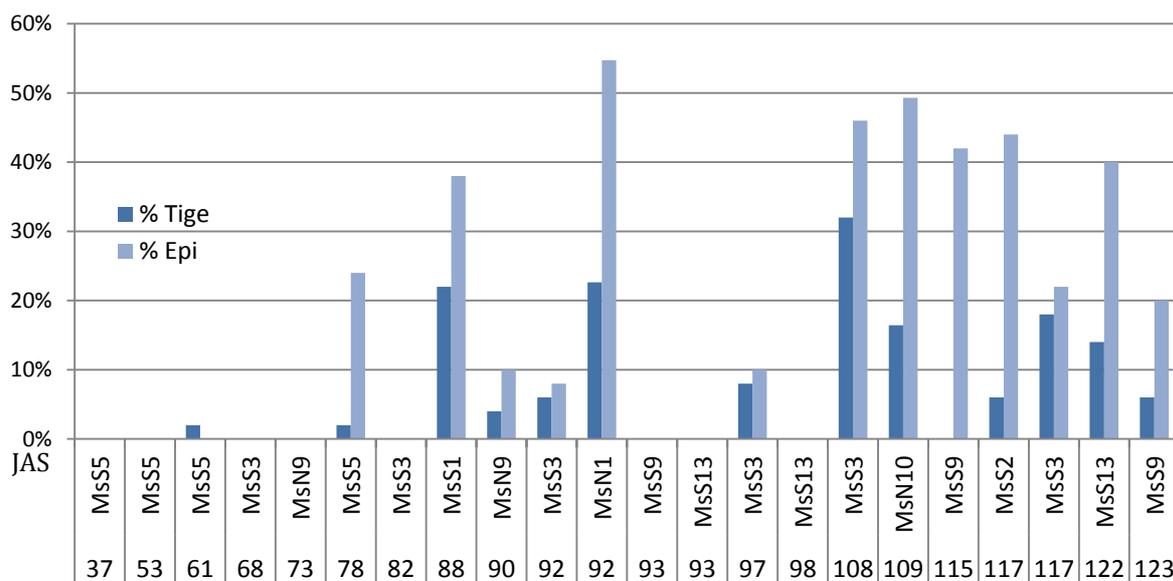
Au cours de la culture on trouve des taux d'attaque sur tiges et épis très variables, avec un très net effet du stade phénologique de la culture. Cela est particulièrement évident par exemple dans le cas des épis, qui ne sont pas présents lors des premiers stades. On constate peu ou aucun dégât avant le stade « épi laiteux », aussi bien sur la tige que sur l'épi. Un maximum de 30 % pour les tiges est atteint lors de la maturité, quand les tiges sont les plus développées, mais il faut noter que les dégâts les plus visibles sont les trous de sortie, et une partie des dégâts se fait dès les premiers stades, les trous d'entrée étant ensuite refermés lors de la croissance de la plante. Il y a donc ici un certain biais sur l'importance de l'infestation dans les tiges, mais on ne saurait le chiffrer.



Graph 3 : Représentation en boxplot des pourcentages de dégât sur épi de maïs en fonction du stade physiologique



Graph 4 : Représentation en boxplot des pourcentages de dégât sur tige de maïs en fonction du stade physiologique

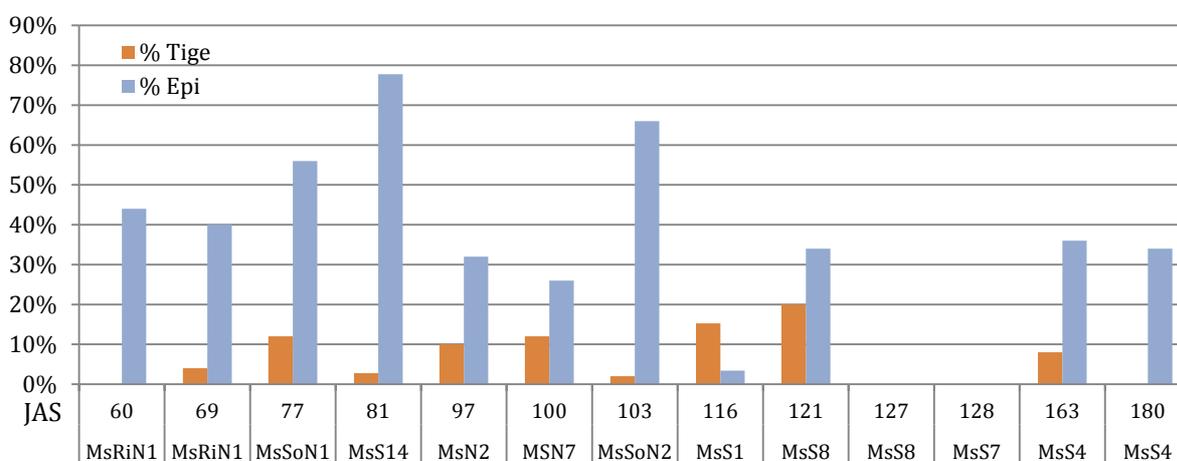


**Graphe 5 : pourcentage de tiges et d'épis de maïs attaqués par des chenilles foreuses au cours de la culture. Le code indiqué est celui des parcelles selon la carte de Kounga en août 2013, le chiffre en dessous correspond au nombre de jours après semis (JAS).**

### 3.3.3.2. Mesures après récolte

Après la récolte, nous avons continué à récolter des données, conscients de l'importance potentielle des restes culturaux. Les éléments étudiés sont les tiges restées debout, mais sénescentes ou sèches, souvent cassées (un moyen pour les producteurs de voir les pieds sur lesquels le maïs a été récolté), et les épis laissés, soit oubliés, soit tombés, soit malformés, soit trop attaqués (surtout par les oiseaux). Les tiges paraissent sans doute moins attaquées car les dégâts sont bien plus difficiles à observer sur les tiges sèches. Les épis paraissent plus attaqués car le pourcentage n'est plus calculé sur le même échantillon.

Il n'en demeure pas moins que, en moyenne, près de 40 % des épis sont attaqués. Ici encore, une très grande variabilité est observée.



**Graphe 6 : pourcentage de tiges et d'épis de maïs attaqués par des chenilles foreuses dans les restes. Le code indiqué est celui des parcelles selon la carte de Kounga en août 2013, le chiffre en dessous correspond au nombre de jours après semis (JAS).**

### 3.3.4. Évaluation de dégâts sur le sorgho

Les comptages sur le sorgho ont commencé plus tard, à partir de mi-octobre, car la priorité a été donnée au maïs et au riz. Les observations ont été faites en deux temps, à un mois d'intervalle. On peut constater une grande différence entre les observations réalisées en octobre 2013 et celles réalisées en novembre 2013. En revanche aucune différence significative n'a été observée entre les deux bas-fonds, malgré un écart de 10 % entre les maxima, et un écart type plus important pour le bas-fond Wahassi

L'observation des mêmes champs MsSoN1 et MsSoN2 le 13/10 et le 13/11 montre une augmentation de près de 20 %. Il est difficile de juger la part d'augmentation réelle d'infestation, car une meilleure visibilité des trous de sortie par rapport aux trous d'entrée est notée lors de la seconde date.

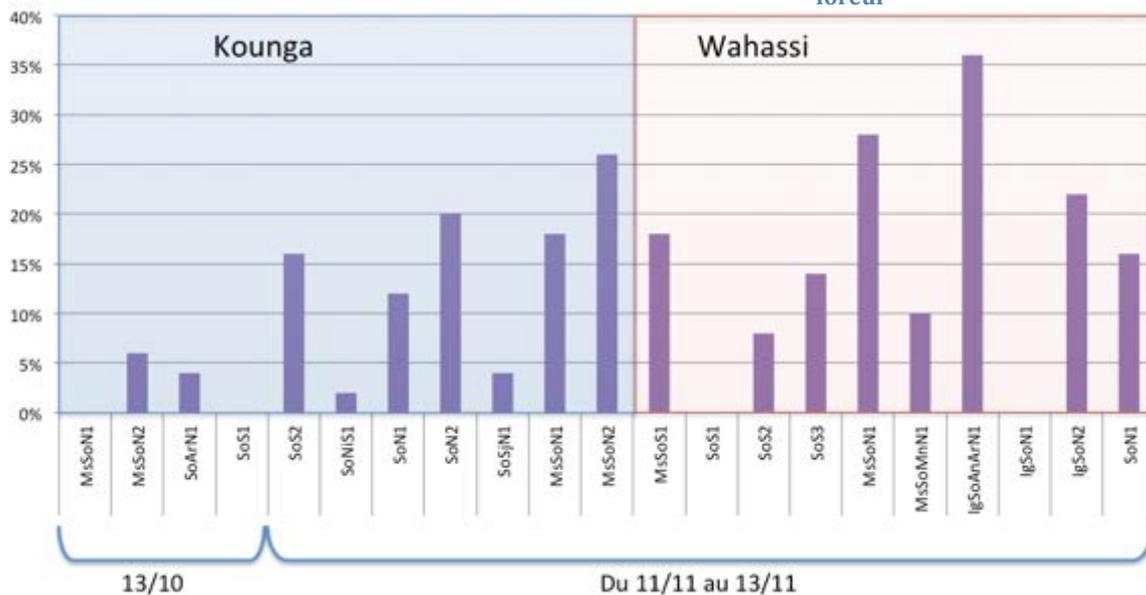
Les dégâts sur le sorgho sont importants, et paraissent impacter directement le rendement, bien que la mesure n'ait pas été faite. En effet, on constate les dégâts car la tige est cassée, avec une panicule souvent peu ou pas formée. Les tiges sont forées sur une grande distance, avec une grande concentration de chenilles par tige (jusqu'à plus de 20).



Photo 5 : nombreuses larves de *Coniesta ignefusalis* dans une tige de sorgho



Photo 6 : tige de sorgho cassée. On observe au-dessus de la cassure un trou de sortie de foreur



Graphe 4 : Pourcentage de dégâts sur sorgho. Les deux dates d'observations sont marquées par des accolades. À gauche les données du bas-fond Kounga, à droite les données correspondant au bas-fond Wahassi.

### 3.3.5. Mises en observation des insectes

#### 3.3.5.1. Individus prélevés

Un total de 61 échantillons de tiges et d'épis attaqués ont été prélevés (maïs et sorgho). 165 insectes ont été retrouvés, entre les nymphes, les larves et les adultes effectivement émergés. 20 individus n'ont pas pu être déterminés. Certaines identifications ayant été faites sur chrysalide ouverte, on ne peut pas certifier ne pas avoir compté deux fois un même individu, en tant que papillon adulte et en tant que chrysalide. De plus lors de l'identification d'une chrysalide, ces dernières ont été traitées pareillement qu'elles soient ouvertes ou fermées. Ainsi, le total de 165 individus est certainement surestimé.

Les espèces identifiées sont *Mussidia nigrivenella* (77 individus), *Coniesta ignefusalis* (45 individus) et *Thaumatotibia leucotreta* (17 individus). Ont également été trouvés des Gelechiidae (3 individus, à confirmer) dans des épis ramassés dans des parcelles récoltées, et *Sesamia calamistis* (3 individus). *T. leucotreta* n'est retrouvée que dans les épis de maïs, *M. nigrivenella* très majoritairement dans les épis aussi, mais ponctuellement présente dans les tiges de maïs. *S. calamistis* est présente autant dans les tiges de maïs que dans les épis. *C. ignefusalis* ne se retrouve que dans les tiges, aussi bien dans le maïs que dans le sorgho. C'est la seule espèce trouvée sur sorgho. 20 individus n'ont pas pu être déterminés.

#### 3.3.5.2. Parasitoïdes obtenus et taux de parasitisme

Aucun parasite de larve ou de nymphe de foreur n'a pu être obtenu après mise en élevage. De même, aucun œuf de foreur n'a pu être trouvé, la période de l'étude n'étant pas forcément optimale pour ce point. Quelques parasitoïdes ont émergé à partir de nymphes de lépidoptères autres que des foreurs, nymphes prélevées dans les champs. *Euagathis* sp. et *Xanthopimpla* sp., ont été obtenus des nymphes ramassées dans des parcelles de maïs. Le genre *Xanthopimpla* est connu comme potentiel parasite de foreurs (Risbec, 1950). Malheureusement la nymphe dans laquelle ce parasite se trouvait n'a pas pu être identifiée. Cette espèce-hôte pourrait être un insecte intéressant, si elle permet de maintenir une population du parasitoïde. Il est cependant fort probable que la régulation exercée par cette espèce soit faible, le parasitisme sur les foreurs n'est documenté comme important que sur les œufs (Sétamou et Schulthess, 1995 ; Schulthess *et al.*, 2001).

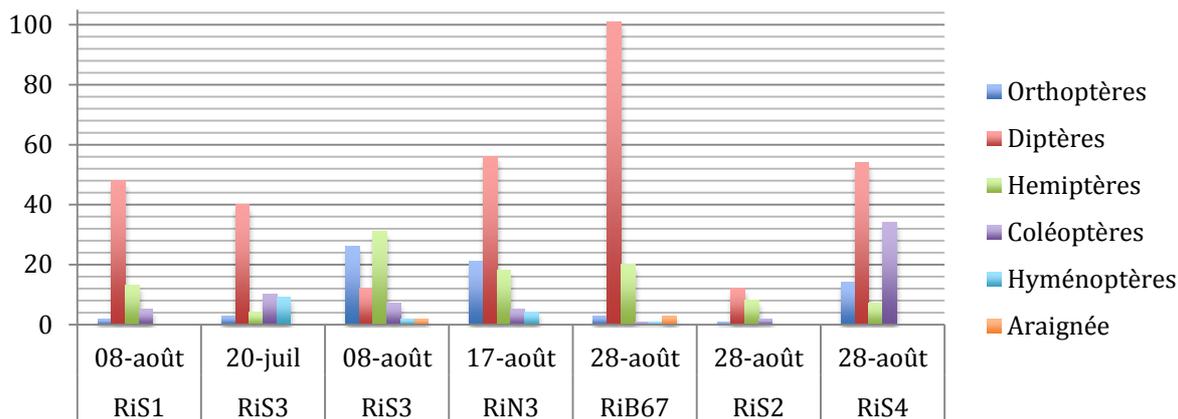
### 3.3.6. Fauchages

Les fauchages n'ont été réalisés que durant les deux premiers mois de travail, pour évaluer l'entomofaune de certaines zones de jachère, et de parcelles de riz. Par la suite la priorité a été donnée aux comptages et non aux fauchages.

#### 3.3.6.1. Biodiversité

Dans le Graphe 5, est représenté le contenu total des filets, classé par ordre taxonomique. Cela donne une vue sommaire de la biodiversité, sans se préoccuper de l'intérêt économique des espèces. On remarque qu'en nombre d'individu les diptères sont largement dominants. Pour la parcelle RiS3, deux fauchages ont été fait à des dates différentes, avec des résultats très différents. Ceci s'explique en partie par le stade de développement du riz, cette parcelle n'ayant pas fait son initiation paniculaire à la date du 20/07, tandis que les autres parcelles sont déjà en phase de montaison aux dates de fauchage.

Les espèces auxquelles on s'intéresse, sur le riz, sont des lépidoptères, totalement absents des fauchages en plein jour, et des diptères. Parmi les diptères, on sait qu'*Orseolia oryzivora* et *Diopsis* spp. sont d'importance économique.

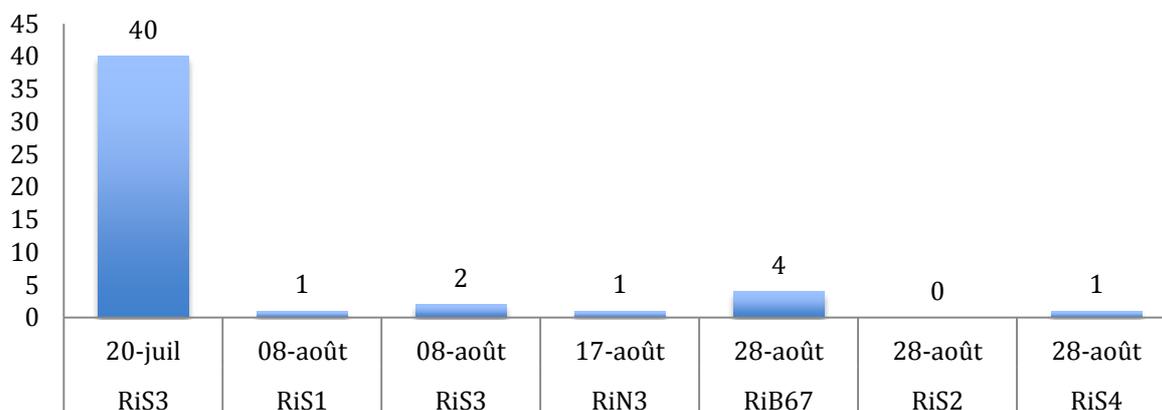


Graph 5 : Étude du contenu total des files, suite à 20 coups de filet fauchoir dans la parcelle. Le fauchage du 20/07 est sur un riz en phase de tallage. A toutes les autres dates, le riz est au stade de montaison

### 3.3.6.1. Abondance de ravageurs

Aucun spécimen d'*O. oryzivora* n'a été obtenu par fauchage. Cependant, des diopsides sont présents, leur abondance est indiquée dans le Graph 6. On observe un phénomène typique et connu des diopsides, à savoir la présence d'une période de pullulation à un certain stade végétatif du riz. Néanmoins, ce phénomène n'a pas été observé à nouveau dans d'autres parcelles.

## Nombre de diopsides obtenues par fauchage



Graph 6 : Nombre de diopsides obtenus suite à 20 coups de filet fauchoir. Le fauchage du 20/07 est sur un riz en phase de tallage. A toutes les autres dates, le riz est au stade de montaison

### 3.3.7. Prédateurs et parasitoïdes identifiés dans le bas-fond

#### 3.3.7.1. Prédateurs

De nombreux prédateurs ont été capturés ; la liste complète est disponible en annexe. En particulier des punaises Reduviidae (28 individus, 14 espèces différentes identifiées, 8 individus à identifier), mais aussi de l'ordre des Odonates (24 individus, dont 14 Libellulidae (3 espèces), et un Coeagrionidae. Pour ce qui est des diptères, 8 Asilidae et 5 Syrphidae ont été capturés.

Parmi les coléoptères, 6 Carabidae, 5 Coccinellidae et un Staphylinidae. Enfin ont aussi été capturés une guêpe, un Gerridae, et 4 Myrmeleontidae (fourmilion).

#### **3.3.7.1. Parasitoïdes**

Des hyménoptères parasites ont aussi été capturés à vue avec le filet à papillon, la liste complète est disponible en annexe. Parmi ces derniers, 17 Braconidae, 4 Ichneumonidae et 2 Eurytomidae (9 espèces différentes).

## **4. Perspectives**

### **4.1. Étude d'un bas-fond éloigné**

Le choix du deuxième bas-fond est arrivé relativement tard dans l'étude, et a été fait sur la base d'observation visuelle. Les chiffres montrent que ces bas-fonds, bien que présentant des différences, sont similaires. Choisir un bas-fond plus éloigné, toujours en restant dans la même zone climatique, permettrait de faire une comparaison plus facilement interprétable. Le bas-fond principal du village de Bougou, à 3 km au sud de Pélébina, pourrait être par exemple un choix intéressant, car possédant un fond plat bien plus large, le riz y est plus largement cultivé, semblant représenter plus de 50 % de la surface.

En intersaison, il serait également intéressant de comparer l'usage qui est fait des terres. On sait qu'à Kounga le maraichage est dominant à cette saison.

### **4.2. Évolution du paysage**

Il sera bien sûr important de continuer à réaliser les cartes, pour observer l'évolution de la composition et de l'organisation du paysage sur un an complet au moins.

On pourra observer si d'autres cultures sont réalisées en saison sèche, qui ne serait pas cultivées en saison des pluies, du mil par exemple, qui peut être une plante d'intérêt pour de nombreux foreurs, *Coniesta ignefusalis* en particulier. Il sera intéressant d'observer non seulement les parcelles cultivées mais aussi les jachères, et de repérer notamment la part concernée par les « feux de brousse ».

### **4.3. Usage des terres en saison sèche**

Toujours en s'intéressant aux parcelles de céréales, on peut s'intéresser aux cultures qui occupent les terres par la suite. On sait que dans le cas du maïs par exemple, les restes culturaux sont laissés au champ et non ramassés. Il faudrait savoir si ces restes sont enfouis dans le sol lorsqu'il est travaillé pour la prochaine culture, ramassés, brûlés... Cela permettra aussi de donner une information précise sur le précédent cultural, pour l'année suivante.

### **4.4. Protocoles de comptage**

Le protocole appliqué de juillet à décembre pour les comptages s'appliquait à une exploration du bas-fond. Le milieu étant maintenant mieux connu, en échantillonnant plutôt qu'en observant toutes les parcelles, il serait possible d'avoir des données plus précises dans le temps et dans l'espace. On pourrait voir la dynamique de croissance des dégâts avec plus de précision, ou même s'intéresser à de possibles effets de bord, en différenciant une périphérie et un centre de parcelle.

L'idéal serait d'avoir une parcelle expérimentale, ce qui permettrait de prélever des pieds entiers et de pas avoir à se contenter d'une observation externe ne permettant pas toujours de repérer le trou d'entrée.

#### 4.5. Fauchage

De même, à propos des fauchages, il sera intéressant d'échantillonner des parcelles ou zone de jachère et de faire des fauchages réguliers, plutôt que des observations exploratoires déjà faites. Néanmoins, l'entomofaune de saison sèche n'est pas encore vraiment connue, et faucher à divers moment de la journée et dans des lieux divers peut permettre de rencontrer diverses espèces non observées pour le moment.

#### 4.6. Observation d'œufs de foreurs ou pose d'œufs-témoins

Le manque de temps pour chercher des œufs de foreurs a probablement été une limite importante vis à vis de la recherche de parasitoïdes. Consacrer plus de moyen sur ce point pourra permettre d'avoir plus de résultats, comme aucun parasite n'a été trouvé sur larve ou nymphe.

#### 4.7. Pièges à phéromone

Les pièges à phéromone ont permis de tester la présence de nombreux ravageurs. Il ne sera pas nécessaire de continuer à poser des pièges pour les espèces qui n'ont pas été détectées. Seules *B. fusca* et *S. calamistis* ont été observées, il faudrait donc augmenter le nombre de pièges en limitant le nombre d'espèces à ces deux dernières. Cependant de nombreux problèmes ont été constatés avec ces deux phéromones : un papillon orange a priori sans intérêt économique perturbant les observations pour *B. fusca*, et *Spodoptera littoralis* perturbant les observations de *S. calamistis*. Peut-être faudrait-il tester d'autres fournisseurs pour ces phéromones ?.

De plus, on a vu que *C. ignefusalis* était très présent, aussi bien sur sorgho que sur maïs. S'il est possible de se fournir la phéromone correspondante, il serait intéressant de pouvoir quantifier les populations d'adultes au cours de temps en divers points au sein des différents bas-fonds.

## 5. Conclusion

La régulation naturelle est un facteur important dans la régulation des ravageurs au Bénin, peu connu dans la région de Djougou. Il est donc important de l'étudier. Une approche de type paysage a été adoptée, pour étudier à l'échelle d'un bas-fond les facteurs influençant cette régulation. Dans un premier temps, une carte a été réalisée, puis on a cherché des informations plus détaillées sur les parcelles de céréales à l'aide d'un questionnaire. En parallèle, des mesures entomologiques ont été réalisées, et de nombreux insectes capturés. De nombreuses informations ont donc été acquises dans ce milieu au préalable méconnu, et organisées sous la forme d'une base de données, qui constitue le résultat principal de ce travail. La suite permettra de compléter cette base avec de nouvelles données, et d'approfondir les relations avec les producteurs et les autorités pour que cela profite d'avantage à la fois aux organismes de recherche et aux agriculteurs.

## 6. Bibliographie

Adda C., Atachi P., Hell K., Korie S., Tamo M., 2009. Effect of planting date on incidence and damage by *Sesamia calamistis* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize in southern Benin, International Journal of Tropical Insect Science Vol. 29, No. 4, 208–218

Alghali A.M., 1983. Relative susceptibility of some rice varieties to the stalk-eyed fly *Diopsis thoracica* West., Insect Sci. Application Vol. 4 No. 1/2. pp. 135-140.

Atachi P., Sekloka E. T., Schulthess F., 2005. Study on some bioecological aspects of *Eldana saccharina* Walker (Lep., Pyralidae) on *Zea mays* L. and alternative host plants, J. Appl. Entomol. 129 (8) doi: 10.1111/j.1439-0418.2005.00980, 447–455

Biaou C. F., 2006. Monographie de Djougou, AFRIQUE CONSEIL

Cardwell K.F., Schulthess F., Ndemah R., Ngoko Z., 1997. A systems approach to assess crop health and maize yield losses due to pests and diseases in Cameroon, Agriculture, Ecosystems and Environment, 65, 33-47

Chabi-Olaye A., Nolte C., Schulthess F., Borgemeister C., 2006. Role of Inland Valleys in the Management of Stem Borers and Their Natural Enemies in Upland Maize Fields in the Humid Forest Zone of Cameroon, Environmental Entomology, 35(2):282-292.

Cherry A.J., Lomer C.J., Djegui D., Schulthess F., 1999. Pathogen incidence and their potential as microbial control agents in IPM of maize stem borers in West Africa, BioControl 44: 301–327

Heinrichs, E. A., Barrion, A. T., 2004. Rice-feeding insects and selected natural enemies in West Africa. Biology, Ecology, Identification (Edited by G. P. Hettel). IRRI, WARDA, 242 p.

Kfir R., Overholt W.A., Khan Z.R., Polaszek A., 2002. Biology and management of economically important lepidopteran cereal stem borers in Africa. Annual Review of Entomology 47: 701–731.

Moyal P. et Tran M., 1990. Cob borer *Mussidia nigrivenella* Ragonot (Lepidoptera: Pyralidae) of maize in Ivory Coast : II - Ecological data, Insect Sci. Applic., Vol. 12, n°11213, 215-223

Nwilene, F.E., Nwanze K.F., Okhidievbie O., 2006. African Rice Gall Midge: Biology, Ecology and Control—Field Guide and Technical Manual. Africa Rice Center (WARDA), Cotonou, Benin. 24 p.

Oyediran O., Heinrichs E.A., 2001. Arthropod populations and rice yields in direct-seeded and transplanted lowland rice in West Africa, International Journal of Pest Management, 47:3, 195-200

Pollet A., 1977. Les insectes ravageurs du riz en Côte d’ivoire, II. La faune rencontrée sur riz irrigué en Côte d’ivoire Centrale (Kotiessou). Cah. ORSTOM, sér. Biol., vol. XII, n° 1 : 3-23.

Raunet, 1985. Bas-fonds et riziculture en Afrique. Approche structurale comparative. Agron. Trop, XL (3), 181-201

Risbec J., 1950. La faune entomologique des cultures au Sénégal et au Soudan Français. Dakar, Gouvernement Général de l’AOF, 639 p.

Schulthess F., Chabi-Olaye A., Goergen G., 2001. Seasonal Fluctuations of Noctuid Stemborer Egg Parasitism in Southern Benin with Special Reference to *Sesamia calamistis* Hampson

(Lepidoptera: Noctuidae) and *Telenomus spp.* (Hymenoptera: Scelionidae) on Maize, *Biocontrol Science and Technology*, 11:6, 745-757

Setamou M., Schulthess F., 1995. The Influence of Egg Parasitoids Belonging to the *Telenomus busseolae* (Hymenoptera: Scelionidae) Species Complex on *Sesamia calamistis* (Lepidoptera: Noctuidae) Populations in Maize Fields in Southern Benin, *Biocontrol Science and Technology*, 5:1, 69-82

## 7. Annexes

### 7.1. Analyse des relevés botaniques par Pascal Marnotte

#### Relevés floristiques des bas-fonds de Kounga et de Wahassi, village de Pélébina (Djougou)

Effectués par Paul Hounnankpon Yedomonhan, conservateur de l'Herbier National du Bénin avec Cyrille Adda, entomologiste d'AfricaRice et Robin Drieu, stagiaire du Cirad.

Quelques éléments d'analyse (P. Marnotte) (cf. en fin de ce document)

204 espèces ont été observées au cours de ces relevés floristiques.

En zones humides, seules 56 ont été répertoriées (cf. onglet « humide » du fichier) dans les 5 relevés avec une faible richesse floristique (moyenne de 13 espèces contre 25 dans les autres zones). On y rencontre les ligneux supportant l'inondation comme *Mitragyna inermis* ou *Raphia hookeri* et les plantes herbacées typiques, telles que les espèces qui se comportent comme mauvaise herbe en riziculture irriguée, *Leersia hexandra*, *Cyperus haspan*, *Sacciolepis africana*, ou encore des espèces comme *Melochia corchorifolia*, *Spermacoce filifolia*, etc.

En zones plus sèches, la richesse floristique est de 25 espèces en moyenne. L'analyse de la fréquence et du recouvrement local des espèces présentes (cf. onglet « récapitulatif hors humide » du fichier) montrent les points suivants :

- ✓ les grands arbres de la savane occupent l'espace (ils sont à la fois fréquents et recouvrants) : il s'agit de *Vitellaria paradoxa* (karité), *Daniellia oliveri*, *Parkia biglobosa* (néré) ou *Pterocarpus erinaceus* ;
- ✓ les arbres cultivés se retrouvent également en abondance : *Elaeis guineensis* (palmier à huile), *Anacardium occidentale* (noix de cajou) ou *Tectona grandis* (teck) ;
- ✓ Certains arbustes peuvent être bien représentés (avec une fréquence élevée) comme *Entada africana*, *Sarcocephalus latifolius*, *Piliostigma thonningii*, *Annona senegalensis*, *Detarium microcarpum* ou *Bridelia ferruginea* ;
- ✓ Parmi les plantes herbacées, les grandes graminées couvrent la strate inférieure : *Pennisetum polystachion*, *Hyparrhenia involucrate*, *Andropogon tectorum*, *Panicum fluviicola*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Andropogon pseudapricus*, *Hyperthelia dissoluta*, etc. ;
- ✓ *Imperata cylindrica* présente des populations parfois très denses (recouvrement de 80 %), de même que *Pennisetum polystachion* ou *Paspalum scrobiculatum* ;
- ✓ Parmi les dicotylédones bien représentées, se retrouvent *Aspilia bussei*, *Spermacoce scabra* ou *Ageratum conyzoides*.

Les autres espèces sont soit peu fréquentes, soit peu couvrantes ou les deux : elles ne marquent que peu le paysage.

## 7.2. Liste des prédateurs capturés

Identification	Ordre	Famille
Cheilomenes sulphurea	Coleoptera	Coccinellidae
Heligmoneura sp.	Diptera	Asilidae
Philodicus fraternus Weidemann	Diptera	Asilidae
Coranus pallidus Reuter	Hemiptera	Reduviidae
Coranus sp.	Hemiptera	Reduviidae
Ectomocoris cruciger (Fabricius)	Hemiptera	Reduviidae
Fusius rubriococus Stal	Hemiptera	Reduviidae
Hediocoris fasciatus Reuter	Hemiptera	Reduviidae
Hematochares obscuripennis discalis	hemiptera	Reduviidae
Phonoctonus fasciatus Palisot	Hemiptera	Reduviidae
Phonoctonus lutescens Guérin méneville & Percheron	Hemiptera	Reduviidae
Rhynocoris albopilosus Signoret	Hemiptera	Reduviidae
Rhynocoris sp.	Hemiptera	Reduviidae
Sphedanolestes lamottei Villiers	Hemiptera	Reduviidae
Sphedanolestes picturellus Schouteden	Hemiptera	Reduviidae
Aciagrion sp.	Odonata	Coenagrionidae
Hemistigma sp.	Odonata	Libellulidae
Palpopleura lucia	Odonata	Libellulidae
Palpopleura portia	Odonata	Libellulidae
Palpopleura sp.	Odonata	Libellulidae
Tramea sp. ?	Odonata	Libellulidae
Pantala sp. ?	Odonata	Libellulidae

NB: Près d'une quarantaine d'insectes prédateurs appartenant à la famille des Carabidae, Coccinellidae, Staphylinidae, Asilidae, Syrphidae, Gerridae, Reduviidae ou Myrmeleontidae, n'ont pas pu être identifiés au niveau de l'espèce.

## 7.3 Liste des parasites capturés (hors élevage)

Identification	Ordre	Famille
Glyptomorpha sp. ?	Hymenoptera	Braconidae
Iphiaulax sp. ?	Hymenoptera	Braconidae
Bassus sp.	Hymenoptera	Braconidae
Bracon sp.	Hymenoptera	Braconidae
Chelonus cf. curvimaculatus Cameron	Hymenoptera	Braconidae
Glyptomorpha sp.	Hymenoptera	Braconidae
Iphiaulax sp.	Hymenoptera	Braconidae
Rhamnura sp.	Hymenoptera	Braconidae
Eurytoma sp.	Hymenoptera	Eurytomidae
Osprynchotus sp.	Hymenoptera	Ichneumonidae

NB: Plus d'une quinzaine d'insectes parasites capturés hors élevage appartiennent principalement à deux familles: Braconidae et Ichneumonidae, mais n'ont pas pu être identifiés au niveau de l'espèce.

## 7.4. Questionnaires sur les pratiques culturales et sur l'usage des insecticides

# QUESTIONNAIRE SUR LES PRATIQUES CULTURALES

---

Date de l'enquete

Nom enquêteur

Nom/Prénom du paysan

Numéro de la parcelle

---

1. Culture en place

2. Motif du choix de la parcelle pour cette culture

3. Date de semis/plantation

4. Type de travail du sol

Semis direct

Labour

5. Variété semée/plantée

6. Source de la semence/plantule

7. Méthode de sarclage

Manuel

A la machine

Produits chimiques (mentionner)

8. Antécédents culturaux

1 an

2 ans

3 ans

4 ans

9. Type d'engrais (NPK, URÉE, autre)

9.1. Date de l'application

10. Source d'approvisionnement de l'engrais

11. Coût de l'engrais

12. Dose d'application de l'engrais (dose à l'hectare)

13. Méthode d'application

A la volée

Trous

14. Coût de main d'œuvre épandage engrais

15. Traitement chimique

OUI

NON

16. Produit utilisé

17. Dose d'application

18. Source d'approvisionnement du produit

19. Prix d'achat du produit

20. Coût d'application (main d'œuvre)

21. Connaissance des ravageurs de cette culture (noms vernaculaires)

Insectes	Oiseaux	Rongeurs	Maladies	Autres

22. Importance de ces ravageurs pour les paysans

(Numéroter de 1 à 6, 1 étant le plus important.)

Insectes      Oiseaux      Rongeurs      Maladies      Mauvaises herbes      Autres  
                             

23. Méthode traditionnelle de lutte

Extrait plante	Cendre	Piment	Pelure orange	Autres

24. Connaissance paysanne des ennemis naturels

Prédateurs	Parasitoïdes	Entomopathogènes	Microorganismes	Autres

25. Date de récolte (envisagée)

26. Rendement à l'hectare

27. Stockage conservation de la récolte

OUI

NON

28. Structure de stockage

29. Durée de stockage

30. Prix de vente au marché

31. Marché d'écoulement

32. Moyen de transport de la production

33. Distance

33.1. Du champ au point de stockage

33.2. Du stockage au marché d'écoulement

MERCI POUR VOTRE PARTICIPATION

# QUESTIONNAIRE SUR L'USAGE DES INSECTICIDES

---

Date de l'enquête

Nom enquêteur

Nom/Prénom du paysan

H / F

Âge du paysan

Numéro de la parcelle

---

1. Volume du réservoir de l'appareil

12L	15L	16L	20L

2. Marque de l'appareil

3. Premier traitement

3.1. Date du traitement  
Stade de la plante

3.2. Traitement de tout le champ en  
une seule fois (Entourer la réponse)

OUI            NON

3.3. Rôle du traitement (utilité)

3.4. Nom des produits

—

—

—

3.5. Dose par plein d'appareil  
(Préciser pour chaque produit la  
mesure utilisée)

—

—

—

3.6. Nombre de réservoirs (Préciser  
l'unité de surface)

3.7. Achat des produits (Préciser pour  
chaque produit)

3.7.1. Premier produit

Lieu d'achat :

Prix :

3.7.2. Deuxième produit

Lieu d'achat :

Prix :

3.7.3. Troisième produit

Lieu d'achat :

Prix :

4. Deuxième traitement

4.1. Date du traitement

Stade de la plante

4.2. Traitement de tout le champ en  
une seule fois (Entourer la réponse)

OUI                  NON

4.3. Rôle du traitement (utilité)

4.4. Nom des produits

—

—

—

4.5. Dose par plein d'appareil  
(Préciser pour chaque produit la  
mesure utilisée)

—

—

—

4.6. Nombre de réservoirs (Préciser  
l'unité de surface)

4.7. Achat des produits (Préciser pour  
chaque produit)

4.7.1. Premier produit

Lieu d'achat :

Prix :

4.7.2. Deuxième produit

Lieu d'achat :

Prix :

4.7.3. Troisième produit

Lieu d'achat :

Prix :

5. Troisième traitement

5.1. Date du traitement

Stade de la plante

5.2. Traitement de tout le champ en  
une seule fois (Entourer la réponse)

OUI                  NON

5.3. Rôle du traitement (utilité)

5.4. Nom des produits

—

—

–	6.3. Rôle du traitement (utilité)
5.5. Dose par plein d'appareil (Préciser pour chaque produit la mesure utilisée)	6.4. Nom des produits
–	–
–	–
–	–
5.6. Nombre de réservoirs (Préciser l'unité de surface)	–
5.7. Achat des produits (Préciser pour chaque produit)	6.5. Dose par plein d'appareil (Préciser pour chaque produit la mesure utilisée)
5.7.1. Premier produit	–
Lieu d'achat :	–
Prix :	–
5.7.2. Deuxième produit	6.6. Nombre de réservoirs (Préciser l'unité de surface)
Lieu d'achat :	–
Prix :	6.7. Achat des produits (Préciser pour chaque produit)
5.7.3. Troisième produit	6.7.1. Premier produit
Lieu d'achat :	Lieu d'achat :
Prix :	Prix :
6. <u>Quatrième traitement</u>	6.7.2. Deuxième produit
6.1. Date du traitement	Lieu d'achat :
Stade de la plante	Prix :
6.2. Traitement de tout le champ en une seule fois (Entourer la réponse)	6.7.3. Troisième produit
OUI                  NON	Lieu d'achat :
	Prix :

7. Cinquième traitement

7.1. Date du traitement  
Stade de la plante

7.2. Traitement de tout le champ en  
une seule fois (Entourer la réponse)

OUI NON

7.3. Rôle du traitement (utilité)

7.4. Nom des produits

—

—

—

7.5. Dose par plein d'appareil  
(Préciser pour chaque produit la  
mesure utilisée)

—

—

—

7.6. Nombre de réservoirs (Préciser  
l'unité de surface)

7.7. Achat des produits (Préciser pour  
chaque produit)

7.7.1. Premier produit

Lieu d'achat :

Prix :

7.7.2. Deuxième produit

Lieu d'achat :

Prix :

7.7.3. Troisième produit

Lieu d'achat :

Prix :

8. Sixième traitement

8.1. Date du traitement  
Stade de la plante

8.2. Traitement de tout le champ en  
une seule fois (Entourer la réponse)

OUI NON

8.3. Rôle du traitement (utilité)

8.4. Nom des produits

—

—

—

8.5. Dose par plein d'appareil  
(Préciser pour chaque produit la  
mesure utilisée)

—

—

—

8.6. Nombre de réservoirs (Préciser l'unité de surface)	-
8.7. Achat des produits (Préciser pour chaque produit)	9.5. Dose par plein d'appareil (Préciser pour chaque produit la mesure utilisée)
8.7.1. Premier produit	-
Lieu d'achat :	-
Prix :	-
8.7.2. Deuxième produit	9.6. Nombre de réservoirs (Préciser l'unité de surface)
Lieu d'achat :	
Prix :	
8.7.3. Troisième produit	9.7. Achat des produits (Préciser pour chaque produit)
Lieu d'achat :	9.7.1. Premier produit
Prix :	Lieu d'achat :
9. <u>Septième traitement</u>	Prix :
9.1. Date du traitement Stade de la plante	9.7.2. Deuxième produit
	Lieu d'achat :
	Prix :
9.2. Traitement de tout le champ en une seule fois (Entourer la réponse)	9.7.3. Troisième produit
OUI            NON	Lieu d'achat :
9.3. Rôle du traitement (utilité)	Prix :
9.4. Nom des produits	
-	
-	

**Relevés floristiques des bas-fonds  
de Kounga et de Wahassi, village de Pélébina (Djougou)**  
octobre 2013

Légende

Les chiffres des cellules traduisent les taux de recouvrement en pourcentage des espèces

\* = recouvrement inférieur à 1

K : Kounga ; W : Wahassi

J : jachère ; Jh : jachère humide ; S : savane ; R : rizière ; F : forêt ; C : champ ; H : zone humide

<b>Bas-fond de Kounga</b>
Relevé 1 : Jachère à <i>Imperata cylindrica</i>
Relevé 2 : Jachère à <i>Hyparrhenia involucreta</i>
Relevé 3 : Jachère à <i>Pennisetum polystachion</i>
Relevé 4 : Jachère à <i>Hyparrhenia involucreta</i> avec des pieds isolés de <i>Vitellaria paradoxa</i>
Relevé 5 : Jachère à <i>Spermacoce filifolia</i> sur sol humide
Relevé 6 : Jachère à Cyperaceae sur sol humide
Relevé 7 : Savane arbustive à <i>Vitellaria paradoxa</i> et <i>Panicum fluviicola</i>
Relevé 8 : Savane arborée à <i>Vitellaria paradoxa</i> et <i>Panicum fluviicola</i>
Relevé 9 : Rizière
Relevé 10 : Jachère à <i>Rottboellia exaltata</i>
Relevé 11 : Jachère à <i>Entada africana</i> et <i>Mitragyna inermis</i>
Relevé 11' : Forêt galerie à <i>Berlinia grandiflora</i> et <i>Keetia setosa</i>
Relevé 12 : Savane arborée à <i>Pterocarpus erinaceus</i> et <i>Vitellaria paradoxa</i>
<b>Bas-fond de Wahassi</b>
Relevé 1 : Jachère à <i>Digitaria horizontalis</i> et <i>Paspalum scrobiculatum</i>
Relevé 2 : Savane arbustive à <i>Vitellaria paradoxa</i> et <i>Hyparrhenia sp</i>
Relevé 3 : Jachère à <i>Pennisetum polystachion</i>
Relevé 4 : Jachère à <i>Pennisetum polystachion</i> sous anacardières
Relevé 5 : Jachère à <i>Paspalum scrobiculatum</i>
Relevé 6 : Plantation de tecks et d'anacardières
Relevé 7 : Savane arbustive à <i>Imperata cylindrica</i>
Relevé 8 : Jachère à <i>Andropogon tectorum</i> sous palmier à huile
Relevé 9 : Jachère à <i>Andropogon tectorum</i> et <i>Imperata cylindrica</i>
Relevé 10 : Champ récolté bordé par une plantation de gmelina
Relevé 11 : Savane arbustive à <i>Daniellia oliveri</i>
Relevé 12 : Savane arborée à <i>Vitellaria paradoxa</i> et <i>Daniellia oliveri</i>
Relevé 13 : Teckeraie
Relevé 14 : Anacarderaie



## Liste complète des espèces rencontrées classées par famille et espèce

bas-fonds de Kounga

Espèces	Familles	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R11'	R12
	bas-fond	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
	végétation	J	J	J	J	Jh	Jh	S	S	R	J	J	F	S
Fimbristylis dichotoma	Cyperaceae	*												
Fuirena ciliaris	Cyperaceae									2				
Kyllinga erecta	Cyperaceae	*												
Lipocarpa prieriana	Cyperaceae						*							
Diospyros mespiliformis	Ebenaceae												1	
Antidesma venosum	Euphorbiaceae												*	
Bridelia ferruginea	Euphorbiaceae				2			2						
Caperonia serrata	Euphorbiaceae						10							
Hymenocardia acida	Euphorbiaceae				*									
Phyllanthus amarus	Euphorbiaceae	*			*									
Canscora decussata	Gentianaceae						*							
Hyptis spicigera	Lamiaceae			*			*							
Platostoma africanum	Lamiaceae	*												
Tinnea barberi	Lamiaceae								1					2
Berlinia grandiflora	Leguminosae-Caesalpinioideae												70	
Cassia mimosoides	Leguminosae-Caesalpinioideae	*												
Cassia siberiana	Leguminosae-Caesalpinioideae									2				
Daniellia oliveri	Leguminosae-Caesalpinioideae	*	*	*	5			*	20				5	5
Detarium microcarpum	Leguminosae-Caesalpinioideae							*	*					5
Isoberlinia doka	Leguminosae-Caesalpinioideae				2									
Piliostigma thonningii	Leguminosae-Caesalpinioideae	*						*	*	*				1
Prosopis africana	Leguminosae-Caesalpinioideae								1					1
Entada africana	Leguminosae-Mimosoideae							2	10			10		10
Parkia biglobosa	Leguminosae-Mimosoideae							*	*		1		1	15
Adenodolichos paniculatus	Leguminosae-Papilionoideae													2
Alysicarpus glumaceus	Leguminosae-Papilionoideae							*	*					*
Calopogonium mucunoides	Leguminosae-Papilionoideae			40						1				
Crotalaria macrocalyx	Leguminosae-Papilionoideae				*									*
Desmodium velutinum	Leguminosae-Papilionoideae												5	*
Indigofera bracteolata	Leguminosae-Papilionoideae				*			*	*					*
Indigofera nummularifolia	Leguminosae-Papilionoideae		5											
Macrotyloma biflorum	Leguminosae-Papilionoideae								*					*
Mucuna pruriens	Leguminosae-Papilionoideae							*	*					*
Pericopsis laxiflora	Leguminosae-Papilionoideae				1			*	5					1
Pseudathria confertiflora	Leguminosae-Papilionoideae								1					*
Pterocarpus erinaceus	Leguminosae-Papilionoideae							1	1					20

## Liste complète des espèces rencontrées classées par famille et espèce

### bas-fonds de Kounga

Espèces	Familles	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R11'	R12
	bas-fond	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
	végétation	J	J	J	J	Jh	Jh	S	S	R	J	J	F	S
Sesbania sesban	Leguminosae-Papilionoideae									*				
Swartzia madagascariensis	Leguminosae-Papilionoideae													*
Tephrosia bracteolata	Leguminosae-Papilionoideae		5		2									
Tephrosia elegans	Leguminosae-Papilionoideae			*										
Eriosema glomerata	Leguminosae-Papilionoideae	1												
Indigofera leprieuri	Leguminosae-Papilionoideae	*						*	*					*
Indigofera pulchra	Leguminosae-Papilionoideae	5												
Strychnos spinosa	Loganiaceae								1					*
Ammannia priureana	Lythraceae									1				
Ammannia senegalensis	Lythraceae									1				
Khaya senegalensis	Meliaceae				*								1	
Ficus sur	Moraceae		*		*							1	*	
Ludwigia abyssinica	Onagraceae	*												
Ludwigia octovalis	Onagraceae	*												
Biophytum petersianum	Oxalidaceae		*		*									
Acroceras zizanioides	Poaceae					2								
Andropogon gayanus	Poaceae				5			1	2					1
Andropogon tectorum	Poaceae				2			1	1			1		1
Chasmopodium caudatum	Poaceae								3					
Ctenium elegans	Poaceae								5					
Digitaria horizontalis	Poaceae										20			
Hyparrhenia involucrata	Poaceae		70		30			60	40		20			20
Hyperthelia dissoluta	Poaceae	*			20									
Imperata cylindrica	Poaceae	80			1									
Leersia hexandra	Poaceae	*		*		1				10		5		
Panicum fluviicola	Poaceae	*						10	15					5
Panicum pansum	Poaceae		*		*									
Paspalum scrobiculatum	Poaceae						*				10	5		
Pennisetum polystachion	Poaceae	50		50	10									
Rottboellia exaltata	Poaceae	*		*							30			
Sacciolepis africana	Poaceae					1				5				
Schizachyrium brevifolium	Poaceae	1		*			10							
Heteranthera callifolia (et)	Pontederiaceae									5				
Crossopteryx febrifuga	Rubiaceae				1				2					*
Fadogia erythrophloea	Rubiaceae								3					1
Gardenia ternifolia	Rubiaceae								5					*

## Liste complète des espèces rencontrées classées par famille et espèce

bas-fonds de Kounga

Espèces	Familles	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R11'	R12
	bas-fond	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
	végétation	J	J	J	J	Jh	Jh	S	S	R	J	J	F	S
Keetia setosa	Rubiaceae												10	
Mitragyna inermis	Rubiaceae									1		5		
Oldenlandia corymbosa	Rubiaceae						2							
Psychotria vogeliana	Rubiaceae												*	
Sarcocephalus latifolius	Rubiaceae	*		*	5							1		
Spermacoce filifolia	Rubiaceae					80								
Spermacoce stachydea	Rubiaceae	*												
Vitellaria paradoxa	Sapotaceae	*	*	*	*			3	40					30
Bacopa crenata	Scrophulariaceae									1				
Bacopa floribunda	Scrophulariaceae									1				
Melochia corchorifolia	Sterculiaceae					1	*							
Grewia cissoides	Tiliaceae													1
Triumfetta rhomboidea	Tiliaceae	*			*								*	
Lippia rugosa	Verbenaceae								*					

## Liste complète des espèces rencontrées classées par famille et espèce

bas-fonds de Wahassi

Espèces	Familles	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
	bas-fond	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
	végétation	J	S	J	PJ	J	P	S	J	J	C	S	S	P	P
Monechma ciliata	Acanthaceae									*		*			
Nelsonia canescens	Acanthaceae			*	*										
Gomphrena celosioides	Amaranthaceae		*												
Pandiaka angustifolia	Amaranthaceae		*	*	10		*					*	*	*	
Anacardium occidentale	Anacardiaceae				80		30								
Lannea barteri	Anacardiaceae									*					
Mangifera indica	Anacardiaceae						*								
Annona senegalensis	Annonaceae	*	*		10		*								
Hexalobus monopetalus	Annonaceae	*	*												
Stolochiton hypogaeum	Araceae		*												
Cussonia arborea	Araliaceae		*												
Elaeis guineensis	Arecaceae								20		10				
Raphia hookeri	Arecaceae								*						
Ectadiopsis oblongifolia	Asclepiadaceae		*												
Adenostemma caffrum	Asteraceae			*	*										
Ageratum conyzoides	Asteraceae			*	*	*		*			5				
Aspilia africana	Asteraceae		*										*	*	
Aspilia angustifolia	Asteraceae									*					
Aspilia bussei	Asteraceae			*	*	*	*	1	*		*	*	*	*	
Blumea viscosa	Asteraceae					*									
Chromolaena odorata	Asteraceae			*	*										
Crassocephalum rubens	Asteraceae		*			*									
Echinops longifolius	Asteraceae	*													
Erigeron floribundus	Asteraceae			*	*						*				
Tridax procumbens	Asteraceae	*		5	*	*									
Vernonia cinerea	Asteraceae					*						*			
Vernonia migeodii	Asteraceae	*													
Vernonia perrottetii	Asteraceae	*													
Vicoa leptoclada	Asteraceae	*													
Stereospermum kunthianum	Bignoniaceae		*												
Bombax costatum	Bombacaceae												1	*	
Carica papaya	Caricaceae			*	*										
Parinari curatellifolia	Chrysobalanaceae	*													
Psoralea glaberrima	Clusiaceae	*								*					
Cochlospermum planchonis	Cochlospermaceae		*	*	*		*					*	15	*	
Clerodendrum capitatum	Combretaceae										*				

## Liste complète des espèces rencontrées classées par famille et espèce

bas-fonds de Wahassi

Espèces	Familles	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
	bas-fond	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
	végétation	J	S	J	PJ	J	P	S	J	J	C	S	S	P	P
Combretum collinum	Combretaceae		*									*			
Pteleopsis suberosa	Combretaceae	*	*	*	*		*						*	*	*
Terminalia avicennioides	Combretaceae		*												
Terminalia glaucescens	Combretaceae									*			*	*	
Cyanotis lanata	Commelinaceae		*												
Rourea coccinea	Connaraceae												2	*	
Ipomoea eriocarpa	Convolvulaceae							*							
Ipomoea heterotricha	Convolvulaceae	*													
Cyperus cyperoides	Cyperaceae										*				
Scleria depressa	Cyperaceae								5						
Diospyros mespiliformis	Ebenaceae								*						
Antidesma venosum	Euphorbiaceae									*					
Bridelia ferruginea	Euphorbiaceae		*				*								
Flueggea virosa	Euphorbiaceae	*	*	*	*		*					*			
Hymenocardia acida	Euphorbiaceae		*										*	*	
Margaritaria discoidea	Euphorbiaceae											*			
Tragia senegalensis	Euphorbiaceae		*												
Basilicum polystachyon	Lamiaceae							*							
Englerastrum gracillimum	Lamiaceae		*												
Hyptis spicigera	Lamiaceae					*									
Leonotis nepetifolia	Lamiaceae	*				*		*							
Tinnea barteri	Lamiaceae												*	*	
Trema guineensis	Lamiaceae										5				
Azalia africana	Leguminosae-Caesalpinioideae		*												
Cassia mimosoides	Leguminosae-Caesalpinioideae	*	*	*	*				*		*		*	*	
Cassia obtusifolia	Leguminosae-Caesalpinioideae	*								*					
Daniellia oliveri	Leguminosae-Caesalpinioideae	10	*	5	*	10						10	5	10	20
Detarium microcarpum	Leguminosae-Caesalpinioideae						*					*			
Piliostigma thonningii	Leguminosae-Caesalpinioideae		*	*	*	*	*		*		*				
Prosopis africana	Leguminosae-Caesalpinioideae												*	*	
Acacia sieberiana	Leguminosae-Mimosoideae												1	*	
Dichrostachys cinerea	Leguminosae-Mimosoideae	*				*							*	*	
Entada africana	Leguminosae-Mimosoideae		*			*	*		*			*	*	*	
Parkia biglobosa	Leguminosae-Mimosoideae		1										1	*	
Adenodolichos paniculatus	Leguminosae-Papilionoideae												2	*	
Calopogonium mucunoides	Leguminosae-Papilionoideae							*	*						

## Liste complète des espèces rencontrées classées par famille et espèce

bas-fonds de Wahassi

Espèces	Familles	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
	bas-fond	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
	végétation	J	S	J	PJ	J	P	S	J	J	C	S	S	P	P
<i>Crotalaria macrocalyx</i>	Leguminosae-Papilionoidea	*		*	*						*				
<i>Desmodium hirtum</i>	Leguminosae-Papilionoidea	*													
<i>Desmodium velutinum</i>	Leguminosae-Papilionoidea								*						
<i>Indigofera bracteolata</i>	Leguminosae-Papilionoidea			*	*										
<i>Indigofera dendroides</i>	Leguminosae-Papilionoidea	*										*			
<i>Indigofera hirsuta</i>	Leguminosae-Papilionoidea									*					
<i>Indigofera paniculata</i>	Leguminosae-Papilionoidea		*	*	*				20	*	*	*			
<i>Indigofera secundiflora</i>	Leguminosae-Papilionoidea	*													
<i>Mucuna pruriens</i>	Leguminosae-Papilionoidea							*	*	*					
<i>Pericopsis laxiflora</i>	Leguminosae-Papilionoidea	*	*												
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Leguminosae-Papilionoidea	*	*	*	*										
<i>Tephrosia bracteolata</i>	Leguminosae-Papilionoidea	*	*	*	*								*	*	*
<i>Tephrosia elegans</i>	Leguminosae-Papilionoidea	*								*	*	5			
<i>Tephrosia linearis</i>	Leguminosae-Papilionoidea	*													*
<i>Tephrosia platycarpa</i>	Leguminosae-Papilionoidea					*							*	*	
<i>Uraria picta</i>	Leguminosae-Papilionoidea			*	*							*			
<i>Indigofera leprieuri</i>	Leguminosae-Papilionoidea	*													
<i>Indigofera pulchra</i>	Leguminosae-Papilionoidea	1													
<i>Anthocleista djalensis</i>	Loganiaceae										*				
<i>Strychnos spinosa</i>	Loganiaceae		*												
<i>Cienfuegosia heteroclada</i>	Malvaceae						*								
<i>Hibiscus asper</i>	Malvaceae	*													
<i>Sida carpinifolia</i>	Malvaceae	*													
<i>Khaya senegalensis</i>	Meliaceae								1			1			
<i>Pseudocedrela kotschyi</i>	Meliaceae						*					1			
<i>Trichilia emetica</i>	Meliaceae	*													
<i>Ficus sur</i>	Moraceae									*	*	*			*
<i>Syzygium guineense</i>	Myrtaceae		*												
<i>Andropogon gayanus</i>	Poaceae		*				*								
<i>Andropogon pseudapricu</i>	Poaceae		10												
<i>Andropogon tectorum</i>	Poaceae						30	1	40	60					
<i>Chasmopodium caudatu</i>	Poaceae						*								
<i>Digitaria horizontalis</i>	Poaceae	30													
<i>Eragrostis pansum</i>	Poaceae	*													
<i>Hackelochloa granularis</i>	Poaceae	10				*	*								
<i>Hyparrhenia involucreta</i>	Poaceae											*			*



## Liste complète des espèces rencontrées classées par famille et espèce

bas-fonds de Wahassi

Espèces	Familles	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
	bas-fond	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
	végétation	J	S	J	PJ	J	P	S	J	J	C	S	S	P	P
Grewia cissoides	Tiliaceae												5	*	
Grewia mollis	Tiliaceae												*	*	
Gmelina arboea	Verbenaceae										*				
Lantana ukambiensis	Verbenaceae						*								
Lippia multiflora	Verbenaceae												*	*	
Tectona grandis	Verbenaceae						30								10
Vitex simplicifolia	Verbenaceae	*													
Hybanthus enneaspermus	Violaceae	*													
Siphonochilus aethiopicus	Zingiberaceae		*								*				

## Liste réduite des espèces rencontrées classées par ordre de fréquence

(les espèces les plus rares ont été supprimées)

bas-fonds de Kounga

Espèces	Familles	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R11'	R12	Freq
	bas-fond	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	13
	végétation	J	J	J	J	Jh	Jh	S	S	R	J	J	F	S	13
	humidité					H	H			H		H	H		
<b>74</b>	<b>richesse</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>27</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>27</b>	
Daniellia oliveri	Caesalpinioideae	*	*	*	5			*	20				5	5	8
Vitellaria paradoxa	Sapotaceae	*	*	*	*			3	40					30	7
Hyparrhenia involucrata	Poaceae		70		30			60	40		20			20	6
Aspilia bussei	Asteraceae	*						*	*	1				*	5
Piliostigma thonningii	Caesalpinioideae	*						*	*	*				1	5
Parkia biglobosa	Mimosoideae							*	*		1		1	15	5
Andropogon tectorum	Poaceae				2			1	1			1		1	5
Leersia hexandra	Poaceae	*		*		1				10		5			5
Entada africana	Mimosoideae							2	10			10		10	4
Pericopsis laxiflora	Papilionoideae				1			*	5					1	4
Ficus sur	Moraceae		*		*							1	*		4
Andropogon gayanus	Poaceae				5			1	2					1	4
Panicum fluviicola	Poaceae	*						10	15					5	4
Sarcocephalus latifolius	Rubiaceae	*		*	5							1			4
Annona senegalensis	Annonaceae				1				2					1	3
Aspilia africana	Asteraceae	2		*									1		3
Pteleopsis suberosa	Combretaceae							*	10					10	3
Terminalia glaucescens	Combretaceae		5		*									*	3
Cyperus haspan	Cyperaceae	*				80	60								3
Detarium microcarpum	Caesalpinioideae							*	*					5	3
Pterocarpus erinaceus	Papilionoideae							1	1					20	3
Paspalum scrobiculatum	Poaceae						*				10	5			3
Pennisetum polystachyon	Poaceae	50		50	10										3
Rottboellia exaltata	Poaceae	*		*							30				3
Schizachyrium brevifolium	Poaceae	1		*			10								3
Crossopteryx febrifuga	Rubiaceae				1				2					*	3
Hygrophila auriculata	Acanthaceae	*				10									2
Cussonia arborea	Araliaceae							*	1						2
Elaeis guineensis	Arecaceae	*											5		2
Raphia hookeri	Arecaceae						*					5			2
Adenostemma cafferum	Asteraceae			*						30					2
Ageratum conyzoides	Asteraceae									20	10				2





## Liste réduite des espèces rencontrées classées par ordre de fréquence

(les espèces les plus rares ont été supprimées)

bas-fonds de Wahassi

Espèces	Familles	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	Freq
	bas-fond	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	14
	végétation	J	S	J	PJ	J	P	S	J	J	C	S	S	P	P	14
	humidité															
<b>59</b>	<b>richesse</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	
Aspilia bussei	Asteraceae			*	*	*	*	1	*		*	*	*	*		10
Daniellia oliveri	Caesalpinioideae	10	*	5	*	10						10	5	10	20	9
Sarcocephalus latifol	Rubiaceae	*		5	*	*			*	*		5	*		*	9
Vitellaria paradoxa	Sapotaceae	*	5	5	*	*	10						15	10	5	9
Pteleopsis suberosa	Combretaceae	*	*	*	*		*						*	*	*	8
Cassia mimosoides	Caesalpinioideae	*	*	*	*				*		*		*	*		8
Pandiaka angustifolia	Amaranthaceae		*	*	10		*					*	*	*		7
Cochlospermum plan	Cochlospermaceae		*	*	*		*					*	15	*		7
Piliostigma thonningii	Caesalpinioideae		*	*	*	*	*		*		*					7
Entada africana	Mimosoideae		*			*	*		*			*	*	*		7
Indigofera paniculata	Papilionoideae		*	*	*				20	*	*	*				7
Tephrosia bracteolata	Papilionoideae	*	*	*	*								*	*	*	7
Pennisetum polystach	Poaceae	*		60	60	*		1				*			30	7
Flueggea virosa	Euphorbiaceae	*	*	*	*		*					*				6
Spermacoce scabra	Rubiaceae	*		*	50						*	*			*	6
Ageratum conyzoides	Asteraceae			*	*	*		*			5					5
Annona senegalensis	Annonaceae	*	*		10		*									4
Tridax procumbens	Asteraceae	*		5	*	*										4
Dichrostachys cinere	Mimosoideae	*				*							*	*		4
Crotalaria macrocaly	Papilionoideae	*		*	*						*					4
Pterocarpus erinaceu	Papilionoideae	*	*	*	*											4
Tephrosia elegans	Papilionoideae	*								*	*	5				4
Ficus sur	Moraceae									*	*	*			*	4
Andropogon tectorum	Poaceae						30	1	40	60						4
Panicum fluviicola	Poaceae			*	*								40	*		4
Paspalum scrobicula	Poaceae	20		*	*	60										4
Aspilia africana	Asteraceae		*										*	*		3
Erigeron floribundus	Asteraceae			*	*						*					3
Terminalia glaucesce	Combretaceae									*			*	*		3
Hymenocardia acida	Euphorbiaceae		*										*	*		3
Leonotis nepetifolia	Lamiaceae	*				*		*								3
Parkia biglobosa	Mimosoideae		1										1	*		3



# Constraints for studying the management of cereal moth borers with a landscape approach: a case study in North Benin

Robin Drieu<sup>1</sup>, Pierre Silvie<sup>2</sup>, Philippe Menozzi<sup>3,4</sup>, Cyrille Adda<sup>4</sup>, Joel Huat<sup>4,5</sup>, Sandrine Auzoux<sup>2</sup>, Valérie Soti<sup>3</sup>, Régis Goebel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Montpellier SupAgro. Centre international d'études supérieures en sciences agronomiques 2, place Pierre Viala 34060 Montpellier, France ; <sup>2</sup>CIRAD, UPR AïDA, TA-B 102/02 Avenue Agropolis, 34398 Montpellier, France ; <sup>3</sup>CIRAD, UPR AïDA c/o AfricaRice Center - 01 BP 2031, Cotonou, Benin; <sup>3</sup>CIRAD, UPR AïDA c/o CSE, Rue Léon Gontran Damas, Fann Résidence, BP 15532 Dakar, Senegal; <sup>4</sup>AFRICARICE, AfricaRice Center – 01 BP 2031, Cotonou, Benin; <sup>5</sup>CIRAD, UPR Hortsys c/o AfricaRice Center - 01 BP 2031, Cotonou, Benin; Correspondance to [francois-regis.goebel@cirad.fr](mailto:francois-regis.goebel@cirad.fr)

Article présenté à la 6ème réunion du Groupe de Travail de l'OILB/SROP (IOBC/WPRS), Poznan (Pologne) 21 au 23 mai 2014

**Abstract:** Landscape ecology is a discipline that has shown an increasing interest to understand certain pest problems and their control by natural enemies in temperate climate. In Benin, in a very different climatic, social and economic context compared to Europe, this approach was carried out in two lowland rice cropping systems during the rainy season, with a specific focus on stem and cob borers. The landscape was mapped and studied regarding its composition and structure and pest species were identified. A high variability of infestation was observed in a context of relatively low pest pressure. This paper presents the preliminary results which still need to be analyzed thoroughly.

**Key words:** maize, lowland rice, sorghum, pest regulation, GIS, mapping

## Introduction

The conservation or the enhancement of natural biological control appears as a key agro ecological component to improve pest management on a long term and secure crop production, using the landscape approach (Tscharrntke & Brandl, 2004; Bianchi *et al.*, 2006). In Benin, numerous species of stemborers attacking gramineous plants such maize, sorghum, rice (Heinrich et Barrion, 2004) have been more studied in south Benin where the borer larvae cause important damage. A high level of control by natural enemies is generally recorded particularly the parasitism of egg stage (Schulthess et al., 2001). However, there is a paucity of information regarding this natural control in the center and north Benin. An exploratory study of six months was conducted from July to December 2013, near the village of Pelebina, located at 450 km from Cotonou, the capital of Benin. Two rice cropping lowlands named Kounga and Wahassi were surveyed and characterized. The study was focused on two aspects: mapping the area of these agricultural areas, including the landscape elements, and the collection of entomological data in these areas.

## Materials and methods

### Mapping

The selected lowland areas were processed for mapping using a GPS Garmin Oregon 650 with some constraints due the difficult access of certain fields and the presence of water. Data

were collected on the basis of ‘waypoints’ at the corners of each field. Due to lack of images of the studied area maps were generated using ArcGIS 10 software. The permanent cloud cover during the study period was a constraint to acquire satellite images. This acquisition was done in December for future work in 2014.

### ***Pheromone traps.***

Delta traps were placed in the lowland area to observe the presence or absence of different pest species of rice (*Cnaphalocrocis medinalis* (1 trap), *Maliarpha separata* (1 trap), or maize (*Chilo partellus* (1 trap), *Sesamia calamistis* (3 traps), *S. nonagrioides* (2 traps), *Busseola fusca* (2 traps). All the pheromones were bought from Pherobank©, and the dispensers were changed fortnightly.

### ***Damage assessment.***

For economic and social reasons, it was not possible to cut and take stalks away for further observation. Only the visible damage was counted directly in the cereal fields of the lowland. Regarding rice fields two observations were conducted in each plot. The first one was focused on the number of damaged stalks and dead-hearts, the second one on the number of white panicles. At each count, two diagonals were processed with the random choice of 10 plants along each line. Regarding sorghum and maize, the whole field was surveyed with 50 plants randomly sampled. The presence or absence of stalk damage was recorded (cob damage in the case of maize). Five maize fields were selected for damage assessments, which were conducted every 10 days. The other maize plots were observed at least once along the crop cycle. Regarding sorghum, all plots were surveyed once or twice. Because of labour constraints, yield assessments were unfortunately not carried out.

### ***Observations on larval populations.***

During the damage counts in cereal fields, all live specimens were collected, kept in plastic containers (8 x 8 x 20cm) and reared out on cereal stalks or maize cobs. The emerging adults were kept either in dry conditions or in alcohol and sent out for further identification to the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) in Cotonou (Benin), to CIRAD (France) or ICIPE (Kenya).

## **Results and discussion**

### ***Mapping.***

Three maps were generated with two at different period of time in Kounga (Table 1). The land cover was characterized for the crops as well as for the fallows on 10 November 2013. This allowed a survey of the crop stages for the Kounga lowland and a comparison between the two lowlands at this date.

Table 1: Land cover and crop diversity in the two lowlands at the beginning and the end of the season. (H : Shannon diversity index, E = Equitability index).

	Kounga 10/08/13	Kounga 10/11/13	Wahassi 10/11/13
Total area	160 ha	160 ha	75 ha
% non cultivated area	56%	51%	63%
% cereals	13%	14%	10%
Number of mixed crops	36	27	31
H	2,33	2,55	1,86
E	0,65	0,72	0,54

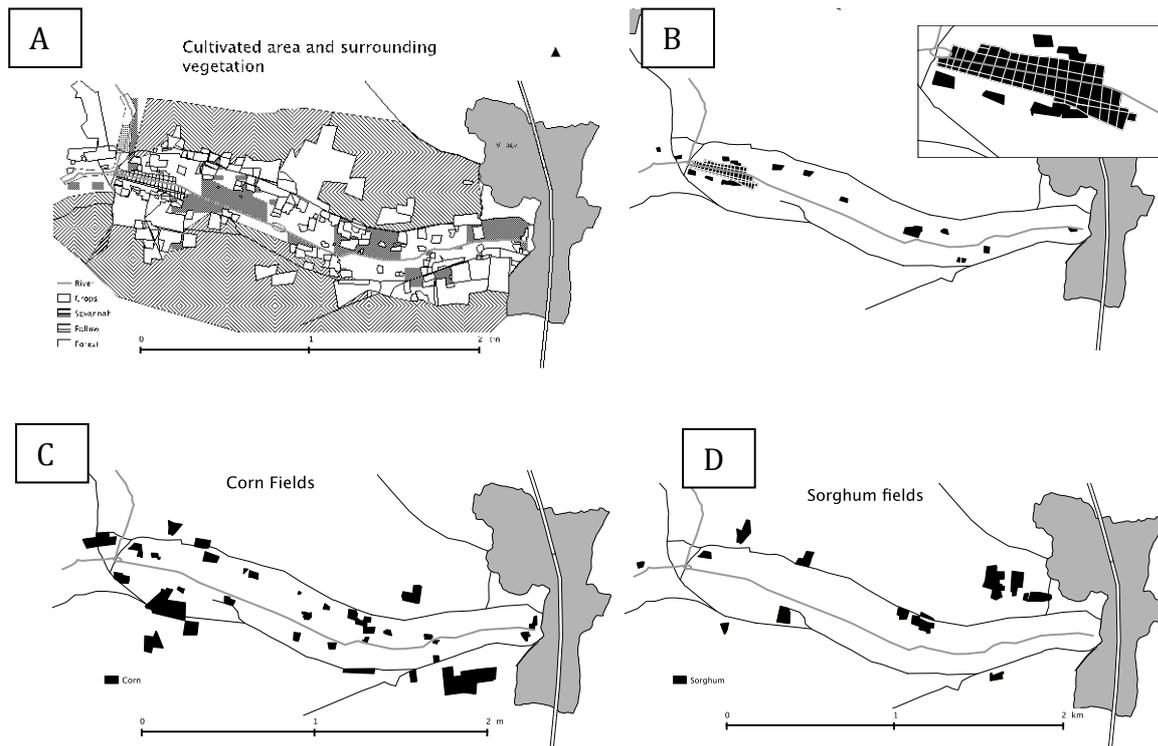


Figure 1. Landcover maps of Kounga lowland: cultivated area and natural vegetation (A); rice (B), maize (C) and sorghum crops (D).

In Figure 1A the black central line represents the main water stream. The thinner lines are the different tracks in the lowland. The grey zone at the east of the map represents the village of Pelebina. A concrete road crosses the village from the North to the South.

Numerous crop associations were conducted by the farmers at the time of our study. In Table 1, each associated crop is considered as a different element in the calculation of indexes. Six crops can be grown in the same field. The size of the fields is variable, from 10 m<sup>2</sup> to several hectares (i.e. cotton crop), increasing the complexity of data analysis. An important work in weed identification had to be done due to the dominance of wild Poaceae, particularly in the fallows.

#### ***Moth borer damage.***

The damage levels were variable depending on crop type. In maize, borer infestation was 16 ( $\pm 11$ ) % [mean  $\pm$  (SD)] on stalks with internal damage, while 28 ( $\pm 13$ ) % was observed on mature cobs, with mean infestation peaks over 50% in some plots. Additional counts were made on broken stalks (7 ( $\pm 6$ ) % damage) and residues of corn cobs left to the ground (36 ( $\pm 23$ ) %). In rice, 7 ( $\pm 5$ ) % of deadheart and 16 ( $\pm 8$ ) % of white panicles were observed, while in sorghum, 12 ( $\pm 10$ ) % of stalks were damaged.

#### ***Moth borer species and natural regulation.***

Male moths of *Sesamia calamistis* and *Busseola fusca* (Noctuidae) were captured using pheromone traps. Despite this result, very few larvae of these species were recovered from cereal stalks. *Coniesta ignefusalis* (Crambidae) was another stem borer identified with very few individuals. This latter species was encountered mainly in sorghum beginning of

December, with sometimes more than 20 larvae per stalk. *Mussidia nigrivenella* (Pyralidae) and *Thaumatotibia leucotreta* (Tortricidae) were the dominant maize cob borers. Infestation on rice (bored stalks, white panicles) was observed but without formal identification of *Maliarpha separatella* (Pyralidae) and *S. calamistis*. Other pests such as *Diopsis apicalis* and *D. thoracica* adults (Diptera: Diopsidae) were collected from rice and their larvae are known to be responsible of deadhearts.

Insect identification by taxonomists is a general constraint in sub-Saharan african countries. However, generalist predators from the Reduviidae family were regularly observed on different plants (*Rhynocoris albopilosus*, *Sphedanolestes lamottei*, *Hediocoris fasciatus*, *Phonoctonus* spp.). In rice fields predation was observed by *Philodicus fraternus* (Diptera: Asiliidae), in particular on adults of Diopsidae. *Bracon* sp. was collected with a net, but even though this species is known to be a larval parasitoid we still need to check whether this parasitoid is active on stemborers.

Generally, stemborers are parasitized by tiny hymenoptera at egg, larval and pupae stage. Because we encountered problems to find moth eggs in the field and also to rear borer species collected (a constraint when far from laboratories) it was not possible to identify parasitoids except for a single specimen *Xanthopimpla* sp. (Ichneumonidae), which emerged from an unidentified nymph.

### **Conclusion**

Several constraints have been identified during this field study: availability of agricultural maps, perception and prioritization of pest problems by farmers, some difficulties for the surveys due to the environment of lowlands, particularly for the assessment of natural enemies as biocontrol agents. These constraints have to be seriously considered for the next study period beginning of 2014 (dry season) where new crops will be planted. In this context, the work achieved so far is satisfactory as insect pests have been identified and maps generated to better understand the influence of landscape elements on pest and natural enemies population dynamics.

### **Acknowledgements**

The co-authors particularly thank G. Georgen (IITA), B. Le Ru (IRD/ICIPE) and H-P. Aberlenc (CIRAD) for the insect identification, D. Sama for his precious field assistance, and all producers in Pelebina for their cooperation.

### **References**

- Bianchi F.J.J.A., Booij, C.J.H. & Tscharrntke, T. 2006): Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. Proceedings of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences, 273: 1715-1727.
- Heinrichs, E. A. & Barrion, A. T. 2004): Rice-feeding insects and selected natural enemies in West Africa. Biology, Ecology, Identification (Edited by G. P. Hettel). IRRI, WARDA.
- Schulthess, F., Chabi-Olaye, A. & Goergen, G. 2001): Seasonal fluctuations of noctuid stemborer egg parasitism in Southern Benin with special reference to *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae) and *Telenomus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae) on Maize. Biocontrol Science and Technology, 11: 745-757.
- Tscharrntke, T. & Brandl, R. 2004): Plant-insect interactions in fragmented landscapes. Annual Review of Entomology 49: 405-430.