

COMMUNAUTE FRANCAISE DE BELGIQUE  
ACADEMIE UNIVERSITAIRE WALLONIE-EUROPE  
**UNIVERSITE DE LIEGE – GEMBLoux AGRO-BIO TECH**

**ETUDE DE L'ENTOMOFAUNE AU SEIN D'ASSOCIATIONS CULTURALES  
COMPRENANT LE SAFOUTIER (*DACRYODES EDULIS*) DANS LE HAUT-OGOUE  
(GABON)**

**René Noël POLIGUI**

Essai présenté en vue de l'obtention du grade de Docteur  
en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique

Promoteur : Pr. Frédéric FRANCIS, Co- Promoteur Pr. Eric HAUBRUGE:  
*Année 2014*

**Copyright.** *Aux termes de la loi belge du 30 juin 1994, sur le droit d'auteur et les droits voisins, seul l'auteur a le droit de reproduire partiellement ou complètement cet ouvrage de quelque façon et forme que ce soit ou d'en autoriser la reproduction partielle ou complète de quelque manière et sous quelque forme que ce soit. Toute photocopie ou reproduction sous autre forme est donc faite en violation de la dite loi et des modifications ultérieures.*

## Résumé

**POLIGUI René Noël (2014). *Étude de l'entomofaune au sein d'associations culturales comprenant le Safoutier (*Dacryodes edulis*) dans le Haut-Ogooué (Gabon)*. Thèse de doctorat. Gembloux, Belgique. Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech, 184 p., 35 tabl., 30 fig.**

Le safoutier *Dacryodes edulis* (Burseraceae) est un important arbre fruitier originaire du Golfe de Guinée. Ses fruits (safou) sont nutritionnels, beaucoup consommés et commercialisés sur les marchés urbains d'Afrique centrale et sur les marchés africains d'Europe, générant des revenus substantiels aux producteurs et aux commerçants. Le safoutier est susceptible d'apporter des revenus considérables aux économies des pays d'Afrique centrale. Cependant, malgré cette importance alimentaire et économique, il existe très peu d'études sur le safoutier au Gabon, et ses ravageurs sont peu connus dans toute son aire de culture. La présente étude a donc été entreprise pendant les saisons de floraison et de fructification de cet arbre, d'Août à Décembre 2009 à 2011. Le principal objectif était d'évaluer l'entomofaune fréquentant le safoutier au sein des agroécosystèmes du Gabon. Des techniques complémentaires de surveillances entomologiques ont été utilisées, à savoir les pièges jaunes et les observations visuelles, en zones rurales et urbaines. L'étude révèle l'existence une typologie culturale constituée de jardins de case à dominance fruitière, et des jardins de cultures mixtes. Dans les deux systèmes culturaux, *D. edulis* est l'arbre fruitier majeur. Les abondances et la diversité entomologique ont été déterminées, et les ravageurs et insectes utiles les plus importants ont été identifiés suivant les associations culturales. L'exploitation des diagrammes de relations trophiques (food webs) a permis de caractériser les liens entre les espèces entomologiques et le type de cultures. Les abondances d'insectes sont plus élevées en milieu rural où *D. edulis* a une densité plus forte qu'en milieu urbain. La diversité d'insectes est similaire entre les deux milieux. L'intérêt et les caractéristiques phénologiques des ravageurs majeurs ont été décrits, et des mesures de lutte biologique ont été préconisées pour leur contrôle. Les ravageurs prédominants de l'agroécosystème rural sont *Oligotrophus* sp (Diptera: Cecidomyiidae), *Pseudophacopteron serrifer* Malenovsky (Phacopteronidae) et *Selenothrips rubrocinctus* Giard (Thysanoptera: Thripidae), tandis que *Pseudonoorda edulis* Maes & Poligui (Lepidoptera: Crambidae), *Bactrocera invadens* Drew Tsuruta & White (Diptera: Tephritidae) et *Physophoropterella bendroiti* Poppius (Hemiptera: Miridae) sévissent prépondérément dans l'agroécosystème urbain. *Apis mellifera andersoni* Latreille (Apidae) est la principale espèce pollinisatrice, en milieu urbain. *Pseudonoorda edulis* a été le ravageur le plus dommageable des fruits du safoutier, et des informations de base sur sa prévalence, sa biologie et ses caractéristiques morphométriques ont été fournies dans ce travail. Ces résultats apportent une meilleure connaissance des ravageurs et pollinisateurs de *D. edulis* au Gabon. Des études ultérieures devraient être conduites sur un environnement plus large de la culture, mais surtout cibler la recherche des mesures de contrôle biologique de *P. edulis*.

**Mots-clés :** *Dacryodes edulis*, ravageurs, monitoring, agroécosystèmes, Gabon.

## Abstract

**POLIGUI René Noël (2014). *Study of entomofauna within plant associations including the African pear tree (*Dacryodes edulis*) in the province of Haut-Ogooué (Gabon)*. Doctoral thesis. Gembloux, Belgium – University of Liege – Gembloux Agro-Bio Tech, 184 p., 35 tabl., 30 fig.**

The African pear tree *Dacryodes edulis* (Burseraceae) is an important fruit tree native of Gulf of Guinea. Its nutritional fruits (safou) are greatly consumed and sold in all markets of major towns of central Africa and in some African markets in Europe, providing substantial incomes to producers and traders. The African pear tree is considered in some ways as one of the local resources that can help central African countries to improve their national economies. Despite its importance for diet and incomes, there are few studies realized in Gabon, and its insect pests are quite unknown in all over its cultivation area. Then, this study was carried out during the tree flowering and fruiting seasons, from August to December of 2009, 2010 and 2011. The main objective was to assess the entomofauna occurring on *D. edulis* within the Gabonese agroforestry systems including *D. edulis*. Complementary methods of monitoring, namely yellow traps and visual observations, were used in rural and urban agro-ecosystems. The study reveals the existence of a farming typology based on fruit trees and mixed cultures home gardens. Within both crop systems, *D. edulis* is the major fruit tree. Entomological abundances and diversity are provided, and the insect pests and beneficials are identified according to plant associations. The exploitation of trophic relations diagrams (food Webs) permits to characterize the linkages between the insect species and the crop systems. Abundances of insects were higher in rural environment where *D. edulis* displayed a stronger density than in urban environment. The insect species diversity was similar between rural and urban agro-ecosystems. The interest and the phenologic characteristics of the major pests were described, and some of current IPM measures were suggested in order to control these pests. The rural area predominant pest species recorded on *D. edulis* were *Oligotrophus* sp. (Diptera: Cecidomyiidae), *Pseudophacopteron serrifer* Malenovsky (Phacopteronidae) and *Selenothrips rubrocinctus* Giard (Thysanoptera: Thripidae), whereas *Pseudonoorda edulis* Maes & Poligui (Lepidoptera: Crambidae), *Bactrocera invadens* Drew Tsuruta & White (Diptera: Tephritidae) and *Physophoropterella bendroiti* Poppius (Hemiptera: Miridae) increase in urban agro-ecosystem. *Apis mellifera andersoni* Latreille (Apidae) was the major pollinator species, in urban environment. *Pseudonoorda edulis* was the most damageable fruits pest of the African pear tree, and basic information on its prevalence, biology and morphometric characteristics were provided in this work. These results provide a better knowledge of pests and pollinators of *D. edulis* in Gabon. Further studies should take in count a widest sampling space, and target particularly on biologic measures for control of *P. edulis*.

**Key-words:** *Dacryodes edulis*, pests, monitoring, agro-ecosystems, Gabon.



## Dédicace

À mes parents **Alessegué Honorine** et **Porigui Nérée** de qui je suis le fruit, eux par qui l'école a été implantée à Ossouélé mais dont le poids de la tradition a empêché d'y accéder. Qu'ils trouvent en cet aboutissement une belle récompense de l'histoire !

Cette issue, je la dois aussi à mon défunt Instituteur **Ongogho Mahli Albert** et mon Enseignant **Isaac Mouaragadja**, qui ont tous deux semé, et attendu patiemment, tels de cultivateurs confiants, que cette graine de la science germe, croisse et se développe jusqu'à cette hauteur.

*« Sur quelque arbre que ton père soit monté, si tu ne peux grimper, mets au moins la main sur le tronc».*

Proverbe africain

## Financement

---

La présente thèse a été réalisée grâce au soutien financier de l'Etat Gabonais à travers le Programme d'Appui Institutionnel et Développement des Ressources Humaines (PAI-DRH).



Avec la collaboration des structures partenaires



## Avant propos

Le présent travail est le résultat d'une surveillance entomologique effectuée au Gabon. Le traitement des données a été conjointement réalisé au sein de l'Unité d'Entomologie Fonctionnelle et Evolutive, Département des Sciences Agronomiques, Gembloux Agro-BioTech de l'Université de Liège en Belgique, et du Laboratoire de protection des cultures de l'Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologies (INSAB, Département de Phytotechnologie), de l'Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM) au Gabon. Le sujet traité est à notre niveau le premier du genre qui porte sur des ressources fruitières indigènes de la région. Il y a donc une impérieuse nécessité de parfaire les connaissances encore fragmentaires dans le domaine. Nous y apportons par ce travail une contribution attendue, et la liste qui suit présente la production scientifique relative à cette étude.

### Articles :

- 1- **René Noel Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2013. La culture du safoutier (*Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (Burseraceae)): enjeux et perspectives de valorisation au Gabon. Publié à *Biotechnologie Agronomie, Société et Environnement*.17(1) :131-147
- 2- **René Noel Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2013. L'Etude de la diversité entomologique (taxon famille) des associations culturales prenant en compte le safoutier (*Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (Burseraceae)) dans le Haut-Ogooué, Gabon. *Entomologie faunistique* (Accepté).
- 3- **René Noel Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2014. Effects of environment on the entomofauna associated to *Dacryodes edulis* (G.Don) H.J.Lam (Burseraceae): investigation on rural and urban agroecosystems in Haut-Ogooué, Gabon. *African Journal of Ecology* (soumis).
- 4- **René Noel Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2013. A survey of insect pests occurring on *Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (Burseraceae) in rural areas in Gabon. *Neotropical Entomology* (Accepté).
- 5- **René Noel Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2013. Abundance and diversity of insect pests occurring on *Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (Burseraceae) in urban areas in Gabon. *Journal of Tropical Insect Science* (soumis).
- 6- **René Noel Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2013. The Safou Red Borer Caterpillar *Pseudonoorda edulis* (Lepidoptera, Crambidae): preliminary observations on field survey, Biology and morphometrics in Gabon. *African Entomology* (soumis).

### Communications orales :

- 1- **René Noël Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2013. Preliminary evaluation of natural complex enemies of *Oligotrophus* sp. (Diptera: Cecidomyiidae), a gall midge of *Dacryodes edulis* in Haut-Ogooué (Gabon). 3rd *International Entomophagous Insects Conference* (IEIC3) in Orford, Québec, Canada, from June 2-6, 2013.
- 2- **René Noel Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2013. Les Principaux ravageurs du Safoutier dans la province du Haut-Ogooué, Gabon. *19ème Conférence de l'Association Africaine des Entomologistes*, du 9 au 11 novembre 2011, Nairobi, Kenya.

## Avant propos

3- **René Noel Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2013. Étude de la prévalence du couple *Pentalonia nigronervosa*-Bunchy top au Gabon: Etat des lieux des pathosystèmes des jardins de case et d'une exploitation industrielle. *19ème Conférence de l'Association Africaine des Entomologistes*, du 9 au 11 novembre 2011, Nairobi, Kenya.

4-. **René Noel Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2010. Surveillance de l'entomofaune des associations culturales prenant en compte le safoutier (*Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam ; Burseraceae) dans le haut-Ogooué au Gabon. *VII Conférence Internationale Francophone d'Entomologie* (CIFE 2010) : UCL du 5 au 9 juillet 2010.

5-

### Posters :

1- **René Noel Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2012. Considering associate plant diversity to enhance biological control of *Dacryodes edulis* (G Don) in Gabon. *The International Congress of Entomology*, Daegu (South Korea). 19 -25/08/2012.

2- **René Noel Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2011. Etude préliminaire sur la biologie de la mineuse des fruits du safoutier (*Dacryodes edulis* (G.Don) H.J.Lam., Burseraceae) dans le Haut-Ogooué, Gabon. *Séminaire International sur la protection des végétaux* : Ecole nationale Supérieure Agronomique El Harrach., Alger du 18-21 avril 2011. Algérie.

3- **René Noel Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2010. Entomofaune du safoutier (*Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam ; Burseraceae) au Gabon : résultat d'une première année d'investigation. *VII Conférence Internationale Francophone d'Entomologie* (CIFE 2010) : UCL du 5 au 9 juillet 2010.

4- **René Noel Poligui**, Isaac Mouaragadja, Eric Haubruge, Frédéric Francis. 2010. Morphologie de la mineuse des fruits du safoutier. *VII Conférence Internationale Francophone d'Entomologie* (CIFE 2010) : UCL du 5 au 9 juillet 2010.

## Remerciements

Ce travail a bénéficié du concours de nombreuses personnes, et du soutien du gouvernement gabonais, à travers le PAI-DRH (Programme d'Appui Institutionnel et de Développement des Ressources Humaines/Ministère du Budget, des Comptes Publics, de la Fonction Publique, Chargé De la Réforme de l'Etat, Gabon).

J'exprime donc mes remerciements à toutes les personnes et institutions qui ont œuvré pour l'aboutissement de ce travail.

- ✓ Mes remerciements au Docteur Isaac MOUARAGADJA, Recteur de l'USTM et encadreur de cette thèse au Gabon, pour l'intérêt et l'implication multiforme dans l'orientation et l'aboutissement de ce travail, particulièrement pour avoir cru en notre aptitude à apporter cette modeste contribution. Je lui reconnais l'initiation à la recherche depuis mon cycle d'ingénieur des techniques agricoles.
- ✓ Mes remerciements s'adressent également au Professeur Eric HAUBRUGE, pour mon accueil au sein de l'Unité d'entomologie afin de réaliser cette thèse.
- ✓ Je tiens à remercier tout particulièrement le Professeur Frédéric FRANCIS, mon promoteur et également Président du Département des Sciences Agronomiques et responsable de l'Unité d'Entomologie Fonctionnelle et Evolutive, pour avoir accepté de diriger et d'encadrer un travail si laborieux sur un arbre fruitier non conventionnel (*Dacryodes edulis*). Je lui suis particulièrement reconnaissant pour m'avoir prodigué des conseils, des orientations, et veillé à la réalisation des objectifs fixés.

Mes remerciements vont également :

- ✓ aux responsables de l'INSAB, qui de 2007 à 2013, ont contribué de bon cœur à la réalisation de cette thèse, notamment le Professeur Crépin ELLA MISSANG, le Professeur Patrick MIKALA, le Professeur Alain SOUZA, Dr Maurice OGNALAGA.
- ✓ Mes remerciements également aux responsables du Programme d'Appui Institutionnel et Développement des Ressources Humaines (PAI-DRH), pour avoir œuvré diligemment pour la couverture financière de cette thèse. Il s'agit notamment des responsables Mme Yolande NYONDA, Guy-Roger KAMBOGO, L. MARA-ROGOMBE, Pierre-Marie MBOULA, et l'ensemble de leur personnel, notamment Sylvaine NTOULA, Véronique BOUANGA MOMBO, Malick FANE BOUTAMBA, Alice BISSOT, Carine OGOULA ADJANOHOUN, pour leur ardeur et abnégation à satisfaire nos démarches administratives.
- ✓ à Mme Marceline NYRANDUWAMUNGU, pour les conseils, les encouragements et l'appui administratif ;
- ✓ à M. Laurent DELFOSSE, pour son apport technique utile durant notre thèse,
- ✓ aux jeunes qui m'ont aidé à faire les travaux de terrain au pays : notamment Aimé APILI, MPIA Gaï, et les étudiants chrétiens de l'USTM ;

## Remerciements

- ✓ à Walters Marie GRETCHEN, Jacinter OTIENO et Styve DJABAS, pour leur apport incommensurable dans la relecture et amélioration de la forme et du fond de certains articles,
- ✓ aux collègues et amis : Prince Rémus AGNANDJI-ELLA, Emile AFFRYE, Almouner Ag Alhamis YATTARA, Axel VANDEREKEN, Prudence YOMBIYENI, Sandrine Mariella BAYENDI BALOUDIT, Mme OYOMBO née ATANI Lidwine, Marcel OKOUYI, Patrice MIYAMBAS, Christian MUPELA, pour leur contribution diversement appréciées ;
- ✓ aux amis avec qui j'ai partagé ce chemin professionnel, plus que la science, mais une expérience enrichissante dans notre diversité humaine, Je pense à Angèle CHEMGNE, Solange ABESSELO, Nathalie MANASSE, René Hermann NGOUADJE, Théodore KOUADJO, Eric KWADJO, Patrice DAKIA et son épouse Sylvie ;
- ✓ à ma famille spirituelle de Gembloux, notamment le couple pastoral Joseph et Gisèle BONDO, les couples GALLIMONI, MBAYI, MAYEMBE, ZOLA, BOKOKO pour les encouragements et soutiens affables ;
- ✓ à Mme Félicité NGOUBILI ONGOUORI, Ambassadeur du Gabon en Belgique, pour ses encouragements ;
- ✓ aux responsables de la représentation diplomatique du Gabon à Bruxelles notamment M. Paulin MANDJOU, Mme Marie Edith THASSYLA, Mme Amélie DJOUBA, Mme Marie Yolande NZE, pour leurs divers appuis.
- ✓ à mon grand-frère M. David LEBANDA et son épouse pour leur soutien et leurs nombreux conseils;
- ✓ à mon épouse Bertille Carine POLIGUI pour son apport multiforme et son soutien incommensurable qui ont constitués une source d'énergie pour parfaire ce travail,
- ✓ à ma tante NDJABA Françoise pour sa participation à mes efforts d'étudier les insectes,
- ✓ aux Familles YAMBA, POUmeni, WOKMO, RARIVOMANANA, pour leur soutien moral et matériel ;
- ✓ à mes parents, ma mère Honorine ALESSEGUE et Nérée PORIGUI pour m'avoir inculqué les fondements essentiels pour la réussite;
- ✓ à mon aîné PITY Augustin, qui a été la main de Dieu pour que ma scolarité prenne le chemin de cet aboutissement,
- ✓ à mes frères et sœurs Georges ONGOUYA, Alexandrine EYUGOU, Célestine OYORI, Hervé NDEGUIBOUGA, Sylviane OMOBISSI, Pamalea OSSERIGUI, Francial OWOUARI, Dave Ursul ONGOUORI, qui ont chacun œuvré à son niveau pour me pousser à arriver au bout de cette formation,
- ✓ à mon beau-frère Rostand TCHANI, pour tout le soutien apporté,
- ✓ à mes enfants bien-aimés, Néhémie Jaasciel POLIGUI, Melchi Jériel PORIGHI, Esther Eunicia POLIGUI, Prunelle Koretta POLIGUI;

## **Remerciements**

- ✓ à mes défunts oncles, ANTSOU Bruno et Nicolas KIENA, qui ont espéré, mais n'ont pu voir l'aboutissement de ce travail ;
- ✓ à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail, qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude.



## Liste des figures

### Chapitre 3

#### Article 1

Figure 1: Silhouette de grand safoutier en milieu anthropisé.

Figure 2 : Diversité des types de safou trouvés sur le marché de Libreville (1/4 grandeur nature, août 2010, Gabon).

Figure 3: Diversité morphologique des fruits mûrs.

Figure 4: Expression d'erratisme chez un safoutier de Franceville (Quartier sable, Gabon).

Figure 5: Inflorescence femelle du safoutier fréquentée par une abeille.

Figure 6: Inflorescences fructifères.

Figure 7: Cycle de formation du safou dans trois pays d'Afrique centrale montrant l'inversion phénologique entre le nord et le sud de l'équateur climatique.

Figure 8 : Dégâts occasionnés par *Psara pallidalis*

Figure 9 : *Colius striatus* consommant les fleurs de safou.

Figure 10 : Le safoutier arbre d'agrément et patrimoine.

### Chapitre 4

#### Article 2

Figure 1 : Répartition des abondances des insectes selon les jardins de case.

Figure 2 : Indice de diversité selon la typologie des jardins de case.

Figure 3 : Distribution des espèces entomologiques piégées.

Figure 4 : des espèces entomologiques observées visuellement.

#### Article 3

Figure 1: Rank/abundance plots of insect species in rural and urban agro-ecosystems.

### Chapitre 5

#### Article 4

Figure 1: Map of the sampling area (Villages surrounding Franceville, Gabon).

Figure 2: Connectances of major insect pests according to sampling locations.

Figure 3: Connectances of major insect pests according sampling locations.

Figure 4: Main pest species and their injuries on *Dacryodes edulis*.

#### Article 5

Figure 1: Map of the sampling area (Franceville, Gabon).

Figure 2: Rank/abundance plots of insects species.

Figure 3: Main pest species and their injuries on *Dacryodes edulis*.

#### Article 6

Figure 1: Prevalence of *Pseudonoorda edulis* according to fruit growth.

Figure 2: Fruits damaged by the safou red borer caterpillar *Pseudonoorda edulis*

Figure 3: Morph stages of *Pseudonoorda edulis*.

## Liste des figures

### Annexe 1

Figure1: Ravageurs phyllophages.

Figure2: Ravageurs d'inflorescences.

Figure3: Ravageurs des fruits.

### Annexe 2

Figure1: *Tragocephala guerini* (Cerambycidae).

Figure2: Borers du tronc et de rameaux.

Figure 3 : *Phyllocnistis citrella* (Gracillaridae).

## Liste des Tableaux

### Chapitre 3

#### Article 1 :

Tableau 1: Caractéristiques morphologiques des types de safou sur le marché de Libreville.

Tableau 2: Prix de safou sur le marché de Libreville en 2010 (échantillon de 220 fruits).

Tableau 3: Estimation de la rentabilité (en F.CFA) d'un verger de 75 safoutiers (1ha) conduit par un agriculteur paysan.

Tableau 4 : Estimation de la rentabilité (en F.CFA) de la commercialisation du safou (750kg).

Tableau 5: Comparaison de quelques huiles végétales pour la production du biocarburant.

### Chapitre 4

#### Article 2 :

Tableau 1 : Flore des jardins de case de Franceville et villages environnants.

Tableau2 : Distribution des abondances d'insectes selon les sites.

Tableau 3: Abondances des principales familles d'insectes dans les jardins de case.

#### Article 3 :

Table 1: Plants species of rural agro-ecosystem.

Table 2: Mean abundances of entomofauna according to sites of each agro-ecosystem.

Table 3: Abundance of major insect families according to agro-ecosystems.

Table 4: Insects species diversity indices.

Table 5: The major identified insect species.

### Chapitre 5

#### Article 4:

Table 1: Plant patterns according to sampling sites (unit is plants/ha).

Table 2: Distribution of trapped pests within sampling sites (during 2009 and 2010 years).

Table 3: Distribution of pests from visual monitoring within sampling sites (during years 2009 and 2010).

Table 4 Insects diversity Indices.

Table 5 Jaccard similarity index.

#### Article 5:

Table 1: Major trapped insect pests occurring on *Dacryodes edulis*.

Table 2: Major insect pest species observed on *Dacryodes edulis* (Franceville, Gabon).

Table 3: Relative abundance (%) of major pest species.

Table 4: Diversity indices.

#### Article 6:

Table 1: Fruit loss observations related to *Pseudonoorda edulis* larvae at Franceville (2011).

## Liste des Tableaux

### **Annexe 3**

Tableau : Abondances entomologiques des sites (observations visuelles, 2009).

### **Annexe 4**

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (observations visuelles, 2009).

### **Annexe 5**

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges autour de safoutiers, 2009).

### **Annexe 6**

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges autour de safoutiers, 2009).

### **Annexe 7**

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges témoins, 2009).

### **Annexe 8**

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges témoins, 2009).

### **Annexe 9**

Tableau : Abondances entomologiques des sites (observations visuelles, 2010).

### **Annexe 10**

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (observations visuelles, 2010).

### **Annexe 11**

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges autour de safoutiers, 2010).

### **Annexe 12**

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges autour de safoutiers, 2010).

### **Annexe 13**

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges témoins, 2010).

### **Annexe 14**

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges témoins, 2010).

## Table des matières

---

Résumé .....	2
Abstract .....	3
Dédicace.....	4
Avant-propos .....	6
Remerciements .....	9
Liste des figures .....	12
Liste des tableaux .....	14
<b>Chapitre 1: Introduction générale.....</b>	<b>17</b>
<b>Chapitre 2: Les Objectifs du travail.....</b>	<b>22</b>
<b>Chapitre 3: La culture du safoutier (Revue bibliographique).....</b>	<b>25</b>
Article 1 : La culture du safoutier ( <i>Dacryodes edulis</i> (G Don) H.J.Lam (Burseraceae)): enjeux et perspectives de valorisation au Gabon (Synthèse bibliographique) .....	29
<b>Chapitre 4 : L'Entomofaune associée au safoutier au sein des systèmes cultureux et environnements habités du Haut-Ogooué, Gabon. ....</b>	<b>60</b>
Article 2 : Etude de la diversité entomologique des associations culturelles prenant en compte le safoutier ( <i>Dacryodes edulis</i> (G Don) H.J.Lam (Burseraceae)) dans le Haut-Ogooué, Gabon.....	63
Article 3: Effects of environment on the entomofauna associated to <i>Dacryodes edulis</i> (G.Don) H.J.Lam (Burseraceae): investigation in rural and urban agroecosystems in Haut-Ogooué, Gabon.....	78
<b>Chapitre 5 : Les espèces de ravageurs majeurs associés au safoutier.....</b>	<b>93</b>
Article 4: A survey of insect pests occurring on <i>Dacryodes edulis</i> (G Don) H.J.Lam (Burseraceae) in rural areas in Gabon .....	95
Article 5: Abundance and diversity of insect pests occurring on <i>Dacryodes edulis</i> in urban areas in Gabon.....	115
Article 6: The Safou Red Borer Caterpillar <i>Pseudonoorda edulis</i> (Lepidoptera, Crambidae): preliminary observations on field survey, Biology and morphometrics in Gabon.....	132
<b>Chapitre 6 : Conclusions et perspectives.....</b>	<b>142</b>
Conclusions.....	144
Perspectives.....	145

## ***Chapitre 1 : Introduction générale***

## Chapitre 1 : Introduction générale

La connaissance des interactions entre les insectes et les plantes est nécessaire pour une meilleure gestion des cultures (Quisenberry and Schotzko, 1994), non seulement pour les fruitiers conventionnels, mais aussi pour les espèces non-conventionnelles ou peu améliorées, particulièrement celles cultivées sous les tropiques. En effet, l'activité des insectes, qu'ils soient des ravageurs, des pollinisateurs ou des ennemis naturels d'autres arthropodes, a une influence sur la production de beaucoup de cultures (Losey and Vaughan, 2006). Il existe une littérature fournie portant sur les ravageurs et leur contrôle en Afrique (Mariau *et al.*, 1999) et attestant de l'importance du rôle économique et écologique des pollinisateurs sur les fruitiers (Kevan, 1999; FAO, 2007, Garibaldi *et al.*, 2011). Cependant, il faut souligner, comme le reconnaissent certains auteurs (Pauly *et al.*, 1988), que le manque d'informations sur les ravageurs des arbres fruitiers en Afrique constitue un obstacle au développement de ces cultures. Pourtant, les insectes ravageurs et diverses maladies virales ou fongiques constituent, en zone tropicale, avec les adventices, les facteurs de réduction les plus importants affectant les récoltes (Pollet *et al.*, 1987). Dans le présent travail, nous nous intéresserons au cas du safoutier (*Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (Burseraceae)) qui est un arbre fruitier à multiples usages et ayant un fort potentiel économique (Poligui *et al.*, 2013 ). Le safoutier est prioritairement exploité dans la région d'Afrique tropicale humide pour ses fruits, mais ses ravageurs sont bien moins connus que ses pollinisateurs. En effet, si l'importance des abeilles a déjà été montrée dans la pollinisation de cet arbre au Cameroun (Tchuenguem Fohuo *et al.*, 2001), il y a très peu d'informations sur les insectes nuisibles et associés de cet fruitier. Cette lacune constitue un facteur limitant au développement de cette culture. Etudier l'entomofaune du safoutier répond donc au besoin d'approfondir la connaissance de ses ravageurs, de ses pollinisateurs et des autres insectes auxiliaires ou associés. Cela permettra d'améliorer la compréhension des interactions entre ces insectes et la plante, afin d'envisager le développement intensif de cette culture qui demeure prometteuse. Le choix de cet arbre comme modèle d'étude se justifie par cinq raisons fondamentales, à s'avoir : 1) Son fruit (safou) est une importante source alimentaire, 2) Ce fruitier joue un important rôle socio-économique dans toute son aire de culture, 3) Ses fruits font l'objet d'intenses transactions commerciales régionales et internationales, 4) Cet arbre contribue efficacement à l'équilibre agro-écologique de son milieu, 5) Cet arbre est une ressource à fort potentiel industriel.

L'importance du safoutier a conduit à de nombreux travaux portant sur la valeur nutritionnelle et la composition chimique de la pulpe et de l'huile de safou (Kengué, 2002; Kapseu, 2009; Silou *et al.*, 2002), ses performances agronomiques et économiques (Silou, 1996; Awono and Ingram, 2008). Les propriétés pharmacologiques et cosmétiques, ainsi que le rôle ethnobotanique du safoutier ont également fait l'objet d'études (Okafor, 1983; Mbagwu *et al.*, 2008; Ajibesin, 2011). Par contre, la protection de la plante reste le volet le moins étudié (Kengué, 2006; Poligui *et al.*, 2013), notamment la nature et le rôle des insectes dont une meilleure connaissance peut permettre une meilleure gestion de la culture. La valorisation du safoutier ne peut donc être atteinte que si toutes ces investigations

## **Chapitre 1 : Introduction générale**

scientifiques pluridisciplinaires parviennent d'une certaine façon à atteindre leurs objectifs spécifiques. Dans la situation actuelle, il est difficile d'envisager une amélioration de cet arbre si l'on ne connaît la réponse de l'arbre face aux attaques des ravageurs. Jusqu'à ce jour, il n'existe pas d'étude approfondie sur les ravageurs de cet arbre fruitier. La littérature actuelle se contente de rapporter les dégâts observés sur l'arbre en attestant l'existence d'ennemis naturels qui restent entièrement à identifier (Kengué, 2002). Ce manque d'informations sur les ravageurs est la raison principale qui justifie cette étude. Notre travail, entrepris depuis 2009 et conduit jusqu'à 2011, a pour objectif principal l'identification des insectes du safoutier et la détermination de leur occurrence, afin de pouvoir mieux les connaître et les caractériser, suivant leur statut alimentaire. Pour ce faire, nous présenterons d'abord une étude bibliographique mettant en relief l'intérêt de la valorisation du safoutier au Gabon (en chapitre 2), puis les objectifs de ce travail (chapitre 3), développerons à la suite de ce chapitre, deux autres chapitres (4 et 5) portant respectivement sur l'entomofaune globale et les espèces des ravageurs associés au safoutier. Le dernier chapitre sera consacré aux conclusions essentielles issues de l'étude et aux perspectives y relatives.



## Chapitre 1 : Introduction générale

### Références bibliographiques

- Ajibesin K.K., 2011. *Dacryodes edulis* (G.Don) H.J. Lam: A review on its medicinal, phytochemical and economical properties. *Research Journal of Medicinal Plant*, **5** (1), 32-41.
- Awono, A. & Ingram, V. 2008. Etude de base de la filière *Dacryodes edulis* (safou) dans les provinces du Bas Congo et de Kinshasa (RDC). Rapport FAO, GCP/RAF/408/EC. <http://www.fao.org/forestry/24640-0421899bec61b2df0ee05ae26e285f4ed.pdf>, (17/11/2012).
- FAO. 2007. Crops, *Browse and Pollinators in Africa An Initial Stock-taking*. African Pollinators Initiative. 55p.
- Garibaldi, L.A., Muchhala, N., Motzke, I., Bravo-Monroy, L., Olschewski, R., Klein, A.M. 2011. Services from plant-pollinator interactions in the Neotropics. *In: Ecosystem services from agriculture and agroforestry: measurement and payment*. From Rapidel, B., DeClerck, F., Le Coq, J.F. & Beer, J. (eds.). Earthscan, London, UK, 119-139pp.
- Kapseu, C. 2009. Production, analyse et applications des huiles végétales en Afrique. *OCL Oléagineux, corps gras, lipides*. **16** (4), 215-229.
- Kengué, J. 2002. Fruits for the Future 3. Safou: *Dacryodes edulis* G. Don. UK: Southampton International Centre for Underutilized Crops. 148 p.
- Kengué, J. 2006. *Manuel No. 3 Safou: Dacryodes edulis, Manuel du vulgarisateur*. UK: Southampton Centre for Underutilized Crops. 26 p.
- Kevan P. G., 1999. Pollinators as bio -indicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. **74**: 373-393.
- Losey, J. E. & Vaughan M. 2006. The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience*. 56(4):311-323.
- Mariau, D., Decazy B., Quilici S. & Nguyen-Ban, J. 1999. *Integrated pest management of tropical perennial Crops*. Science Publishers, Cirad, 167 p.
- Mbagwu, F.N.; Osuji, C.; Ezeibekwe, I.O. & Okafor, U.V. 2008. Leaf Epidermal Features of *Canarium schwenfurthii* and *Dacryodes edulis* (Burseraceae). *International Science Research Journal*. 1 (2): 113 - 115.
- Okafor, J. C., 1983. Varietal delimitation in *Dacryodes edulis* (G.Don) H. J. Lam (Burseraceae). *International Tree Crops Journal*. **2**: 255-265.
- Pauly, A., Rambaldi, G. & Diane-de Angelis, D. 1988. *Guide des principaux ravageurs, maladies et carences des arbres fruitiers au Gabon*. FAO, 133 p.
- Poligui, R. N., Mouaragadja, I., Haubruge, E., & Francis F. 2013. La culture du safoutier (*Dacryodes edulis* [G. Don] H.J.Lam [Burseraceae]): enjeux et perspectives de valorisation au Gabon. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. **17**(1):131-147.

## Chapitre 1 : Introduction générale

- Pollet, A., Declert C., Wiegandt W., Harkema J., & Van de Lisdonk, E. 1987. Les arthropodes ravageurs des cultures et des stocks des légumineuses à graines : problèmes des aflatoxines sur stocks d'arachide. In : Pollet A., Fauquet C., Thouvenel J-C., Savary S., Digbeu S., Declert C., Geiger J-P, Weigandt W. *Insectes ravageurs et parasites des légumineuses à graines en Afrique de l'Ouest (cultures et stocks)* : rapport scientifique final. ORSTOM, Abidjan, 83 p.
- Silou, T.1996. Le safoutier (*Dacryodes edulis*), un arbre mal connu. *Fruits*. **51**: 47-60.
- Silou, T., Rocquelin, G., Mouaragadja, I.,& Gallon, G. 2002. Chemical and nutritional characteristics of safou of Cameroun, the Congo-Brazzaville, the Congo-Kinshasa and Gabon. *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*. **79** (5):177-182.
- Tchuenguem Fohuo F.-N., Messi J. & Pauly A. 2001. Activité de *Meliponula erythra* sur les fleurs de *Dacryodes edulis* et son impact sur la fructification. *Fruits*, **56**: 179-188.
- Quisenberry, S. S. & Schotzko, D. J. 1994. Integration of plant resistance with pest management methods in crop production systems. *Journal of Agricultural Entomology*. **11**(3): 279-290.

## *Chapitre 2 : Les objectifs du travail*

## Chapitre 2

Le manque d'informations sur les ravageurs du safoutier constitue un des facteurs limitants susceptibles d'hypothéquer l'exploitation de cette culture. C'est la raison pour laquelle nous nous intéressons, dans le contexte du Gabon (province du Haut-Ogooué), à étudier l'entomofaune de cet arbre fruitier au sein des associations culturales présentes.

Notre objectif principal est de fournir des informations de base nécessaires sur l'entomofaune liée à cet arbre, en vue d'apporter à la science, et aux producteurs, des données indispensables à la mise en place de stratégies appropriées pour une production intégrée de safou. La question principale à traiter est donc la suivante : *Quelle est la nature et l'incidence des insectes liés au safoutier au Gabon, particulièrement dans la province du Haut-Ogooué ?*

Pour ce faire, nous avons entrepris d'appréhender cette problématique en adoptant une démarche de recherche en mode entonnoir, afin de nous permettre d'atteindre trois sous-objectifs, à savoir :

1. Déterminer l'intérêt du développement de la culture du safoutier.
2. Déterminer l'entomofaune globale (ravageurs, pollinisateurs et entomophages) existante dans le milieu, en rapport avec le safoutier, les cultures environnantes et l'environnement.
3. Identifier et décrire les ravageurs associés au safoutier, en déterminant leur importance et en proposant des voies éventuelles de contrôle.

La réalisation de ses sous-objectifs passe par la réponse aux questions subsidiaires suivantes :

- 1) Quelles sont les enjeux et les perspectives de valorisation de la culture du safoutier au Gabon ?
- 2) De quoi est constituée l'entomofaune associée au safoutier au Gabon au sein des jardins des cases et des environnements habités du Haut-Ogooué ?
- 3) Quels sont les principales espèces des ravageurs attirés par le safoutier suivant son environnement de culture ?

Il est important de souligner que cette thèse est un travail avant-gardiste de recherches nécessaires dans le domaine de la protection de la plante, pour accompagner le développement de la culture du safoutier. Il s'agit d'abord de déterminer les groupes systématiques d'insectes les plus courants, en rapport avec l'environnement et de leur activité sur l'arbre. Nous présenterons d'abord la culture du safoutier dans le chapitre 3, puis dans le chapitre 4 nous étudierons la composition et les caractéristiques floristiques des agroécosystèmes sélectionnés, et déterminerons l'occurrence des insectes y recensés. Dans le chapitre 5 nous identifierons les ravageurs essentiellement associés au safoutier, en fonction des environnements ruraux et urbains étudiés. Quelques mesures de contrôle seront formulées.

La réponse à chacune des questions posées sera traitée sous forme d'articles scientifiques regroupés au sein des chapitres constituant la substance de cette thèse.

A la suite de ces chapitres, il sera développé un sixième chapitre qui constituera la synthèse de l'ensemble des travaux. Il s'agira de ressortir les principales conclusions et perspectives de cette

## **Chapitre 2**

étude, sur la base desquelles il sera alors possible d'envisager ultérieurement des stratégies de lutte appropriées pour le contrôle des insectes d'intérêt agronomique sur le safoutier.

***Chapitre 3 : La culture du safoutier au Gabon***  
***(Revue bibliographique)***

### Introduction au Chapitre 3

La culture du safoutier est grandement étudiée dans la région d’Afrique centrale, particulièrement dans les pays comme le Cameroun (Kengué, 2002 ; Bratte, 2011; Kapseu, 2009; Tabuna and Tanoé 2009), le Nigeria (Leakey and Tchoundjeu, 2001 ; Okafor, 1983 ; Ajibesin, 2011) le Congo (Silou et al., 2002 ; Kinkéla et al., 2006), la République Démocratique du Congo (Awono et al., 2008) et le Gabon (Raponda-Walker and Sillans, 1961, Mbofung et al., 2002). C’est ainsi qu’il existe de nombreuses études relevant de domaines aussi distincts que complémentaires, et soulignant l’importance de ce fruitier dans tous ces pays. Cependant, le niveau d’investigations scientifiques au niveau du Gabon, reste de loin le plus faible de ces pays, malgré le fait que ce pays soit reconnu comme l’aire de plus grande diversité des espèces de Burseraceae auxquelles appartient le safoutier, *Dacryodes edulis* (Onana, 2008 ). Il faut souligner cependant que les travaux réalisés par quelques auteurs dans ce pays portent essentiellement sur les caractéristiques morpho-génétiques et biochimiques des fruits (Ondo-Azi et al., 2009 ; Ondo-Azi et al., 2013 ; Silou et al., 2002 ; Ella Missang et al., 2013 ; Todou et al. 2013), sur les propriétés thérapeutiques (Koudou et al. 2008) et les usages traditionnels (Raponda-Walker and Sillans, 1961), et sur la description de quelques maladies fongiques du safoutier (Mouaragadja and Mbatchi, 1994). Les domaines de l’agroforesterie, de la filière de production et commercialisation, de la diversité génétique des accessions, des performances agronomiques et de la protection de la plante constituent des champs d’investigations encore peu explorés. Pourtant, ce fruitier est vastement cultivé et ses fruits sont couramment commercialisés dans la quasi-totalité des villages et villes du Gabon. Au regard des habitudes alimentaires et culturelles des populations gabonaises, il semble à notre avis que le Gabon dispose des facteurs favorables à la valorisation de cette culture. La question est donc de savoir comment cette culture peut y être valorisée et quelles sont les enjeux et les perspectives qui y en découleraient ? Pour répondre à cette question, nous avons procédé à une étude analysant les potentialités du safoutier, dans le contexte du Gabon. L’objectif est de montrer l’importance de cette culture, et de mettre en relief les atouts et les contraintes susceptibles d’y permettre ou d’hypothéquer sa valorisation. Il s’agit d’une investigation se basant sur la littérature existante et des observations personnelles réalisées dans ce milieu. C’est une contribution scientifique qui vient s’ajouter aux données locales en vue d’apporter des informations scientifiques nouvelles. Pour ce faire, nous avons passé en revue les connaissances actuelles sur la culture du safoutier, puis avons traité de l’importance de l’arbre en y ressortant les potentialités et les perspectives de développement au Gabon.

#### Références bibliographiques.

Ajibesin K.K., 2011. *Dacryodes edulis* (G.Don) H.J. Lam: A review on its medicinal, phytochemical and economical properties. *Research Journal of Medicinal Plant*, **5** (1), 32-41.

### Introduction au Chapitre 3

- Awono, A. & Ingram, V. 2008. Etude de base de la filière *Dacryodes edulis* (safou) dans les provinces du Bas Congo et de Kinshasa (RDC). Rapport FAO, GCP/RAF/408/EC. <http://www.fao.org/forestry/24640-0421899bec61b2df0ee05ae26e285f4ed.pdf>, (17/11/2012).
- Bratte, L., 2011. Effects of partial replacement of dietary maize with African pear (*Dacryodes edulis*) seed meal on performance, nutrient digestibility and retention of broiler chickens in the humid tropics. *Asian Journal of Animal Sciences*. **5**(2): 127-135.
- Ella Missang C., Ondo-Azi, A. S., Le Quéré, J. M., & Baron A., 2013. Heterogeneity in Safou (*Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam). Fruit softening behaviour during storage. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. **4** (12), 3205-3215,
- Kapseu, C. 2009. Production, analyse et applications des huiles végétales en Afrique. *OCL Oléagineux, corps gras, lipides*. **16** (4), 215-229.
- Kengué, J. 2002. Fruits for the Future 3. Safou: *Dacryodes edulis* G. Don. UK: Southampton International Centre for Underutilized Crops. 148 p.
- Kinkéla, T., Kama-Niamayoua, R., Mampouya, D. & Silou, T., 2006. Variations in morphological characteristics, lipid content and chemical composition of safou (*Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. LAM according to fruit distribution. A case study. *Afri. J. Biotechnol.* **5** (12), 1233-1238.
- Koudou J., Edou P., Obame L.C., Bassolé I.H., Figueredo G., Agnani H., Chacahat J.C. & Traore A.S., 2008. Volatile components, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oil of *Dacryodes edulis* G. Don from Gabon. *Journal of Applied Science*. **8** (19), 3532-3535.
- Leakey, R.R.B. & Tchoundjeu, Z., 2001. Diversification of tree crops: Domestication of companion crops for poverty reduction and environmental services. *Experimental Agriculture*. **37**: 279-296.
- Mbofung, C.M.F., Silou, T., & Mouaragagja, I., 2002. Characterization of African pear (*Dacryodes edulis*) and evaluation of its potential as ingredients for production of nutritious biscuits. *Forests, Trees and Livelihoods* **12**: 105 – 117.
- Mouaragadja I. & Mbatchi B., 1994. Etude de la mycoflore pathogène du safoutier au Gabon. In: Kengue J. & Nya J., eds. *Actes du séminaire International sur la Valorisation du safoutier, 4-6 Octobre, 1994, Douala*.
- Okafor, J. C., 1983. Varietal delimitation in *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam (Burseraceae). *International Tree Crops Journal*. **2**: 255-265.
- Onana, J. M., 2008. A synoptic revision of *Dacryodes* (Burseraceae) in Africa, with a new species from Central Africa: *Kew bulletin*. **63**:385-400.
- Ondo-Azi, A. S., Ella Missang C. & Nguema N. P., Silou T., 2013. Analysing fruit shape in safou (*Dacryodes edulis*) fruit by using aspect ratio. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*. **3**(6)7-12.
- Ondo-Azi, A.S., Ella Missang, C., & Silou T. 2009. Classification of *Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam by using morphological and physical characteristics of the fruits: a statistical approach. *Forests, Trees and Livelihoods*. **19**: 99 – 109.



### Introduction au Chapitre 3

- Raponda-Walker A. & Sillans, R., 1961. Les plantes utiles du Gabon: *Essai d'Inventaire et concordance des noms vernaculaires et scientifiques des plantes spontanées et introduites, description des espèces, propriétés, utilisations économiques, ethnographiques, et artistiques*. éd. Paris, Paul Chevalier.
- Silou, T., Rocquelin, G., Mouaragadja, I., & Gallon, G. 2002. Chemical and nutritional characteristics of safou of Cameroun, the Congo-Brazaville, the Congo-Kinshasha and Gabon. *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*. **79** (5):177-182.
- Tabuna, H. &Tanoé, M. 2009. Facteurs explicatifs et développement de la consommation actuelle du safou (*Dacryodes edulis*) au Cameroun. World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Todo, G., Benoit, L., Coppens d'Eeckenbrugge, G., Joly, H. I., Onana, J-M. , Achoundong and Akoa, A., 2013. Comparaison des diversités génétiques de *Dacryodes edulis* (G.Don) H.J. Lam et de *Dacryodes buettneri* (Engel.) H.J. Lam (Burséracées), deux espèces forestières utiles en Afrique centrale. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **7**(3):1243-1254.

## Chapitre 3

### Article 1

#### **La culture du safoutier (*Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (Burseraceae)): enjeux et perspectives de valorisation au Gabon.**

**René Noel POLIGUI**, Isaac MOUARAGADJA, Eric HAUBRUGE, Frédéric FRANCIS.

(Article a été publié dans la revue BASE.2013 **17**(1), 131-147)

#### **Résumé**

Au Gabon, le safoutier (*Dacryodes edulis* (G.Don) H. J. Lam) est un arbre fruitier important de par sa valeur alimentaire, son rôle économique et sa place socio-culturelle. Ses fruits sont très appréciés et régulièrement commercialisés sur les marchés des grandes agglomérations urbaines. La production locale est limitée, mais suppléée par d'importantes importations en provenance des pays limitrophes. La culture du safoutier est répandue dans tous les milieux anthropisés, principalement dans les jardins de case. Le marché et les potentialités agronomiques de cette espèce n'ont pas encore été étudiés suffisamment au Gabon. Les recherches scientifiques effectuées dans les pays voisins ont révélé d'excellentes qualités nutritionnelles de la pulpe du fruit et des propriétés agro-alimentaires intéressantes des huiles extraites de la pulpe et du noyau du safou. Cependant, il n'existe aucune étude approfondie sur les ravageurs de *D. edulis* et leur contrôle. La modernisation de cette culture au Gabon, notamment en réduisant les pertes liées aux ravageurs et en valorisant tous les produits issus du safoutier, pourrait permettre d'envisager, dans le cadre d'un développement durable, d'importantes retombées économiques et industrielles.

**Mots clés:** *Dacryodes edulis*, culture fruitières, ravageurs, circuits de commercialisation, développement durable, Gabon.

#### **Abstract:**

In Gabon, the African plum (*Dacryodes edulis* [G. Don] H. J. Lam) is an important fruit tree because of its nutritional value, its economic and socio-cultural place. Its fruits are very appreciated and regularly sold on all major urban markets. Local production is limited but offset by significant imports from border countries. Culture is widespread in anthropized areas, mainly in house gardens. Market and agronomic potential of this species have not yet been sufficiently studied in Gabon. There is no detailed study of *D.edulis* pests and their control. Numerous scientific researches carried out in neighboring countries revealed excellent nutritional qualities of the safou pulp and interesting food properties of oil extracted from safou pulp and kernel. The modernization of this culture in Gabon, in particular by reducing the losses related to the pest and by exploiting advisedly all the products resulting from African plum tree, as part of a sustainable development, may allow important economic and industrial incomes.

**Keywords:** *Dacryodes edulis*, fruit tree crops, pests, marketing channels, sustainable development, Gabon.

## Chapitre 3

### Introduction

Le Safoutier (*Dacryodes edulis* (G.Don) H. J. Lam; Burseraceae) est un arbre fruitier originaire du Golfe de Guinée (Raponda-Walker et al., 1961 ; Aubréville, 1962 ; Kengué, 1990 ). Il est depuis longtemps exploité par les populations de l'Afrique centrale, principalement pour ses fruits comestibles, et aussi pour ses feuilles et son écorce utilisée dans la pharmacopée traditionnelle (Raponda-Walker et al., 1961). Au Gabon, il est vraisemblablement le fruitier local le plus cultivé, bien que sa culture demeure rudimentaire. Les fruits du safoutier (safou), localement appelés *atanga*, sont très appréciés et servent tant à l'autoconsommation qu'à la commercialisation. D'après Tabuna (1999), les safou sont non seulement commercialisés sur presque tous les marchés de la sous-région d'Afrique centrale, mais ils font aussi l'objet d'importants échanges internationaux en direction de l'Europe (France, Belgique, Angleterre, Portugal, Allemagne). La pulpe des fruits peut être transformée après cuisson en une pâte alimentaire (beure de safou) qui se conserve deux à trois mois après la récolte. Elle entre dans la composition de diverses recettes culinaires. A partir de la pulpe et du noyau de safou, on peut extraire une huile alimentaire et cosmétique (Tabuna et al., 2009). La plus part des recherches scientifiques menées sur *D.edulis* portent sur la caractérisation de la valeur alimentaire de sa pulpe et de son huile (Ajayi et al., 2006 ), sur les procédés d'extraction de l'huile (Silou, 1994; Kapseu, 2009) et sur les techniques de multiplication du safoutier (Kengué, 2002, Damesse et al., 2001). Sur l'ensemble de ces travaux scientifiques, très peu ont été réalisés au Gabon. A côté de ce manque d'informations scientifiques locales sur le safou, il existe un ensemble des facteurs limitant tels l'insuffisance de connaissances des producteurs et des pouvoirs publics sur les atouts du safoutier, notamment la contribution de l'espèce à l'économie des ménages, à la sécurité alimentaire, et comme un des éléments essentiels de la diversité végétale des jardins de case. Il en découle l'absence de centres de multiplication de matériel végétal sélectionné, et par conséquent l'absence d'exploitations modernisées et suffisamment productives, capables de satisfaire les besoins du pays en safou. Pourtant, la demande du marché gabonais en safou est forte, mais faiblement satisfaite par la production locale, donc suppléée par les importations, principalement en provenance du Cameroun (Temple, 1999). Au regard des atouts du safoutier et des contraintes relatives au développement de sa culture au Gabon, il apparaît important de développer davantage d'études pour mieux valoriser cette ressource dans ce pays. Cela pourrait parfaitement intégrer la dynamique de développement de l'agriculture péri-urbaine, notamment les cultures maraîchères en plein essor dans la sous-région (Nguegang, 2008). Le présent travail de synthèse s'inscrit dans cette perspective, avec comme objectif principal la prospection et l'indication des voies locales susceptibles d'y permettre le développement de cette culture. Pour ce faire, nous dresserons d'abord un état des lieux des connaissances sur le safoutier, en incorporant des données relatives à nos observations, et traiterons ensuite des enjeux et des perspectives liés à la valorisation de cette culture au Gabon.

## Chapitre 3

### 1. Etat des connaissances sur *Dacryodes edulis*

#### 1.1 Description et écologie

##### 1.1.1 Appellations

*Dacryodes edulis* (G.Don) H. J. Lam appartient à la famille des Burseraceae et est connu aussi sous plusieurs synonymes tels *Pachylobus edulis* G. Don (1832), *Canarium edule* Hook.F (1849) et *Pachylobus saphu* Engl. (1896). (Chevalier, 1916; Aubréville, 1962, Onana, 2008). *D. edulis* est aussi désigné sous différentes appellations vernaculaires spécifiques à chaque pays: *Atangatier* au Gabon, prunier au Cameroun, *NSafou* en République Démocratique du Congo, *Safu* à Sao Tomé. Les termes safoutier (arbre) et safou (fruit) constituent des appellations francisées conventionnellement utilisées dans tous ces pays (Kengué, 1990). Mais au Cameroun le fruit se nomme prune, et au Gabon il est désigné par *atanga* (Raponda-Walker et al., 1961; Aubréville, 1962). Les appellations anglaises (Onana, 2008) sont beaucoup plus nombreuses: *African pear tree*, *African black pear*, *African plum tree*, *Butter fruit tree*, *bush butter tree*.

##### 1.1.2 Description botanique

*Dacryodes edulis* est un arbre fruitier oléifère. Il est dioïque et sa taille varie entre 10 et 50m de haut (Chevalier, 1916), pour 70 à 105cm de diamètre (Kengué, 1990) (figure 1). Le fût de *D.edulis* est généralement droit et cylindrique, les feuilles sont composées paripennées à imparipennées, alternes, et l'inflorescence est une panicule axillaire. Les fleurs sont unisexuées, mais certains arbres sont hermaphrodites (Kengué, 1990). Le fruit est une drupe de 4-15cm x 3-6cm ayant un noyau formé de deux cotylédons subdivisés chacun en cinq lobes.



Figure 1: Silhouette de grand safoutier en milieu anthropisé.

**Légende:** Arbre fructifère très haut au village Boumango (A) ; Tronc d'un grand arbre âgé de plus de 40 ans au village Ossouélé (B).

### Chapitre 3

Il existe une grande variété de formes de fruits qui ont conduit certains auteurs à caractériser récemment 14 clones de safou au Cameroun (Ndindeng et al., 2008). Nos observations au Gabon ont permis de déterminer plus d'une vingtaine de types de fruits (figure 2), expression d'une diversité variétale qui reste à valoriser.

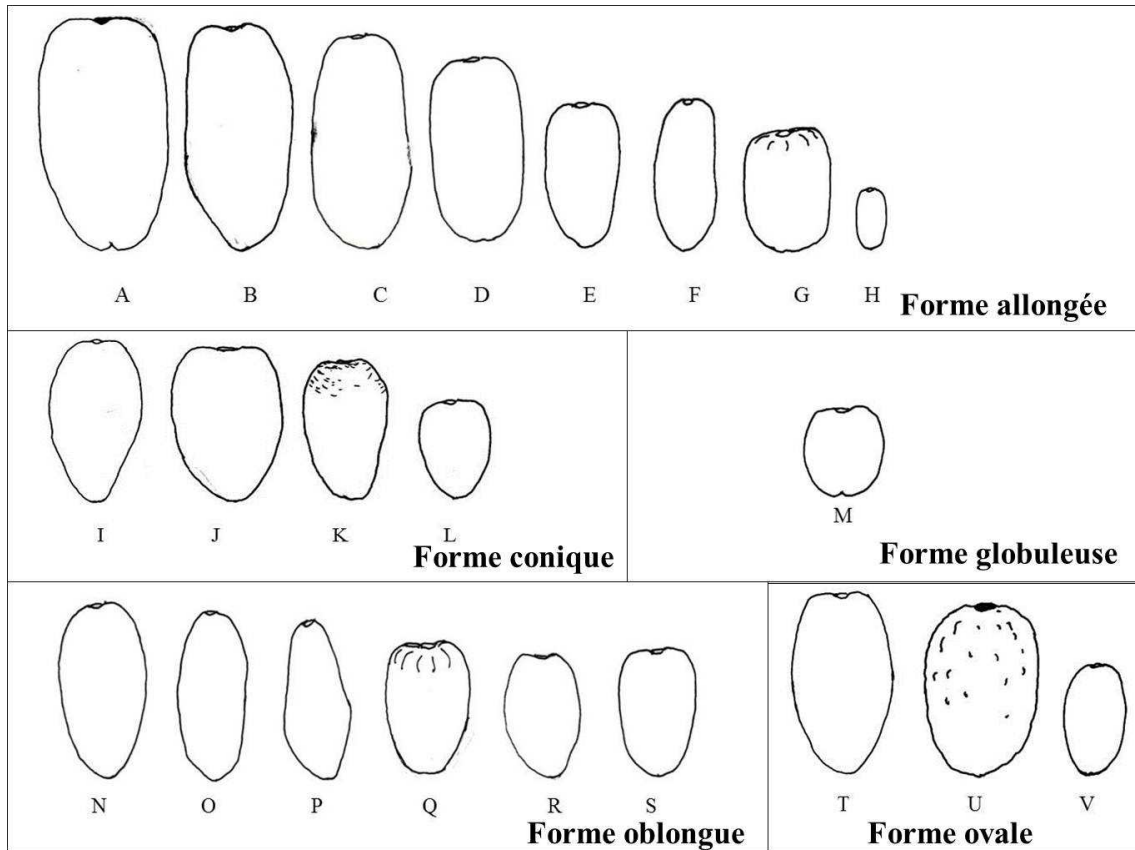


Figure 2 : Diversité des types de safou trouvés sur le marché de Libreville (1/4 grandeur nature, août 2010, Gabon).

**Légende :** Cette diversité de safou se traduit par:

- cinq formes de fruits (*forme allongée*: fruits A, B, C, D, E, F, G, H; *forme conique*: fruits I, J, K, L; *forme globuleuse*: fruit M; et *forme oblongue*: fruits N, O, P, Q, R, S; *forme ovale*: fruits T, U, V);
- trois types de calibres (les petits fruits: G, H; les moyens: E, F, K, L, R, Q, S, V; et les gros fruits: A, B, C, D, G, I, J, G, N, O, P, U);
- trois gammes de couleurs (bleu avec variantes: D, I, H, L, M, T, U, Q, V; violet avec variantes: B, C, E, F, G, J, K, N, O, P, R, S et blanc grisâtre: A);

Au cours de nos travaux, nous avons observés sur le marché de Libreville (Gabon) une vingtaine de types des fruits différents par la forme, la couleur et la taille, comme le montrent la Figure 2 et le tableau 1. Dans ses travaux, Kengué (1990) relève au moins dix formes caractéristiques des fruits trouvés sur le marché, et dont la conformation géométrique peut-être oblongue, ellipsoïde, conique, ovale, globuleuse, avec des sillons longitudinaux, des épaulements ou des bosselures. Selon Okafor (1983), il existe deux variétés dont *D. edulis var.edulis* et *D. edulis var.parvicarpa* J.C.Okafor. La première variété citée est caractérisée par une ramification verticillée ou subverticillée et des fruits

### Chapitre 3

plus gros avec une pulpe épaisse. Par contre *D. edulis var. parvicarpa* a des fruits plus petits avec une pulpe mince.

Tableau 1: Caractéristiques morphologiques des types de safou sur le marché de Libreville.

Types	Longueur r (mm*)	Diamètre (mm*)	Masse Fraîches (g*)	Forme	Couleur	Epiderme	
Petits	G	30±2,5	15±2,0	40±2,0	allongé	bleu violacé	lisse
	H	40±3,9	35±3,0	45±2,3	globuleuse	bleu violacé	lisse
Moyens	V	50±6,7	30±2,5	35±1,5	ovale	bleu rosâtre	lisse
	L	50±7,8	30±3,0	38±1,8	conique	bleu rosâtre	lisse
	S	60±6,5	30±2,8	75±3,5	oblongue	violet rosâtre	lisse
	R	60±5,1	30±2,2	90±6,0	oblongue	violet verdâtre	lisse+ épaulement
	E	60±7,5	30±2,9	88±4,5	allongé	violet rosâtre	lisse
	Q	60±6,8	35±3,5	90±5,0	oblongue	bleu violet	lisse
	K	70±8,1	35±3,2	70±3,8	conique	violet terne	squameuse
	F	70±4,7	30±2,6	64±3,0	allongé	violet rosâtre	lisse
	O	80±5,8	30±3,0	78±4,0	oblongue	violet verdâtre	lisse
	U	80±6,3	35±2,9	81±4,2	ovale	bleu	lisse+bosselure
Gros	N	80±7,4	30±4,0	80±3,8	oblongue	violet bleuâtre	lisse
	P	80±7,1	35±2,7	80±3,6	oblongue	violet rosâtre	lisse
	D	80±5,7	40±5,0	80±3,9	allongé	bleu verdâtre	lisse
	J	80±6,5	37±4,8	80±4,5	conique	violet bleuâtre	lisse
	G	80±7,2	30±3,7	80±5,3	allongé	violet bleuâtre	sillons longitudinaux
	T	100±9,3	50±7,0	125±8,0	ovale	bleu	lisse
	C	100±13,2	45±3,6	125±7,3	allongé	violet rosâtre	lisse
	I	100±8,9	50±4,4	125±9,8	conique	bleuâtre	lisse
	B	100±8,5	50±5,0	125±7,6	allongé	violet rougeâtre	tacheté
	A	105±15,4	54±4,7	125±8,4	allongé	gris blanchâtre	squameuse

**Légende:** \*Chaque Ecart-type résulte des mesures de dix fruits. Ces données représentent les caractéristiques morphologiques de 220 fruits que nous avons observées sur quatre marchés de Libreville (carrefour Nzeng-Ayong, échangeur Awendjé, Gare routière, carrefour Charbonage). Chaque lettre (A à V) correspond à un type de fruits dont les caractéristiques morphologiques intrinsèques sont constituées par la forme (voir figure 1), la couleur, et l'aspect de l'épiderme. Malgré la diversité typologique des fruits, il se dégage trois catégories des safou (gros, moyens et petits calibres).

Cependant, les récents travaux de Todou et al. (2013) n'ont pas permis de détecter une diversité variétale entre safoutiers du Gabon et du Cameroun. Sa ramification a tendance à être opposée ou bifurquée. Par ailleurs, nous souhaitons relever ici le fait que les informations relatives aux mensurations du safoutier et de ses fruits varient souvent d'un auteur à un autre. Ainsi, Chevalier (1916) rapporte que le safoutier peut avoir jusqu'à 50 mètres de hauteur, lorsqu'il pousse en milieu forestier où il est livré à la compétition avec d'autres arbres. Kengué (2002) situe la hauteur de l'arbre à 30 mètres, Anegbeh et al. (2005) entre 4 et 22 mètres, et Kinkéla et al. (2006) entre 8-12mètres de

### Chapitre 3

hauteur. On peut multiplier des exemples similaires concernant la longueur du fruit, la production et le rendement de safou et d'huile. Les différences des chiffres (grandeurs mesurables) ne relèvent pas de la spécialité des auteurs, mais de la variabilité des arbres selon leur âge, leur milieu écologique et leurs caractéristiques propres. En réalité, les informations sur le safoutier ne sont pas encore définitivement fixées, la variabilité de l'arbre et les investigations des aires de culture non explorées apporteront fort probablement des informations nouvelles élargissant les données récoltées antérieurement.

La figure 3 illustre certaines de ces formes que nous avons observées au Gabon.

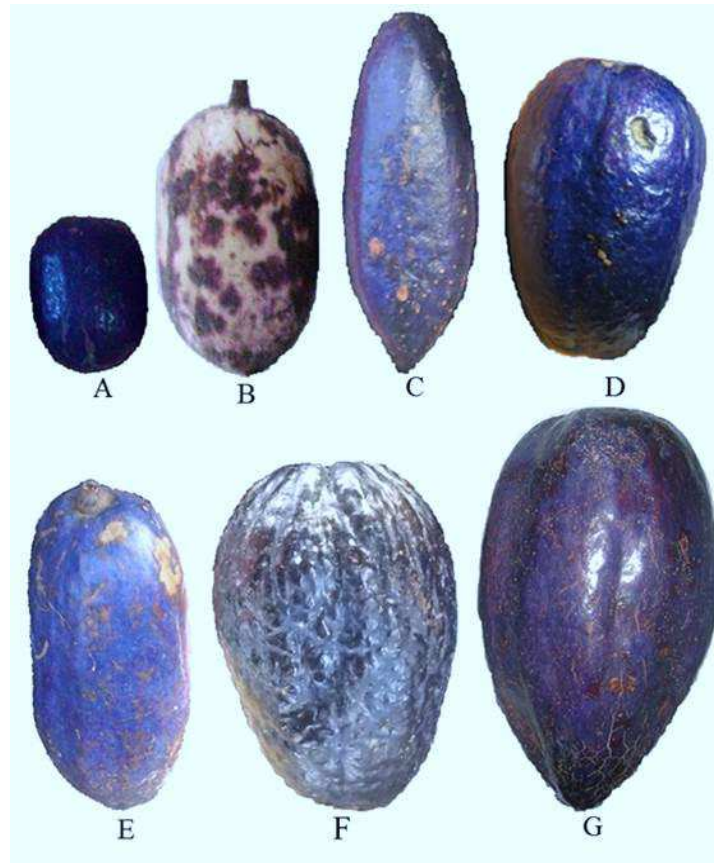


Figure 3: Diversité morphologique des fruits mûrs.

**Légende:** Les fruits sont représentés des plus petits aux plus gros. **A** : petit fruit ovale et bleu foncé, **B** : fruit moyen blanc avec macules brunes, **C** : fruit moyen oblongue et bleu violacé, **D** : fruit moyen ovale et bleu azur, **E** : fruit allongé et bleuet, **F** : grand fruit ovale et bleu ardoise, **G** : Gros fruit conique et violet.

Ces variations morphologiques des fruits seraient liées aux conditions pédo-climatiques et aux facteurs génétiques (Silou, 1994; Anebeh et al., 2005;). Cette variabilité génétique traduit d'énormes possibilités de sélection et d'amélioration de safou (Kengué, 2002).

#### 1.1.3 Phytogéographie

*D. edulis* est un arbre fruitier très cultivé en milieu traditionnel africain, dans les zones équatoriale, tropicale humide ou tropicale d'altitude. C'est une plante extrêmement rustique qui s'accommode d'une vaste gamme de conditions d'ensoleillement, de température, de pluviométrie et de sol (Kengué,

## Chapitre 3

1990). Il est originaire du Golfe de Guinée (Aubréville, 1962). Selon Onana (2008), il est cultivé dans plusieurs pays d'Afrique tropicale (Angola, Cameroun, Congo Brazzaville, République de Centre Afrique, République Démocratique du Congo, Gabon, Nigeria, Guinée Equatoriale et République de Sao Tomé et Principe). Sa présence a été aussi signalée au nord du Zimbabwe et en Ouganda (Troupin, 1950). Il a été introduit au Ghana, en Côte d'Ivoire et en Malaisie (Sonwa et al., 2002).

### 1.1.4 Ecologie

Dans son aire de culture, *D. edulis* s'adapte très facilement à de nombreux types d'écosystèmes. Au Gabon, la régénération naturelle du safoutier est si fréquente qu'elle explique en partie son abondance dans les concessions et les espaces anthropisés. Il pousse aussi facilement derrière les cases, même sans avoir été planté par l'homme, au milieu des ordures ménagères jetées dans l'arrière-cour de l'habitat. Isseri (1998), rapporte que les températures annuelles moyennes favorables au développement du safoutier, dans le contexte du Cameroun, sont comprises entre 23 et 25°C, correspondant à la zone partant de la vallée du Ntem jusqu'à l'escarpement de Ngaoundéré. Par ailleurs, il relève qu'au niveau de la zone agroécologique des Hauts Plateaux de l'Ouest où la température moyenne annuelle se situe autour de 20°C, la croissance est très lente et l'entrée en production des safoutiers est tardive (cinq à sept ans). Par contre, selon le même auteur, pour les zones de Kribi, Douala et Limbé situées au bord de l'océan Atlantique (avec des précipitations moins favorables) où les températures moyennes annuelles sont de l'ordre de 26°C, la croissance végétative prend le pas sur la fructification et rend peu rentable l'exploitation du safoutier. La pluviométrie idéale se situe entre 1.400 et 2.500mm (Kengué, 1990; 2002). Ainsi, grâce à cette plasticité écologique, *D. edulis* se développe aussi bien en basse altitude depuis le niveau de la mer qu'à une altitude de 1.000m. Un éclaircissement suffisant des houppiers des arbres permet non seulement un meilleur butinage par les insectes, mais évite une humidité susceptible de favoriser les maladies cryptogamiques (Mouaragadja et al., 1994).

### 1.2 Phénologie

#### 1.2.1 Croissance et développement

La croissance du safoutier est rythmique, et se fait en vagues successives au cours desquelles se mettent en place des organes tels que les feuilles, les bourgeons et les entre-nœuds. Selon Kengué (1990), une vague de croissance dure environ deux mois et se fait en cinq stades : le débourrement du bourgeon (dix jours), l'allongement des entre-nœuds (huit jours), la croissance foliaire (dix jours), la maturation foliaire (dix jours) et le repos végétatif (21 jours). Les vagues de croissance sont plus fréquentes chez les jeunes arbres, et ont généralement plus lieu en saison sèche (Kengué, 1990). Kengué (2002) souligne également que sur un même safoutier, les rameaux dans une zone bien délimitée du houppier, peuvent avoir un comportement phénologique totalement différent d'une autre zone. On peut ainsi distinguer une aire en pleine croissance végétative alors que l'autre est



## Chapitre 3

complètement en repos. Dans certains cas, une partie de la couronne est en fleur ou en fruit alors que le reste est soit en repos, soit en croissance végétative (figure 4). Ce phénomène est appelé l'erratismo. La période juvénile dure quatre à six ans et prend fin avec la floraison suivie de la fructification (Kengué, 1990).



Figure 4: Expression d'erratismo chez un safoutier de Franceville (Quartier sable, Gabon).

**Légende :** La partie centrale de l'arbre est defeuillue mais porte des fruits de différents âges, tandis que les parties latérales sont à peine au début de leur floraison.

### 1.2.2 Floraison et fructification

La floraison du safoutier est axillaire (est initiée à la base de l'aisselle des feuilles et des rameaux). Le bourgeon apical reste végétatif pour assurer la croissance ultérieure. La floraison du safoutier est étalée, et dure environ un mois par arbre et trois mois pour la population totale des arbres.

Les arbres mâles fleurissent chaque année, tandis que les arbres femelles observent un à trois ans de repos de production (phénomène d'alternance), du fait de l'épuisement de leurs réserves après la production des fruits. Ce phénomène d'alternance et d'irrégularité de production est bien connu chez d'autres espèces fruitières (Kengué, 2002). La pollinisation du safoutier est principalement effectuée par les insectes, notamment *Apis mellifera adasonii* Latreille (Kengué, 2006) (figure 5), et *Meliponula erythra* Schletterer (Tchuenguem et al., 2001).

### Chapitre 3



Figure 5: Inflorescence femelle du safoutier fréquentée par une abeille.

Le fruit arrive à maturité cinq mois après la floraison (Omokhua et al., 2009). Mais sur une même inflorescence fructifère portant des fruits d'âge différents, le mûrissement se fait de façon successive, en commençant par les premiers formés (figure 6).

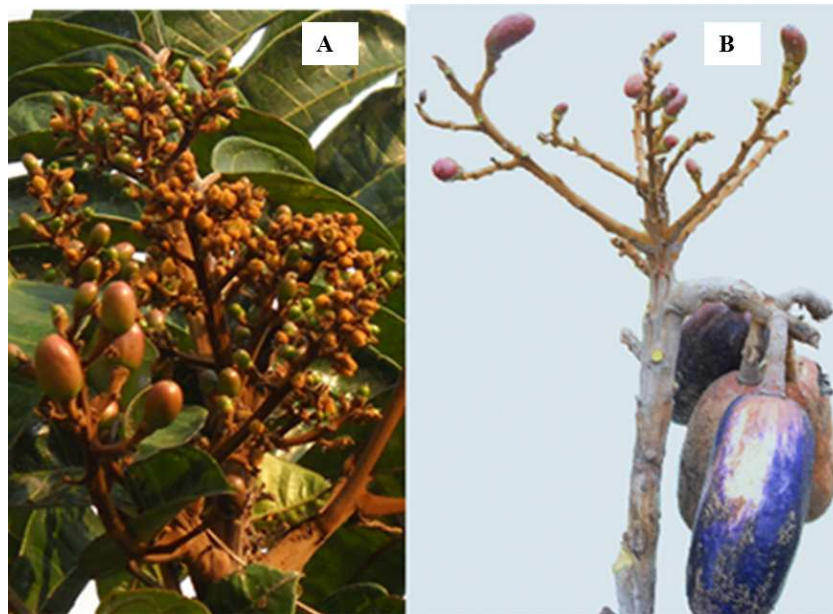


Figure 6: Inflorescences fructifères.

**Légende:** Inflorescence portant fleurs et jeunes fruits de différents âges (A) ; grappes avec fruits de deux cycles de production (B), on y voit des jeunes fruits roses à peine formés (au-dessus) et des fruits mûres (en bas et à droite).

Par ailleurs, il existe des cas de développement parthénocarpique des safou (Kengué, 1990; Anegbeh et al., 2005). La multiplication végétative de ces individus produisant des fruits sans noyaux pourrait permettre des applications industrielles et commerciales intéressantes. Le pic de floraison est atteint entre janvier et février au nord de l'équateur, tandis qu'au sud il est observé entre août et septembre (Kengué, 2002). Dans la province du Haut-Ogooué (Gabon), nous avons observé que la floraison est

## Chapitre 3

initiée en août, la fructification commence en septembre et la pleine maturité de la majorité des fruits intervient en janvier. Ces étalements de la floraison, de la fructification et de la maturité des fruits, permettent non seulement de trouver le safou toute l'année dans les plus grands marchés de l'Afrique centrale (figure 7), mais aussi d'alimenter des échanges réciproques entre les pays concernés.

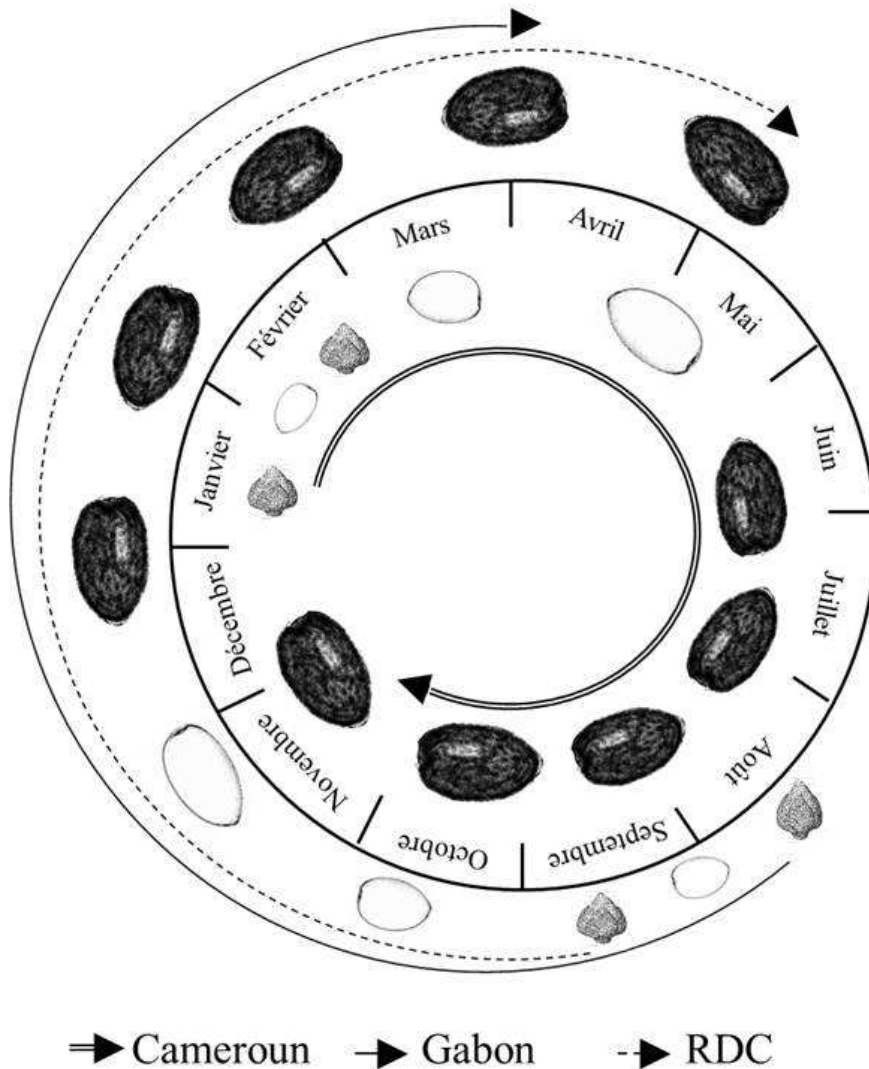


Figure 7: Cycle de formation du safou dans trois pays d'Afrique centrale montrant l'inversion phénologique entre le nord et le sud de l'équateur climatique.

**Légende:** les trois principales phases de fructification du safoutier sont la floraison (représentée par le bouton floral), la croissance du fruit (représentée par le fruit clair), et la maturité du fruit (représentée par le fruit sombre).

### 1.3 Aspects agronomiques

#### 1.3.1 La multiplication du safoutier

**La multiplication par la graine** est la technique la plus pratiquée, mais elle ne garantit pas toujours la reproductibilité des caractères parentaux que les cultivateurs recherchent. Les graines doivent être fraîches, intactes et provenir des fruits mûrs. En effet, à maturité, la graine présente déjà à l'intérieur

## Chapitre 3

de l'endocarpe une radicule longue d'environ deux centimètres. Il est donc important que dès la récolte ces fruits ne subissent pas de chocs (pour éviter la dislocation de la graine). La germination des noyaux a lieu entre 14 et 30 jours après semis et son taux peut atteindre 95 à 100% si le semis a lieu rapidement après la récolte (Kengué, 1990). Selon Agbogidi et al. (2007), un prétraitement des graines de *D. edulis* à l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) dilué à 5% pendant 20 minutes permet, neuf jours après le semis, une augmentation significative de leur germination (90%) et une croissance plus rapide des jeunes plants. Dix semaines après émergence des plantules, par rapport aux traitements témoins (sans acide), la hauteur moyenne des plants augmente de 23,27% (soit 19,6 cm contre 15,9 cm), le nombre moyen des feuilles augmente de 31,25% (soit 4,2 feuilles contre 3,2 feuilles), la surface foliaire moyenne augmente de 49,59% (soit 18,4 cm<sup>2</sup> contre 12,3 cm<sup>2</sup>), et le diamètre moyen du collet augmente de 40% (soit 1,5 cm contre 0,9 cm). Cette technique n'est certes pas recommandable pour les paysans en raison des risques liés à l'utilisation d'un acide, même dilué, mais elle pourrait servir à des structures de recherches pour obtenir un taux de germination en peu de temps.

**Par la multiplication végétative**, il est possible d'obtenir avec un succès relatif, des plants conformes à leur pied-mère, ce qui garantit une production de fruits de la qualité recherchée. Les premiers essais de bouturage réalisés à partir des boutures prélevées sur des arbres adultes, sur des rejets de souches ou sur des rejets des charpentières (taillées au préalable), n'ont pas émis de racines adventives. Le bouturage ne permet donc pas encore de multiplier avec succès le safoutier (Kengué, 2002). Par contre, Damesse et al. (2001) ont obtenu, par le greffage par approche, un taux de soudure des pousses de 79%, alors que Kengué (2006), avec des greffons prélevés sur les rejets de marcottes jeunes, n'a obtenu que 12 % de réussite. Ces résultats sur le greffage traduisent la possibilité de rejuveniliser les arbres adultes aux caractères bien déterminés. Le greffage de jeunes plants ne présente aucun intérêt pour la sélection, car ces derniers demeurent génétiquement inconnus, tout comme les graines (Kengué, 2002). Actuellement, la voie de multiplication végétative la plus efficace et la plus pratique est le marcottage aérien qui permet d'obtenir jusqu'à 80% de réussite (Kengué, 1990; Mialoundama et al., 2001).

En ce qui concerne la culture *in vitro* de *Dacryodes edulis*, les travaux réalisés par Youmbi et al. (2001) ont permis d'obtenir 50% de plantules viables. Ces résultats sont certes prometteurs, mais traduisent le besoin d'affiner la technologie afin de permettre une application pratique et plus efficace pour la multiplication de cette espèce.

### 1.3.2 La pépinière

La pépinière est essentielle à la mise en place d'un verger de safoutiers. Elle permet d'acclimater et de sélectionner les plants de safoutiers les plus vigoureux. Selon Kengué (2002), la pépinière doit être mise en place pendant le pic de production de safou, afin d'avoir les meilleures graines et d'éviter les fruits de début et de fin de saison qui sont parfois issus de pollinisations déficientes et renferment des graines mal conformées ou non viables. Les critères de choix des graines à semer sont la grosseur du

## Chapitre 3

fruit, son goût et la productivité de l'arbre mère. Par contre la pépinière des plants issus de la multiplication végétative est à programmer en fonction de la période de sevrage du type de matériel végétal utilisé (plants *in vitro*, marcottes). Selon le même auteur, les jeunes pousses (prélevées sous les pieds-mère) et les marcottes, à défaut d'être plantées directement au champ, peuvent aussi être mises en pépinière (dans des sachets en polyéthylène, ou des petits paniers en fibres végétales) pour acclimatation, lorsque les conditions climatiques l'exigent. Les plants, quelle que soit leur origine, peuvent séjourner cinq à huit mois en pépinière en fonction de la date de mise en place (semis, transplantation des marcottes ou jeunes pousses) et de la date de début de la saison de pluies nécessaire pour la plantation en champs (Kengué, 2006). Le même auteur indique que l'entretien de base de la pépinière consiste en l'arrosage (dont la fréquence est en moyenne deux fois par semaine, suivant les conditions locales d'humidité), au désherbage et si nécessaire à l'application des traitements phytosanitaires contre certains ennemis tels que les insectes (criquets, chenilles), les maladies cryptogamiques (anthracnose) et les escargots. La lutte contre les rongeurs (qui sont friands des cotylédons et des jeunes pousses tendres) peut se faire au moyen de rodenticides, de pièges ou de protections physiques comme le grillage.

### 1.3.3 La plantation au champ

Le mode traditionnel de plantation du safoutier est le semis direct des noyaux ou des jeunes pousses (sauvageons). Les jeunes plants issus de la pépinière garantissent un meilleur développement au champ, parce qu'ils sont vigoureux et peuvent, non seulement bien supporter le stress de transplantation dans un nouveau milieu, mais aussi exploiter plus facilement les ressources édaphiques (Kengué, 2006). La densité recommandée pour le semis au champ est de 80 à 150, voire 200 arbres à l'hectare (Silou, 1996). Durant leurs cinq premières années de croissance, le safoutier a un système d'enracinement et une frondaison qui ne gênent pas les cultures qui peuvent lui être associées. C'est pour cette raison que, pour mieux valoriser le terrain en attendant l'entrée en production, il est recommandé d'y introduire des cultures intercalaires telles que l'arachide (*Arachis hypogaea* L.), le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) et le maïs (*Zea mays* L.).

### 1.3.4 La conduite de la culture

La conduite paysanne de la culture du safoutier consiste en peu de soins, surtout lorsque les arbres sont situés dans des anciens campements ou des vieux villages, et des champs de brousse. Ces soins se résument essentiellement au sarclage autour du pied, au rabattage des adventices et des lianes qui envahissent le pied ou la frondaison de l'arbre. La fumure (matière organique et/ou engrais), la taille (des branches adventives ou mortes), l'irrigation (arrosage), et dans une certaine mesure la protection phytosanitaire (insecticides surtout), sont plus fréquemment pratiquées sur les safoutiers des jardins de case, des rares vergers commerciaux et surtout dans les centres de recherches qui disposent de vergers de collections, à l'instar des stations de Nkolbisson et de Barombi-Kang au Cameroun (Kengué,

## Chapitre 3

2002). Il est à rappeler toutefois que le safoutier se développe naturellement bien dans son aire de culture, sans nécessiter le recours aux engrais. De même, certains pesticides autrefois indiqués (Endosulfan, Benomyl) contre les ravageurs et les maladies cryptogamiques sont maintenant interdits. Dès lors, lorsque la nécessité est avérée, tout traitement chimique devrait nécessiter l'avis d'un spécialiste.

### 1.3.5 Les maladies et ravageurs du safoutier

Les travaux réalisés jusqu'à ce jour sur la protection sanitaire du safoutier mettent en relief quelques maladies et certains ennemis qui méritent des investigations scientifiques approfondies pour permettre une meilleure production de fruits (Kengué, 2002). **Les maladies** du safoutier ont été peu étudiées, certainement à cause de la fausse impression d'absence des dégâts graves (Leakey et al., 2001). Pourtant, Kengué (2002) fait état, au niveau de la collection de Minkoameyos (Cameroun), de certaines maladies racinaires d'origine cryptogamiques non encore identifiées, observées sur les pieds issus de marcottes. De même, dans leur étude sur la mycoflore du safoutier au Gabon, Mouaragadja et al. (1994) relèvent que le dessèchement (le die-back) des rameaux du safoutier est dû à *Botryodiplodia theobromae* Pat, et que l'anthracnose due à *Colletotrichum gloeosporoides* (Penz. et Sacc.) s'attaque aux feuilles, aux rameaux (qui peuvent dépérir en cas de fortes infections) et même aux fruits. A côté de ces pathologies, il existe d'autres maladies comme la gale des fruits (due au genre *Gloeosporium*). Des études sur la biologie, l'épidémiologie, la quantification des dégâts et les moyens de lutte contre ces agents phytopathogènes restent à approfondir. Par ailleurs, Nwugo et al. (1989) ont montré que 35-65% des fruits sont attaqués en post-récolte par trois principaux agents fongiques : *Botryodiplodia theobromae* Pat., *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb) et *Aspergillus niger* (Van Tieghem).

**Les insectes ravageurs et les animaux déprédateurs du safoutier**, tout comme les maladies, ne sont pas suffisamment étudiés (Kengué, 2002). Toutefois, des attaques de feuilles de la pyrale rouleuse *Psara pallidalis* Hampson (Lepidoptera : Pyralidae) ont été signalées au Cameroun (Kengué, 2006). En 1996, nous avons également observé des fortes attaques de ce lépidoptère au Gabon (figure 8). Au niveau des fruits, Kengué (2002) rapporte que 50% de cas de chute prématurée des safou sont imputables à *Carpophilus* sp. (Coleoptera, Nitidulidae). Il souligne également la présence d'un foreur du tronc qui reste à identifier, mais dont les fortes infestations conduisent au dessèchement des rameaux et à la mort de l'arbre.

De nos observations au Gabon, les principaux oiseaux déprédateurs de safou sont *Colius striatus* Gmelin (figure 9), *Ploceus nigerrimus* Vieillot, *Pycnonotus barbatus* Desfontaines, *Tockus fasciatus* Shaw, *Bycanistes fistulator* Cassin et *Corvus albus* Müller. Quelques mammifères primates comme *Cercopithecus cephus* L et *Cercopithecus nictitans* L. sont aussi reconnus en milieu paysan du Gabon comme des consommateurs des fruits des safoutiers de forêt. Tout comme pour les maladies, la lutte contre les ravageurs du safoutier passe par les études sur leur biologie, leur épidémiologie et dégâts, et les moyens et stratégies de lutte appropriées.



## Chapitre 3



Figure 8 : Dégâts de *Psara pallidalis* (arbres attaqués à Oss-Kama, photos I. Mouaragadja, 1996).

**Légende** : arbre entièrement défeuillu (A), arbre au feuillage brûlé (B).



Figure 9 : *Colius striatus* consommant les fleurs mâles de safou.

### 1.3.6 La récolte

La récolte intervient lorsque le fruit mûr acquiert la couleur bleu foncé, bleu violet, bleuâtre, violet, verdâtre, bleu panaché de blanchâtre ou de rose, ou blanc grisâtre ponctué de taches sombres ou ayant seulement une extrémité entièrement bleuâtre, selon les accessions (variétés non formellement caractérisées). Les fruits sains peuvent rester longtemps attachés au pédoncule, ce qui permet de retarder la récolte, mais en courant le risque de perdre beaucoup des fruits à cause des dommages que causent les oiseaux (Kengué, 2006). Lorsqu'elle est décidée, la récolte de safou nécessite certaines précautions pour préserver l'intégrité des fruits et éviter le ramollissement qui est la principale cause de pertes post-récoltes. Selon Kengué (2002), pour éviter les pertes rapides des fruits, il est conseillé de programmer la récolte par temps sec (lorsque la rosée s'est complètement évaporée), de récolter le fruit avec un petit bout de pédoncule, d'éviter la chute des fruits (car toute lésion sur le safou constitue le point de départ de son ramollissement).

## Chapitre 3

### 1.3.7 Le rendement

Le rendement d'un safoutier est fonction de l'âge, de l'accession et aussi du climat (Awono et al., 2008). En effet, un arbre adulte peut produire par saison entre 220 kg et 340 kg de fruits dont on peut extraire 40 à 50 kg d'huile (Silou, 1994; Kapseu, 2009) de pulpe et 10 à 12 kg d'huile de la graine (Silou, 1994; Law 2010). Ajiwe et al. (1997) situent la teneur en huile de la graine (sèche) de safou à 27, 3%, tandis qu'Arisa et al. (2008) ont réussi à obtenir une teneur de 50%. Cette différence réside dans la méthode d'extraction et les propriétés des arbres et la maturité des fruits. L'huile de la graine est de composition chimique similaire à l'huile de la pulpe (Ajiwe et al., 1997; Silou, 1994). Ainsi, le rendement en safou d'un hectare de 100 safoutiers (95 femelles et 5 males) pourrait être théoriquement estimé entre 22 et 34 t/ha. Cela correspond à un potentiel de 4-5 t/ha d'huile de pulpe, et au moins 1 t/ha d'huile de graine, soit une production totale d'huile (pulpe et graine) de 5-6 t/ha. Ce rendement peut être doublé si l'on augmente la densité des safoutiers à 200 arbres par hectare (Silou, 1996), ce qui constitue un potentiel intéressant pour l'exploitation industrielle, notamment la production d'huile pouvant servir au bio-carburant (Law, 2010).

### 1.3.8 La Conservation et la transformation des fruits

Conservés à milieu ambiant (25-30°C), les fruits se ramollissent au bout de trois à cinq jours après la récolte (Kengué 2002; Silou et al., 2007). Cette périssabilité liée à la nature même du safou entraîne des pertes post-récoltes pouvant atteindre 50 à 65% (Nwufo et al., 1989; Silou et al., 2007; Kengué, 2002). Au Gabon, les paysans transportent dans un même panier les fruits mélangés aux feuilles du safoutier, pour prolonger leur durée de conservation jusqu'à trois jours. Au Cameroun, les paysans parviennent à conserver pendant sept à dix jours les safou mélangés à des citrons (Noumi et al., 2006). Le safou en provenance du Congo (Brazzaville) arrive au Gabon (Franceville) dans des paniers dont les parois et l'intérieur sont garnis des feuilles de *Maprounea africana* Müll.Arg. (Euphorbiaceae), de sorte que les fruits arrivent bien frais et peuvent être conservés et commercialisés durant cinq jours. Il n'y a pas encore d'étude sur l'effet de ces feuilles, ni du citron, sur la durée de conservation des safou frais. Les fruits cuits et dénoyautés, salés ou non, sont emballés dans les feuilles de marantacées (*Haumania liebrechtsiana* (De Wild. & T.Durand) J.Léonard, *Thaumatococcus daniellii* (Bennett) Bent) et conservés sur le fumoir (au-dessus du feu) pendant un à quatre mois. Outre ces techniques de conservation artisanale, il existe des moyens modernes permettant une conservation plus longue du safou. Ainsi, selon Kengué (2006), la réfrigération à 4°C peut conserver jusqu'au-delà d'une semaine la qualité du safou, tandis que la congélation entre -10 et -20°C conserve le safou en gardant sa fermeté et sa fraîcheur initiale au-delà de 6 mois.

La pulpe fraîche de safou peut être aussi séchée, en morceaux épais ou fins, à l'aide des séchoirs (électrique, solaire) et conditionnée dans des sachets plastiques (Kapseu, 2009). A côté du safou séché, Tabuna et al.(2009) dénombrent au Cameroun quatre produits dérivés de la transformation du safou



## Chapitre 3

frais : l'huile de safou, la pâte de safou, l'huile essentielle de safou, et les produits cosmétiques. Selon ces auteurs, l'huile essentielle est extraite par distillation du safou frais découpé en morceau. L'extraction d'huile donne aussi un tourteau utilisable dans l'alimentation animale (Ndamba, 1989).

### 1.4 L'importance économique de la plante

Silou et al. (2007) ont estimé que la région de Boko au Congo Brazzaville produit de 1.063 à 4.220 tonnes de safou frais selon les saisons. Temple (1999) a évalué la production camerounaise en safou à 13000 tonnes (surface non déterminée), et rapporte qu'en 1997, 89 tonnes de safou ont été exportées par le Cameroun vers Gabon. Il existe d'importants circuits informels de commercialisation de safou entre le Cameroun, le Congo, le Gabon, la Guinée Equatoriale et le Nigéria (Tabuna, 1999 ; Temple, 1999). Pour sa part, Tabuna (1999) relève qu'environ 105 tonnes de safou sont exportées chaque année de l'Afrique centrale vers l'Europe (France, Belgique).

Le prix au kilogramme en 1999 était de l'ordre de 1.000 F.CFA (1,5€) au Cameroun (Temple, 1999), de 359 à 558 F.CFA (0,55-0,85 €) en 2008 en République Démocratique du Congo (Awono et al., 2008), et de 2.171 F.CFA (3,3€) en 2010 au Gabon (observations personnelles, voir tableau 2). Sur le marché de Libreville (Gabon), les fruits proviennent majoritairement du Cameroun, et le prix varie, non en fonction de la masse, mais selon la période de vente, la taille et la fraîcheur des fruits, confirmant ainsi les études antérieures (Tabuna, 1999; Temple, 1999; Awono et al., 2008). Ainsi, plus les fruits sont frais et gros, plus les prix sont élevés (tableau 2).

Le tableau 2 présente les intervalles de prix selon les types des fruits que nous avons observés.

Tableau 2: Prix de safou sur le marché de Libreville en 2010 (échantillon de 220 fruits).

	Prix au kilogramme		Caractéristiques des fruits				
	F.CFA	Euro	Petits*	Moyens*	Gros*	Longueur (mm)	Largeur (mm)
<b>Prix inférieur</b>	1.250-1905	1,91-2,90	25%	75%	0*	30-60	15-35
<b>Prix intermédiaire</b>	2.053-2.381	3,14-3,63	0%	33%	67%	50-100	30-50
<b>Prix élevé</b>	2.500-2.667	3,81-4,07	0%	33%	67%	70-105	30-54
<b>Prix moyen</b>	<b>2.171</b>	<b>3,31</b>					

**Légende:** Ce tableau présente la variation du prix de safou que nous avons déterminés sur le marché de Libreville (Gabon) en 2010, en ressortant trois intervalles liés à la typologie des fruits. Ainsi, le prix le plus bas (1.250 à 1.905FCFA/kg) caractérise les petits (25%) et les moyens fruits (75%). Les prix intermédiaire et élevés (2.053 à 2.667FCFA/kg) correspondent aux gros fruits (67%) et aussi fruits moyens (33%).

\*Le pourcentage constitue la représentativité de chaque groupe de fruits au sein de la catégorie de prix.

La pâte (beurre) de safou, qui peut constituer 55% du poids fruit frais (observations personnelles), est également élaborée et commercialisée (500.F.CFA/kg) soit par les commerçants recyclant les fruits abîmés ou en cours de ramollissement, soit par des propriétaires des arbres dont les fruits présentent

## Chapitre 3

peu d'intérêt sur le marché ( fruits peu luisants, acides). Cette transformation permet aux ménages qui la pratiquent de diversifier leurs revenus et de disposer du safou au-delà de sa saison, tout en évitant les pertes et en valorisant les fruits de mauvaise qualité.

### 1.5 Les usages et le rôle de la plante

Le safoutier est planté avant tout pour ses fruits qui se consomment cuits (à l'eau ou sur braises). La partie consommée est la pulpe, soit comme mets à part entière avec du maïs, du manioc ou du pain, soit en dessert, en amuse-gueule, ou en accompagnement avec du poisson ou de la viande. La pâte de safou est non seulement consommée comme la pulpe fraîche, mais elle sert aussi à tartiner, et est aussi utilisée comme un condiment pour épaissir les sauces au même titre que la pâte d'arachide (Tabuna et al., 2009). La pulpe séchée se consomme comme amuse-gueule, au même titre que d'autres produits à grignoter, comme les chips de plantain, les arachides grillées ou caramélisées, les morceaux de noix de coco caramélisées (Tabuna et al., 2009). Les huiles de safou servent tant à la consommation, qu'à l'élaboration de produits cosmétiques (Kapseu, 2009). Tabuna et al., 2009 rapportent qu'au Cameroun, l'huile essentielle de safou est utilisée comme ingrédient entrant dans la fabrication des produits cosmétiques et dans l'aromathérapie, notamment dans le massage appliqué pour soigner le rhumatisme. De même, l'huile de safou pourrait être aussi exploitée pour la fabrication de biocarburant grâce à son potentiel énergétique (Law, 2010). Selon Silou (1996), le tourteau ou pâte résiduelle issue de la presse à huile contient 13 à 16% de protéines et peut être utilisée comme un aliment pour les poissons et les autres animaux.

Le miel issu du nectar des fleurs de *D.edulis* est très apprécié. En pharmacopée traditionnelle, la résine, les racines, les feuilles et l'écorce intègrent de nombreuses recettes thérapeutiques pour le traitement des plaies, de l'anémie et de la dysenterie, des troubles du tractus digestif, des maux de dents et d'oreille, et de la lèpre (Raponda-Walker et al., 1961). *D.edulis* sert non seulement d'arbre d'agrément devant et derrière les habitations, mais il est aussi planté comme arbre d'ombrage dans les plantations de cacao et de café, où il participe à l'équilibre écologique du milieu (Sonwa et al., 2002). Au Gabon, le safoutier est aussi utilisé par les populations pour fixer le sol des terrassements des habitats sur les terrains pentus. Chaque safoutier fait partie des biens ou du patrimoine de la famille (figure 10).

### Chapitre 3



Figure 10 : Le safoutier arbre d'agrément et patrimoine.

**Légende :** L'arbre offre un lieu de repos (A), et constitue une propriété familiale et garde-manger (B).

D'autre part, le bois de *D.edulis* est exploitable en ébénisterie. Il présente la même qualité que l'acajou et est comparable à celui de *Dacryodes buettneri* (Engl.) H. J. Lam (Chevalier, 1916).

#### 1.6 La Composition chimique et les propriétés du safou

Les propriétés du safou dépendent des accessions, des localités, des facteurs pédo-climatiques et génétiques (Silou, 1994 ; Anegbèh et al., 2005). La pulpe fraîche de safou contient 59% d'eau. Kengué (2002) rapporte que, de la pulpe séchée, on peut extraire 25-49 % d'huile (extraction mécanique) à 40-65 % d'huile (extraction chimique). Par ailleurs, la graine séchée contient 10 à 50% d'huile (Arisa et al., 2008; Law, 2010). En outre, la pulpe sèche contient 14 à 30% de protéines, 13,5 à 38% d'hydrates de carbone, 18 % de fibres, 11 % de cendres. L'huile de safou renferme 35 à 65% d'acide palmitique, 16 à 35% d'acide oléique, 14 à 27% d'acide linoléique et 4% d'acide stéarique (Umoti et al., 1987; Silou et al., 2002; Ajayi et al., 2006; Kinkéla et al., 2006). Cette composition chimique traduit la valeur nutritive intéressante du safou (Silou et al., 2002, Nwosuagwu et al., 2009, Ajibesin, 2011). Selon Kengué (2002) et Anegbèh et al.(2005), la teneur en protéines du safou est moins importante que celle de certains oléagineux comme le soja (40%) ou l'arachide (30%), mais elle est au moins deux fois plus élevée que celle de la plupart des céréales consommés quotidiennement tels que le maïs (10%), le sorgho (11%), le blé (8-11%), le riz (8%). Ainsi, le repas composé de safou et de féculents (manioc, macabo, maïs, pain, etc.) constitue une ration équilibrée (Bratte, 2011). De même, la composition en acides aminés essentiels (Lysine 6.27%, Histidine 2.41%, Phénylalanine 2.97%, Leucine 9.57%, Isoleucine 3.87%, Thréonine 4.39 %, Méthionine + cystine 1.02%, Valine 3.73%, Arginine 3.3%) est fort semblable à celle de l'œuf de poule ou du lait de vache (Kengué, 2002).

La teneur en fibre (18%) montre bien que le safou est un aliment qui peut faciliter la digestibilité et le transit intestinal. Pour 100g de pulpe déshuilée, le safou contient 690mg de calcium, 450mg de magnésium, 2.380 mg de potassium, 220 mg de phosphore et 80 mg de sodium. La valeur énergétique

## Chapitre 3

de 100 g de la pulpe de safou est de 444,7 Kcal (Kengué, 2002). Outre la richesse nutritionnelle des fruits que rapportent des nombreux auteurs (Umoti et al., 1987, Silou et al., 2002; Anebeh et al., 2005, Ibanda et al., 2009, Nwosuagwu et al., 2009, Ajibesin, 2011, Bratte, 2011), il est intéressant de noter que l'huile de la graine de safou a des propriétés requises pour être utilisée dans la résine alkyde (liant), la peinture, les vernis pour bois, le graissage de machines, et la crème corporelle (Ajiwe et al., 1997). Diverses études réalisées sur l'écorce, les racines et la résine du safoutier montrent qu'elles ont une activité antibactérienne efficace (Koudou et al., 2008; Mbagwu et al., 2008, Okwu et al., 2009). C'est ce qui peut expliquer l'utilisation traditionnelle de la poudre de l'écorce pour soigner les plaies d'origine non traumatique (Raponda - Walker et al., 1961).

### 2. Les enjeux de la valorisation de la culture du safoutier au Gabon

Comme décrit ci-haut, le safoutier est un fruitier dont le rendement est estimé entre 22 et 34 t/ha de safou, soit 4-5 t/ha d'huile, et ses fruits sont non seulement très appréciés par les populations d'Afrique centrale, mais aussi par la diaspora vivant au-delà de son aire de culture. Envisager le développement de la culture du safoutier au Gabon paraît donc être une perspective pertinente pleine d'enjeux, avec notamment des retombées économiques pour les producteurs et les commerçants, le développement d'une série d'activités nouvelles, le changement des habitudes alimentaires, et la réduction de la pauvreté en milieu rural.

Les enjeux économiques peuvent être évalués dans un contexte de production contrôlée. Nous illustrerons cela en estimant le bénéfice annuel que pourrait enregistrer trois acteurs interconnectés (un producteur, un commerçant intermédiaire et un transformateur). Le marché ciblé est supposé être la ville, à cause du grand nombre des clients (80% de la population gabonaise).

**Pour un paysan (acteur 1)** vivant d'agriculture et exploitant un hectare de 150 safoutiers, nous considérerons que seulement 50% de ses arbres (75safoutiers) produiront chaque année, à cause de l'effet d'alternance et des éventuelles pertes au champ. Six hypothèses essentielles ont été considérées pour établir cette estimation, à savoir:

- la production des jeunes arbres est faible la première année (10kg/arbre), la production maximale étant observée chez les arbres adultes,
- la production d'un arbre augmente de 10 kg chaque année (variable minimaliste),
- la production annuelle est assurée par 75 arbres,
- l'investissement (200.000 F.CFA, soit 305€) consenti pour la mise en place du verger est amorti dès la première année de production (deuxième année d'exploitation),
- les charges annuelles (260.000 F.CFA, soit 396,4€) se stabilisent dès la troisième année d'exploitation,
- la vente se fait sans perte et le prix du kilogramme de safou par le paysan demeure stable au champ (700 F.CFA, soit 1,07€) et sur le marché urbain (1000 F.CFA, soit 1,52€),

### Chapitre 3

Le tableau 3 présente l'estimation détaillée des charges, des recettes et des bénéfices que peuvent engendrer l'exploitation d'un verger de safoutiers, sur une période de 10 ans de production sans apport d'engrais, ni pesticides.

Tableau 3: Estimation de la rentabilité (en F.CFA) d'un verger de 75 safoutiers (1ha) conduit par un agriculteur paysan.

#### Légende :

\*Sc1=Scénario 1: Le producteur vend sa récolte au marché urbain. Cela engendre le coût du transport.

\*Sc2=Scénario 2: Le producteur vend sa récolte au champ, il n'a pas de dépense de transport.

\*\*Dépenses cumulées= Dépenses année1+Dépenses années2.

\*\*\*Recettes : Vente de la récolte = [production annuelle de 75 arbres] x [prix de vente du kilogramme de safou (700FCFA au champ ou 1000FCFA en ville)].

Il ressort que si le producteur vend 750kg de safou, il pourrait tirer un bénéfice de 265.000 FCFA (404€) à 290.000FCFA (442€) la première année de production, selon qu'il choisisse de vendre sa

Scenarii	Achat de 150 plants (x 10 <sup>3</sup> )	Transport au champ (x 10 <sup>3</sup> )	Récolte et portage (x 10 <sup>3</sup> )	Transport pour la ville (x 10 <sup>3</sup> )	Dépenses totales(x 10 <sup>3</sup> )	***Recettes (x 10 <sup>3</sup> )	Bénéfice (x 10 <sup>3</sup> )	Bénéfice cumulé sur 10 ans (x 10 <sup>6</sup> )	
								Sc1	Sc2
<b>Année1</b>	150	50	0	0	200	0	0		
<b>Année2 (10kg/arbre)</b>	*Sc1	0	0	60	200	460**	750	290	
	*Sc2	0	0	60	0	260**	525	265	
<b>Année3 (20kg/arbre)</b>	Sc1	0	0	60	200	260	150	1240	
	Sc2	0	0	60	0	60	1.050	990	
<b>Année4 (30kg/arbre)</b>	Sc1	0	0	60	200	260	2250	1990	
	Sc2	0	0	60	0	60	1575	1515	
<b>Année5 (40kg/arbre)</b>	Sc1	0	0	60	200	260	3000	2740	
	Sc2	0	0	60	0	60	2100	2040	
<b>Années 6-10 50-90kg/arbre</b>	Sc1	0	0	60	1000	1300	26250	24950	
	Sc2	0	0	60	0	300	18375	13410	
<b>Année11 (100kg/arbre)</b>	Sc1	0	0	60	200	260	7500	7240	
	Sc2	0	0	60	0	60	5250	5190	38.45 28.08

récolte au champ ou en ville. Cela correspond à des marges bénéficiaires de l'ordre de 63 à 102%. A la 10<sup>ème</sup> année de production (11<sup>ème</sup> année d'exploitation), ce bénéfice pourrait se situer à 5.190.000FCFA (7.912,7€) s'il vend les safou au champ, et à 7.240.000FCFA (11.038€) pour la vente des fruits sur le marché urbain. Les bénéfices cumulés de dix années de production s'élèveraient à 28.075.000 F.CFA (42.803€) si les ventes sont faites au champ, et à 38.450.000 F.CFA (58.621€) si la commercialisation de la récolte est faite sur le marché de la ville. Il ressort que la commercialisation sur le marché urbain est la formule la plus rentable pour le producteur, et même pour les consommateurs. Mais cette option est plus contraignante, car elle augure des dépenses

### Chapitre 3

supplémentaires relatives au séjour en ville du producteur. Toutes fois, ces bénéfices pourraient inspirer le paysan, ou ses voisins, à s'investir d'avantage dans cette culture.

**Pour un commerçant (Acteur 2)** achetant toute la production d'un paysan, nous considérerons qu'il a deux scénarii (tableau4), soit acheter le safou au champ, soit sur le marché urbain.

Tableau 4 : Estimation de la rentabilité (en F.CFA) de la commercialisation du safou (750kg).

		Quantité achetée (kg)	**Prix d'achat total(x 10 <sup>3</sup> )	Coût du transport (x 10 <sup>3</sup> )	Total dépenses (x 10 <sup>3</sup> )	***Recettes (x 10 <sup>3</sup> )	Bénéfice (x 10 <sup>3</sup> )	Bénéfice cumulé (x 10 <sup>6</sup> )	
								Sc1	Sc2
<b>Année1</b>	*Sc1	750	750	0	750	1.125	375		
	*Sc2	750	525	200	725	1.125	400		
<b>Année2</b>	Sc1	1.500	1.500	0	1.500	2.250	750		
	Sc2	1.500	1.050	200	1.250	2.250	1.000		
<b>Année3</b>	Sc1	2.250	2.250	0	2.250	3.375	1.125		
	Sc2	2.250	1.575	200	1.775	3.375	1.600		
<b>Année4</b>	Sc1	3.000	3.000	0	3.000	4.500	1.500		
	Sc2	3.000	2.100	200	2.300	4.500	2.200		
<b>Année5</b>	Sc1	3.750	3.750	0	3.750	5.625	1.875		
	Sc2	3.750	2.625	200	2.825	5.625	2.800		
<b>Années 6-9</b>	Sc1	22.500	22.500	0	22.500	33.750	11.250		
	Sc2	22.500	15.750	800	16.550	33.750	17.200		
<b>Année10</b>	Sc1	7.500	7.500	0	7.500	11.250	3.750		
	Sc2	7.500	5.250	200	5.450	11.250	5.800	20.63	31

#### Légende :

\*Sc1=Scénario 1: Le commerçant achète sa récolte au marché urbain. Il n'a pas de dépense de transport.

\*Sc2=Scénario 2: Le commerçant achète sa récolte au champ. Cela engendre le coût du transport.

\*\* Prix d'achat total = [récolte annuelle de 75 arbres] x [prix d'achat (700.FCFA au champ, ou 1.000FCFA en ville)].

\*\*\*Recettes : Vente de la récolte = [récolte annuelle de 75 arbres] x [prix de vente en ville (1.500.FCFA /kg)].

Nous considérerons aussi que le commerçant fixe son prix du kilogramme de safou à 1.500 F.CFA (2,28€) sur le marché urbain, pour amortir ses charges. En effet, le coût du kilogramme du safou frais sur les marchés urbains étant de 2.000 F.CFA au Gabon, on pourrait envisager avec une certaine garantie de rentabilité économique, une baisse de prix jusqu'à 1500.F.CFA, ce qui rendrait le safou plus accessible et plus attractif. Il ressort que si le commerçant revend 750kg de safou (vente aux détails ou en gros) sans pertes, il pourrait tirer un bénéfice de 375.000 FCFA (571,72€) à 400.000FCFA (609,84€) la première année, selon qu'il choisisse d'acheter la récolte au champ ou en ville. Cela correspond à des marges bénéficiaires de l'ordre de 50 à 55%. A la 10<sup>ème</sup> année, ce bénéfice pourrait se situer à 3.750.000FCFA (5.717€) si l'achat des fruits est fait sur le marché urbain, et à 5.800.000FCFA (11.038€) s'il achète le safou au champ.

### Chapitre 3

Les bénéfices cumulés de dix années de commercialisation s'élèveraient à 20.625.000 F.CFA (31.445€) si cet achat a été exclusivement fait sur le marché de la ville, et à 31.000.000 F.CFA (47.263€) si l'achat du safou a été fait au champ. Il serait donc plus rentable pour le commerçant d'acheter le safou au champ.

Ces bénéfices pourraient bien augmenter si les ventes sont plus importantes que celles que nous avons estimées, ou baisser si la surproduction entraînait l'infléchissement du prix du kilogramme de safou frais. Le tableau 4 présente l'estimation détaillée des charges, des recettes et des bénéfices que peuvent engendrer la commercialisation d'une production d'un verger sur une période de 10 ans.

**Pour un transformateur (Acteur 3)** artisanal qui voudrait s'investir dans la production de la pâte de safou (beurre de safou), il est aussi possible d'évaluer la rentabilité de son activité. Nous considérerons que la quantité de base de 750kg de safou (comme chez le producteur et le commerçant) serait transformée en 412,5kg (55%) de pâte (pulpe débarrassée de la graine), et que le prix du kilogramme de cette pâte de safou serait fixé à 1.500 F.CFA. Il est à rappeler que la mise sur le marché de la pâte du safou est plus laborieuse que la commercialisation directe du safou frais. En effet, l'élaboration de la pâte de safou augure des charges supplémentaires liées à la transformation et à la conservation. Il est dès lors normal que son prix au kilogramme soit élevé, car contrairement au fruit frais dont environ 33% de la masse (l'endocarpe et la graine) ne sont pas comestibles, la pâte est un produit entièrement comestible. Nous considérerons que le transformateur pourrait être soit un propriétaire de vergers, soit un acteur spécialisé dans la valorisation des fruits en voie d'altération (achat à moitié prix=500F.CFA/kg). Dans le premier cas, les dépenses globales s'élèveraient à 290.000 F.CFA (442,13 €), soit 60.000F.CFA (91,5€) pour la récolte (frais de sous-traitance), 200.000F.CFA (305€) pour le transport et 30.000 F.CFA (45,7€) pour la main d'œuvre servant à la transformation des fruits. Les recettes attendues pourraient être de 618.750 F.CFA (412,5kg\*1500 F.CFA, soit 943,4€) et les bénéfices de 328.750 F.CFA (=618.750 F.CFA-290.000 F.CFA, soit 501,2€), soit une marge bénéficiaire de 113,36%. Cet acteur pourrait aussi décider de commercialiser sa pâte sur place (sur le lieu de production), à 1000F.CFA le kilogramme. Le bénéfice dans ce cas serait de 322.500 F.CFA (412.500 F.CFA – 90.000 F.CFA, soit 419,7€), soit une marge bénéficiaire de 358,33%.

En ce qui concerne l'acteur transformant le safou en voie de ramollissement, les dépenses totales (490.000 F.CFA, soit 747€) seraient constituées par les frais d'achat des fruits (750kg\*500 F.CFA = 375.000 F.CFA, soit 571,72€), les frais d'achat d'emballage végétal (80.000 F.CFA, soit 122€), les frais de transport (5000 FCFA, soit 7,6€), et la main d'œuvre pour la transformation (30.000 F.CFA, soit 45,74€). Les recettes attendues pourraient être de 618.750 F.CFA et les bénéfices de 128.750 F.CFA (196,3€), soit une marge bénéficiaire de 26,3%. Les marges bénéficiaires du transformateur sont certes plus importantes que ceux du producteur et du commerçant intermédiaire, mais le bénéfice est de moindre importance. Le producteur et le commerçant sont donc les acteurs à qui la commercialisation du safou profiterait plus.

## Chapitre 3

Il est à souligner que l'offre (la production) et la demande (marché) ont une dynamique interactive. En effet, le producteur voudrait livrer sa récolte au marché (consommation), alors que le commerçant voudrait l'acheter sur le champ. Cet appel attractif réciproque pourrait constituer un facteur intéressant autorégulant les prix de safou.

Au regard de la grandeur de ces bénéfices basés sur une estimation reposant sur des variables minimalistes (rendement, prix), il est permis d'envisager une rentabilité plus importante dans le cadre des vergers constitués des arbres sélectionnés, dont la production au champ est deux à quatre fois plus élevée (22-34 t/ha). Une partie de cette production pourrait être commercialisée pour une transformation industrielle locale ou être exportée. Par ailleurs, le mécanisme de la loi de l'offre et de la demande pourrait peut-être entraîner une baisse des prix d'achat (auprès des producteurs) et de vente (au marché) du safou, tout en restant à un niveau économiquement rentable. Les recettes générées pourraient être réinvesties dans l'extension des vergers dont la production sera orientée vers la production d'huile de safou et / ou celle du safou (frais et séché) destiné à l'exportation en direction des pays limitrophes et de l'occident dont la demande en safou est importante (Tabuna, 1999). Le safoutier a des potentialités d'extraction d'huile pouvant permettre d'obtenir au moins autant de rendement que le palmier à huile *Elaeis guineensis* Jacq. (3 t/ha d'huile) (Kapseu, 2009 ; Law, 2010), ce qui pourrait constituer une alternative à la diversification des ressources oléagineuses du pays.

### 3. Les perspectives

Le Gabon dépense plus de 200 milliards de F.CFA (304.924.540 €) chaque année pour l'importation alimentaire, et investit plus de 1,2 milliards de F.CFA (1,83 millions d'euros) dans la culture du café-cacao, bien que ces spéculations n'apportent aucune contribution économique au produit intérieur brut du pays (DGELF, 2010). Il est donc aujourd'hui raisonnable de réfléchir sur comment réduire cette dépendance alimentaire. Dans ce contexte, la valorisation du safoutier nous paraît être une des voies appropriées à explorer. Sa mise en route nécessitera une recherche bien ciblée et un ensemble des stratégies spécifiques que nous précisons ci-après.

#### 3.1-La recherche

La recherche reposera sur trois axes principaux, à savoir la sélection des accessions élités, l'introduction de systèmes de production agroforestiers performants et l'étude de la protection phytosanitaire de la plante.

##### 3.1.1 -La sélection des accessions

Elle concernera les safoutiers à haut rendement et résistants ou tolérants aux maladies et ravageurs. La sélection constituera le point de départ de la recherche. Les performances recherchées porteront sur la productivité, le calibre et les qualités agro-alimentaires des fruits, ainsi que la résistance aux maladies et aux ravageurs. Ce travail pourrait aboutir à la mise en place d'un verger de collections des safoutiers sélectionnés, lequel produira des marcottes destinées à la commercialisation. A côté du marcottage aérien, des essais sur les autres techniques comme le bouturage, la multiplication *in vitro* et le greffage



## Chapitre 3

devront être envisagés. Cela permettra de fournir aux producteurs des plants dont l'entrée en production au champ sera ramenée à deux ans (Kengué, 2002), au lieu de six comme dans les conditions de culture traditionnelle.

### 3.1.2-Les systèmes de production agroforestiers

**La recherche sur les systèmes de production agroforestiers** sera respectueuse de l'environnement et adaptée aux formes modernes et performantes d'agroforesterie (Dounias et al., 1996). Elle permettra de retenir et de vulgariser les combinaisons culturales les plus productives et les plus rentables. Des cultures maraichères locales telles que l'oseille de guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.: Malvaceae), le gombo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), l'aubergine (*Solanum melongena* L.), le piment (*Capsicum frutescens* L.), et certaines plantes vivrières comme le macabo (*Xanthosoma sagittifolium* (L.): Araceae), l'ananas (*Ananas comosus* (L.), le manioc (*Manihot esculenta* Crantz ) seront testées dans les vergers comme plantes associées. Cela favorisera la diversification des activités et une meilleure valorisation des ressources du milieu (Nguegang, 2008), de manière à permettre aux exploitants agricoles de disposer des revenus continus et complémentaires. L'appropriation de cette nouvelle stratégie globale de production par l'ensemble des paysans contribuera sans doute à l'amorce d'un développement rural durable.

### 3.1.3-Laprotection de la plante

**L'étude de la protection de la plante** constitue un volet incontournable de cette recherche et permettra d'accroître très sensiblement les récoltes. A cet effet, comme le souligne (Kengué, 2002), l'étude des ravageurs et des maladies du safoutier demeure un vaste champ à peine exploré. Les résultats préliminaires de nos travaux ont permis de déterminer quelques espèces nuisibles. Au niveau des feuilles, *Oligotrophus* sp. (Diptera : Cecidomyiidae) cause des gales alvéolaires, *Pseudophacopteron serrifer* Malenovsky & Burckhardt (Hemiptera : Phacopteronidae) induit des gales rugueuses, tandis que *Physophoroptarella bendroitii* Popius (Hemiptera : Miridae) cause des brûlures des folioles. *Pseudothaptus wayi* Brown (Hemiptera : Coreidae), *Pseudonoorda edulis* Maes & Poligui sp.nov (Lepidoptera : Crambidae), *Bactrocera invadens* Drew, Tsuruta & White (Diptera : Tephritidae) et *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera : Tephritidae) attaquent le fruit, tandis que *Tragocephala guerini var.buqueti* Thomson (Coleoptera : Cerambycidae) et *Mecocorynus loripes* Chev.(Coleoptera : Curculionidae) sévissent respectivement au niveau des rameaux et du tronc. *Pseudonoorda edulis* sp.nov est une nouvelle espèce récemment décrite par Maes (2012) à partir de collectes et observations que nous avons faites au Gabon. *M. loripes* serait vraisemblablement le ravageur que Kengué (2002) décrit comme foreur du tronc du safoutier. S'inscrivant dans les perspectives de développement de la culture du safoutier au Gabon, nos travaux de thèse devraient en principe développer en profondeur ces résultats préliminaires, en s'appuyant sur trois principales hypothèses:

- l'existence d'une diversité entomofaunique interagissant entre le safoutier et les cultures associées,
- l'existence des ravageurs spécifiques au safoutier,

## Chapitre 3

- l'existence de ravageurs majeurs réduisant significativement la production de safou,

Le mode de vie et les dégâts de ces ravageurs, ainsi que des stratégies de lutte appropriées, restent à déterminer et nécessitent des études approfondies.

### **3.2 La stratégie de valorisation de la culture du safoutier**

La stratégie de valorisation de la culture du safoutier passerait à notre avis par l'encouragement d'un environnement économique dynamique, avec des mécanismes d'autorégulation de marché susceptibles de garantir la pérennité de la filière safou. Il s'agirait, dans le contexte d'un marché concurrentiel, des mécanismes de fixation de prix autorégulant de la production (offre) et la consommation (demande). A cet effet, les différents acteurs économiques (producteurs, intermédiaires, consommateurs) pourraient adopter entre eux-mêmes des lignes directrices communes au niveau du marché national, de manière à permettre l'exploitation judicieuse de tous les produits et sous-produits du safoutier.

#### **3.2.1-La filière safou**

Pour un développement durable de la culture du safoutier au Gabon, il serait intéressant que tous les acteurs impliqués œuvrent en synergie, de manière à susciter l'existence d'une filière safou bien organisée. Il pourrait s'agir par exemple d'avoir des espaces vitrines qui donneraient des renseignements utiles sur le marché du safou, particulièrement les zones et les périodes les plus productives, les marchés les plus accessibles et les tendances des besoins des consommateurs. Un tel environnement de libre marché pourrait lui-même inspirer la naissance de plusieurs opérateurs économiques, à savoir les producteurs (planteurs individuels ou collectifs), les commerçants (intermédiaires nationaux et exportateurs), et des industriels (huilerie, cosmétique).

Les producteurs devraient commercialiser leur récolte soit au champ, soit directement sur le marché urbain, à des prix attractifs et souples.

De la production et de la commercialisation du safou frais, il pourrait ainsi naître une série d'activités de transformation (artisanale et/ou industrielle) impliquant de nombreux intermédiaires. Cela permettra d'offrir aux consommateurs des produits élaborés et conditionnés (beurre de safou, huile de safou). Une étude plus affinée des stratégies spécifiques basée sur les réalités du contexte gabonais et sous-régional devrait permettre de déterminer les marges et facteurs économiques susceptibles de garantir les axes de profit. Par ailleurs, il serait nécessaire de réglementer la filière safou, pour garantir un environnement économique au sein duquel l'offre et la demande se réguleront normalement, selon les mécanismes du libre marché.

#### **3.2.2 -La valorisation de toutes les ressources du safou**

La valorisation de toutes les ressources du safou procède de la nécessité de satisfaire divers besoins de l'alimentation humaine (fruits frais, fruits secs, beurre de safou, huile de safou), de l'alimentation animale (fruits, tourteaux), de la cosmétique (huile de noyaux, savon de safou), de l'énergie (bois, résine, carburant, gaz), de l'ébénisterie (bois) et éventuellement du recyclage des résidus (fumure organique). Si les produits alimentaires et cosmétiques font l'objet d'une exploitation économique bien palpable, il est à souligner que l'huile de safou est actuellement étudiée en vue de la production

### Chapitre 3

du biocarburant (Law, 2010). Dans cette partie de travail, nous nous focaliserons essentiellement à relever la pertinence d'explorer la perspective de produire le biocarburant à partir de l'huile de safou. En effet, avec des valeurs en huile (pulpe et graine) estimées entre 4 et 5t/ha (Kapseu, 2009), *D.edulis* a un rendement huit fois supérieur à celui (0,54 à 0,9t/ha) de *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.: Euphorbiaceae) qui constitue pourtant une plante cible pour la production de biocarburant en milieu tropical (Domergue et al., 2008). De même, lorsqu'on compare la qualité des huiles de trois oléagineux (*Jatropha*, Colza, Safou) (tableau 5), il apparaît que la composition des acides gras du safou présente des valeurs variables et compatibles à celles d'une huile idéale (référence théorique) pour la fabrication du biocarburant. Cette variabilité des acides gras du safou relève de la diversité intra-spécifique de *D. edulis* et traduit l'existence de diverses accessions dont certaines pourraient être appropriées pour la production du bio-carburant. Cela corrobore les travaux de Law (2010) qui relève que le safoutier a un potentiel énergétique susceptible de permettre son exploitation en biocarburant. Le développement de cette perspective permettrait une bonne valorisation des quantités de safou perdues (50-65%) après la récolte. Le tableau 5 ci-contre présente des éléments comparatifs entre trois espèces végétales exploitables pour le biocarburant.

Tableau 5: Comparaison de quelques huiles végétales pour la production du biocarburant.

Huile	C6:0-C16:0	C18:0-C24:0	C16:1-C24:1	C18:2	C18:3
Huile idéale*	28	2	50	20	
<i>Jatropha</i> *	16	6	37	40	
Colza*	5	2	59	22	10
Safou**	35- 65	2,13-3,7	16-60	15-27	0,29-1,3

**Source:** Adapté de: \* Domergue et al., 2008 ; \*\* Silou, 1996; Kengué, 2002; Awono et al., 2008; Kapseu, 2009;

Au regard des rendements et du potentiel énergétique de *D.edulis*, il serait donc intéressant qu'en milieu tropical, l'industrie des bio-carburants s'investisse aussi dans la recherche et la valorisation des accessions des oléagineux locaux à forte vocation énergétique, comme le safoutier.

### Conclusion

Le safoutier (*Dacryodes edulis*) est un arbre fruitier dont la culture au Gabon repose encore sur une agriculture de type traditionnel rudimentaire. Ce contexte a pour effet la faible production en safou et l'absence des stratégies de valorisation de la culture dans ce pays, malgré les nombreuses potentialités intéressantes de *D. edulis*. En effet, contrairement aux cultures de rente dont les prix dépendent du

### Chapitre 3

cours mondial, la culture du safoutier présente une rentabilité théorique certaine pour les populations gabonaises qui pourraient s’y investir. Moderniser la culture du safoutier pourrait donc bien valoriser la diversité biologique et génétique de cette ressource locale. Cette modernisation de la culture devrait être orientée et encadrée par une recherche scientifique se basant sur le développement des techniques de production biologique, mais obéissant à l’éthique d’une agriculture moderne soucieuse de la préservation de l’équilibre écologique. L’investigation scientifique devrait donc être multidisciplinaire et focalisée sur la sélection des accessions élites de safoutiers, la détermination des systèmes culturaux les plus rentables, et la protection de la plante. Un environnement économique souple et dynamique, permettrait non seulement la naissance d’une nouvelle série d’activités interagissant entre elles, mais contribuerait aussi à la structuration d’une filière safou autonome. Une bonne stratégie de valorisation des produits du safoutier devrait garantir durablement le développement de cette culture, ce qui participerait à la concrétisation de la sécurité alimentaire au Gabon, notamment dans la production fruitière. Cela susciterait certainement un intérêt nouveau pour beaucoup des gabonais qui pourraient y trouver une nouvelle ressource économique susceptible de soutenir efficacement le développement du milieu rural. La réussite du développement de la culture du safoutier au Gabon pourrait aussi inspirer une politique de valorisation similaire dans des pays voisins, du fait que les safou sont avant tout destinés à la consommation nationale et sous-régionale. Développer et valoriser la culture du safoutier au Gabon relève certes de la nécessité de satisfaire les besoins locaux en safou, il reste qu’il n’y a pas de développement durable possible sans investissement conséquent. La mise en place d’une stratégie globale de sécurité alimentaire au Gabon pourrait également constituer un cadre au sein duquel le safou pourrait jouer un rôle économique important.

#### **Liste des abréviations:**

DGELF: Direction Générale de l’Economie et de la Libéralisation de la Fiscalité (Ministère de de l’Economie, du Commerce, de l’Industrie et du Tourisme du Gabon).

PAI-DRH: Programme d’Appui Institutionnel et de Développement des Ressources Humaines (Ministère du Budget, des Comptes Publics, de la Fonction Publique, Chargé De la Réforme de l’Etat, Gabon).

#### **Remerciements :**

Les auteurs remercient l’INSAB et le PAI-DRH (organisme de l’Etat gabonais), pour la mise en stage et le financement des travaux du doctorat de M. POLIGUI.

#### **Références bibliographiques**

### Chapitre 3

- Agbogidi O.M., Bosah B.O. & Eshegbeyi O.F., 2007. Effects of acid pre-treatment on the germination and seedling growth of African pear (*Dacryodes edulis* Don.G.Lam.H.J.). *Int. J. Agri. Res.* **2** (11), 952-958.
- Ajayi I. A., Oderinde R.A., Kajogbola D. O. & Uponi, J. I., 2006. Oil content and fatty acid composition of some underutilized legumes from Nigeria. *Food and chemistry.*, **99** (1), 115-120.
- Ajibesin K.K., 2011. *Dacryodes edulis* (G.Don) H.J. Lam: A review on its medicinal, phytochemical and economical properties. *Res. J. Med. Plant.*, **5** (1), 32-41.
- Ajiwe V. I. E., Okeke C. A., Nnabuike B., Ogunleye G. A. & Emeka Elebo. 1997. Applications of Oils Extracted from African Star Apple (*Chrysophyllum africanum*), Horse Eye Bean (*Mucuna sloanei*) and African Pear (*Dacryodes edulis*) Seeds. *Biores. Techn.*, **59**, 259-261
- Anegbeh P.O, Ukafor V.,Usoro C.,Tchoundjeu Z., Leakey R.R.B. & Schreckenber K., 2005. Domestication of *Dacryodes edulis*: Phenotypic variation of fruit traits from 100 trees in southeast Nigeria. *New Forest.*, **29** (2),149-160.
- Arisa, N. U. & Lazarus A. 2008. Production and refining of *Dacryodes edulis* “native pear” seeds oil. *Afri. J. Biotech.* **7** (9), 1344-1346
- Aubréville A., 1962. Flore du Gabon. Irvingiaceae, Simaroubaceae, Burseraceae. *Mus. Nat. Hist.Nat.*, Paris, **3**: 53 – 101.
- Awono A. & Ingram V., 2008. Etude de base de la filière *Dacryodes edulis* (safou) dans les provinces du Bas Congo et de Kinshasa (RDC). Rapport FAO, GCP/RAF/408/EC. <http://www.fao.org/forestry/24640-0421899bec61b2df0ee05ae26e285f4ed.pdf>, (17/04/2011).
- Bratte L., 2011. Effects of partial replacement of dietary maize with African pear (*Dacryodes edulis*) seed meal on performance, nutrient digestibility and retention of broiler chickens in the humid tropics. *Asian J.Anim.Sci.*, **5** (2), 127-135.
- Chevalier A., 1916. Les végétaux utiles de l’Afrique Tropicale Française. La forêt et les bois du Gabon. Paris.
- Damesse, F., Kengue, J., Ducelier, D. & Kuate, J. , 2001. Le greffage du safoutier (*Dacryodes edulis*): défis et perspectives. In Kengue, J., Kapseu, C. & Kayem, G. J. (éds.) Actes du 3e Séminaire international sur la valorisation du safoutier et autres oléagineux non-conventionnels, Yaoundé, 3-5 Octobre 2000.
- DGELF., 2010. Tableau de bord de l’Economie Gabonaise. Situation 2009, Perspectives 2010-2011, [http://www.dge.gouv.ga/images/dge/tbenv/tbe\\_2010.pdf](http://www.dge.gouv.ga/images/dge/tbenv/tbe_2010.pdf) (31/05/2011).
- Domergue M. & Pirot R., 2008. *Jatropha curcas* L. Rapport de synthèse bibliographique. Paris: CIRAD.
- Dounias E. & Hladik C.M., 1996. Les Agroforêts Mvae et Yassa du Cameroun littoral : fonctions socioculturelles, structure et composition floristique. In : Hladik C.M, Hladik A., Pagezy H., Linares O.F; Koppert G.J.A. & Froment A., eds . *L'alimentation en forêt tropicale: interactions bioculturelles et perspectives de développement*. Paris:UNESCO, 1103-1126.

### Chapitre 3

- Ibanda O. I. & Okon D.E.; 2009. Minerals and anti-nutrients in two varieties of African pear (*Dacryodes edulis*). *J.Food Technol.*, **7** (4), 106-110.
- Isseri F. G., 1998. Etude phytogéographique du safoutier (*Dacryodes edulis*) et quantification de la production du safou au Cameroun. Mémoire de Maîtrise, Université de Ngaoundéré (Cameroun).
- Kapseu C., 2009. Production, analyse et applications des huiles végétales en Afrique. *OCL Oléagineux, corps gras, lipides.*, **16** (4), 215-229,
- Kengué J., 1990. *Le Safoutier* (*Dacryodes edulis* (G.Don) H.J.Lam) *premières données sur la morphologie et la biologie*. Thèse de doctorat: Université de Yaoundé (Cameroun).
- Kengué J., 2002. *Fruits for the Future 3. Safou: Dacryodes edulis* G. Don. UK: Southampton International Centre for Underutilized Crops.
- Kengué J., 2006. *Manuel No. 3 Safou: Dacryodes edulis, Manuel du vulgarisateur*. UK: Southampton Centre for Underutilized Crops.
- Kinkéla T., Kama-Niamayoua R., Mampouya D. & Silou T., 2006. Variations in morphological characteristics, lipid content and chemical composition of safou (*Dacryodes edulis*(G.Don)H.J.LAM according to fruit distribution. A case study. *Afri.J.Biotechnol.*, **5** (12), 1233-1238.
- Koudou J., Edou P., Obame L.C., Bassolé I.H., Figueredo G., Agnani H., Chacahat J.C. & Traore A.S., 2008. Volatile components, Antioxidant and Antimicrobial Properties of the Essential Oil of *Dacryodes edulis* G.Don from Gabon. *J. App. Sci.* **8** (19), 3532-3535.
- Law D. A., 2010. *An energy analysis and characterization of safou (Dacryodes edulis) as biofuel feedstock*. A thesis submitted to the Graduate School: Appalachian State University (USA).
- Leakey R.R.B., & Tchoundjeu Z., 2001. Diversification of tree crops: Domestication of companion crops for poverty reduction and environmental services. *Expl Agric.* **37**(3), 279-296.
- Maes, K.V.N., 2012. New *Pseudonoorda* Munroe, 1974 species from Africa (Pyraloidea, Crambidae, Odontiinae). *Lambillionea*, **112**(3): 226-234.
- Mbagwu F.N; Osuji, C; Ezeibekwe, I.O. & Okafor, U.V. 2008. Leaf Epidermal Features of *Canarium schwenfurthii* and *Dacryodes edulis* (Burseraceae). *Int. Sc. Res. Journal.* **1** (2): 113 - 115.
- Mialoundama F., Mampouya P.C., & Galamo G.R., 2001. Optimisation des conditions de marcottage du safoutier (*Dacryodes edulis* G. Don H. J. Lam). *Cahiers d'études et de recherches francophones/agricultures*, **10**(5), 335-338.
- Mouaragadja I. & Mbatchi B., 1994. Etude de la mycoflore pathogène du safoutier au Gabon. In: Kengue J. & Nya J., eds. *Actes du séminaire International sur la Valorisation du safoutier*, 4-6 Octobre, 1994, Douala.
- Ndamba J. P., 1989. *Analyse bromatologique du safou en vue de son utilisation en alimentation animale: résultats préliminaires*. Thèse de doctorat: Université Cheikh ANTA-DIOP- Dakar. Ecole inter états des sciences et médecine vétérinaires, Dakar (Senegal).

### Chapitre 3

- Ndindeng, S. A, Bella-Manga, Kengue J., Talle, and Dopgima, L. L. 2008. Quality standards for *Dacryodes edulis* (Safou). The International Centre for Underutilized Crops.
- Nguegang A P., 2008. *L'agriculture urbaine et périurbaine à Yaoundé : analyse multifonctionnelle d'une activité montante en économie de survie*. Thèse de doctorat: Université libre de Bruxelles (Belgique).
- Noumi G.B., Aboubakar Dandjouma A.K., Kapseu C. & Parmentier M., 2006. Le savoir-faire local dans la valorisation alimentaire des fruits du safoutier (*Dacryodes edulis* (G. Don) H.J. Lam) au Cameroun. *Tropicultura*, **24**(1), 58-62
- Nwosuagwu U. H., Onuegbu NC. & Nkwoala C., 2009. The chemical properties of African pear pulp at different stages of fruit development. *Intern. N.Journ.*, **4** (9), 380-385.
- Nwufo M.I, Emebiri L.C. & Nwaywu M.Y., 1989. Post-harvest rot diseases of fruits of the African pear (*Dacryodes edulis*) in south Eastern Nigeria. *Tropical Science*, **29**, 247-254.
- Okafor J. C., 1983. Varietal delimitation in *Dacryodes edulis* (G.Don) H. J. Lam (Burseraceae). *Int.t.c.journal.*, **2**, 255-265.
- Okwu E.D. & Ighodaro B.U., 2009. GC-MS Evaluation of the bioactive compounds and antibacterial activity of the oil fraction from the stem barks of *Dacryodes edulis* G.Don. Lam. *Int.J.Drug Dev. & Res.*, **1** (1), 117-125
- Omokhua G.E. & Koyejo A.O., 2009. Fruiting efficiency in *Dacryodes edulis* (G.Don): A case study in Ekpoma, south-south, Nigeria: Short Communication. *Afri. Journ. Biotech.*, **8** (8), 1552-1554. <http://www.academicjournals.org/AJB> (11/04/ 2011).
- Onana J.M., 2008. A synoptic revision of *Dacryodes* (Burseraceae) in Africa, with a new species from Central Africa: *Kew bulletin.*, **63**, 385-400.
- Raponda-Walker A. & Sillans, R., 1961. Les plantes utiles du Gabon: *Essai d'Inventaire et concordance des noms vernaculaires et scientifiques des plantes spontanées et introduites, description des espèces, propriétés, utilisations économiques, ethnographiques, et artistiques*. éd. Paris, Paul Chevalier.
- Silou T., 1994. Evaluation de la production et étude de la variabilité morphologique et Physico-chimique de safou. In: Kengue J. & Nya J., eds. *Actes du séminaire International sur la Valorisation du safoutier, 4-6 Octobre, 1994*, Douala, 33-35.
- Silou T., 1996. Le safoutier (*Dacryodes edulis*), un arbre mal connu, *Fruits* **51**, 47-60.
- Silou T., Rocquelin G., Mouaragadja I. & Gallon G., 2002. Chemical and nutritional characteristics of safou of Cameroun, the Congo-Brazzaville, the Congo-Kinshasa and Gabon. *Rev.It.Sos.Grasse.*, **79** (5), 177-182.
- Silou T., Massamba D., Maniongui J.G., Maloumbi G. & Biyoko S., 2007. Post-harvest losses by natural softening of safou pulp (*Dacryodes edulis*) in Congo-Brazzaville. *J.Food Eng.*, **79** (2), 392-400.

### Chapitre 3

- Sonwa D.J., Okafor J.C., Mpungi Buyungu P., Weise S.F., Tchatat M., Adesina A.A., Nkongmeneck A.B., Ndjoye O. & Endamana D., 2002. *Dacryodes edulis*, a neglected non-timber forest species for the agroforestry systems of west and central Africa. *For. Tr. Liv.* **12**, 41-55.
- Tabuna H. & Tanoë M., 2009. Facteurs explicatifs et développement de la consommation actuelle du safou (*Dacryodes edulis*) au Cameroun. World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Tabuna H., 1999. *Le marché des produits forestiers non ligneux de l'Afrique centrale en France et en Belgique : produits, acteurs, circuits de distribution et débouchés actuels*. Jakarta : CIFOR.
- Tchuenguem Fohouo F.N, Messi J. & Pauly A., 2001. Activité de *Meliponula erythra* sur les fleurs de *Dacryodes edulis* et son impact sur la fructification. *Fruits*, **56**, 179-188.
- Temple L. 1999. *Le marché des fruits et légumes au Cameroun; quantification des flux-analyse des prix*. Internal project report, *Projet Fruits et Légumes*. Yaoundé: IRAD
- Todou G., Benoit L. , Coppens d'Eeckenbrugge G., Joly H. I. , Onana J-M , Achoundong and Akoa A.2013. Comparaison des diversités génétiques de *Dacryodes edulis* (G.Don) H.J. Lam et de *Dacryodes buettneri* (Engel.) H.J. Lam (Burséracées), deux espèces forestières utiles en Afrique centrale. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **7**(3), 1243-1254.
- Troupin G., 1950. Les Burséracées du Congo Belge et du Ruanda-Urundi. *Bull. Soc. Bot. Roy. Belg.*, **83**, 111-126.
- Umoti U. & Okiy D. A. 1987. Characteristics and composition of the pulp oil and cake of the African pear, *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam. *J. Sci. Food Agric.* **38**: 67-72.
- Youmbi E & Benbadis A., 2001. Régénération *in vitro* des plantes à partir des bourgeons axillaires et de l'apex de plantules sexuées de *Dacryodes edulis* (Dom.) Lam. *Fruits*, **56**: 333-343.



***Chapitre 4 : Entomofaune associée au Safoutier au sein  
des systèmes cultureux et environnements habités du Haut-  
Ogooué, Gabon***

## Introduction au chapitre 4

Les relations entre les plantes et les insectes font l'objet d'investigations scientifiques incessantes dans le cadre des programmes de lutte intégrée, de gestion environnementale et écologique (Kiss and Meerman, 1991; Walter 2003 ; Opende Koul et *al.*, 2004). Ce type d'études englobe certes plusieurs disciplines, mais concerne de premier abord le domaine de la protection des plantes, et par conséquent de la gestion des cultures face aux arthropodes (Opende Koul and Cuperus, 2007). Dans cette relation, la nature des interactions est prospectée en vue de déterminer les incidences de l'activité des insectes sur les plantes, ou inversement, l'effet des plantes sur les insectes (Hougen-Eitzman and Rausher, 1994). Il en découle alors une spécialisation d'interactions qui reposent généralement sur les activités trophiques tributaires du statut alimentaire des insectes (Bernays and Chapman, 1994). La connaissance de ce statut permet de déterminer les insectes ravageurs (nuisibles) des cultures, les pollinisateurs, ainsi que les insectes auxiliaires, et d'élaborer une stratégie d'exploitation appropriée, dans le cadre d'une production intégrée (Peña et *al.*, 2006). Ce genre d'études a donné lieu à plusieurs programmes de lutte intégrée couramment réalisés dans les pays tempérés (Uneke, 2007). Par contre, dans les pays d'Afrique tropicale où l'agriculture demeure fortement tributaire des pratiques traditionnelles rudimentaires, l'approche de lutte abordée par les cultivateurs est plutôt préventive (en considérant la justesse du choix du sol, de la période et de types de cultures). Selon Morales (2002), dans ce type de contexte, la difficulté de réaliser les programmes modernes de lutte intégrée repose sur le fait que l'élaboration et l'adoption des stratégies modernes de lutte intégrée se heurtent souvent à plusieurs contraintes professionnelles (non appropriation de la nécessité de la lutte intégrée, absence de collaboration pluridisciplinaire entre scientifiques, non prise en compte des paysans et de protection de leur savoir-faire). Toutefois, si l'on peut citer quelques exemples d'études se rapportant aux stratégies et programmes de lutte contre les ravageurs des cultures conventionnelles en Afrique (Mariau et *al.*, 1999), il est par contre difficile de trouver des cas d'études analogues portant sur les cultures indigènes traditionnelles, à l'instar de *Dacryodes edulis*. C'est dans ce contexte que notre travail s'intéresse à étudier l'entomofaune liée aux associations culturales prenant en compte le safoutier (*D. edulis*) au niveau du Gabon, particulièrement dans la province du Haut-Ogooué. Le choix du Gabon se justifie par le fait que nous sommes originaires de ce pays et connaissons bien l'environnement qui fait l'objet de cette investigation scientifique. La province du Haut-Ogooué a été sélectionnée en raison du cadre d'étude favorable qu'offre cet environnement, notamment la présence de l'Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM) à Franceville, mais aussi la proximité et l'accessibilité du milieu rural à partir de la ville (Franceville). Dans le précédent chapitre, en plus d'avoir dressé l'état des connaissances actuelles sur *Dacryodes edulis*, nous avons montré l'importance et la nécessité de la protection de l'arbre, en mettant en relief l'existence des ravageurs jamais décrits dans l'environnement du Gabon, ni celui de l'Afrique centrale. Le besoin d'inventorier l'entomofaune liée aux associations culturales prenant en compte *D. edulis* se justifie par la nécessité d'appréhender les contraintes de production de cet arbre, notamment la dynamique des insectes

## Introduction au chapitre 4

associés à cet environnement. Cela conduit à étudier d'une part la composition floristique des jardins de case et d'en déterminer les typologies végétales existantes, et d'autre part à évaluer les abondances et la diversité entomologiques y relatives. Dans le chapitre qui suit, ces différents aspects sont traités et analysés sous deux angles, du point de vue jardins de case (végétation pérenne et mixte), et du point de vue environnement (rural et urbain), en mettant en relief les espèces d'insectes les plus importantes à considérer dans la perspective du développement de la culture du safoutier au Gabon, voire dans la sous-région.

### Références bibliographiques

- Bernays, E. A. & Chapman, R. F. 1994. *Host plant selection by phytophagous insects*. Chapman and Hall, New York, 312 p.
- Hougen-Eitzman, D. & Rausher, M. D. 1994. Interactions between herbivorous insects and plant-insect coevolution. *The American Naturalist*, **143** (4): 677-697.
- Kiss, A. & Meerman, F. 1991. *Integrated pest management and African agriculture*. World Bank, Washington, D.C, 122 p.
- Mariau, D., Decazy B., Quilici S. & Nguyen-Ban, J. 1999. *Integrated pest management of tropical perennial Crops*. Science Publishers, Cirad, 167 p.
- Morales, H. 2002. Pest Management in Traditional Tropical Agroecosystems: Lessons for Pest Prevention Research and Extension. *Integrated Pest Management Reviews*, **7**(3):145-163.
- Opende Koul & Cuperus, G. W. 2007. *Ecologically based integrated pest management*. CABI, 462 p.
- Opende Koul; Dhaliwal, G. S. & Cuperus, G. W. 2004. *Integrated pest management: Potential, constraints and challenges*. Wallingford, CABI Publishing, 336 p.
- Peña, J. E., Sharp, J. L. & Wysoki, M. 2006. *Tropical Fruit Pests and Pollinators: Biology, Economic Importance, Natural Enemies and Control*. CABI, 421 p.
- Walter, G.H.2003. *Insect pest management and ecological research*. Cambridge University Press, New York, 387 p.
- Uneke, C. J. 2007. *Integrated Pest Management for Developing Countries: A Systemic Overview*. Nova Science Publishers, Incorporated, 203 p.

## Chapitre 4

### Article 2

#### **Etude de la diversité entomologique des associations culturelles prenant en compte le safoutier (*Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (*Burseraceae*)) dans le Haut-Ogooué, Gabon**

**René Noel POLIGUI**, Isaac MOUARAGADJA, Eric HAUBRUGE, Frédéric FRANCIS.

(Article est soumis et accepté dans la revue *Entomologie faunistique*)

#### **Résumé**

L'étude de l'entomofaune des associations culturelles a été conduite au Gabon en 2009 et 2010, au moyen des pièges jaunes et du contrôle visuel, dans la ville de Franceville et les villages environnants. L'étude révèle l'existence des jardins de case à végétation pérenne et à végétation mixte. Cinquante espèces végétales ont été recensées, avec 48.1% des fruitiers, 23.5% des plantes alimentaires, et 29, 4% des plantes spontanées. *Dacryodes edulis* est le fruitier prédominant (21. 2%). Les abondances des insectes piégés autour de *D.edulis* étaient plus élevées au niveau des jardins à végétation pérenne (13550 insectes en 2009, et 5196 insectes en 2010) que dans les jardins à végétation mixte (8203 insectes en 2009 et 3537 insectes en 2010). Le contrôle visuel sur *D. edulis* a permis d'enregistrer des abondances assez équilibrées entre les deux types de jardins de case et chaque année. Cependant, les indices de Shannon ne montrent pas de différence de diversité entomologique entre les jardins de case. Les espèces dominantes des ravageurs comprennent *Aphis spiraeicola* (Aphididae), *Oligotrophus* sp. (Cecidomyiidae), *Pseudonoorda edulis* sp.nov (Crambidae), *Selenothrips rubrocinctus* (Thripidae) et *Stictococcus formicarius* (Stictococcidae). Les espèces polinisatrices les plus abondantes sont *Apis mellifera andersoni* (Apidae) et *Trigona braunsii* (Apidae). Au regard de ces résultats, il ressort que l'exploitation des associations culturelles autour du safoutier limiterait les pullulations des insectes et leurs dégâts éventuels sur ce fruitier. Le développement des études ultérieures dans cette voie pourrait conduire à des stratégies de contrôle biologique des ravageurs de *D.edulis* au Gabon.

Mots-Clés: *Jardins de case*, *Association culturelle*, *Dacryodes edulis*, *Insectes*, *Contrôle biologique*, *Gabon*

## Chapitre 4

### Abstract

The entomofauna monitoring among associated plants integrating *Dacryodes edulis* was carried out in Gabon in 2009 and 2010, using yellow traps and visual control, in Franceville and surrounding villages. The study revealed fruit trees home gardens and mixt home gardens. Fifty plant species were identified, with 48.1% of fruit trees, 23.5% of food plants and 29.4% of wild plants. *Dacryodes edulis* was the major (21.2%) of fruit trees of these home gardens. In fruit trees home gardens, the yellow traps catches on *D.edulis* were higher (13550 insects in 2009, and 5196 insects in 2010) than in mixt home gardens (8203 insects in 2009 and 3537 insects in 2010). Visual control on *D. edulis* allows to record, each year, similar abundance between both home gardens. However, Shannon Index calculation shows no variation of insect's diversity between both home gardens. The dominant pests' species are *Aphis spiraecola* (Aphididae), *Oligotrophus* sp. (Cecidomyiidae), *Pseudonoorda edulis* sp.nov (Crambidae), *Selenothrips rubrocinctus* (Thripidae) and *Stictococcus formicarius* (Stictococcidae). Major pollinator species are *Apis mellifera andersoni* (Apidae) and *Trigona braunsii* (Apidae). In regards to these results, exploiting associated plants around *D.edulis* could avoid insect outspread and damage on this fruit tree. Further studies are to make in this way in order to enhance biological control of *D.edulis* in Gabon.

Key-words: *Home gardens, Associate plants, Dacryodes edulis, Insects, Biological control, Gabon*

## Chapitre 4

### 1. Introduction

Les jardins de case constituent des systèmes productifs agricoles basés sur une exploitation efficace de la terre autour de la zone habitée. Ces jardins de famille sont une tradition ancienne dans les pays tropicaux, et par ce type de gestion de la terre autour de la maison d'habitation, les populations réunissent des cultures annuelles herbacées, semi-pérennes et pérennes (Puig, 2001). Au niveau de l'Afrique centrale, ces systèmes revêtent une importance socio-culturelle fondamentale pour les planteurs. Les cultures prépondérantes rencontrées en ces milieux sont essentiellement constituées des plantes alimentaires amyloacées, légumières et fruitières. A ces spéculations alimentaires sont associées d'autres plantes utiles couramment employées dans les domaines de la pharmacopée traditionnelle et de l'ébénisterie (Soemarwotto, 1987). Des études effectuées dans des pays limitrophes du Gabon, à l'instar du Cameroun, ont suffisamment montré l'importance des jardins de case dans l'alimentation humaine, la protection, la conservation et l'amélioration des espèces exploitées (Dounias & Hladik, 1996). En participant ainsi indirectement à la préservation de la biodiversité des milieux anthropisés (Soemarwotto, 1987), ces systèmes agroforestiers contribuent également à la sécurité alimentaire des ménages et aussi à la réduction de la pression de l'agriculture sur le milieu forestier (Redwood, 2009). Au niveau du Gabon, les cultures des jardins de case sont mises en place en vrac de manière à occuper tout l'espace autour de l'habitation. La conduite de ces cultures est tributaire d'une agriculture rudimentaire de type traditionnel (Sy et al., 2009). Les plantes amyloacées et légumières sont essentiellement d'origine locale. Les espèces fruitières sont prépondérantes et tout venantes (Poligui et al., 2013). La pratique des jardins de case est donc bien manifeste, mais il manque d'informations scientifiques de référence, notamment dans le domaine de l'entomofaune liée à cet écosystème. C'est dans ce contexte que la présente étude a été réalisée au Gabon, dans la province du Haut-Ogooué, notamment au sein des associations culturelles des jardins de case de Franceville et des villages environnants. Nous avons étudié l'évolution de l'entomofaune des associations culturelles prenant en compte le safoutier (*Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam 1932) (*Burseraceae*), en utilisant deux méthodes complémentaires d'observation, à savoir le contrôle visuel et le piégeage à l'aide des bacs jaunes. Le présent travail a pour objectifs, d'une part de caractériser et d'établir la typologie culturelle de cet environnement, et d'autre part de déterminer les abondances et la diversité entomologique des insectes nuisibles et utiles dans ces jardins de case, et surtout sur le safoutier.

### 2. Matériel et Méthodes

Cette étude a été réalisée sur deux saisons successives (de août à décembre 2009 et 2010), dans les jardins de case de Franceville et de cinq villages environnants. L'étude au niveau de Franceville a porté sur cinq quartiers qui sont Mingara (S 01°37'47.2" ; E 013°33'42.6" ; El : 389m), Mangoungou (S 01°38'48.0" ; E 013°35'47.4" ; El : 314m), Ongwegné (S 01°35'32.6" ; E 013°34'47.3" ; El : 335m), Engalla (S 01°37'24.9" ; E 013°36'54.9" ; El : 311m) et Epilla (S 01°37'24.1" ; E 013°38'26.9" ; El : 462m). Les villages retenus se situent chacun sur un axe routier partant de Franceville. Il s'agit des villages Mvengué (S 01°38'43.4" ; E 013°25'05.6" ; El : 429m), Lepaka (S 01°40'49.3" ;

## Chapitre 4

E.013°34'43.0" ; El : 376m), Bibassa (S 01°39'41.2" ; E 013°34'22.1" ; El : 412m), Okoloville (S 01°29'49.6" ; E 013°31'36.9" ; El : 365m) et Eyouga (S 01°33'21.7" ; E 013°46'36.8" ; El : 478m). La ville de Franceville et les villages prospectés constituent un environnement ouvert dominé par la savane. Le milieu habité est fort boisé par des fruitiers parmi lesquels figure le safoutier (Poligui et *al.*, 2013). Les jardins de case étudiés se caractérisent par la diversité des espèces végétales qui y sont exploitées. Des ouvrages de systématique botanique et agronomique ont été utilisés pour identifier la flore des jardins de case (Le Bourgeois & Merlier, 1995 ; Arbonnier, 2009) et élaborer la typologie des systèmes culturaux (Béné et *al.*, 1977; Follin,1999). Un jardin familial d'environ 500m<sup>2</sup> a été retenu par quartier et par village, en considérant la présence d'au moins un safoutier en fleurs, avec des branches tombantes arrivant au niveau de la taille humaine. Cela pour permettre des observations visuelles sur les organes végétatifs à la hauteur d'homme. Ainsi, afin d'harmoniser les conditions d'observation, les jardins avec des vieux arbres très élevés ont été évités. Suivant leurs spécificités, les jardins ayant une végétation pérenne se caractérisent par la présence prépondérante des cultures fruitières et d'autres plantes ligneuses spontanées à sub-spontanées, utiles à l'homme. Les jardins à flore mixte comportent tout aussi bien les fruitiers que les plantes alimentaires herbacées. L'ensemble de ces quartiers et villages constituent donc dix stations d'études, en raison de deux postes de piégeage par station. Chaque poste de piégeage comportait deux dispositifs de trois pièges jaunes (bacs à eau) installés respectivement en périphérie de la frondaison du safoutier, et dans un milieu témoin sans safoutier, en triangle de six mètres de côté au minimum, tel que décrits par Gama & Francis (2008). Cela correspond à vingt postes de piégeage constitués de soixante pièges. L'échantillonnage a été distinctement constitué des insectes piégés et des insectes observés. L'observation visuelle porte sur chaque safoutier du jardin étudié, soit 10 arbres au total. Elle consiste à examiner, au niveau de chaque arbre, cinq rameaux fructifères ou extrémités foliaires choisis au hasard, soit 50 observations à chaque passage. Les collectes des pièges et les observations visuelles ont été effectuées hebdomadairement, le même jour. C'est une méthode usuelle utilisée en verger pour évaluer le risque lié à la présence des principaux ravageurs et maladies (OILB/SROP, 1977 ; MacHardy, 2000). Les insectes ont été comptés et classés taxonomiquement sur la base de la morphologie extérieure (Hutcheson & Jones, 1999), soit par reconnaissance directe, soit après identification au laboratoire sous un microscope stéréoscopique (Leica SZB 200). Plusieurs clés de systématiques entomologiques généralistes et spécifiques à quelques familles ont été utilisées. Les abondances de piégeage et des observations visuelles ont été comparées. Les abondances relatives des insectes ont été déterminées au niveau des effectifs individuels et des familles, telles qu'estimés par Dajoz (2006), selon la formule suivante :

$$F(\%) = ni * \frac{100}{N} , ni \text{ étant le nombre d'individus d'un niveau taxonomique (espèce, famille)}$$

considéré, et N le nombre total d'individus de l'ensemble des taxons pris en compte. La détermination des familles des insectes nuisibles (ravageurs) et utiles (pollinisateurs et entomophages) en fonction de

## Chapitre 4

la spécificité des jardins de case permettra d'envisager des stratégies de lutte biologique (Hutcheson & Jones, 1999 ; Neuenschwander et *al.*, 2003), et donc de limiter le recours aux pesticides.

La diversité entomologique a été évaluée jusqu'au taxon famille (et spécifique pour les espèces d'intérêt agronomique). L'indice de diversité de Shannon a été calculé selon la formule

suivante (Magurran, 2004):  $H' = -\sum p_i \ln p_i$ , avec  $p_i = n_i/N$ ;  $n_i$  = l'abondance de la  $i$ ème espèce;  $S$  = le nombre total d'espèces, et  $N$  = l'abondance totale.

Les analyses d'abondances et diversité ont été réalisées sur la base des données transformées selon la formule  $(x+0,5)^{1/2}$ . Les abondances et la diversité ont été comparées entre les stations et les années d'échantillonnage en utilisant l'analyse de variance (Anova) et le test de Levene, grâce au logiciel statistique Minitab (version 16. Minitab® Inc, State College, PA, USA).

Une approche descriptive de la relation entre les principales espèces et le type de jardins de case a été exploitée en comparant des diagrammes de relations trophiques (food webs), de manière à caractériser les liens entre les espèces entomologiques et le type d'associations culturales. Cette démarche usuelle est communément utilisée pour l'analyse de la structuration des communautés biologiques liées par des connectances trophiques (Barbosa et *al.*, 2007). Les données d'abondances, de diversité et d'identité des organismes de notre étude ont été utilisées pour construire les diagrammes quantitatifs entre le type de jardins abritant le safoutier et les insectes ravageurs et pollinisateurs. Dans chaque diagramme, la série supérieure des barres (chacune avec un numéro) représente le nombre des espèces entomologiques les plus importantes, tandis que les barres inférieures constituent la plante hôte dans un type de jardins de case. La largeur de chaque barre représente une proportion de l'abondance de l'espèce entomologique correspondante. Lorsque la connectance d'une espèce est plus importante en direction de la plante hôte au sein d'un type d'associations culturales, cela traduit sa prédominance dans cet environnement. Par contre, lorsque cette connectance est répartie de manière équivalente, cela traduit sa distribution équilibrée entre les deux types d'associations culturales.

### 3. Résultats

#### 3.1. Typologie floristique du milieu

La composition floristique de la zone étudiée est dominée par les fruitiers et les plantes alimentaires amyliacées et légumières (tableau 1). L'étude révèle deux types de systèmes culturels, les jardins de case à végétation pérenne (sites Lepaka, Bibassa, Ongwegné, Engalla et Eyouga), et les jardins de case à végétation mixte (pérenne et herbacée) (Mvengué, Mingara, Mangoungou, Okoloville et Epilla). Il ressort que 60% (3/5) des jardins à végétation pérenne (39 espèces végétales) sont dans l'habitat rural, et à 60% (3/5) des jardins à végétation mixte (27 espèces végétales) se trouvent à Franceville. Avec une densité respective de 140 arbres/ha (35 arbres/ 500 m<sup>2</sup> x 5) et de 108 arbres/ha (27 arbres/ 500 m<sup>2</sup> x 5), *D. edulis* est le safoutier dominant des jardins à végétation pérenne et mixte.



## Chapitre 4

Tableau 1 : Flore des jardins de case de Franceville et villages environnants.

Etage	Espèces	Pieds	Fonction (Usage)	
<b>Plantes cultivées</b>				
1	<i>Dacryodes edulis</i> (G. Don) H.J. Lam (Burseraceae)	62	Fruits (Consommation)	
	<i>Gambea africana</i> (A.DC.) Pierre (Sapotaceae)	1	Fruits (Consommation)	
	<i>Mangifera indica</i> L. (Anacardiaceae)	35	Fruits (Consommation)	
	<i>Persea Americana</i> L.(Lauraceae)	13	Fruits (Consommation)	
2	<i>Odyendya gabonensis</i> Engl.( Simaroubaceae)	2	Fruits (Consommation)	
	<i>Terminalia mantaly</i> H. Perrier (Combretaceae)	1	Ornement	
	<i>Trichoscypha acuminata</i> Engl. (Anacardiaceae)	1	Fruits (Consommation)	
3	<i>Citrus aurantium</i> L. (Rutaceae)	1	Fruits (Consommation)	
	<i>Cocos nucifera</i> L.(Arecaceae)	2	Fruits (Consommation)	
	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq. (Arecaceae)	54	Fruits (Consommation)	
	<i>Eucalyptus citriodora</i> (Myrtaceae)	1	Bois+Ornement+médicinale	
	<i>Ficus benjamina</i> Danielle (Moraceae)	1	Ornement+chasse chauve-souris	
	<i>Hura discrepans</i> L.(Euphorbiaceae)	1	Ornement	
	<i>Manihot glaziovii</i> Müll.Arg.(Euphorbiaceae)	1	Ornement	
	<i>Milletia laurentii</i> De Wild. (Fabaceae)	4	Bois+Ornement	
	<i>Milletia versicolor</i> Baker (Fabaceae)	9	Bois+Ornement	
	<i>Musa</i> sp1.(Musaceae)	12	Fruits (Consommation)	
	<i>Musa</i> sp2. (Musaceae)	20*	Fruits (Consommation)	
4	<i>Newbouldia laevis</i> P.Beauv (Bignoniaceae)	2	Bois+Ornement+médicinale	
	<i>Tephrosia vogelii</i> Hook. F (Fabaceae)	3*	Feuilles (Ichtyotoxiques)	
	<i>Carica papaya</i> L.(Caricaceae)	17	Fruits (Consommation)	
	<i>Citrus lemon</i> L.(Rutaceae)	1	Fruits (Consommation)	
5	<i>Citrus reticulate</i> Blanco (Rutaceae)	5	Fruits (Consommation)	
	<i>Psidium guajava</i> L.(Myrtaceae)	3	Fruits (Consommation)	
5	<i>Abelmoschus esculentus</i> L. Moench (Malvaceae)	3	Fruits (Consommation)	
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L. (Malvaceae)	2	Ornement	
	<i>Manihot esculenta</i> Crantz (Euphorbiaceae)	75	Racines (Consommation)	
	<i>Saccharum officinarum</i> L.(Poaceae)	30	Tige (Consommation)	
	<i>Ananas comosus</i> L. (Bromeliaceae)	3	Fruits (Consommation)	
	<i>Capsicum frutescens</i> L. (Solanaceae)	2	Fruits (Condiment)	
	<i>Corchorus olitorius</i> L. (Tiliaceae)	35	Feuilles (Consommation)	
	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L. (Malvaceae)	115	Feuilles (Consommation)	
	<i>Justicia secunda</i> Vahl;(Acanthaceae)	50	Feuilles (plante médicinale)	
	<i>Solanum melongena</i> L. (Solanaceae)	12	Fruits (Consommation)	
	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> L.(Araceae)	50	Tubercules (Consommation)	
	<b>Plantes spontanées</b>			
	2	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg (Moraceae)	1	Bois
<i>Musanga cercopoides</i> R.Br. & Tedlie (Moraceae)		1	Bois	
3	<i>Hymenocardia acida</i> Tul (Hymenocardiaceae)	2	Feuilles+Fruits +Bois	
	<i>Syzygium guineense</i> (Wild.) DC. (Myrtaceae)	1	Bois	
	<i>Trema orientalis</i> (L) Blume ( Ulmaceae)	1	Bois	
5	<i>Cassia alata</i> L(Caesalpinaceae )	x	Feuilles (médicinales)	
	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King (Asteraceae)	x	Non connue	
	<i>Hyparrhenia diplandra</i> (Hack.) Stapf (Poaceae)	x	Combustible	
	<i>Ageratum conizoides</i> L. (Asteraceae)	x	Feuilles (plante médicinale)	
	<i>Bidens pilosa</i> L. (Asteraceae)	x	Feuilles (plante médicinale)	
6	<i>Caladium bicolor</i> (Ait.) Vent. (Araceae)	x	Ornement	
	<i>Canna indica</i> L. (Cannaceae)	x	Ornement	
	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) P.Beauv (Poaceae)	x	Non connue	
	<i>Paspalum virgatum</i> L. (Poaceae)	x	Couverture du sol	
	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Verbenaceae)	x	Non connue	

\*Les chiffres correspondent aux souches, x exprime la présence abondante de l'espèce. Les étages se subdivisent en six classes : 1=16-25m, 2=10-15m, 3=3-9m, 4=2-3m, 5=1,5-2,5 ; 6≤1m.

## Chapitre 4

### 3.2-Abondances de l'entomofaune globale

De façon globale, les abondances totales des insectes varient selon les années, les techniques de monitoring et les types de jardins (Tableau 2). Les abondances globales en 2009 sont de 21753 insectes, 19196 insectes, et 8731 insectes, respectivement pour le piégeage autour du safoutier, le piégeage témoin, et le contrôle visuel. En 2010, ces abondances sont de 8733 insectes, 14129 insectes, et 1358 insectes, respectivement pour le piégeage autour du safoutier, le piégeage témoin, et le contrôle visuel. Il ressort que dans les deux cas de jardins de case (Tableau 2), il y a une différence significative ( $p \leq 0.001$ ) des captures entre les sites en 2009. Les plus faibles abondances moyennes piégées ont été enregistrées dans les sites urbains (Epilla et Mingara). En 2010, à l'exception du piégeage témoin qui enregistre des différences d'abondances entre sites ( $p \leq 0.001$ ), le piégeage autour des safoutiers et les observations visuelles ne présentent aucune différence significative entre les postes ( $p > 0.05$ ).

Tableau2 : Distribution des abondances d'insectes selon les sites.

Flore	Sites	Pièges autour de <i>Dacryodes edulis</i>		Pièges témoins		Observations visuelles	
		2009	2010	2009	2010	2009	2010
Végétation pérenne	Lepaka (savane)	268 ± 92a	59 ± 13a	150 ± 37a	130 ± 33a	43 ± 11b	7 ± 1a
	Bibassa (savane)	230 ± 58a	80 ± 19a	144 ± 31a	130 ± 33a	106 ± 27a	12 ± 1a
	Eyouga (forêt)	109 ± 26b	65 ± 14a	121 ± 21ab	102 ± 19a	35 ± 9b	10 ± 2a
	Engalla (ville)	103 ± 25b	86 ± 23a	90 ± 20b	68 ± 19b	19 ± 4b	11 ± 4a
	Epilla (ville)	60 ± 19c	57 ± 14a	33 ± 10c	73 ± 19b	116 ± 22a	17 ± 4a
Végétation mixte	Mingara (ville)	85 ± 25b	33 ± 7a	130 ± 43b	231 ± 97a	28 ± 5b	6 ± 1a
	Mvengué (savane)	94 ± 22ab	35 ± 6 a	57 ± 21 c	78 ± 23b	29 ± 7b	10 ± 3a
	Mangoungou (ville)	161 ± 35a	47 ± 15a	146 ± 33b	38 ± 8c	38 ± 18b	6 ± 1a
	Ongwegné (ville)	137 ± 41a	34 ± 11a	146 ± 33b	16 ± 5c	62 ± 25a	6 ± 1a
	Okoloville (forêt)	112 ± 21ab	49 ± 12a	228 ± 64a	82 ± 18b	69 ± 15 a	11 ± 4a

**Légende :** dans une colonne et au sein d'une même typologie floristique, les sites affectés d'une même lettre ne présentent aucune différence significative d'abondance entre eux, ceux affectés de lettres distinctes présentent une différence significative entre eux (à  $p = 5\%$ ).

En comparant les deux types d'associations culturelles, il ressort que les jardins à végétation pérenne permettent les captures des d'insectes significativement plus importantes ( $p < 0.05$ ) que les mixte. Par ailleurs, les abondances obtenues par contrôle visuel ne varient significativement pas ( $p > 0.05$ ) entre les deux types de jardins (figure 1).

## Chapitre 4

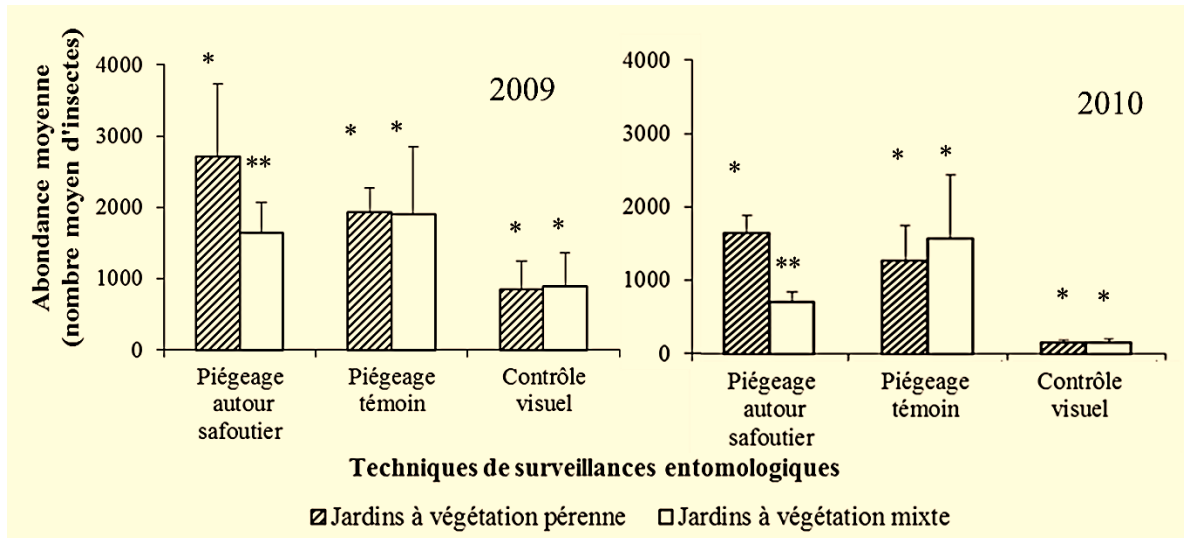


Figure 1 : Répartition des abondances des insectes selon les jardins de case

**Légende :** Deux barres comparées portant respectivement un et deux astérisques traduisent une différence significative du nombre moyen d'insectes entre les types de jardins. Par contre, lorsque deux barres portent chacune un seul astérisque, il n'existe pas de différence significative du nombre moyen d'insectes entre les types de jardins (à  $p=5\%$ ).

### 3.3- Abondances suivant les familles majeures

Les abondances des principales familles des insectes ont été regroupées en trois catégories, les insectes ravageurs, les insectes utiles et les insectes associés (tableau 3). Ces communautés entomofaunes sont constituées de 56 familles des ravageurs, 50 familles d'insectes utiles et 70 familles d'insectes associés. Il ressort que les familles entomologiques majeures enregistrent leurs plus grandes abondances dans les jardins de case à végétation pérenne plus tôt que dans les jardins à végétation mixte. Dans le groupe des ravageurs, les Cecidomyiidae, Cicadellidae, Psyllidae et Thripidae abondent prépondérément dans les jardins à végétation pérenne (tableaux 3). Par contre, les Aphididae et les Crambidae prédominent dans les jardins à végétation mixte. Chez les insectes utiles, les Apidae et Halictidae apparaissent plus abondantes que les autres, prépondérément dans les jardins de case à végétation pérenne. En ce qui concerne les insectes associés, les Formicidae et les Muscidae sont les plus abondantes dans les jardins à végétation mixte.

## Chapitre 4

Tableau 3: Abondances des principales familles d'insectes dans les jardins de case.

		Jardins à végétation pérenne						Jardins à végétation mixte					
		Piégeage safoutier		Piégeage témoin		Contrôle visuel		Piégeage safoutier		Piégeage témoin		Contrôle visuel	
		2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
<b>Ravageurs</b>	Aphididae	1074	993	1624	1108	0	0	1204	662	2491	1497	0	0
	Apionidae	217	102	180	295	0	0	88	19	222	329	0	0
	Cecidomyiidae	41	61	48	47	584	78	60	41	126	80	613	30
	Cicadellidae	413	288	435	347	103	31	545	271	505	503	53	44
	Coccidae	0	0	0	0	613	107	0	0	0	0	115	51
	Crambidae	31	17	12	16	151	43	16	21	13	16	104	46
	Membracidae	117	95	134	102	4	0	163	128	124	153	5	0
	Psyllidae	4615	1242	3458	1877	85	60	1482	235	2059	3121	174	45
	Pyrilidae	267	59	241	81	14	0	151	42	151	70	1	0
	Stictococcidae	0	0	0	0	37	34	0	0	0	0	1315	56
	Thripidae	231	189	150	112	77	56	275	82	164	69	73	42
	Autres* (45)	678	471	660	374	83	36	730	632	948	424	97	37
<b>Utiles</b>	Apidae	3399	542	681	761	265	41	889	259	368	98	241	45
	Coccinellidae	207	177	246	225	23	2	189	165	215	190	1	4
	Halictidae	207	93	187	80	4	3	79	59	98	97	8	1
	Autres *(47)	848	373	685	420	282	150	1023	458	704	482	336	220
<b>Asso ciés</b>	Formicidae	154	87	147	125	117	29	89	70	144	110	87	39
	Muscidae	146	108	147	91	1	0	212	89	270	153	0	0
	Autres *(68)	905	299	666	237	1814	53	1008	304	892	439	1251	106
<b>Total</b>	<b>180 familles</b>	<b>13550</b>	<b>5196</b>	<b>9701</b>	<b>6298</b>	<b>4257</b>	<b>723</b>	<b>8203</b>	<b>3537</b>	<b>9494</b>	<b>7831</b>	<b>4474</b>	<b>766</b>

**Légende :** \*Autres familles entomologiques mineures, le nombre entre parenthèse correspond au total des familles regroupées au sein d'un même groupe fonctionnel.

### 3.4- Diversité entomologique

Les surveillances ont permis d'inventorier une grande diversité de familles entomologiques (178 familles en 2009 et 134 familles en 2010 par piégeage autour du safoutier, 180 familles en 2009 et 138 familles en 2010 par piégeage témoin, contre 74 familles en 2009 et 47 familles en 2010 par le contrôle visuel). Il n'y a pas de différence significative du nombre de familles d'insectes entre les sites ( $p > 0.05$ ), pour chaque technique de recensement. Ce résultat est confirmé par le calcul de l'Indice de Shannon, qui présente de niveaux de diversité similaires entre les types de jardins (figure 2).

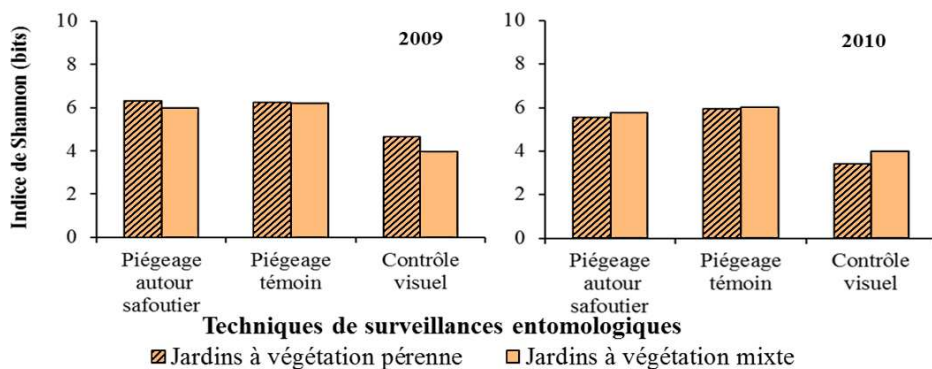


Figure 2 : Indice de diversité selon la typologie des jardins de case.

## Chapitre 4

### 3.5- Distribution des espèces entomologiques majeures

Sur les 21 espèces entomologiques majeures capturées par piégeage, 90.5% (19/21) sont des ravageurs, le reste est constitué de pollinisatrices (8.5%). Chez les ravageurs, *Aphis spiraecola* Patch, 1914 (Aphididae); *Tettigoniella* sp. (Cicadellidae) et *Colophorina* sp. (Psyllidae) sont les plus abondantes dans les jardins à végétation pérenne. Les autres ravageurs ont une distribution plus équilibrée (figure 3). Les espèces pollinisatrices *Apis mellifera andansoni* Latreille, 1804 (Apidae) et *Trigona braunsii* Magretti, 1884 (Apidae) ont elles aussi des connectances également plus fortes envers dans les jardins à végétation pérenne (figure 3).

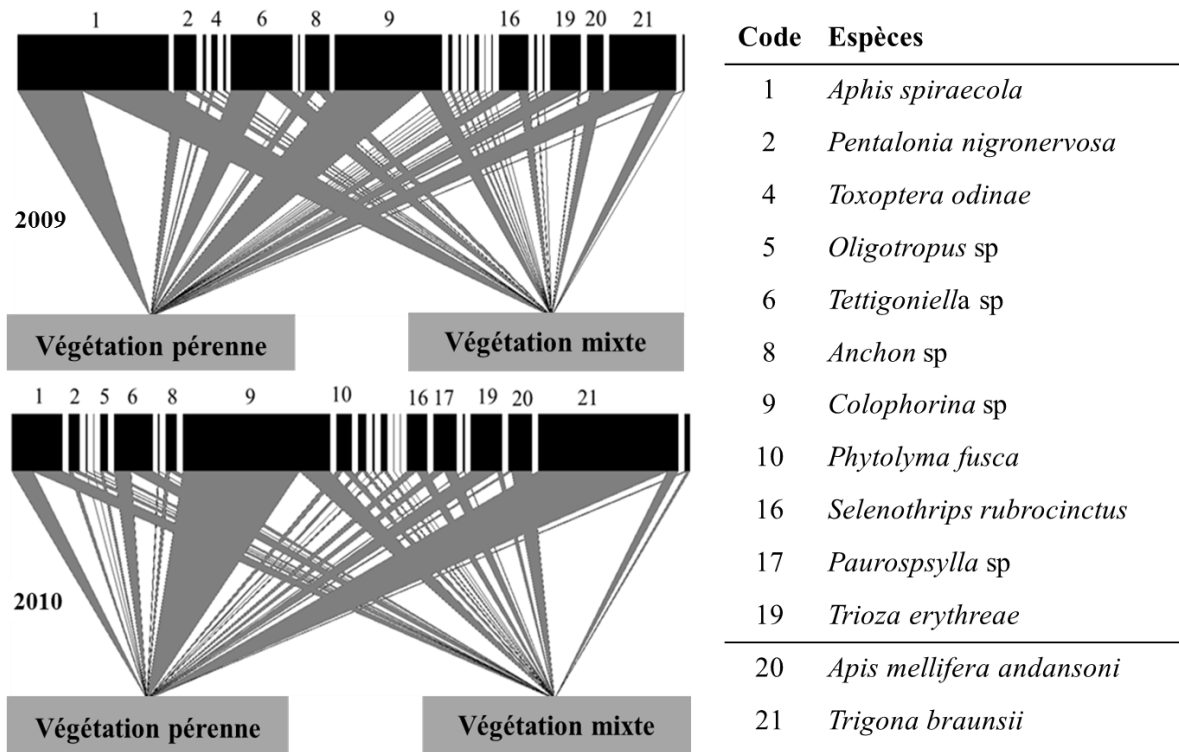


Figure 3 : Distribution des espèces entomologiques piégées.

Les surveillances visuelles ont permis de recenser 12 espèces entomologiques majeures dont neuf ravageurs et trois espèces pollinisateurs (figure 4). Parmi les ravageurs, *Oligotropus* sp (Cecidomyiidae), *Pseudonoorda edulis* Maes & Poligui (Crambidae), et *Sessetia nigrella* sp (Coccidae) sont prédominantes dans les jardins à végétation pérenne. *S. formicarius* (Stictococcidae) et *Stictococcus formicarius* Newstead, 1910 (Stictococcidae) ont été plus abondantes dans les jardins à végétation mixte, tandis que *S. rubrocinctus* Giard (Thripidae), *S. nigrella* sp (Coccidae) et *Tettigoniella* sp (Cicadellidae) ont eu une distribution similaire entre les deux types de jardins (figure 4). A côté de ses espèces, il convient de souligner que les observations opinées de safoutiers dans d'autres régions nous ont permis de nous rendre compte de l'existence d'autres espèces de ravageurs rares que nous avons désignés par ravageurs mineurs. Il s'agit particulièrement de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillaridae) qui mine les feuilles et de *Tragocephala guerini* White

## Chapitre 4

(Coleoptera: Cerambycidae) et *Scobicia chevrieri* Villa (Coleoptera: Bostrichidae) qui attaquent les branches et rameaux du safoutier (Annexes 2 et 3). Chez les espèces pollinisatrices majeures, seules les collectes de 2010 mettent en relief des abondances importantes, avec *A. mellifera andansoni* plus présent dans les jardins à végétation mixte (fig.4).

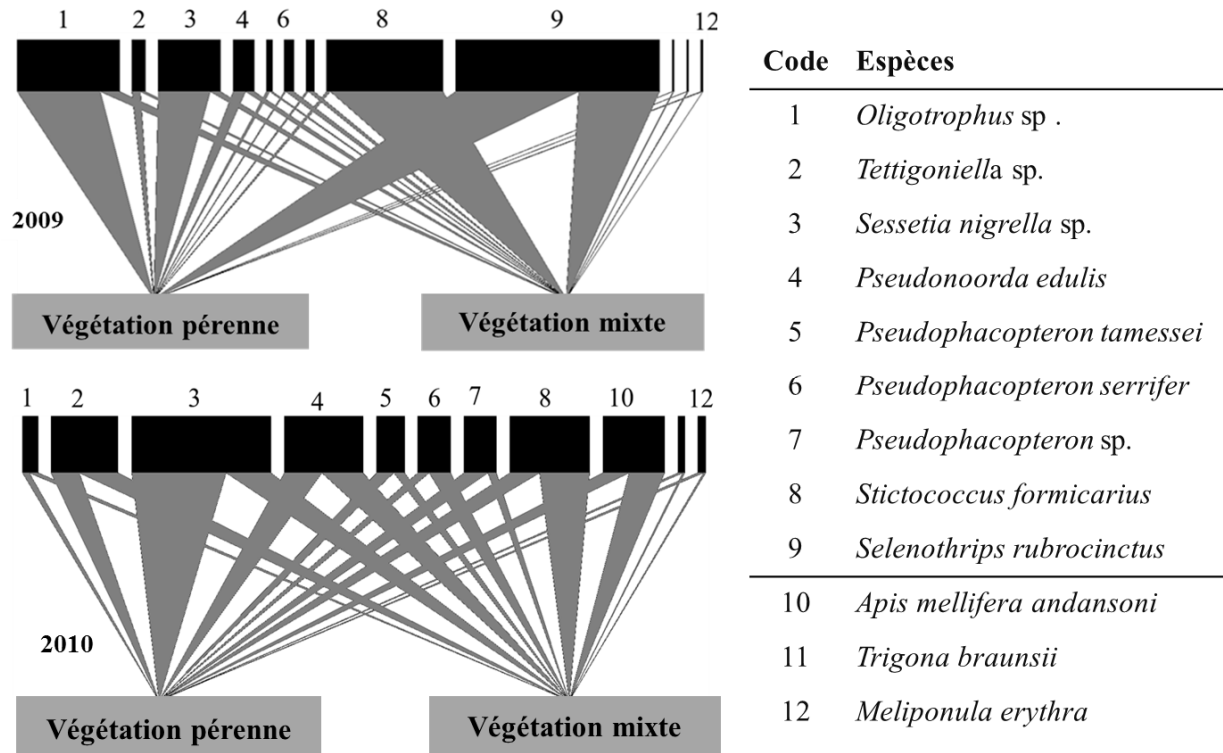


Figure 4 : Distribution des espèces entomologiques observées visuellement.

### 4. Discussion

**La typologie floristique** de la zone étudiée se répartit en deux systèmes culturels, à savoir les jardins à végétation pérenne prépondérants en milieu rural, et les jardins de case à cultures mixtes abondants en milieu urbain. Cette typologie floristique confirme la théorie selon laquelle les cultures pérennes sont plus pratiquées par les propriétaires des terres (populations rurales), alors les populations résidents temporaires ou précaires (populations urbaines) sont portées vers les cultures maraîchères (Dupriez & Leener, 1987 ; Carter, 1995; El Lakany et al.1999). La grande diversité végétale recensée révèle l'importance du rôle multifonctionnel des jardins de case, pour les populations de Franceville et villages environnants, à l'instar des autres régions d'Afrique centrale (Puig, 2001). La prépondérance de *D. edulis* traduit doublement l'importance économique de cet arbre dans ce milieu (Poligui et al., 2013) et dans ce genre de système agroforestier (Leakey et al., 1996).

**Les abondances d'insectes** varient suivant les années, les techniques de monitoring et les associations culturelles. Les différences d'abondances entre années se justifieraient certainement par le fait que pendant la période d'étude en 2009, la pluviométrie a été sensiblement plus importante (892,2mm) qu'en 2010 (801,9mm). La phénologie, notamment les phases de floraison et fructification, de *D.*

## Chapitre 4

*edulis* étant fortement liée à la pluviométrie (Kengué, 2002), l'on comprend pourquoi les safoutiers ont connu une moindre floraison en 2010. Le phénomène d'alternance qui correspond au repos végétatif de production, fréquent chez *D. edulis* (Kengué, 2006), peut également justifier cette faible floraison.

En 2009, les captures d'insectes dans les pièges autour des safoutiers sont plus élevées certainement grâce à l'attraction exercée par les safoutiers en fleur. En effet, comme le rapportent les travaux de Pauly (1998) et Tchuenguem et al. (2001), le stade de floraison de *D. edulis* attire énormément les insectes. En 2010, les pièges autour du safoutier ont capturé moins d'insectes que les pièges témoins certainement à cause de la faible floraison des safoutiers, et du dégagement végétatif de certaines stations (Mingara et Mangoungou) ayant permis une meilleure exposition des pièges témoins aux insectes. Les abondances entomofauniques autour des safoutiers sont plus élevées au niveau des jardins à végétation pérenne que dans des jardins à végétation mixte, certainement parce que les premiers ont une plus forte densité des safoutiers (144 arbres/ha) qui exercent une attraction plus importante sur les insectes. Partant de cette observation, on pourrait encourager l'association des cultures herbacées dans les vergers des safoutiers parce qu'elles sembleraient induire des effets dispersifs sur les insectes. Il faudra souligner toutefois que le contrôle visuel présente des abondances stables d'insectes chaque année, ce qui traduit non seulement la justesse de cette technique, mais justifierait aussi l'équilibre des communautés entomofauniques fréquemment le safoutier.

**La diversité** des insectes (piégés et observés visuellement) autour des safoutiers et des espaces témoins est la même entre les jardins de case à végétation pérenne et les jardins de case à végétation mixte, pour les deux années d'étude. Ces résultats traduisent, non seulement la fiabilité (reproductibilité) des techniques de monitoring utilisés, mais aussi la constance des familles entomologiques fréquentant ces agroécosystèmes.

La plus part d'espèces de ravageurs (*Oligotropus* sp., *P. serrifer* et *P. edulis*) et d'espèces pollinisatrices (*M. erythra* et *T. braunsii*) ont été prépondérantes dans les jardins à végétation pérenne, qui serait écosystème plus propice pour ces insectes, notamment grâce à l'attraction accrue exercée par la forte densité des safoutiers. *Oligotropus* sp. forme des galles alvéolaires sur les feuilles du safoutier (Ndindeng et al., 2006; Poligui et al., 2013). *P. serrifer* induit aussi des galles foliaires sur le safoutier, mais ses galles sont rugueuses. L'espèce *P. edulis* est une mineuse des fruits (safou) de *D. edulis*. D'autres espèces comme *S. formicarius* (espèce nuisible) et *A. mellifera* (espèce pollinisatrice) étaient plus abondantes les jardins à végétation mixte, parce que leur activité trophique a lieu sur plusieurs espèces de plantes. Par ailleurs, la distribution de *S. nigrella* sp., *Tettigoniella* sp. et *S. rubrocinctus* était équilibrée entre les deux types de jardins, certainement en raison de leur statut de ravageurs polyphages fréquemment rencontrés en milieux tropicaux (Pauly et al., 1989 ; Hill, 2007). Ces résultats, en plus d'améliorer la connaissance et la distribution des ravageurs du safoutier au Gabon, de révéler de nouveaux insectes pollinisateurs (*T. braunsii*) de cet arbre, confirment les observations des auteurs (Pauly, 1998 ; Tchuenguem et al., 2001; Kengué, 2006) ayant déjà rapporté l'activité pollinisatrice de *A. mellifera* et *M. erythra* sur *D. edulis*. Par ailleurs, la présence de certaines

## Chapitre 4

espèces (*Colophorina* sp., *P. nigronervosa*) et de nombreuses autres familles entomologiques, non identifiées comme ravageurs du safoutier, se justifie par le fait qu'elles aient été accidentellement capturées dans les pièges, lors de leur vol. La nature du paysage, la présence de leurs plantes hôtes ou autres ressources trophiques peuvent aussi expliquer leur niveau de distribution dans cet environnement.

### 5. Conclusion

Les surveillances entomologiques de ces milieux révèlent que les abondances entomologiques, notamment les Psyllidae et les Apidae, sont prépondérantes dans des jardins à végétation pérenne majoritairement implantées en milieu rural. Les abondances des Aphididae, des Cicadellidae et des Thripidae des Coccinellidae sont plus importantes dans les associations culturales à végétation mixte, plus fréquentes en milieu urbain. La diversité entomofaunique générale ne varie pas entre les deux types des jardins de case. Ce travail a aussi permis de mettre en évidence les ravageurs du safoutier tels que *Oligotrophus* sp., *Pseudonoorda edulis* et *Selenothrips rubrocinctus*, ainsi que les espèces pollinisatrices comme *Apis mellifera andersoni* et *Meliponula erythra*. L'identification de ces insectes et de leur relation trophique, constitue une base scientifique importante susceptible de contribuer à la mise en place d'une stratégie appropriée pour la gestion intégrée de *D.edulis* au sein de ces agroécosystèmes, dans la perspective d'une approche alternative à l'usage des pesticides.

### Remerciements :

Les auteurs remercient le PAI-DRH, organisme de l'Etat gabonais, pour le financement des travaux du doctorat de M. POLIGUI.

### Bibliographie

- Arbonnier M. (2009). *Arbres, arbres et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest*. Cirad-MNHN-UICN, Montpellier et Paris, Quae, 637p.
- Barbosa P., Caldas A. & Godfray H C.J. 2007. Comparative food web structure of larval macrolepidoptera and their parasitoids on two riparian tree species. *Ecological Research* **22**: 756–766
- Béné J.G., Beall H.W. & Côté A. (1977). *Trees, food and people: Land management in the tropics*. IRDC/CRDI, Ottawa, 54p.
- Carter E.J. (1995). *L'avenir de la foresterie urbaine dans les pays en développement: un document de réflexion*. FAO, Département des forêts, Rome, 95 p.
- Dounias E. & Hladik C.M. (1996). Les agroforêts Mvae et Yassa du Cameroun littoral : Fonctions socioculturelles, structure et composition floristique. In Hladik C.M., Hladik A., Pagezy H.,



## Chapitre 4

- Linares O.F., Koppert G.J.A. & Froment A. (Eds.), *L'alimentation en forêt tropicale : interactions bioculturelles et perspectives de développement*. p. 1103–1126. Éditions UNESCO, Paris.
- Dupriez H. & de Leener P. (1993). *Arbres et agricultures multi-étagées d'Afrique*. CTA, Wageningen, 354p.
- El Lakany M.H., Mehdipour Ataie A., Murray, Pastuk S., Rouchiche S. & Webb R. (1999). *La foresterie urbaine et périurbaine. Etude de cas sur les pays en développement*. FAO, Rome, 201p.
- Follin J.C. (1999). Les arbres hors de la forêt: les cultures pérennes tropicales. In Alexandre D.Y., Lescure J.P., Bied-Charreton M. & Fotsing J.M., *Contribution à l'état des connaissances sur les arbres hors forêt (TOF)*, IRD-FAO, Orléans, France, 185 p.
- Gama G. & Francis F. (2008). Etude de la biodiversité entomologique d'un milieu humide aménagé : le site du Wachnet, le long du Geer à Waremme (province de Liège, Belgique). *Entomologie faunistique* **61** (1-2), p. 33-42.
- Hill D.S. (2007). *Pests of Crops in Warmer Climates and Their Control*. Springer, United Kingdom, 679p.
- Hutcheson J. & Jones D. (1999). Spatial variability of insect communities in a homogenous system: Measuring biodiversity using Malaise trapped beetles in a Pinus. Elsevier, *Forest Ecology and Management* **118** (1-3), p. 93-105
- Kengué J. (2002). *Fruits for the Future 3. Safou: Dacryodes edulis G. Don*. UK: Southampton International Centre for Underutilized Crops, 147p.
- Kengué J. (2006). *Manuel No. 3 Safou: Dacryodes edulis, Manuel du vulgarisateur*. UK: Southampton International Centre for Underutilized Crop, 21p.
- Le Bourgeois T. & Merlier H. (1995). *Adventrop. Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne*. Montpellier, CIRAD-CA, 640 p.
- Leakey R.R.B., Temu A.B., Melnyk M. & Vantomme P. (1996). Domestication and commercialization of non-timber forest products in agroforestry systems. *Non-Wood Forest Products* N°9, FAO, Rome, 297 p.
- MacHardy W. E. (2000). Current status of IPM in apple orchards. In *XIVth International Plant Protection Congress, Crop Protection* **19 (8-10)**, p. 801-806.
- Magurran A E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing: Oxford, UK, 264p.
- Ndindeng S A., Kuate J., Kengué J., Dibog L., Ambassa-kiki R., Manga B. (2006). Leaf and fruit abscission in safou, *Dacryodes edulis* (G. Don), H. J. Lam, in the humid forest zone of Cameroon: associated parasites, pests and seasonality of their damage. *Forests, Trees and Livelihoods*. **16**:191-205.
- Neuenschwander P., Borgemeister C. & Langewald J. (2003). *Biological control in IPM systems in Africa*. Cabi Publishings, 448p.
- OILB/SROP (1977). Contrôles, seuils, et indications pour la lutte (Pommier III). *ACTA-lutte intégrée*, p.10-13.

## Chapitre 4

- Pauly A. (1998). *Hymenoptera Apoidea du Gabon*. Annales Sciences zoologiques, Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, vol. **282**, 121 p.
- Pauly A., Rambaldi G. & Diane-de Angelis D. (1989). *Guide des principaux ravageurs, maladies et carences des arbres fruitiers au Gabon*. FAO, 133p.
- Poligui R.N., Haubruge E., Francis F. (2009). Monitoring of the entomological diversity in a pesticide free orchard: investigation of the Gembloux agricultural university conservatory. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, Ghent University*, **74(2)**, p.375-386 .
- Poligui R.N., Mouaragadja I., Haubruge E., Francis F. (2013). La culture du safoutier (*Dacryodes edulis* (G.Don) H.J.Lam) : enjeux et perspectives de valorisation au Gabon. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* **17(1)**, sous presse.
- Puig H. (2001). *La forêt tropicale*. Belin, Paris, 447p.
- Redwood M. (2009). *Agriculture in urban planning: generating livelihoods and food security*. IDRC. 248p.
- Soemarwotto O. (1987). Homegardens: a traditional agroforestry system with a promising future. In Stepler H.A. & Nair P. (ICRAF), *Agroforestry: a decade of development*. Nairobi, Kenya, 1987, p.157-170.
- Sy A. A, Houssou M. & Moubamba J L. 2009. Diagnostic du système national de recherche et de vulgarisation agricoles du Gabon *et stratégie de renforcement des capacités pour la dissémination des connaissances et des technologies agricoles*. FAO, 85p.
- Tchuenguem Fohouo F.N, Messi J. & Pauly A. (2001). Activité de *Meliponula erythra* sur les fleurs de *Dacryodes edulis* et son impact sur la fructification. *Fruits* **56**, p. 179-188.

## Chapitre 4

### Article 3

**Effects of environment on the entomofauna associated to *Dacryodes edulis* (G.Don) H.J.Lam (Burseraceae): investigation in rural and urban agroecosystems in Haut-Ogooué, Gabon.**

René Noel POLIGUI, Isaac MOUARAGADJA, Eric HAUBRUGE, Frédéric FRANCIS.

(Article soumis à *African Journal of Ecology*)

#### **Abstract**

The entomofauna occurring on the African pear tree *Dacryodes edulis* is poorly known in its cultivated area. This study was conducted to determine the effects of environment on the abundance and diversity of insects associated to this fruit tree. Five rural sites and five urban sites were selected. Visual observation and trapping were used for assessing insects. The average numbers of insects differs significantly ( $p < 0.05$ ) between sites within each agroecosystem. However, the rural environment presented higher abundances than the urban one, but the insects average abundance and diversity per site did not differ significantly ( $p > 0.05$ ) between both environments. Nevertheless, the pest species *Oligotrophus* sp. (Cecidomyiidae) and *Pseudophacopteron serrifer* (Phacopteronidae), as well as the pollinator *Trigona braunsii* (Apidae), occurred predominantly in rural area. The safou red borer *Pseudonoorda edulis* (Crambidae), the red banded thrips *Selenothrips rubrocinctus* (Thripidae) and the pollinator *Apis mellifera andersoni* (Apidae) were predominant in the urban area. These results showed the influence of the environment on some insect species and highlighted prospect patterns for effective integrated management of *D. edulis*. Further studies should be conducted in other Gabonese sites or in neighboring countries where *D.edulis* grows to perform these understandings.

**Key-words:** *Environment, Agro-ecosystem, Dacryodes edulis, Entomofauna, Integrated management, Gabon.*

.

.

## Chapitre 4

### Les effets de l'environnement sur l'entomofaune associée à *Dacryodes edulis* (G.Don) H.J.Lam (Burseraceae): investigation dans les agroécosystèmes rural et urbain du Haut-Ogooué, Gabon.

#### Résumé

L'entomofaune associée au safoutier *Dacryodes edulis* est très peu connue. Cette étude a été entreprise, dans cinq sites ruraux et cinq sites urbains, pour déterminer les effets de l'environnement sur l'abondance et la diversité entomofauniques associées à cet arbre fruitier. L'observation visuelle et le piégeage ont été utilisés pour évaluer les insectes. Les abondances moyennes des insectes diffèrent significativement ( $p < 0.05$ ) entre les sites au sein de chaque agroécosystème. Cependant, l'environnement rural a présenté des abondances d'insectes plus élevées. Par contre, la moyenne d'abondance et la diversité par site ne présentent aucune différence significative ( $p > 0.05$ ) entre ces environnements. Néanmoins, les espèces nuisibles *Oligotrophus* sp. (Cecidomyiidae) et *Pseudophacopteron serrifer* (Phacopteronidae), et l'espèce pollinisatrice *Trigona braunsii* de (Apidae), étaient dominants dans le milieu rural. Par contre la mineuse de safou *Pseudonoorda edulis* (Crambidae), le thrips à bande rouge *Selenothrips rubrocinctus* (Thripidae) et l'abeille *Apis mellifera andersoni* (Apidae) étaient plus abondants en milieu urbain. Ces résultats montrent l'influence de l'environnement sur certaines espèces d'insectes, et fournissent une base d'informations utiles pour les éventuels programmes de production intégrée de *D. edulis*. Des études ultérieures devraient s'étendre à d'autres sites du Gabon ou des pays voisins pour conforter ces connaissances.

**Mots-Clés:** Environnement, Agroécosystème, *Dacryodes edulis*, Entomofaune, Production intégrée, Gabon.

## Chapitre 4

### Introduction

Vegetation types and disturbed habitats are considered as threats influencing biodiversity in many parts of the world (Harrison & Bruna, 1999). The fragmented habitat and the anthropized environment are then recognized as causing decrease and loss of arthropods species because of habitat connectivity disturbance (Andren, 1994). Didham et al. (1996) have demonstrated that habitat disturbance affect not only insect abundance and diversity, but also interactions between insects and other organisms. Then, according to these ecological patterns, rural areas are generally considered as a less disturbed environment, whereas urban habitat areas are strongly affected by an increasing anthropogenic activity, and are consequently exposed to greater disturbance (Andren, 1994). These environment characteristics, particularly host species composition changes, generally lead to a disproportional ranging distribution of insect species, with increase of species richness within some fragmented areas, outspread of invading species in modified habitats (Yahner, 1988), and decrease of arthropods diversity in a regional level (Gaston, 1996). This study was focused on environment involving the African pear tree *Dacryodes edulis* (G.Don) H.J.Lam (Burseraceae) because there is a need to investigate and improve knowledge of entomofauna occurring on this fruit tree within local agroforestry systems (Kengué, 2006; Poligui et al., 2013). In regards of its economic potential, *D. edulis* is considered in some ways as one of the local resources that can help central African countries to improve their national economies (Awono & Ingram, 2008). Poligui et al. (2013) suggested that a harvest and commercialization of 7.500 kg of fruits from a ten year old hectare (of 75 trees) could provide considerable incomes to each Gabonese farmer producing safou fruits, at least 7.900 to 11.000 € per year. Despite its importance for diet and local incomes, there is little knowledge about arthropod communities occurring on this tree within its cultivation areas. In this study, we examined effects of rural and urban agroecosystems on several arthropod functional groups occurring on this fruit tree: Pest species which cause injuries to *Dacryodes edulis* and surrounding plants; Beneficials which are generalist predators and pollinators; and the associated species which have opportunist trophic functions. To characterize both environments, we addressed classification of local plants according to their functions. To test prediction that species abundance and richness in equal-sized areas will be greater in natural than in disturbed environment (Preston, 1962; Gotelli & Graves, 1996), we used a fixed-sampling effort for all agroecosystems. Then, we surveyed microhabitats and arthropod assemblages in rural sites (in savannah and forest) surrounding the city of Franceville, and urban sites of this city, in the Gabonese province of the Haut-Ogooué. Our hypothesis was that: *for equal sampling effort, the insect abundance and diversity will be greater in rural areas than urban.*

## 2. Material and Methods

### Study region

The Haut-Ogooué province (Gabon) is characterized by savannah and gallery forests (Descoings, 1975; Walters, 2010). The study was carried out in five locations in Franceville (the largest city in the

## Chapitre 4

province) and in five surrounding rural villages. Each location was about 2500 m<sup>2</sup> of size. The urban selected sampling locations were Mingara (S 01°37'47.2" ; E 013°33'42.6" ; El : 389m), Mangoungou (S 01°38'48.0" ; E 013°35'47.4" ; El : 314m), Ongwegné (S 01°35'32.6" ; E 013°34'47.3" ; El : 335m), Engalla (S 01°37'24.9" ; E 013°36'54.9" ; El : 311m ) and Epilla (S 01°37'24.1" ; E 013°38'26.9" ; El : 462m). The rural selected locations were Mvengué (S 01°38'43.4" ; E 013°25'05.6" ; El : 429m), Lepaka (S 01°40'49.3" ; E.013°34'43.0" ; El : 376m), Bibassa (S 01°39'41.2" ; E 013°34'22.1" ; El : 412m), Okoloville (S 01°29'49.6" ; E 013°31'36.9" ; El : 365m) and Eyouga (S 01°33'21.7" ; E 013°46'36.8" ; El : 478m). The study was conducted during two successive fruiting periods of *D. edulis*, in years 2009 and 2010 (from August to December). The annual rainfall records including these areas are reported to range from 2000 to 2250 mm, and the average temperatures from 24.4 to 26.8°C (Van de Weghe, 2008). The corresponding rainfall records during the study were 893.4mm in 2009 (56.9 ± 10.9 mm/week) and 716.1mm in 2010 (44.8± 9.7 mm/week). The average temperatures were 24.5 ± 1.1°C in year 2009 and 24.4 ± 1°C in year 2010.

### Sampling

The composition of each agro-ecosystem was assessed for further linkage analyses with the entomofaunic distribution. Plants were classified according to their uses and type of growth, using several botanical systematic keys of Flora of Gabon. To have a representative data, ratios of *D. edulis* were expressed in number of trees per hectare (n/ha).

In each of the ten sampled plots, three yellow traps or water traps ( the Flora<sup>®</sup> traps) were placed in a triangle (of 5m side), on the edge of a selected tree (*D. edulis*). The yellow traps have been chosen in regard of their efficiency in tropical area, as demonstrated by Duviard & Roth (1973). Each water trap (26.5cm x 8.5cm) was fixed on a cane, positioned at lower branches height, and filled with soapy water, as described by Poligui et al. (2009). In addition to yellow traps, visual observations were conducted by observing randomly five leafy, flowering or fruit-bearing branches. The entomofauna sampling (trapped insects and observed insects) was carried out weekly on the same day of the week. These complementary methods are usually used in orchards to evaluate the risk related to the presence of major insect pests and diseases (MacHardy, 2000).

### Data analyses

The insects were counted and systematically classified on the basis of external morphology (Hutcheson & Jones, 1999), either by direct identification *in situ* or at the laboratory using a stereomicroscopic magnifying glass (LEICA<sup>®</sup> SZB 200). We confirmed identification of some species at Royal Museum from Central Africa of Tervuren (RMCA, Belgium). The insect species attacking *D. edulis* were considered as pest species, the pollen collectors were ranged to pollinators, and those feeding on other insects were recognized as predators.

## Chapitre 4

The abundance and diversity of the major insect species were evaluated according to each agro-ecosystem environment. Results from traps and visual control were compared. The usual index of diversity measurement, namely the Shannon index (1) and its related Evenness Index (2), was calculated as (Magurran, 2004):

$$1) H' = -\sum p_i \ln p_i ; \quad 2) J' = H'/H_{\max} = H'/\ln S ;$$

Where  $p_i = n_i/N$ ;  $n_i$  = the abundance of the  $i$ th species;  $S$  = the total number of species and  $N$  = the total abundance.

To complete the statistical description of the pest diversity, pairs of selected sites were compared by using the familiar Jaccard similarity as (Magurran, 2004):

$C_J = \frac{a}{a+b+c}$ , where  $a$  = the total number of species present in two compared sites,  $b$  = the number of species present in second site only, and  $c$  = the number of species in first site only.

In addition to obvious indices, the rank/abundance plot or dominance/diversity curve was determined, as an informative method to display major species abundance distribution (Magurran, 2004). The insect relative abundances were displayed in a  $\log_{10}$  format.

The distribution of data (abundance and diversity) was asymmetric and had to be transformed by  $(x+0.5)^{1/2}$  before analyses. The data presented in results are untransformed, but statistical analyses were performed on transformed data, using an Analysis of variance (ANOVA) and Levene's test conducted with Minitab (version 16. Minitab® Inc, State College, PA, USA).

### 3. Results

#### Agro-ecosystem floristic patterns

The floral composition of both rural and urban agro-ecosystems was globally dominated by cultivated plants or food plants (fruit trees, vegetables) and ornamental trees (Table 1). Among 34 plants species recorded in all the rural sampling points, cultivated plants constituted 82% (28/34) of the flora, while spontaneous plants were 18% (6/34). *Dacryodes edulis* (34 plants) represented the major fruit trees (136 trees/ha). In urban agro-ecosystem, food cultivated plants represented 50% of the flora (12/24), and spontaneous plants were 21% (5/24).

In the urban agro-ecosystem, *D. edulis* was also the major fruit tree (112 trees/ha). The urban agro-ecosystem revealed less cultivated plants than the rural agro-ecosystem (Table 1).

*Dacryodes edulis* (34 plants) represented the major fruit trees (136 trees/ha). In urban agro-ecosystem, food cultivated plants represented 50% of the flora (12/24), and spontaneous plants were 21% (5/24). In the urban agro-ecosystem, *D. edulis* was also the major fruit tree (112 trees/ha). The urban agro-ecosystem revealed less cultivated plants than the rural agro-ecosystem (Table 1).

## Chapitre 4

Table 1: Plant species according to the environmental agro-ecosystem.

Plants species	Rural agroecosystem	Urban agroecosystem
<b>Food</b>		
<i>Abelmoschus esculentus</i> L. Moench (Malvaceae)	8	3
<i>Ananas comosus</i> L. (Bromeliaceae)	3	0
<i>Capsicum frutescens</i> L. (Solanaceae)	0	2
<i>Carica papaya</i> L.(Caricaceae)	5	12
<i>Citrus lemon</i> L.(Rutaceae)	1	0
<i>Citrus auriantium</i> L. (Rutaceae)	0	1
<i>Citrus reticulate</i> Blanco (Rutaceae)	2	3
<i>Cocos nucifera</i> L.(Arecaceae)	1	1
<i>Corchorus olitorius</i> L. (Tiliaceae)	35	0
<i>Dacryodes edulis</i> (G. Don) H.J. Lam (Burseraceae)	34	28
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq. (Arecaceae)	28	18
<i>Gambeya africana</i> (A.DC.) Pierre (Sapotaceae)	1	0
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L. (Malvaceae)	0	2
<i>Hibiscus sabdariffa</i> L. (Malvaceae)	115	0
<i>Mangifera indica</i> L. (Anacardiaceae)	18	17
<i>Manihot esculenta</i> Crantz (Euphorbiaceae)	5	75
<i>Musa</i> spp (Musaceae)	21	11
<i>Odyendya gabonensis</i> Engl.( Simaroubaceae)	2	0
<i>Persea Americana</i> L.(Lauraceae)	5	8
<i>Psidium guyava</i> L.(Myrtaceae)	3	0
<i>Trichoscypha acuminata</i> Engl. (Anacardiaceae)	1	0
<i>Saccharum officinarum</i> L. (Poaceae)	15	15
<i>Solanum melongena</i> L. (Solanaceae)	12	0
<i>Xanthosoma sagittifolium</i> L.(Araceae)	18	32
<b>Ornamental</b>		
<i>Caladium bicolor</i> (Ait.) Vent. (Araceae)	x	0
<i>Canna indica</i> L. (Cannaceae)	x	0
<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook (Myrtaceae)	1	0
<i>Ficus benjamina</i> Danielle (Moraceae)	1	0
<i>Hura discrepans</i> L. (Euphorbiaceae)	1	0
<i>Manihot glaziovii</i> Müll.Arg. (Euphorbiaceae)	1	0
<i>Milletia laurentii</i> De Wild. (Fabaceae)	0	4
<i>Milletia versicolor</i> Baker (Fabaceae)	6	3
<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg (Moraceae)	0	1
<i>Newbouldia laevis</i> P.Beauv (Bignoniaceae)	2	0
<i>Terminalia mantaly</i> H. Perrier (Combretaceae)	1	0
<b>Fish poison</b>		
<i>Tephrosia vogelii</i> Hook. F (Fabaceae)	3	0
<b>Medicinal</b>		
<i>Cassia alata</i> L(Caesalpinaceae )	0	x
<i>Justicia secunda</i> Vahl. (Acanthaceae)	x	0
<b>Weeds</b>		
<i>Ageratum conizoides</i> L. (Asteraceae)	x	x
<i>Bidens pilosa</i> L. (Asteraceae)	x	0
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King (Asteraceae)	x	x
<i>Hymenocardia acida</i> Tul (Hymenocardiaceae)	7	0
<i>Hyparrhenia diplandra</i> (Hack.) Stapf (Poaceae)	x	x
<i>Imperata cylindrica</i> (L.) P.Beauv (Poaceae)	x	x
<i>Musanga cercopioides</i> R.Br. & Tedlie (Moraceae)	0	1

**Legend:** X=Species which population is highly dense, forming generally a diffuse undergrowth.



## Chapitre 4

### Effects of environment on global entomofaunistic abundances

The average numbers of insects differ significantly ( $p < 0.05$ ) between sites according to years and sampling technics (Table 2).

Table 2: Mean abundances of entomofauna according to sites of each agro-ecosystem.

Habitat sites	Traps around <i>Dacryodes edulis</i>		Control traps		Visual observations		
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	
Rural sites	Bibassa (savannah)	230 ± 58a	80 ± 19a	144 ± 31a	130 ± 33a	106 ± 27a	12 ± 1a
	Eyouga (forest)	109 ± 26b	65 ± 14a	121 ± 21a	102 ± 19a	35 ± 9b	10 ± 2a
	Mvengué (savannah)	94 ± 22b	35 ± 6 b	57 ± 21 b	78 ± 23a	29 ± 7b	10 ± 3a
	Lepaka (savannah)	268 ± 92a	59 ± 13ab	150 ± 37a	130 ± 33a	43 ± 11b	7 ± 1a
	Okoloville (forest)	112 ± 21b	49 ± 12ab	228 ± 64a	82 ± 18a	69 ± 15 ab	11 ± 4a
Urban sites	Engalla (city)	103 ± 25ab	86 ± 23a	90 ± 20b	68 ± 19b	19 ± 4c	11 ± 4a
	Epilla (city)	60 ± 19c	57 ± 14a	33 ± 10c	73 ± 19b	116 ± 22a	17 ± 4a
	Mingara (city)	85 ± 25bc	33 ± 7a	130 ± 43a	231 ± 97a	28 ± 5c	6 ± 1a
	Mangoungou (city)	161 ± 35a	47 ± 15a	146 ± 33a	38 ± 8c	38 ± 18c	6 ± 1a
	Ongwegné (city)	137 ± 41a	34 ± 11a	146 ± 33a	16 ± 5c	62 ± 25b	6 ± 1a

**Legend:** Mean ( $\pm 1$  SE): the insect abundances with different letters in each column and each agroecosystem represent significantly different means (5% level).

Regarding to the global environments, the average abundance per site did not differ significantly ( $p > 0.05$ ) between both agro-ecosystems (figure 1), but the insect collections in 2009 were higher (figure 1A) than in 2010 (figure 1B).

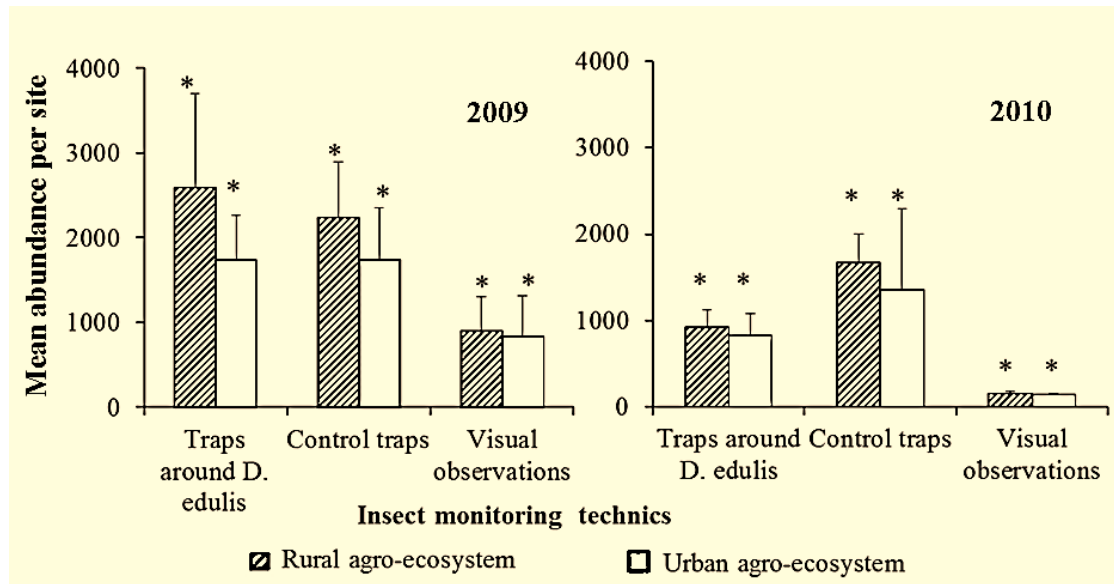


Figure 1: Insect abundance distribution according to agro-ecosystems.

**Legend:** Agro-ecosystem means ( $\pm 1$  SE) with same subscript number are not significantly different ( $P < 0.05$ , Leven's test).

## Chapitre 4

In 2010 (when rainfalls level was lower), entomological records were generally closer between agro-ecosystems. Among 180 entomofaunic families recorded, 56 belong to pests, 50 to beneficials (pollinators and predators) and 74 to associated insects (Table 3).

Table 3: Abundance of major insect families according to agro-ecosystems

Main insects		Rural agro-ecosystem				Urban agroecosytem			
		Traps		Visuals		Traps		Visuals	
		2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
<b>Pests</b>	Aphididae	1070	633	0	0	1208	1022	0	0
	Cecidomyiidae	47	42	1083	68	54	60	114	40
	Cicadellidae	437	220	82	39	521	339	74	36
	Crambidae	30	24	99	44	17	14	156	45
	Membracidae	122	76	7	0	158	147	2	0
	Psyllidae	4442	1152	160	40	1655	325	99	65
	Thripidae	219	86	61	40	287	185	89	58
	Other* (49)	1405	762	546	138	726	563	1729	183
<b>Beneficials</b>	Apidae	2806	576	266	29	1482	225	240	57
	Coccinellidae	165	114	2	1	231	228	22	3
	Halictidae	237	107	3	3	49	45	9	1
	Other* (47)	897	418	296	255	974	413	322	117
<b>Associated</b>	Formicidae	154	101	97	33	89	56	107	35
	Muscidae	132	100	1	0	226	97	0	0
	Other* (68)	844	190	1820	69	1069	413	1245	90
<b>Total</b>	180 families	13007	4601	4523	759	8746	4132	4208	730

**Legend:** Other\*=minor entomofaunic families (the number of families is in brackets); Traps=Traps around *D. edulis*; Visuals=Visual observations.

### Effects of environment on the occurrence of major insect species

The major insect species occurrence and diversity did not differ significantly ( $p > 0.05$ ) between rural and urban agro-ecosystems according to each method of monitoring. Nevertheless, rural agro-ecosystem recorded relatively less richness, as demonstrated by the Shannon Index calculations (Table 4).

Table 4: Insect species diversity (Shannon index) according to agro-ecosystems.

Years	Traps around <i>Dacryodes edulis</i>				Visual observations			
	Rural agro-ecosystem		Urban agro-ecosystem		Rural agro-ecosystem		Urban agro-ecosystem	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
<b>Index (H')</b>	1,87	1,93	2,39	2,66	2,33	2,17	2,02	2,54
<b>Evenness (J')</b>	0,57	0,59	0,73	0,81	0,78	0,85	0,67	0,9

The rank/abundance plots (Figure 2), in addition to confirm these obvious closer diversity statistics (Table 4), indicating that higher richness were provided by traps, but the stronger evenness were obtained by visual observations, mainly in urban agro-ecosystem.

## Chapitre 4

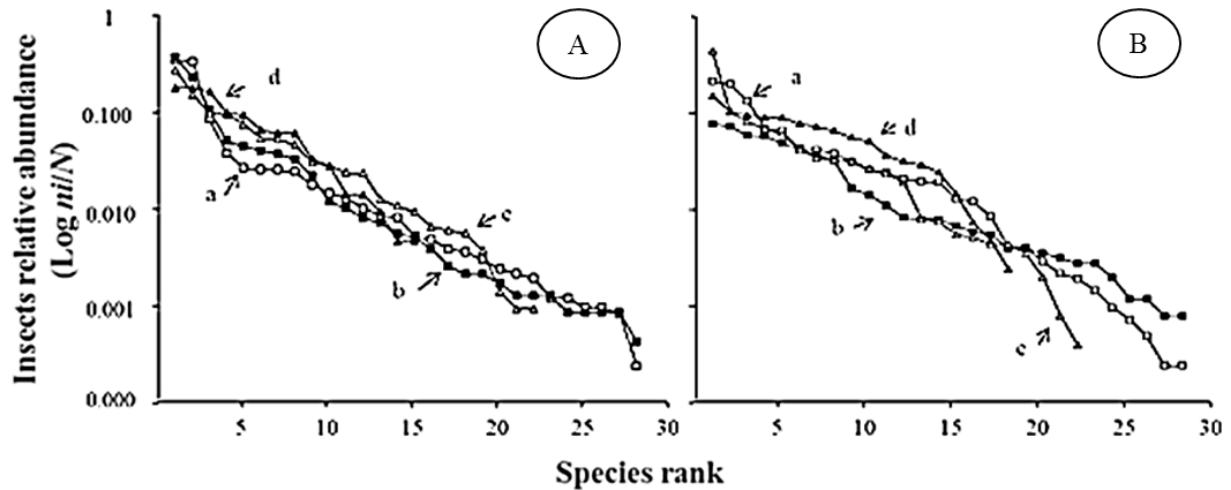


Figure 2: Rank/abundance plots of insect species in rural and urban agro-ecosystems.

**Legend:** A rank/abundance plots displayed different insect species richness and evenness according to two environments. **A:** Rank/abundance plots illustrating the rural agro-ecosystem insect species relative abundance. **B:** Rank/abundance plots in urban agro-ecosystem. The four lines represent insect species *dominance/diversity curve* according to traps and visual observations, with **a** and **b** as dominance/diversity curve from traps, respectively in 2009 and in 2010, **c** and **d** as dominance/diversity curve provided by visual observations, respectively in 2009 and in 2010. In overall, richness from visual observations was lower than richness provided by traps, and evenness was stronger in urban agro-ecosystem than in rural agro-ecosystem.

The Rank/abundance plots in the rural agro-ecosystem (Figure2 A) revealed that traps provided similar richness and evenness, with *Coliphorina* sp. representing 34% and 36% of the total catch, respectively in 2009 and 2010. Visual observations provided less and different richness, with *Oligotrophus* sp. (27%) and *Pseudonoorda edulis* (18%) as most dominant species, respectively in 2009 and 2010. Considering rank/abundance plots in urban agro-ecosystem (Figure2 B), traps provided also similar richness and evenness, with *Coliphorina* sp. (22%) and *Selenothrips rubrocinctus* (17%) as dominant species, respectively in 2009 and in 2010. The visual observations provided different richness, with *Stictococcus formicarius* (44%) and *Rastrococcus invadens* (15%), as dominant species, respectively in 2009 and in 2010.

The Jaccard index of similarity, evenly to obvious indices and rank/abundance plots, confirmed these closer diversity statistics. So in 2009 and 2010, 29 common insect species were captured by traps, with two species only present in rural agro-ecosystem and one only species in urban agro-ecosystem. There was high similarity ( $C_j = 0.9$ ) between both environments each year. According to visual observations, there were 20 common species between both agro-ecosystems in 2009, with three insect species only present within each environment. In 2010, there were 15 common observed species, with one species only present in rural agro-ecosystem, and four insects species present in urban environment only. Their corresponding relate indices of similarity were high and very close ( $C_j = 0.8$  in 2009 and  $C_j = 0.7$  in 2010).

## Chapitre 4

Regarding to their activities or not on the African pear tree, the regular and major abundant identified insect species were clearly classified on groups of pests of *D. edulis*, pollinators of *D. edulis*, predators and other pests of surrounding plants (Table 5). Among major pests of *D. edulis*, *Oligotrophus* sp. (Diptera: Cecidomyiidae), *Pseudophacopteron serrifer* Malenovsky & Burckhardt (Hemiptera: Phacopteronidae) and *Rastrococcus invadens* William (Hemiptera: Pseudococcidae) were predominant in rural agro-ecosystem. *Pseudonoorda edulis* Maes & Poligui (Lepidoptera: Crambidae), *Selenothrips rubrocinctus* Giard (Thysanoptera: Thripidae), *Stictococcus formicarius* Newstead (Hemiptera: Stictococcidae) and *Udinia catori* Green (Hemiptera: Coccidae) were more abundant in urban agro-ecosystem. Concerning pollinator species, *Trigona braunsii* Magretti (Apidae) dominated in the rural agro-ecosystem, *Apis mellifera andersoni* Latreille (Apidae) and *Meliponula erythra* Schletterer (Apidae) were dominant in the urban agro-ecosystem. The predator species were predominant in the rural area, where *Crematogaster cf chlerotina* (Hymenoptera: Formicidae) was particularly found to be a gall midge predator, frequently recorded excavating larvae and pupae of *Oligotrophus* sp. from the alveolar galls infesting leaves of *D. edulis*.

The pests of surrounding plants were absolutely not related to *D. edulis*, and were represented by *Colophorina* sp. (Hemiptera: Psyllidae), *Pentalonia nigronervosa* Coquerel (Hemiptera: Aphididae), *Phytolyma fusca* Alibert (Hemiptera: Homotomidae), *Tettigoniella* sp. (Hemiptera: Cicadellidae) and *Trioza erythrae* Del Guercio (Hemiptera: Triozidae), predominantly present in the rural agro-ecosystem. *Anchon* sp (Hemiptera: Membracidae) and *Phytolyma tuberculata* Hollis (Hemiptera: Homotomidae) were more abundant in urban agro-ecosystem. The distribution of these insect species is presented in Table 5.

## Chapitre 4

Table 5: The major identified insect species.

	Rural agro-ecosystem				Urban agro-ecosystem			
	Traps		Visuals		Traps		Visuals	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
<b><i>Pests of Dacryodes edulis</i></b>								
<i>Oligotrophus</i> sp.	84	12	576	3	108	3	106	13
<i>Pseudonoorda edulis</i>	8	2	99	38	1	2	155	37
<i>Pseudophacopteron serrifer</i>	20	3	325	7	80	28	67	32
<i>Pseudophacopteron tamessei</i>	68	13	205	35	6	7	81	10
<i>Rastrococcus invadens</i>	-	-	160	14	-	-	82	62
<i>Saissetia nigrella</i> sp.	-	-	114	-	-	-	260	43
<i>Selenothrips rubrocinctus</i>	219	86	113	13	287	185	48	27
<i>Stictococcus formicarius</i>	-	-	50	-	-	-	1110	21
<i>Udinia catori</i>	-	-	27	13	-	-	173	30
<i>Aphis spiraecola</i>	8	2	-	0	54	8	-	-
<i>Bactrocera invadens</i>	10	3	-	-	12	10	19	-
<i>Ceratitidis capitata</i>	2	1	2	-	-	-	-	-
<i>Ceroplastes uapacae</i>	-	-	60	-	-	-	87	15
<i>Lobesia aelopai</i>	-	-	8	38	-	-	5	37
<i>Pachnoda marginata marginata</i>	7	-	14	-	8	7	14	-
<i>Phyllocnistis citrella</i>	10	2	20	-	2	2	1	1
<i>Physophoroptera bendroiti</i>	0	-	23	1	-	-	13	-
<i>Pochazia fasciata</i>	18	19	-	-	17	21	-	-
<i>Ricanopsis nebulosa</i>	30	24	-	-	35	42	9	-
<i>Riptortus flavolineatus</i>	-	-	13	2	-	-	-	3
<i>Aphis spiraecola</i>	8	2	-	-	54	8	-	-
<i>Bactrocera invadens</i>	10	3	-	-	12	10	19	-
<b><i>Pollinators of Dacryodes edulis</i></b>								
<i>Apis mellifera</i>	40	28	203	20	556	125	209	39
<i>Meliponula erythra</i>	25	17	51	6	101	5	20	12
<i>Trigona braunsii</i>	2741	531	12	3	825	95	11	6
<b><i>Predators of D. edulis pests</i></b>								
<i>Crematogaster cf chlerotina</i>	107	94	2	1	173	198	11	2
<i>Platynaspis</i> sp.	71	51	65	21	17	14	59	23
<b><i>Pests of surrounding plant species</i></b>								
<i>Anchon</i> sp.	122	76	-	-	158	147	-	-
<i>Colophorina</i> sp.	2836	850	-	-	898	150	-	-
<i>Paurospysylla</i> sp1	32	2	-	-	9	9	-	-
<i>Paurospysylla</i> sp2	313	5	-	-	272	20	-	-
<i>Pentalonia nigronervosa</i>	201	104	-	-	86	106	-	-
<i>Phytolyma fusca</i>	211	9	-	-	1	3	-	-
<i>Phytolyma tuberculata</i>	-	3	-	-	180	20	-	-
<i>Tettigoniella</i> sp.	212	118	-	-	130	80	-	-
<i>Trioza erytraea</i>	703	245	-	-	81	36	-	-
<i>Pseudophacopteron eastopi</i>	147	5	-	-	3	10	-	-
<i>Pseudophacopteron stigmatum</i>	44	4	-	-	50	15	-	-
<i>Tetraneura nigriabdominalis</i>	16	6	-	-	4	17	-	-
<b>Total</b>	<b>8308</b>	<b>2343</b>	<b>2140</b>	<b>215</b>	<b>4164</b>	<b>1386</b>	<b>2540</b>	<b>413</b>

## Chapitre 4

### DISCUSSION

The environmental investigation revealed plant patterns related to agro-ecosystems, with a higher rate of food plants (particularly *Dacryodes edulis*) in rural agro-ecosystems. Some plant species provided wood, ornamental benefit or medicinal services. This kind of crop association was justified by the local populations need to access easily vegetable foods. These results demonstrated the fundamental role of the agroforestry system in developing countries, where people from rural areas depend strongly on agricultural activities (Dupriez & Leener, 1993). The predominance of the *African pear* tree testified its importance within forestry agroforestry systems in central Africa (Leakey & Tchoundjeu, 2001), particularly in Gabon (Poligui et al., 2013).

The entomofauna abundances were higher in rural agro-ecosystem. These results were clearly depending on Psyllidae and Apidae which predominant species *Colophorina* sp. and *T. braunsii* highly spread out in the rural environment. However, numerous pest species were also predominant in rural agro-ecosystem. This distribution was certainly dependent on the plant typology. A rural environment, with more fruit trees (*D. edulis*), had suitable cultivated and spontaneous host plants (Rutaceae, Burseraceae) for insects belonging to the Psylloidea group (Wagner et al., 2008). This assertion explained also the high presence of the banana aphid *P. nigronevosa* in rural agro-ecosystem where banana stools and other alternative plants species (*C. bicolor* and *C. indica*) were abundant. In the same way, higher population of *C. cf chlerotina*, a widespread Acrobat ant dwelling in dry twigs (Blaimer, 2012), was abundantly observed in rural environment where it highly predated *Oligotrophus* sp. (safou gall midge). It's worth underlining that the Acrobat-ant species are known to be useful ant-mutualists (Martins, 2013). In this work, the gall midge predator *C. cf chlerotina* is found to play an important ecological role as a pest regulating species on *D. edulis*. The safou red borer *P. edulis*, the red banded thrips *S. rubrocinctus* and the pollinator *A. mellifera andersoni* were more abundant in urban area. The urban agro-ecosystem, being a more disturbed area, with more shrubs, herbaceous plants (*C. odorata*, *A. conizoides*, *B. pilosa*) and fruit trees (*P. americana*), was a potential hosting environment for such insects (Hill, 2008). These results confirmed findings of Mawdsley & Sithole (2009) and Sulaiman et al. (2004), demonstrating the influence of weedy plots on some insect species abundance. This is evidence of the influence of the environment on the entomofauna occurrence. Flowers of *D. edulis* are reported to attract numerous insects (Pauly 1998, Tchuenguem et al., 2001). Then, it is clear that the higher abundance of *African pear* trees in rural environment could also attract more insects. Then, as reported by several authors (Ruby et al., 2010, Olutu et al., 2011; Poligui & Francis, 2012), the plant diversity and the environment influenced the entomofauna population. Comparing both years, the high level of rainfalls in 2009 could had led to a good flowering of *D. edulis* population which attracted more insects, because the *African pear* tree's phenology depends strongly to pluviometry (Kengué, 2006), and the insects incidence and development are also known to be affected by weather factors (Khan et al., 2008).

## Chapitre 4

The analysis of major insect species revealed that pests and beneficials abundances had similar distribution within each environment. This result is explained by plant patterns but also by some trophic links between insect species. The main pollinator species reported by some authors (Pauly, 1998; Tchuenguem et al., 2001) were confirmed here, but the major pest species we recorded attacking *D. edulis* had never been reported in Gabon, neither in other neighboring country. Thus, this work brings a new knowledge on identity and occurrence of pests of the *African plum trees*. These records constitute useful basic informations for field surveys of pests within rural and urban agroforestry systems.

In conclusion, this study demonstrates the impacts of rural and urban agro-ecosystems on the entomofauna occurring on *Dacryodes edulis*. The insect abundances were higher in the rural agro-ecosystem which presented more cultivated plants, but global diversity did not differ significantly between both environments. However, some insect species were clearly distributed according to plant diversity patterns in each of the agro-ecosystems. These results highlighted the need to consider such entomofauna predominance in further integrated pest management strategies in order to promote the development of *D. edulis* in orchards or agroforestry systems, in this region.

### Acknowledgements:

The authors of this paper thank RMCA (Royal Museum from Central Africa, Tervuren, Belgium) for help on some insects' species identification. They highly acknowledge PAI-DRH (Programme d'Appui Institutionnel et Développement des Ressources Humaines, Gabon) for having sponsoring this work.

### References

- ANDREN, H. (1994) Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos*.71, 355–366.
- AWONO, A. & INGRAM, V. (2008) Etude de base de la filière *Dacryodes edulis* (safou) dans les provinces du Bas Congo et de Kinshasa (RDC). FAO.
- BLAIMER, B.B. (2012) Acrobat ants go global-Origin, evolution and systematics of the genus *Crematogaster* (Hymenoptera: Formicidae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 65: 421-436.
- DESCOINGS, B. (1975) *Les Savanes du Haut-Ogooué, Région de Moanda (Gabon) : Analyse Floristique, Analyse Structurale, Possibilités Pastorales*, CEPE L. Emberger, Montpellier.
- DIDHAM, R.K., GHAZOUL, J., STORK, N.E. & DAVIS, A.J. (1996) Insects in fragmented forests: a functional approach. *Trends Ecol. Evol.* 11, 255–260.
- Dupriez, H. & de Leener, P. (1993) *Arbres et agricultures multi-étagées d'Afrique*. CTA, Wageningen.

## Chapitre 4

- DUVIARD, D. & ROTH, M. (1973) Utilisation des pièges à eau colorés en milieu tropical: Exemple d'une savane préforestière de Côte d'Ivoire. *Cahiers ORSTOM. Série Biol.* 18: 91-97.
- GASTON, K.J. (1996) What is biodiversity? In: *Biodiversity: A Biology of Numbers and Difference* (Ed. K.J.Gaston). Blackwells, Oxford.
- GOTELLI, N.J. & GRAVES, G.R. (1996) *Null models in ecology*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- HARRISON, S. & BRUNA, E. (1999) Habitat fragmentation and large scale conservation: what do we know for sure? *Ecography*. 22 (5), 225–232.
- HILL, D.S. (2008) *Pests of Crops in Warmer Climates and Their Control*. Springer, United Kingdom.
- HUTCHESON, J. & JONES, D. (1999) Spatial variability of insect communities in a homogenous system: Measuring biodiversity using Malaise trapped beetles in a Pinus. Elsevier, *Forest Ecol.Manag.* 118: 93-105.
- KENGUÉ, J. (2006) *Manuel No. 3 Safou: Dacryodes edulis, Manuel du vulgarisateur*. Southampton International Centre for Underutilized Crop. UK.
- KHAN, M.A., KHALIQ, A., SUBHANI, M.N. & SALEEM, M.W. (2008) Incidence and development of thrips *tabaci* and *Tetranychus urticae* on field grown cotton. *Int. J. Agr. Biol.* 10: 232 - 234.
- LEAKEY, R.R.B. & TCHOUNDJEU, Z. (2001) Diversification of tree crops: Domestication of companion crops for poverty reduction and environmental services. *Expl. Agric.* 37: 279-296.
- MacHARDY, W. E. (2000) Current status of IPM in apple orchards. In XIVth International Plant Protection Congress, *Crop Protection* 19: 801-806.
- MAGURRAN, A. E. (2004) *Measuring biological diversity*, Blackwell Publishing: Oxford, UK.
- MARTINS, D.J. (2013) Effect of parasitoids, seed-predators and ant-mutualists on fruiting success and germination of *Acacia drepanolobium* in Kenya. *Afr. J. Ecol.* 51, 562-570.
- MAWDSLEY, J. R. & SITHOLE, H. (2009) Diversity and abundance of insect visitors to flowers of trees and shrubs in a South African savannah. *Afr. J. Ecol.*, 48, 691-698.
- LOTU, M. I., NDANGALASI, H. J. & NYUNDO, B. A. (2011). Effects of forest fragmentation on pollination of *Mesogyne insignis* (Moraceae) in Amani Nature Reserve forests, Tanzania. *Afr. J. Ecol.* 50, 109-116.
- PAULY, A. (1998) *Hymenoptera Apoidea du Gabon*. Annales Sciences zoologiques, vol. 282, Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren.
- POLIGUI, R.N. & FRANCIS, F. (2012) Étude de la diversité et des plantes hôtes de l'entomofaune d'un verger conservatoire. *Entomologie faunistique-Faunistic entomology* 65:137-145.
- POLIGUI, R.N., HAUBRUGE, E. & FRANCIS, F. 2009. Monitoring of the entomological diversity in a pesticide free orchard: investigation of the Gembloux agricultural university conservatory. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.* 74: 375-386.



## Chapitre 4

- POLIGUI, R.N., MOUARAGADJA I., HAUBRUGE E. & FRANCIS, F. (2013) La culture du safoutier (*Dacryodes edulis* (G.Don) H.J.Lam) : enjeux et perspectives de valorisation au Gabon. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 17: 131-147.
- PRESTON, F.W. (1962) The canonical distribution of commonness and rarity. *Ecology.* 43, 185–215.
- RUBY, T., RANA, S.A., AFZAL, M. & HAMEED, M. (2010) Biodiversity of foliage arthropods in the mixed crop zone and cotton-wheat zone in province, Pakistan. *Int. J. Agr. Biol.* 12: 861-866.
- SULAIMAN, G., HUSSEIN, M.Y. & IDRIS, A.B. (2004) The Abundance and Parasitism on the Egg Masses of the Asiatic Corn Borer *Ostrinia furnacalis* Guenee in Weedy and Weed-Free Corn fields in Malaysia. *Int. J. Agr. Biol.* 6:36-38.
- TABUNA, H. & TANOE, M. (2009) Facteurs explicatifs et développement de la consommation actuelle du safou (*Dacryodes edulis*) au Cameroun. *World Agroforestry Centre (ICRAF)*, Nairobi.
- TCHUENGUEM FOHOUE, F.N., MESSI, J. & PAULY, A. (2001) Activité de *Meliponula erythra* sur les fleurs de *Dacryodes edulis* et son impact sur la fructification. *Fruits* 56: 179-188.
- VAN DE WEGHE, J.P. (2008) Plateaux Bateke, Libreville, Gabon, Wildlife Conservation Society.
- WAGNER, M.R., COBBINAH, J.R. & BOSU, P.P. (2008) *Forest entomology in West Tropical Africa: Forest Insects of Ghana*. Springer, Netherlands.
- WALTERS, G. (2010) The Land Chief's embers: ethnobotany of Bateke fire regimes, savanna vegetation and resource use in Gabon. PhD thesis, University College of London, London, United Kingdom.
- YAHNER, R.H. (1988) Changes in wildlife communities near edges. *Conserv. Biol.* 2, 333-339.

***Chapitre 5 : Les espèces des ravageurs majeurs associés  
au safoutier***

## Introduction au Chapitre 5

Le précédent chapitre porte sur l'étude de l'entomofaune associée au safoutier, respectivement au sein des associations culturelles prenant en compte le safoutier, mais aussi suivant les agroécosystèmes ruraux et urbains. Il ressort que l'entomofaune associée à *Dacryodes edulis* varie suivant les années, les associations culturelles et les environnements habités. L'étude a mis en relief 180 familles d'insectes collectées par les pièges jaunes et 178 familles d'insectes observés visuellement. Les abondances entomologiques ont notamment été plus importantes en 2009, prépondérément dans les jardins de case à végétation pérenne, et aussi en milieu rural, pour une diversité entomologique similaire entre les types d'associations culturelles et les deux milieux. En 2010, il n'y avait aucune différence significative des abondances entomologiques entre les types d'associations et les environnements.

Ce monitoring a permis de déterminer la tendance de l'occurrence des insectes qui fréquentent les safoutiers des jardins de case de la province du Haut-Ogooué, au niveau du Gabon. Il ressort que les principales familles d'insectes prédominantes dans les jardins à végétation pérenne et l'agroécosystème rural appartiennent essentiellement au groupe d'insectes considérés comme nuisibles aux cultures, particulièrement en milieu tropical (Remaudière et *al.*, 1985 ; Hill, 2008). Les principales familles des ravageurs d'intérêt recensées sont les Aphididae, les Cecidomyiidae, les Coreidae, les Crambidae, les Curculionidae, les Phacopterionidae, les Psyllidae, les Tephritidae. Par ailleurs, les familles d'insectes utiles ont été plus abondantes dans les jardins à végétation mixte et au sein de l'agroécosystème urbain, à savoir les Apidae, les Coccinellidae et les Halictidae. Au regard de ces résultats, il importe de connaître les espèces d'intérêt relatives à ces familles, notamment les ravageurs susceptibles d'induire des dégâts importants sur le safoutier. Pour y parvenir, nous nous poserons les questions suivantes : *Quelles sont les espèces des ravageurs prédominants associées aux safoutiers des jardins de cases des milieux urbains et ruraux du Haut-Ogooué au Gabon ? Quelle est leur distribution respective dans les sites d'échantillonnage ? Quelle est leur incidence spécifique sur ce fruitier ? Existe-t-il des mesures de contrôle à envisager ?* Pour répondre à ces questions, nous avons procédé à la discrimination des jardins de cases suivant le milieu rural et le milieu urbain. Cette dissociation a donné lieu à deux articles distincts. Il s'agira pour nous de ressortir les ravageurs les plus importants, du point de vue de leurs abondances et éventuellement de leurs dégâts. Les collectes des pièges et les comptages des observations visuelles seront distinctement analysés selon chaque environnement afin d'avoir une compréhension globale sur l'occurrence entomologique, et d'envisager des stratégies de contrôle.

### Références bibliographiques

- Remaudière, G., Autrique, A., Eastop, V.F., Stary, P., & Aymonin, G. 1985. *Contribution à l'écologie des aphides africains*. FAO, Rome, 216 p.
- Hill, D.S. 2008. *Pests of crops in warmer climates and their control*. Springer, United Kingdom, 704 p.

## Chapitre 5

### Article 4

**A survey of insect pests occurring on *Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (Burseraceae) in rural areas in Gabon.**

**René Noel Poligui, Isaac MOUARAGADJA, Axel VANDEREYCKEN , Eric HAUBRUGE, Frédéric FRANCIS.**

(Cet article a été accepté à *Neotropical Entomology*)

#### **Abstract**

The inventory of pests occurring on *Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (Burseraceae) was carried out in rural areas in Gabon in 2009 and 2010. Yellow traps and visual observations were used to record weekly pests during the tree flowering stage, in five villages. Catches from yellow traps rose to 7296 and 1722 insect pests in 2009 and 2010 respectively, whereas records from visual observations corresponded to 1812 and 171 insect pests in 2009 and 2010 respectively. During both years, abundance from traps and visual monitoring were significantly different between sampling sites ( $p < 0.05$ ). The difference of pests' diversity between sampling sites was not significant ( $p > 0.05$ ) according to traps, but significant ( $p=0.04$ ) according to visual observations in 2010. *Mecocorynus loripes* Chevr. (Coleoptera: Cucurlionidae) attacked stem of *D. edulis*, while *Oligotrophus* sp. (Diptera: Cecidomyiidae), *Pseudophacopteron serrifer* Malenovsky (Phacopteronidae) and *Selenothrips rubrocinctus* Giard (Thysanoptera: Thripidae) attacked leaves. *Pseudonoorda edulis* Maes & Poligui (Lepidoptera: Crambidae) and *Lobesia aeolopa* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae) infested fruits and inflorescences respectively. These insects are specifically linked to plant patterns, and their identification provided first basic information for developing suitable strategies to control pests of *D. edulis* in Gabon as well as in neighboring central African countries.

Key-words: *Dacryodes edulis*, pests, monitoring, rural area, Gabon

## Chapitre 5

### 1-Introduction

To supply domestic fruit need, the Gabonese rural farmers used to cultivate fruit trees near their houses. In the villages surrounding Franceville (a major administrative city of province of Haut-Ogooué, Gabon), the *safou* tree *Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (Burseraceae) represents the most important fruit tree of this area (Poligui *et al* 2013). This fruit tree is also called *African pear tree* or *African plum tree* (Onana 2008), and its fruits (*safou*) are greatly consumed and sold in Central African Countries (Tabuna & Tanoé 2009). The *African pear tree* produces fruits alternatively, according to years, to plant phenology and climatic factors (Kengué 2002). Fruit is mainly used for home consumption and trade to central African or foreign urban markets. In some European countries like Belgium and France, there is important demand for *safou* fruit among many African communities (Tabuna & Tanoé 2009). Considerable research is available regarding nutritional and industrial properties of *safou* pulp and its related oils (Silou *et al* 2002, Ajayi 2006, Kapseu 2009, Law 2010), properties of its resin and essential oils (Ajibesin 2011) and ecological and socio-economic roles of these trees (Tabuna & Tanoé 2009). Besides these aspects, there is an important gap on knowledge and potential control of *D. edulis* pests. Literature promising valorization of the *safou tree*, regularly expressed the need for identification and control of pests of *D. edulis* (Kengué 2002, Poligui *et al* 2013). It could be assumed that the lack of information and control measures for *D. edulis* pests is a limiting factor for the development of the *safou tree* orchards. In this study, complementary methods for assessing insect populations, namely yellow traps and visual control, were used to monitor insect pests of *D. edulis* in rural areas. The main objectives were to determine the abundance and diversity of insect pests, relative to the various sites, plant patterns and plant organs, in order to highlight the major and economically harmful insects for *D. edulis*. Other pests visiting *D. edulis* were assessed with respect of surrounding plants. The related identification of pests should constitute a base for the assessment of suitable integrated pest management strategies, in order to reduce yield losses and increase income for producers.

### 2. Material & Methods

#### 2.1 Study area

The study of *D. edulis* pests was conducted during two successive years (from August to December, in 2009 and in 2010), in rural areas of the Haut-Ogooué's province (Fig 1) (Gabon). Climatic conditions during these periods were characterized by unequal level of rainfall (893,4mm in 2009 and 716,1mm in 2010) and an even temperature ( $24.5 \pm 1.1^{\circ}\text{C}$  in 2009 and  $24.4 \pm 1, 1^{\circ}\text{C}$  in 2010). To be representative, five sampling sites (villages) were selected, namely Mvengué (01°38'43.4''S; 13°25'05.6''E; El: 429m), Lepaka (01°40'49.3''S; 13°34'43.0''E; El: 376m), Bibassa (01°39'41.2''S; 13°34'22.1''E; El: 412m), Okoloville (01°29'49.6''S; 13°31'36.9''E; El: 365m) and Eyouga (01°33'21.7''S; 13°46'36.8''E; El: 478m).

## Chapitre 5

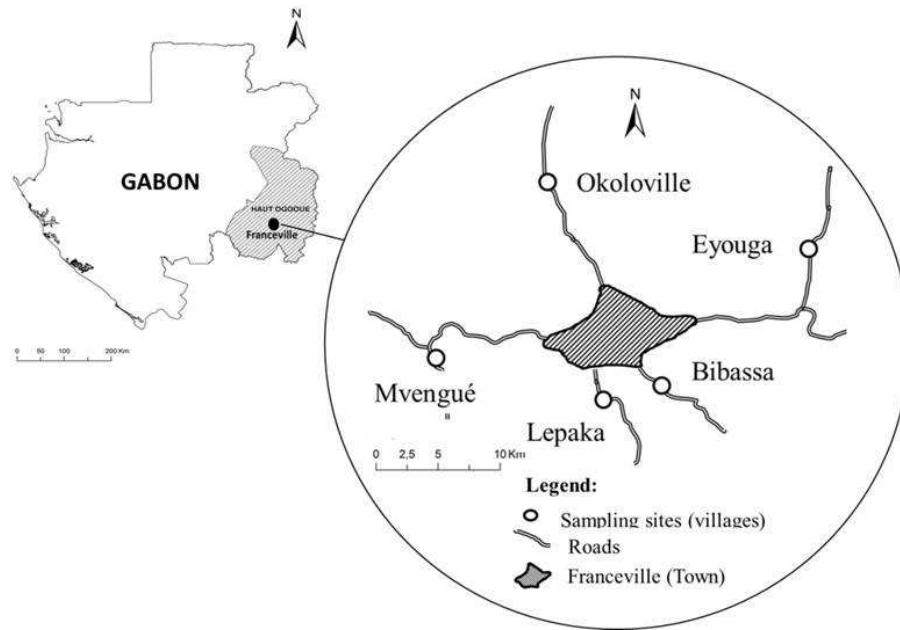


Figure 1: Map of the sampling area (Villages surrounding Franceville, Gabon).

Legend: The five selected villages are located at the surrounding periphery of Franceville. The different sites are distributed according to three types of environment: The Savannah (Mvengué, Lepaka, Bibassa), the forest edge (Okoloville) and the forest (Eyouga).

These sites were selected for their geographical distribution and the ease of access from Franceville city by public transport. Within each sampling site of about 500m<sup>2</sup> (in size), one flowering *D. edulis* was selected for insect monitoring. Visual observations were done on branches at human height, to permit easier recognition of pests. Plant pattern typology, and planting density of *D. edulis*, was quantified at each of the selected sites (Table 1).

Plant patterns	Plant species	Sites with associate plants		Sites with Fruit trees only		
		Mvengué	Okoloville	Lepaka	Bibassa	Eyouga
Fruit trees	<i>Citrus lemon</i>	0	0	0	0	20
	<i>Citrus reticulata</i>	0	0	20	20	0
	<i>Dacryodes edulis</i>	240	80	200	80	80
	<i>Mangifera indica</i>	220	0	140	0	0
	<i>Musa spp</i>	80	180	0	20	140
	<i>Persea americana</i>	0	40	40	0	20
	<i>Psidium guajava</i>	20	0	20	20	0
Vegetable	<i>Abelmoschus esculentus</i>	160	0	0	0	0
	<i>Corchorus olitorius</i>	700	0	0	0	0
	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	2300	0	0	0	0
	<i>Manihot esculenta</i>	100	0	0	0	0
	<i>Saccharum officinarum</i>	300	0	0	0	0
	<i>Solanum melongena</i>	240	0	0	0	0
	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	0	360	0	0	0

Table 1: Plant patterns according to sampling sites (unit is plants/ha).

## Chapitre 5

At each site, three yellow traps filled with soapy water were installed in a triangle (5m side) around the selected tree (Poligui & Francis, 2012). Visual monitoring consisted of observing randomly five leafy, flowering or fruit-bearing branches. These observations were done at human eight, to facilitate visual recognition of pests. Collections from traps as well as visual records were carried out weekly, to determine the risk related to insect pests, according to the method stated by several authors (OILB/SROP 1977, MacHardy 2000). Relevance of abundance and diversity rankings were determined. The insects were recorded and identified according to their external morphology (Hutcheson & Jones 1999), either directly *in situ* or at the laboratory using stereoscopic magnifying glass (LEICA® SZB 200). Major pests of *D. edulis* were determined according to their damage and symptoms occurring on stems, leaves and fruits of this fruit tree. The insect pests of other plants were distinguished to those of *D. edulis* with regard of their pest status availability reported on surrounding plants. Some species identifications were done by specialist entomologists from Gembloux Agro-Bio tech – University of Liege, and from Royal Museum from Central Africa (RMCA, Brussels). Several general and specific entomological systematic keys were used. The abundance and diversity of the major insect species were evaluated up to the level of species. Results from traps and visual control were compared.

Three comparative indices of diversity were measured, namely the Shannon index (1) and its related Evenness Index (2), Simpson's index (3) and its corresponding Evenness Index (4), and the Berger-Parker index (5). These measures were calculated as (Magurran 2004):

$$\begin{array}{ll}
 2) & H' = -\sum p_i \ln p_i ; \quad 2) & J' = H'/H_{\max} = H'/\ln S ; \\
 3) & D = \sum \left( \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \right) ; \quad 4) & E_{1/D} = \frac{(1/D)}{S} ; \quad 5) & d = \frac{N_{\max}}{N}
 \end{array}$$

Where  $p_i = n_i/N$ ;  $n_i$  = the abundance of the  $i$ th species;  $S$  = the total number of species and  $N$  = the total abundance.

To complete the statistic description of the pest diversity, pairs of selected sites were compared by using the familiar Jaccard similarity (1908) as (Magurran 2004):

$C_j = \frac{a}{a+b+c}$ , where  $a$  = the total number of species present in two compared sites,  $b$  = the number of species present in second site only, and  $c$  = the number of species in first site only.

A descriptive approach to illustrate the food webs was used by comparing trophic diagrams, and by analyzing relations between major insect species and plant patterns (in which *D. edulis* was cultivated). The main objective was to evaluate the links between the insect species and the concerning sampling sites corresponding to specific plant patterns. This approach is commonly used for the analysis of biological community structures linked with trophic connections (Barbosa *et al* 2007). Data

## Chapitre 5

of abundance and diversity of major pests were taken into consideration to build these quantitative diagrams by using software Mathematica 9 (Wolfram Mathematica® 9, United Kingdom).

### Statistical analysis

The distribution of data (abundance and diversity) was asymmetric and had to be transformed by  $\text{Log}_{10}(x+1)$  before analyses. The data presented in results are untransformed, but statistical analyses were performed on transformed data, using an Analysis of variance (ANOVA) and Levene's test conducted with Minitab (version 16. Minitab® Inc, State College, PA, USA).

## 3. Results

### 3.1 Abundance of trapped pests

Traps permitted to identify 14 pest species (from 10 insect families) attacking *D. edulis* (Table 2), in one hand, and 11 pest species (6 families) of surrounding plant hosts, in the other hand. During both years, abundance from traps differed significantly between sampling sites ( $p < 0.05$ ). Insect pests were particularly more abundant in Lepaka and Bibassa sites, where the corresponding densities of *D. edulis* were respectively 200 trees/ha and 80 trees/ha. The most abundant pests (Table 2) of *D. edulis* were *S. rubrocinctus* (33% and 30% in 2009 and 2010 respectively), *Anchon* sp. (20% and 28% in 2009 and 2010 respectively), and *Oligotrophus* sp. (14% and 4% in 2009 and 2010 respectively). The other plants pests were highly dominated by *Coliphorina* sp. (Hemiptera: Psyllidae) (72% and 62% in 2009 and 2010 respectively), with higher abundance in Lepaka and in Bibassa (Table 2). The overall abundance of insects did not differ significantly between sites with similar and low density of *D. edulis* (80 trees/ha), namely Bibassa, Okoloville and Eyouga. However, in the Mvengué site where density of *D. edulis* was the highest (240 trees/ha), the abundance of insects was the lowest. The distribution of all these trapped pests is presented Table 2.



## Chapitre 5

Table 2: Distribution of trapped pests within sampling sites (during years 2009 and 2010).

Ranking	Insect pests	Mvengué		Lepaka		Bibassa		Okoloville		Eyouga		Total	
		2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
	<b>Pests of <i>Dacryodes edulis</i></b>												
1	<i>Selenothrips rubrocinctus</i> (Thysanoptera : Thripidae)	91	25	33	5	19	21	20	3	36	27	199	81
2	<i>Anchon</i> sp. (Hemiptera : Membracidae)	7	2	13	5	11	8	59	44	32	17	122	76
3	<i>Oligotrophus</i> sp. (Diptera : Cecidomyiidae)	12	0	16	0	23	0	33	12	0	0	84	12
4	<i>Pseudophacopteron tamessei</i> (Homoptera : Phacopteronidae)	16	0	16	0	12	0	4	1	20	12	68	13
5	<i>Ricanopsis nebulosa</i> (Hemiptera : Ricaniidae)	10	6	8	6	9	6	2	3	1	3	30	24
6	<i>Pochazia fasciata</i> (Hemiptera : Ricaniidae)	5	1	4	5	1	7	5	4	3	2	18	19
7	<i>Toxoptera odinae</i> (Homoptera : Aphididae)	0	8	0	0	0	6	3	0	2	15	5	29
8	<i>Bactrocera invadens</i> (Diptera : Tephritidae)	3	1	12	0	3	0	1	2	1	0	20	3
9	<i>Pseudophacopteron serrifer</i> (Homoptera : Phacopteronidae)	4	0	0	3	0	0	16	0	0	0	20	3
10	<i>Phyllocnistis citrella</i> (Lepidoptera : Gracillaridae)	0	0	2	0	7	2	1	0	0	0	10	2
11	<i>Aphis spiraeicola</i> (Homoptera : Aphididae)	0	1	4	0	0	0	0	0	4	1	8	2
12	<i>Pseudonoorda edulis</i> (Lepidoptera : Crambidae)	2	0	4	0	0	0	2	2	0	0	8	2
13	<i>Pachnoda m. marginata</i> (Coleoptera : Cetonidae)	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	7	0
14	<i>Ceratitidis capitata</i> (Diptera : Tephritidae)	2	0	2	0	0	0	0	1	0	0	4	1
	<b>Pests of surrounding plants</b>												
15	<i>Colophorina</i> sp. (Homoptera : Psyllidae)	87	96	2967	585	1049	139	310	68	401	12	4814	900
16	<i>Trioza erythrae</i> (Homoptera : Triozidae)	16	0	12	3	179	21	52	3	444	218	703	245
17	<i>Tettigoniella</i> sp. (Homoptera : Cicadellidae)	12	15	22	17	23	66	69	61	86	13	212	172
18	<i>Paurospysylla</i> sp2. (Homoptera : Triozidae)	137	0	48	3	48	0	64	1	16	1	313	5
19	<i>Pentalonia nigronervosa</i> (Homoptera : Aphididae)	15	4	14	4	15	24	105	48	52	24	201	104
20	<i>Phytolyma fusca</i> (Homoptera : Homotomidae)	36	0	12	0	12	0	139	6	12	3	211	9
21	<i>Pseudophacopteron eastopi</i> (Homoptera : Phacopteronidae)	36	3	12	0	32	0	43	2	24	0	147	5
22	<i>Pseudophacopteron stigmatum</i> (Homoptera : Phacopteronidae)	16	0	8	1	0	2	20	0	0	1	44	4
23	<i>Paurospysylla</i> sp1. (Homoptera : Triozidae)	0	0	12	2	16	0	0	0	4	0	32	2
24	<i>Tetraneura nigriabdominalis</i> (Homoptera : Aphididae)	10	1	1	0	2	2	3	1	0	2	16	6
25	<i>Phytolyma tuberculata</i> (Homoptera : Homotomidae)	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
	<b>Total of pests</b>	517	163	3222	639	1461	307	954	262	1142	351	7296	1722

## Chapitre 5

### 3.2. Abundance of visual observed pests

Visual observations lead to the identification of 17 pest species (15 families), with also higher abundance in 2009 than in 2010 for all sites (Table 3). There were also significant differences ( $p < 0.05$ ) in terms of abundance between the selected sites within each year. Insect pests were particularly more abundant in Lepaka and Okoloville sites. The most abundant pest species attacking *D. edulis* (Table 3) were *Oligotrophus* sp. (31.80% and 25.15%, in 2009 and 2010 respectively), *P. edulis* (5.5% and 22.20%, in 2009 and 2010 respectively), and *P. serrifer* (17.90% and 4.10%, in 2009 and 2010 respectively). The abundance of insects did not differ significantly between sites of Mvengué, Bibassa, and Eyouga. Overall, the Mvengué site recorded the lowest abundance of insects. These visually observed pest species are presented in Table 3.

Table 3: Distribution of pests from visual monitoring within sampling sites (during years 2009 and 2010).

Ranking	Insect pests	Mvengué		Lepaka		Bibassa		Okoloville		Eyouga		Total	
		2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
1	<i>Oligotrophus</i> sp. (Diptera : Cecidomyiidae)	17	10	499	0	15	33	0	0	45	0	576	43
2	<i>Pseudophacopteron serrifer</i> (Homoptera : Phacopteronidae)	0	0	0	0	0	0	325	7	0	0	325	7
3	<i>Pseudophacopteron tamessei</i> (Homoptera : Phacopteronidae)	3	3	8	0	2	0	183	25	9	7	205	35
4	<i>Rastrococcus invadens</i> (Homoptera : Pseudococcidae)	16	2	36	12	18	0	84	0	6	0	160	14
5	<i>Pseudonoorda edulis</i> (Lepidoptera : Crambidae)	12	31	8	5	73	1	2	0	3	2	99	38
6	<i>Selenothrips rubrocinctus</i> (Thysanoptera : Thripidae)	49	4	7	3	0	0	3	3	54	3	113	13
7	<i>Ceroplastes uapacae</i> (Homoptera : Coccidae)	0	0	24	0	0	0	0	0	36	0	60	0
8	<i>Saissetia nigrella</i> sp (Homoptera : Coccidae)	0	0	0	3	0	0	0	0	114	0	114	3
9	<i>Stictococcus formicarius</i> (Homoptera: Stictococcidae)	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	50	0
10	<i>Aleurodicus dispersus</i> (Homoptera : Aleyrodidae)	12	5	5	7	3	0	7	0	0	1	27	13
11	<i>Physophoroptera bendroiti</i> (Hemiptera : Miridae)	3	0	2	1	0	0	15	0	3	0	23	1
12	<i>Phyllocnistis citrella</i> (Lepidoptera : Gracillaridae)	3	0	9	0	5	0	2	0	1	0	20	0
13	<i>Riptortus flavolineatus</i> (Hemiptera : Alydidae)	3	0	2	2	0	0	5	0	3	0	13	2
14	<i>Pachnoda marginata marginata</i> (Coleoptera : Cetonidae)	0	0	0	0	13	0	0	0	1	0	14	0
15	<i>Lobesia aeolopa</i> (Lepidoptera : Tortricidae)	0	0	0	0	0	0	5	2	3	0	8	2
16	<i>Pseudotheraptus wayi</i> (Hemiptera: Coreidae)	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	3	0
17	<i>Mecocorynus loripes</i> (Coleoptera : Curculionidae)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0
<b>Total of pests</b>		118	55	601	33	181	34	633	37	278	13	1812	171

## Chapitre 5

### 3.3-Major Pests occurrence according to plant patterns

In regards of global number of pest species (23) associated to *D. edulis*, seven insect species (30.43% of species), namely *Oligotrophus* sp., *P. serrifer*, *P. marginata marginata*, *P. tamessei*, *P. edulis*, *P. citrella* and *S. rubrocinctus*, were commonly present in records from both monitoring methods. Evenly, seven other pest species (*Anchon* sp., *C. capitata*, *P. fasciata*, *P. eastopi*, *R. nebulosa*, *T. odinae*) were only recorded by traps, and nine species (39.14% of species), *A. disperses*, *B. invadens*, *C. uapacae*, *S. nigrella* sp., *R. invadens*, *S. formicarius*, *R. flavolineatus*, *P. bendroitii*, *L. aeolopa* ) by visual observations.

Regarding to catches of traps, there was no significant difference of pest diversity ( $p > 0.05$ ) between sites during both years, as well as for pests of *D. edulis* (14 pest species in 2009, and 13 species in 2010 with *P. marginata marginata* as missing species) than pests of surrounding plants (11 pest species in 2009, and 10 species in 2010 with *P. tuberculata* as missing species). Records from visual observations presented significant difference of pest diversity ( $p \leq 0.04$ ) in 2009, but not in 2010. Then, 17 insect pest species were recorded in 2009, whereas only 11 species were recorded in 2010 (with *P. marginata marginata*, *C. uapacae*, *S. formicarius*, *P. wayi*, *M. loripes*, and *P. citrella* as missing species).

The calculation of the Shannon, Simpson and Berger-Parker indices revealed also that rates of insect diversity did not vary significantly according to traps during both years, but records of visual observations were higher in 2009 (Table 4).

Table 4 Insects diversity Indices.

Monitoring methods	Year	S*	Shannon		Simpson		Berger-Parker	
			H'	J'	1/D	$E_{1/D}$	1/d	
Traps	2009	14	1.93	0.73	4.91	0.35	2.79	
	2010	13	1.87	0.73	4.91	0.38	3.16	
Visual observations	2009	17	2.13	0.75	5.99	0.35	3.15	
	2010	11	1.91	0.83	5.88	0.58	4.32	

S\*=Max diversity

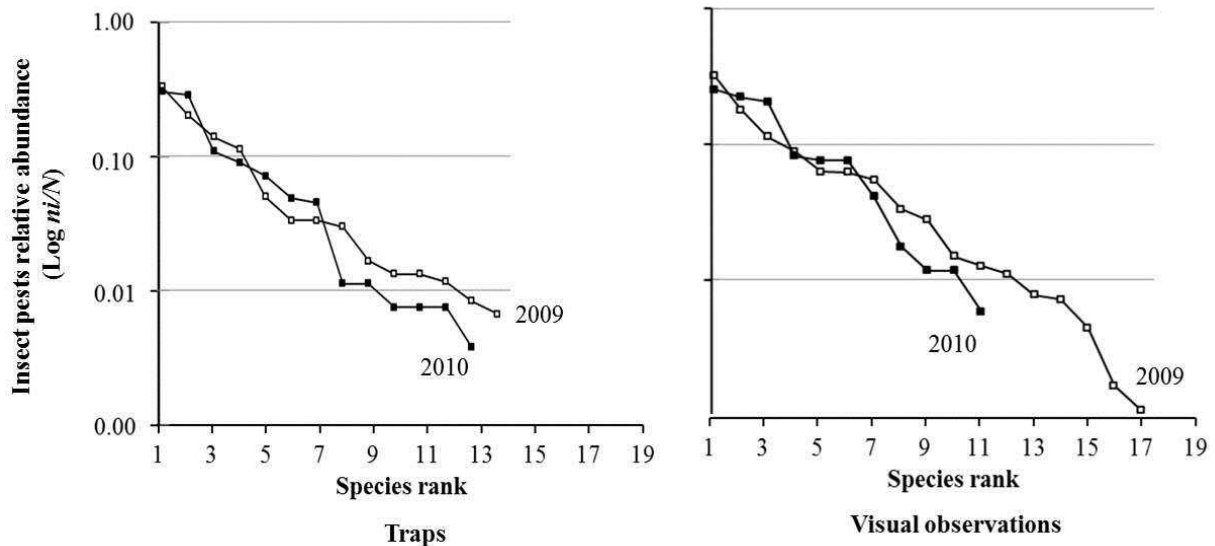
According to the calculation of Jaccard Index (Table 5), it appeared that among the ten compared pairs of sites, there was high similarity of pest species between sites in 2009 for both traps (excepted between Mvengué and Eyouga) and visual observations (excepted between Bibassa and Okoloville, and between Bibassa and Eyouga). In 2010, diversity from catches of traps revealed that only four pairs of compared sites (Mvengué-Okoloville, Bibassa-Okoloville, Bibassa-Eyouga, and Okoloville-Eyouga) displayed low similarity. Regarding to visual observations, only Mvengué-Lepaka, Mvengué-Eyouga, and Lepaka-Eyouga recorded high similarity (Table 5).

## Chapitre 5

Table 5 Jaccard similarity index.

Pairs of Sites	Traps		Visual observations	
	2009	2010	2009	2010
Mvengué-Lepaka	0.67	0.50	0.82	0.63
Mvengué-Bibassa	0.64	0.63	0.50	0.00
Mvengué-Okoloville	0.60	0.45	0.67	0.29
Mvengué-Eyouga	0.46	0.75	0.62	0.83
Lepaka-Bibassa	0.80	0.57	0.54	0.00
Lepaka-Okoloville	0.75	0.44	0.62	0.11
Lepaka-Eyouga	0.58	0.50	0.64	0.57
Bibassa-Okoloville	0.67	0.40	0.33	0.00
Bibassa-Eyouga	0.55	0.63	0.40	0.00
Okoloville-Eyouga	0.62	0.45	0.57	0.33

The rank/abundance plots confirmed these diversity statistics and indicated that their relative Evenness values were stronger in year 2010 (Fig 2).



**Figure 2:** Rank/abundance plots of *D. edulis* pest species.

**Legend:** Pest species dominance/diversity curve is displayed according traps and visual observations in rural area in Gabon. Pest species richness is closer according to traps (14 species in 2009 and 13 species in 2010), whereas it is different according to visual observations (17 species in 2009 and 11 species in 2010). Nevertheless, their respective evenness is similar between sampling years.

Regarding to the insects distribution, ten pest species with high abundance rankings were observed at the sampling sites (Fig 3). Records in 2009 revealed that *Oligotrophus* sp. (31.8% of pests) was abundantly observed on leaves of *D. edulis* at Lepaka, whereas *Pseudophacopteron tamessei* Malenovskyalenovskiy & Burckhardt (11.3% of pests), *Pseudophacopteron serrifer* Malenovskiy (17.9% of pests), and *Rastrococcus invadens* Williams (8.8% of pests) were more abundant at Okoloville (Fig 3). *Stictococcus formicarius* Newstead (2.8% of pests) and *Pseudonoorda edulis* Maes

## Chapitre 5

& Poligui (5.5% of pests) were abundant at Bibassa. *Saissetia nigrella* King (6.3% of pests) and *S. rubrocinctus* (6.2% of pests) were more abundant at Eyouga. *Physophoroptera bendroiti* Popius (1.3 % of pests) was similarly distributed between Okoloville and Eyouga, whereas *Ceroplastes uapacae* Hall (3.3% of pests) was similarly distributed between Lepaka and Eyouga. In year 2010, *P. tamessii* (27.3% of pests) and *P. serrifer* (5.5% of pests) were abundant at Okoloville, *R. invadens* (10.9% of pests) at Lepaka, *P. edulis* (29.7% of pests) at Mvengué. *Aleurodicus dispersus* Russell (10.2 % of pests) was similarly distributed between Mvengué and Lepaka, and *S. rubrocinctus* (10.2 % of pests) was evenly distributed between Mvengué, Lepaka, Okoloville and Eyouga (Fig 3).

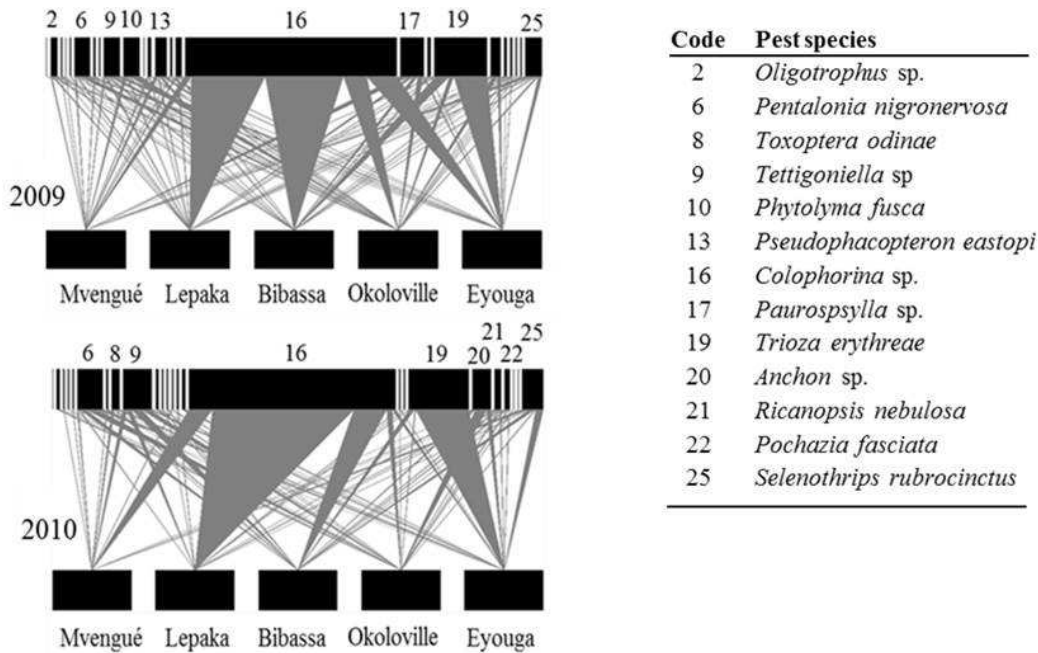


Figure 3: Linkages of major observed insect pests according sampling locations.

**Legend:** The predominant pests are linked to *D. edulis* of each sampling site. In each diagram, the higher series of the bars (each one with a number) represents the number of the most important pest species, while the lower bars constitute the plant host in sites. The width of each bar represents a proportion of the abundance of the corresponding pest species. An important connectance of a species in direction of a location translates link of predominance, whereas equal repartition represents a balanced distribution between sites.

*Riptortus flavolineatus* Stal (Hemiptera: Alydidae) represented only 1.6% of pests and was observed sucking sap on inflorescences and on young fruits of *D. edulis*, particularly at Lepaka. *Lobesia aeolopa* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae) also comprised 1.6% of the pests and damaged inflorescences, predominantly at Okoloville.

In addition to the obvious distribution of pests of *D. edulis*, it worth underlining that several pest species occurring in surrounding plants displayed also specific linkages to sampling sites. Then, the psyllid *Colophorina* sp. (Homoptera: Psyllidae) was strongly connected to Lepaka and Bibassa sites. *Trioza erythraeae* Del Guercio (Homoptera: Triozidae) was strongly connected to the Eyouga (forest site). Also, the banana aphid *Pentalonia nigronervosa* Cocquerell (Homoptera: Aphididae) was more

## Chapitre 5

abundant at Okoloville where the banana density was higher (180 stools/ha) than in other sites. The phacopteronid *Pseudophacopteron eastopi* Malenovsky, Burckhardt & Tamesse (Homoptera: Phacopteronidae) was abundant at Mvengué, Lepaka, Bibassa and Okoloville, in year 2009, but were less common in year 2010.

### 3.4-Major pests and injuries observed on *Dacryodes edulis*

The insect pest status was determined with respect of their alimentary or ovipository activities on different organs of *D. edulis* (Fig 4).

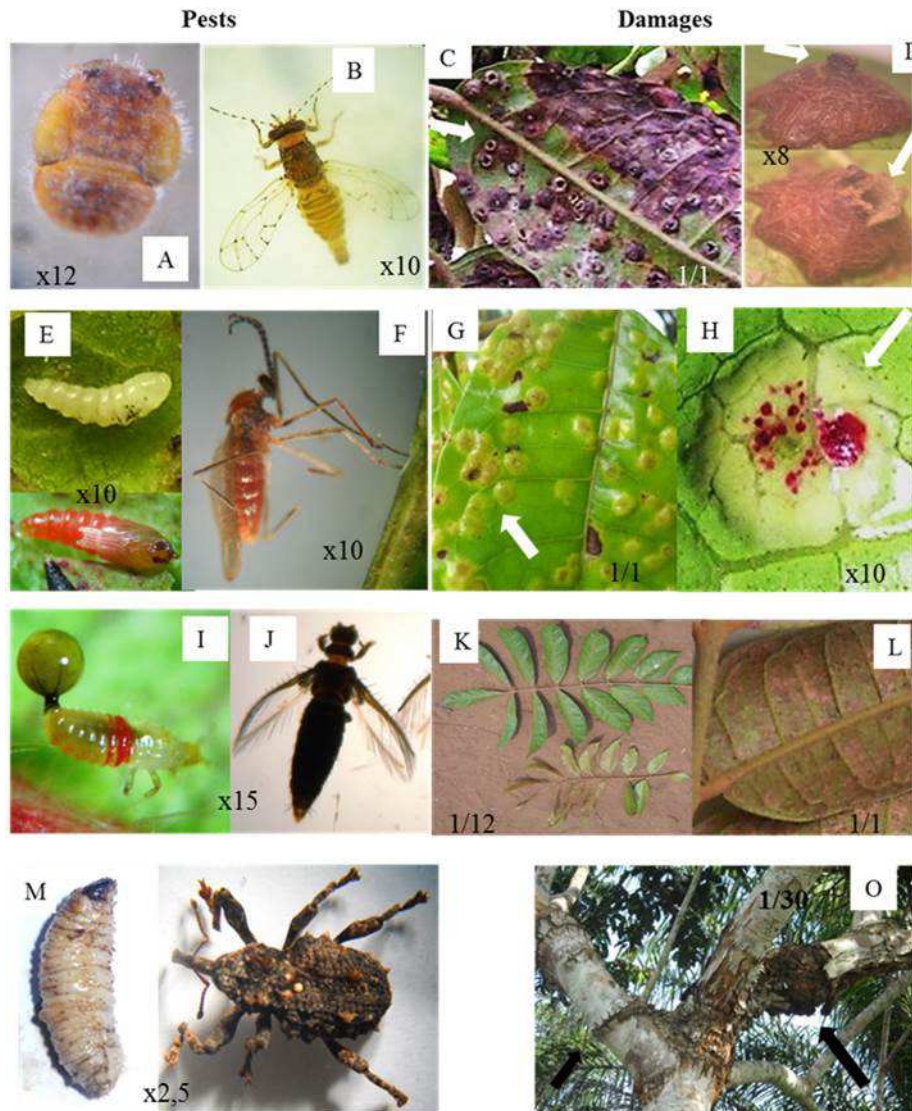


Figure 4: Main pest species and their injuries on *Dacryodes edulis*

**Legend:** **A to D:** *Pseudophacopteron serrifer* and damage: A (Larva) & B (Adult), C (leaf lower side with old opened galls) & D (lateral and upper views of a gall); **E to H:** *Oligotrophus* sp. and galls: E (Larva) & F (Adult), G (leaf with alveolar galls) & H (fully growth alveolar gall with a red point for emergence of the gall midge); **I to L:** *Selenothrips rubrocinctus* and damage: I (Larva), J (Adult), K (green safe leaf and stunted attacked leaf) & L (lower side of a scraped leaf); **M to O:** *Mecocorynus loripes*: M (Larva), N (Adult) & O (A trunk with ringed branches)

#### 3.4.1-Leaf pests

## Chapitre 5

Three insect species were clearly proven as major pests damaging leaves, namely: *P. serrifer*, *Oligotrophus* sp. and *S. rubrocinctus*.

*Pseudophacopteron serrifer* is gall making insect. Adults are small (2-3mm) ochreous jumping phacopteronids. The galligenous larva (1-2mm) is yellow brown to greyish orange colour, with a flat back, and the body edge bearing silks of wax (figure 4A). The adult displayed more or less distinct brown to dark brown markings (figure 4B). Damage consisted on formation of rough protuberances  $\pm$  3-5mm wide, and 1.5-2.8mm high. The protuberances or rough galls were formed on leaves after oviposition, and subsequent larval development. Galls increase concomitantly with the development of the larva. Only one egg or larva was observed in each gall. These galls were brown, surmounted with a characteristic button which opens with maturity to release the imago (Figure 4C & D). Severe infestations may lead to the fall of young leaves of *D. edulis*, but mature leaves turn greyish or crisped. The incidence on big trees seemed to be limited to a temporarily beauty affection of foliation. No effective control measure has been determined yet, but there was a local natural complex of natural enemies (parasitoid wasps and fungi species) parasitizing 3 to 21% of galls. Some of trees occurring in the same site were free from this phacopteronid attacks, whereas other exhibited natural defence mechanisms that stopped growth of 76% of galls.

*Oligotrophus* sp. (Diptera: Cecidomyiidae) was also a gall maker on *D. edulis* leaves. The larva (2-3mm) is milky white when young, and turns red before pupal stage (figure 4 E). Only a single larva lives in each gall. The pupa is also red or orange brown color, with a characteristic pointed cephalic extremity enabling it to emerge from the gall and then release the adult gall midge (Figure 4 F). Emergence always occurs at the underside of leaf during early morning. Damage consists on inducing alveolar and smooth galls (Figure 4 G & H), which are frequently observed on leaves of the trees at the selected sites. Gall dimensions were 3.5-5 mm diameter and 1-1.8mm in height. Damage incidence varies, depending on tree phenology, on tree size as well as the degree and period of attack. Generally, damage is not very visible on large trees. On some small trees, the heavily attacked leaves fall, and the plant growth is presumably disturbed. There are many local natural enemies destroying 49% to 69% of galls. *Crematogaster cf chlorotina* (Hymenoptera: Formicidae), is major predator enemy which may destroy 30 to 60% of larvae or pupae of *Oligotrophus* sp. Six unidentified parasitoid wasps belonging to the families of Bracronidae, Eulophidae, Platygasteridae and Chalcidae, parasitized 10 to 22% of midge galls. A fungus species, *Lasiodiplodia theobromae* induces lethal necrosis in 8% of these galls, whereas 2% of galls were atrophied, probably related to natural defense mechanisms.

*Selenothrips rubrocinctus* was observed in all our sampling sites. The larva was clearly characterized by reddish strip on the first three abdominal segments, and carried a globule of a clear liquid at the tip of abdomen (Figure 4 I). Both larvae and adults (Figure 4 J) can induce damage to leaves. The attacked leaves are generally damaged and shorter (Figure 4 K). The insects suck and scrap underside of the leaves, mainly along the lateral veins, causing greyish to silver appearance of leaves of *D. edulis* (figure 4 L). Severe infestations may lead to defoliation of young leaves.

## Chapitre 5

### 3.4.2-Stem pests

*Mecocorynus loripes* Chevr. (Coleoptera: Cucurlionidae) represents the most damageable stem borer of *D. edulis*. The larva is a typical weevil grub (Figure 4 M) which tunnels beneath the bark, eating the sapwood of the tree. The adult is a dark-grey weevil, about 23mm long (Figure 4N). Damage is caused by isolate larvae tunnelling in the sapwood of the tree. Attacks occurred on the trunks or on large branches, particularly at points of ramification. On newly attacked locations, larvae excrete a brown black gummy frass which is present in as well as outside the galleries. The trees form rings on part of trunks or branches bearing healed lesions (figure 4O). Overall, the attacks were limited to a few number of trees, but severe infestation may lead to rapid decline in tree health and concomitant substantial economic losses.

In addition to this main trunk pest, it is worth underlining that other xylophagous beetles attacking *D. edulis* were observed outside our area of study, particularly at Abanga train station (0°11'38.15"N, 10°11'11.89"E, El. 31m). Indeed, within 48 specimens of xylophagous beetles extracted from a same decaying safou tree, individuals of *Scobicia chevrieri* Villa (Coleoptera: Bostrichidae) represented 79% (38/48 individuals) of borers, *Bostrichoplites cornutus* Olivier (Coleoptera: Bostrichidae) were 6% (3/48 individuals) and four unidentified species of bark borers (Coleoptera: Scolytidae) represented 14.5% (7/48) of beetle borers. Attack of larva of *Tragocephala guerini* White (Coleoptera: Cerambycidae) was also observed at one occasion on branches of *D. edulis* near Lengori village (1°37'53.94"S, 13°43'2.82"E, El. 400m ), a location close to Franceville.

### 3.4.3-Fruit pests

*Rastrococcus invadens* Williams (Homoptera: Pseudococcidae), *Bactrocera invadens* Drew Tsuruta and White (Diptera: Tephritidae), *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) and *Pseudonoorda edulis* Maes & Poligui (Lepidoptera: Crambidae) were recorded as harmful insects attacking fruits of *D. edulis*. However, damages of *R. invadens*, *B. invadens*, and *C. capitata* are not yet established in Gabon, but *P. edulis* was one of the most damageable fruit pests on *D. edulis*. Attacks of this pest can reduce fruiting success up to 40-80%.

## 4-Discussion

### 4.1 Abundance of trapped pests

The abundance of pests provided by both complementary sampling methods were higher in 2009 than in 2010, and predominantly related to *D. edulis*. High level of rainfall in 2009 seemed to have been favorable for some plants phenology and increase of related insect species. Catches from traps varied between sites because of the abundance increase of a few number of insect pests attacking *D. edulis* (*S. rubrocinctus*, *Anchon* sp. and *Oligotrophus* sp.), pest species of surrounding plants predominated by *Colophorina* sp. Records from visual observations presented *Oligotrophus* sp., *P. edulis*, and *P. serrifer* as major species influencing abundance of pests between sites. In sites of Lepaka and Bibassa located in the savannah environment, the insect species *P. edulis*, *P. serrifer* and *Coliphorina* sp. were



## Chapitre 5

predominant than other insect species. The sparse vegetation of these sites could have offered an easy route for populations of these species, in addition to the presence of potential alternative host plants. Because higher densities of *D. edulis* recorded lower individuals of insects in this study, the variation of abundances seemed to depend more to the environment than to density of *D. edulis*.

### 4.2. Abundance of visual observed pests

Records of traps did not present significant difference of pest diversity between sites during both years. It could be asserted that the involved insect species were regularly captured by traps and evenly distributed in selected sites. However, records from visual observations, and data of related indices, presented significant difference of pest diversity, certainly because of plants phenology (level of flowering stages attracting insects), favorable climatic factors, or the environment influence. Therefore, the red banded thrips *S. rubrocinctus* developed strong associations with *D. edulis* at Eyouga because there were alternative feeding sources such as domestic fruit trees (e.g. *P. americana*). In the same way, *Colophorina* sp. was predominant in the savannah sites presumably because of presence of its alternative host plants in nearby forests, and also because that habitat was an opened space facilitating its migration. This psyllid genus has previously been recovered by Mveyo Ndankeu *et al* (2011) in Cameroun, on *Baphiopsis parviflora* (Fabaceae) which is naturally present in central African countries. Likely, the high abundance of *T. erythrae* in the Eyouga site was presumably linked to the presence of heavily infested Lemon trees surrounding the sampling station. Evenly, the banana aphid *P. nigronervosa* was more abundant at Okoloville probably because of the high density of its host plants, namely *Musa* spp and *Xanthosoma sagittifolium* L. Schott (Araceae). The lowest abundance recorded at the site of Mvengué, could have been affected by the fact that this location was isolated in upper savannah, far from forest.

### 4.3-Major Pests occurrence according to plant patterns

Traps and visual monitoring permitted to record common pest species, but also specific pest species related to each sampling method. This difference of capture is explained by the fact that traps are generalist technique of capture, catching pests and non pests of *D. edulis*. Evenly, visual observations are suitable for monitoring of some wingless insects species (e.g. *C. uapacae*, *S. nigrella*, *R. invadens*, *S. formicarius*), but do not always permit the easy record all the miniature insects (e.g. *S. rubrocinctus*, *P. serrifer*) living within leaves of higher branches. Traps and visual observations could consequently be regarded as suitable methods to monitor these species, in this study. This result highlights the need of combining both methods when monitoring insect pests (OILB/SROP 1977).

Data of Shannon, Simpson and Berger-Parker indices permitted us to state that the pest diversity was closer within sampling methods, each year. These results, in addition to confirm the suitability of both methods, revealed the influence of environment on the regularity of pest species in this area. The rank/abundance plots confirmed these diversity statistics and highlighted the major pest species in

## Chapitre 5

sampling sites. It can be asserted that establishing orchards of *D. edulis* in this environment may take into account these pest species.

### 4.4-Major pests and injuries observed on *Dacryodes edulis*

*Pseudophacopteron serrifer* is one of gall makers damaging leaves of *Dacryodes edulis*. Large trees appear less affected, but on seedlings, the phacopteronid attacks may severely damage all the leaves and lead to stunted growth. *Dacryodes edulis* was reported by Malenovský & Burckhardt (2009) as a probable host plant of *P. serrifer* in Cameroun. The present work confirms this assertion and extends the geographic distribution of this phacopteronid species to Gabon. It also demonstrated that *P. serrifer* is responsible for gall formation on *D. edulis*' leaves. The presence of a local complex of natural enemies attacking this phacopteronid, and the existence of unaffected trees (genetic variation) indicate considerable potential resources of control. These elements should ideally be combined to draft an Integrated Pest Management (IPM) programs.

*Oligotrophus* sp. is identified as responsible of alveolar galls on *D. edulis* leaves. These observations confirmed those of Ndindeng *et al* (2006) in Cameroun, where they reported this gall midge as causing *D. edulis* leaves abscission. The effects of same attacks were recently pointed out to occur in Gabon (Poligui *et al* 2013). The major predator of *Oligotrophus* sp. is *Crematogaster cf chlorotina* (Hymenoptera: Formicidae), a widespread acrobat ant (Blaimer 2012). The presence of its natural enemies and the possible existence of tolerant cultivars are options that could be considered in a control program.

*Selenothrips rubrocinctus* was observed in all the rural sites, but with high abundance at Eyouga, where severe attacks on *Persea americana* L. (Lauraceae) were frequent. This thrips species is a current and polyphagous pest on tropical crops (Pauly *et al* 1988, Hill 2007), but was recorded during this study on *D. edulis* for the first time. Attacks were observed in adult trees, but seedlings are supposed to be more vulnerable. Severely infested flowers may not open for pollination, and could lead to dramatic yield losses (Hill 2007). Some safou fruits presumably attacked by *S. rubrocinctus* were observed with a cracked epicarp and a greyish appearance which lowered its commercial value. The red banded thrips control should mainly target larvae in nurseries or during early stages of flowering or fruiting. It might consider an integrated approach which combines good cultural practices, the preservation of natural enemies as well as using insecticides with a small ecological footprint, such as narrow-range oils (Beattie & Kaldor 1990). Spray of bio insecticides (e.g. *Spinosad*) should provide good control of thrips (Lopez *et al* 1988).

*Mecocorynus loripes* is commonly called the Cashew weevil, because of its attacks on the trunk of cashew tree *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae). *Afzelia* sp. (Caesalpiniaceae) has been reported as its alternative host plant (Hill 2007). The characteristic damage symptoms on the *D. edulis* were similar to those observed on cashew. The African geographical distribution of this pest was

## Chapitre 5

traditionally restricted to eastern African countries including Kenya, Mozambique and Tanzania (Hill 2007). Similar damage symptoms were described in Cameroun (Kengué 2002), but without identifying the related pest. This work must therefore be regarded as the first record of *M. loripes* in Gabon, on *D. edulis*. Control of this pest within African pear orchards might follow a similar strategy currently recommended for cashew protection. An efficient control strategy should mainly target systematic elimination of larvae and of adults. The bark around the infested area should be removed to expose and kill the larvae (Hill 2007). The pupae can also be destroyed by inserting a sharp article inside their chambers. No insecticide is so far recommended for stem borer.

In addition to damage of *M. loripes*, attacks of *B. cornutus* and *S. chevrieri* were also observed on *D. edulis* stem, and simultaneous infestation of both species on same fruit tree was observed inducing to rapid decline. However, it work underling that bostrichids may also come in when the tree is moribund. In regards to our observations, *B. cornutus* and *S. chevrieri* damaged both stems and branches of *D. edulis*. These bostrichids or round headed woodboring beetles are recognized as widespread polyphagous insect species (Wagner *et al* 2008). In this work, our observations were in accordance with those of Buse *et al* (2010), reporting *S. chevrieri* to be more abundant than the other associated beetles. These bostrichids and scolytids rarely attacked *D. edulis* trees, but control should be achieved by sanitizing affected plant parts.

These pests are rarely reported to attack plants in Gabon, neither on the African pear tree. These results are first records in this country, and on *D. edulis*.

*Rastrococcus invadens* was recorded as fruit pest of *D. edulis*. However, its damage was not evaluated, but this mealy bug is a serious polyphagous pest of fruit crops in West Africa (Agricola *et al* 1989), inducing serious economic losses, particularly on mangoes where yields are reduced by 50-90% (Moore 2004). Current host plants reported to be affected in Benin, Ghana and Togo are mango (*Mangifera indica*), citrus (*Citrus* spp.), breadfruit (*Artocarpus altilis*), banana (*Musa* spp.), frangipani (*Plumeria alba*) and species of *Ficus*. From these countries, the pest spread rapidly to neighboring countries, and subsequently, it was reported to be present in Sierra Leone, Côte d'Ivoire, Ghana, Togo, Benin, Nigeria, Cameroun, Gabon, Congo and Democratic Republic of Congo (Williams 1986, Agricola *et al* 1989). Some parasitoids, namely *Gyranusoidea tebygi* Noyes (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Anagyrus mangicola* Noyes (Hymenoptera: Encyrtidae) were successfully introduced in Togo and kept the mealy bug under good biological control (Agricola *et al* 1989, Moore 2004) Further work should investigate the control exerted by natural enemies of this mealy bug infesting *D. edulis* in Gabon.

*Bactrocera invadens* and *C. capitata* were regularly reported as pest flies damaging fruits in tropical areas, particularly in Africa (Mwatawala *et al* 2004, Goergen *et al* 2011). Both fruit flies were found infesting fruits of *D. edulis* in Gabon (Poligui *et al* 2013). Current records are restricted to a short time, but further work should focus on suitable strategies of monitoring these pests during all the year. Nevertheless, the rapid spread of *B. invadens* across tropical Africa (Drew *et al* 2005), and growing

## Chapitre 5

list of records of this pest in edible fruit crops are strong indicators which could help to define the status of this pest, particularly in Gabon. The African pear tree should be considered as a new host plant for *B. invadens*. Damages caused by these pests are not yet evaluated in Gabon. Then, as suggested by some authors (Van Mele *et al* 2007, Vayssières *et al* 2011) measures of control should include local biological agents, like the effective parasitoid wasp *Fopius arisanus* Sonan (Hymenoptera: Braconidae), and the weaver ant *Oecophylla longinada* Latr. (Hymenoptera: Formicidae). Populations of fruit flies can be reduced by collection and deep burying of infested fruits. Regular surveys have to be performed, using methyl eugenol baiting traps, to manage these fruit flies (Mwatawala *et al* 2004).

*Pseudonoorda edulis* was a serious damageable fruit pests on *D. edulis*, but incidence of its attacks varied with respect to seasons and tree phenology. Further characterization of its sexual pheromone should be an important facet of IPM. It would be interesting to develop studies according to the model that have proved effective results for IPM programs for the control of a close pest (Gibb *et al* 2007), *Autocharis albizonalis* Hampson (Lepidoptera: Crambidae), the red borer attacking mangoes in Asia. The successful control of *P. edulis* could increase *D. edulis* fruits production and improve producers' incomes.

Outside of our study area, attacks of *P. edulis*, *Oligotrophus* sp., *P. serrifer* and *M. loripes* were evident in other Gabonese localities, namely Akiéni, Oss-kama, Okondja, Oyabi, Ossouélé, Franceville, Boumango, Moanda and Mouila. A large study in other Gabonese areas could probably confirm the suspected widespread distribution of these pests.

*Pseudophacopteron tamessei* was frequently observed on leaves of the African pear tree, and *P. eastopi* was also caught in traps, but no damage symptoms on *D. edulis* were observed. Their consistent presence on the African pear tree is evidence of what *D. edulis* is a host plant for these phacopteronids, as reported by Malenovský & Burckhardt (2009) in Cameroun. Current work could not also assert on the capacity of these hemipterans to induce indirect injuries (e.g. disease transmission) to *D. edulis*. However, virus like symptoms were observed on leaves of *D. edulis*. That could indicate the possible presence of local entomofaunic vectors. Some aphid species, *Toxoptera odinae* and *Aphis citricola*, which are minor pests of *D. edulis* and occur regularly on neighboring plants, were caught in traps, but were rarely observed on leaves of African pear tree. The presence of *A. citricola* has been reported on *D. edulis* in Gabon (Pauly *et al* 1988), but the rarity of aphids on this fruit tree could possibly be ascribed to the presence of resin. Several aphid species and other pests of surrounding plants have been caught accidentally, and may not be particularly attracted to the African pear tree. Nevertheless, the description of predominant relations between insect pest species and plant patterns should permit a better knowledge of interactions between African pear trees and its harmful insects. It will also facilitate the drafting of an effective integrated insect management program of *D. edulis*, with increasing fruit quality and quantity in mind.

## Chapitre 5

### 5-Conclusion

*Dacryodes edulis* is an important fruit tree in Gabonese rural areas. Prior to this study, there was little knowledge available regarding pest species of the safou tree and their control. The current study showed that seasonal abundances of pests were higher in 2009 than in 2010, and most of pests of *D. edulis* were evenly distributed within sites. Rainfall levels variation, the environment, as well as related plant patterns and phenology, were pointed out to influence the insects abundance and diversity. Savannah sites, with higher densities of *D. edulis* and other fruit tree crops, provided high abundance of psyllids. Forested sites or sites located near forest edges, which includes a large number of associated cultivated plants (vegetable and fruit trees), recorded high abundance of Phacopterionids. Major pests of *D. edulis* and their injuries were clearly identified and described, and related control measures were suggested. This inventory is a first attempt to gain better understanding of African pear tree pests. These results should be considered as an interesting first step in drafting an integrated pest management program. This in turn is important as it will improve fruit production of *D. edulis* in Gabon and in other African countries where it is cultivated.

**Acknowledgments:** The authors of this paper thank RMCA (Royal Museum from Central Africa, Brussels) for help and complementary materials used for confirmation of some insect species identification during this study. They thank also PAI-DRH (Programme d'Appui Institutionnel et Développement des Ressources Humaines, Gabon) for founding this work.

### 6- References

- Agricola U, Agouké D, Fischer HU, Moore D (1989) The control of *Rastrococcus invadens* Williams (Hemiptera: Pseudococcidae) in Togo by the introduction of *Gyranusoidea tebygi* Noyes (Hymenoptera: Encyrtidae). *B Entomol Res* 79(4): 671-678
- Ajayi IA, Oderinde RA, Kajogbola DO, Uponi JI (2006) Oil content and fatty acid composition of some underutilized legumes from Nigeria. *Food chem* 99(1):115-120
- Ajibesin KK (2011) *Dacryodes edulis* (G.Don) H.J. Lam: A review on its medicinal, phytochemical and economical properties. *Res J Med Plant* 5(1): 32-41
- Barbosa P, Caldas A, Godfray HCJ (2007) Comparative food web structure of larval macrolepidoptera and their parasitoids on two riparian tree species. *Ecol Res* 22:756-766
- Beattie GAC, Kaldor CJ (1990) Comparison of high-volume oscillating boom and low-volume fan-assisted rotary atomiser sprayers for the control of Chinese was scale, *Ceroplastes sinensis* Del Guercio (Hemiptera: Coccidae), on Valencia orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. *Gen. Appl Ent* 22:49-53
- Blaimer BB (2012) Acrobat ants go global: origin, evolution and systematics of the genus *Crematogaster* (Hymenoptera: Formicidae). *Mol Phylogenet Evol* 65:421-436

## Chapitre 5

- Buse J, Levanony T, Timm A, Dayan T, Assmann T (2010) Saproxylic beetle assemblages in the Mediterranean region: Impact of forest management on richness and structure *Forest Ecol Manag* 259:1376-1384
- Drew RAI, Tsuruta K, White IM (2005) A new species of pest fruit fly (Diptera: Tephritidae: Dacinae) from Sri Lanka and Africa. *Afr Entomol* 13(1):149-154
- Gibb AR, Pinese B, Tenakanai D, Kawi AP, Bunn B, Ramankutty P, Max Suckling D (2007) (Z)-11-Hexadecenal and (3Z,6Z,9Z)-Tricosatriene: Sex Pheromone Components of the Red Banded Mango Caterpillar *Deanolis sublimbalis*. *J Chem Ecol* 33:579-589
- Goergen G, Vayssières JF, Gnanvossou D, Tindo M (2011) *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae), a New invasive Fruit Fly Pest for the Afrotropical Region: Host Plant Range and Distribution in West and Central Africa. *Environ Entomol* 40(4): 844-854
- Hill DS (2007) Pests of Crops in Warmer Climates and Their Control. Springer, United Kingdom. p704
- Hutcheson J, Jones D (1999) Spatial variability of insect communities in a homogenous system: Measuring biodiversity using Malaise trapped beetles in a *Pinus*. Elsevier, *For Ecol Manag* 118(1-3): 93-105
- Kapseu C (2009) Production, analyse et applications des huiles végétales en Afrique. *OCL-Ol. Corps gras Li* 16(4): 215-229
- Kengué J (2002) Fruits for the Future 3. *Safou: Dacryodes edulis G. Don*. Southampton International Centre for Underutilized Crops, University of Southampton, UK. P147
- Law DA (2010) An energy analysis and characterization of safou (*Dacryodes edulis*) as biofuel feedstock. PhD. Thesis, Appalachian State University, USA, p140
- Lopez Jr JD, Fritz BK, Latheef MA, Lan Y, Martin DE, Hoffmann WC (2008) Arthropod Management: Evaluation of Toxicity of Selected Insecticides against Thrips on Cotton in Laboratory Bioassays. *J Cotton Sci* 12:188-194
- MacHardy WE (2000) Current status of IPM in apple orchards. In XIVth International Plant Protection Congress, *Crop Protection* 19 (8-10):801-806.
- Malenovsky I, Burckhardt D (2009) A review of the afrotropical jumping plant-lice of the Phacopteronidae (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa* 2086: 1-74.
- Moore D (2004) Biological control of *Rastrococcus invadens*. *Biocontrol News and information* 25(1):17-27
- Mveyo Ndankeu YP, Tamesse JL, Burckhardt D, Messi J (2011) Biodiversity of Jumping Plant-lice of the Psyllidae Family (Hemiptera: Psylloidea) from the South Region of Cameroon: Faunistics, Phenology and Host Plants. *J Entomol* 8(2):123-138
- Mwatawala MW, White IM, Maerere AP, Senkondo FJ, De Meyer MA (2004) new invasive *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae) in Tanzania. *Afri Entomol* 12:154-156

## Chapitre 5

- Ndindeng S A, Kuate J, Kengue J, Luc D, Ambassa Kiki R, Manga B (2006) Leaf and fruit abscission in safou, *Dacryodes edulis* G. Don, H. J. Lam, in the humid forest zone of Cameroon: associated parasites, pests and seasonality of their damage. *Forests, Trees and Livelihoods* 16(2):191-205
- OILB/SROP (1977) Contrôles, seuils, et indications pour la lutte (Pommier III). In : Acta (Eds.). Contrôles périodiques en verger, Acta, Paris, France. pp10-13
- Onana JM (2008) A synoptic revision of *Dacryodes* (Burseraceae) in Africa, with a new species from Central Africa. *Kew bulletin* 63385-400
- Pauly A, Rambaldi G, Diane-de Angelis D (1988) Guide des principaux ravageurs, maladies et carences des arbres fruitiers au Gabon. FAO, Rome, p133
- Poligui RN, Francis F (2012) Étude de la diversité et des plantes hôtes de l'entomofaune d'un verger conservatoire. *Entomol faun- Faun Entomol* 65 :135-147
- Poligui RN, Mouaragadja I, Haubruge E, Francis F (2013) La culture du safoutier (*Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (Burseraceae)): enjeux et perspectives de valorisation au Gabon. *Biotechnol Agron Soc Environ* 17(3): 131-147
- Silou T, Rocquelin G, Mouaragadja I, Gallon G (2002) Chemical and nutritional characteristics of safou of Cameroun, the Congo-Brazaville, the Congo-Kinshasha and Gabon. *Rev It Sos Grasse* 79 (5): 177-182
- Tabuna H, Tanoe M (2009) Facteurs explicatifs et développement de la consommation actuelle du safou (*Dacryodes edulis*) au Cameroun. *World Agroforestry Centre (ICRAF)*.p62
- Van Mele P, Vayssières JF, Van Tellingen E, Vrolijk J (2007) Effects of an African weaver ant, *Oecophylla longinoda*, in controlling mango fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Benin. *J Econ Entomol* 100 (3): 695-701
- Vayssières JF, Wharton R, Adandonon A, Sinzogan A (2011) Preliminary inventory of parasitoids associated with fruit flies in mangoes, guavas, cashew pepper and wild fruit crops in Benin. *BioControl* 56:35-43
- Wagner MR, Cobbinah JR, Bosu PP (2008) Forest entomology in West Tropical Africa: Forest Insects of Ghana. Springer, Netherlands, p244
- Williams DJ (1986) *Rastrococcus invadens* sp.n. (Homoptera: Pseudococcidae) introduced from the oriental region to West Africa and causing damage to mango, citrus and other trees. *Bull Entomol Res* 76: 695-699

## Chapitre 5

### Article 5

#### Abundance and diversity of insect pests occurring on *Dacryodes edulis* in urban areas in Gabon

René Noel Poligui, Isaac MOUARAGADJA, Eric HAUBRUGE, Frédéric FRANCIS.

(Cet article a été soumis à *Journal of Tropical Insect Science*)

#### Abstract

The monitoring of insect pests occurring on *Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (Burseraceae) trees was carried out in Gabon in 2009 and 2010, using yellow traps and visual control, particularly in Franceville area. The aims were to determine the abundance and the diversity of the current pests, to assess their relative distribution, and to highlight the major pests damaging *D. edulis*. The yellow traps provided higher catches of insect pests, with 2492 and 989 individuals in 2009 and 2010 respectively, whereas visual observations allowed the recording of 2232 and 294 insect pests in 2009 and 2010, respectively. The insects pests abundance varied significantly between sampling sites, in 2009, respectively according to traps ( $p = 0.015$ ) and visual observations ( $p = 0.03$ ). The diversity indices of pests provided by both monitoring methods were very similar. Some major insect pests were found to cause damage to *D. edulis*, namely leaf pests which are *Oligotrophus* sp. (Diptera: Cecidomyiidae), *Selenothrips rubrocinctus* Giard (Thysanoptera: Thripidae) and *Physophoroptarella bendroiti* Popius (Hemiptera: Miridae). The fruit pests were *Pseudonoorda edulis* Maes & Poligui (Lepidoptera: Crambidae), *Bactrocera invadens* Drew Tsuruta & White (Diptera: Tephritidae) and *Pseudotheraptus wayi* Brown (Hemiptera: Coreidae). Their occurrence depends on tree phenology. The pest identifications constitute a first step to the development of suitable strategies to control *Dacryodes edulis* insect pests, including crop association strategies, in Gabon, and neighboring countries.

Key-words: *Dacryodes edulis*, pests, biological control, Gabon



## Chapitre 5

### 1. Introduction

In Gabon's urban areas, fruit trees are frequently cultivated near houses to supply household need of fruit needs. In the Franceville context (the administrative capital of Haut-Ogooué), *Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (Burseraceae) is recorded as the most important fruit tree planted close to inhabited areas (Poligui et al. 2013). This fruit tree is called *African pear tree* or *African plum tree* (Onana, 2008), and its fruits (commonly called safou) are greatly appreciated by most populations of Central Africa (Silou, 1996). Production varies according years and depends on the specific plant rhythm of fruiting (Kengué, 2002). Fruits are exploited for self-eating and trade in central African and European urban markets, to supply the large demand of many Africans living abroad (Tabuna and Tanoé, 2009). Due to the increasing interest in *D. edulis*, several works have focused on the nutritional qualities of the pulp (Silou, 1994; Silou, 2002; Kapseu, 2009), alimentary and industrial properties of the oil extracted from both pulp and kernel (Ajayi et al., 2006; Law, 2010), the economic and socio-cultural role of the tree (Awono and Ingram, 2008; Tabuna and Tanoé, 2009), and properties of other safou products like resin and essential oils (Ajibesin, 2011). Nevertheless, *D. edulis* pests and their control have not yet been sufficiently studied. Here, the monitoring of insect pests has been conducted by using complementary methods, namely yellow traps and visual observations (control). Our main objectives were to determine the abundance and the diversity of the current pests, to assess their relative distribution, and to highlight the major pests damaging *D. edulis*, with theoretical proposal for some control measures. In a context of the current increase in urban agriculture in Africa (Redwood, 2009), the identification of these pest species could lead to an evaluation and reduction of related yield losses, and induce a higher production level of these trees in high density human population areas.

### 2. Material & Methods

The study of pests of *D. edulis* was conducted during its flowering and fruiting period, for two successive years (from August to December 2009 and 2010), when this tree is in flowers in the Franceville area (Haut-Ogooué's province, Gabon). The annual rainfall of this area ranged between 2000 - 2.250 mm, and temperatures between 24.4 – 26.8°C (Van de Weghe, 2008). The corresponding rainfall records during the study were 893.4mm in 2009 ( $56.9 \pm 10.9$  mm/week) and 716.1mm in 2010 ( $44.8 \pm 9.7$  mm/week). The average temperatures were  $24.5 \pm 1.1^\circ\text{C}$  in year 2009 and  $24.4 \pm 1^\circ\text{C}$  in year 2010. In order to have a satisfactory spatial covering of the city, five sampling locations were selected randomly in the north, the south, the east and the west quarters of Franceville, for trapping and visual monitoring, namely Mingara (S  $01^\circ37'47.2''$  ; E  $013^\circ33'42.6''$  ; El : 389m), Mangoungou (S  $01^\circ38'48.0''$  ; E  $013^\circ35'47.4''$  ; H : 314m), Ongwegné (S  $01^\circ35'32.6''$  ; E  $013^\circ34'47.3''$  ; H : 335m), Engalla (S  $01^\circ37'24.9''$  ; E  $013^\circ36'54.9''$  ; H : 311m ) and Epilla (S  $01^\circ37'24.1''$  ; E  $013^\circ38'26.9''$  ; H : 462m). Franceville is an urban environment in which local population use to grow many African plum trees in their home gardens. Each sampling station was about 500m<sup>2</sup>, containing the presence of at

## Chapitre 5

least one flowering *D. edulis* tree, with falling bunches reaching human height, to allow good visual observations of pests. The figure 1 displays the sampling area.

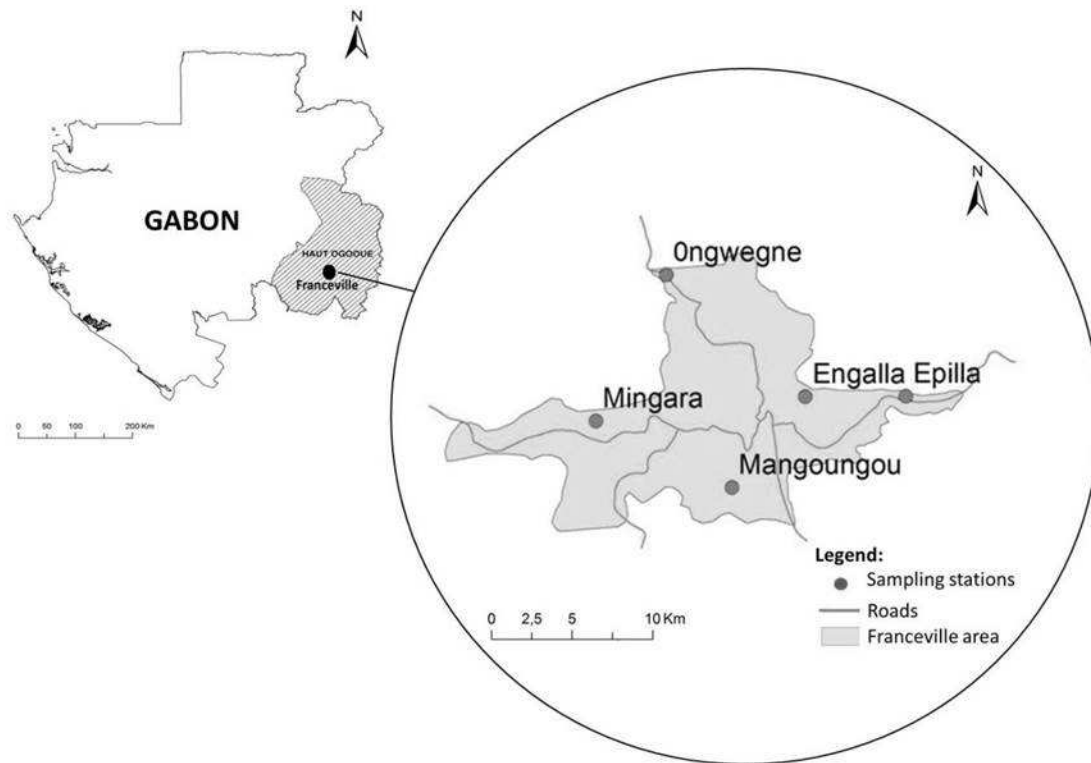


Figure 1: Map of the sampling area (Franceville, Gabon).

The densities of *D. edulis* trees were 60 trees/ha in Mingara and in Epilla, 100 trees/ha in Mangoungou, 160 trees/ha in Ongwegné, 180 trees/ha in Engalla. At each sampling station, three yellow traps (filled with soapy water) were installed in triangle (5m side) and in edge of the leaves of the chosen tree, as described by Poligui et al.(2009). The insects were carried out from traps once a week. Visual control was performed at the same day and randomly by observing five leafy and flowering or fruit-bearing branches. Both complementary methods are usually used in orchards to evaluate the risk related to the presence of major insect pests and diseases (OILB/SROP, 1977; MacHardy, 2000). The insects were counted and systematically classified on the basis of external morphology (Hutcheson and Jones 1999), either by direct identification *in situ* or at the laboratory using a stereoscopic magnifying glass (LEICA® SZB 200). Major pests of *D. edulis* were determined according to their damage and symptoms occurring on stems, leaves and fruits of this fruit tree. The insect pests of other plants were distinguished to those of *D. edulis* with regard of their pest status availability reported on surrounding plants. Some help for species identification was obtained by consulting entomologists specializing in taxonomy, from Gembloux Agro-Bio tech – University of Liege or from the Royal Museum of Central Africa (RMCA, Tervuren). Some specimens were deposited at these institutions. The pictures (taken from field and laboratory by a camera Nikon Coolpix L20 V1.0 of main insects pests and their related damages were provided.

## Chapitre 5

Results of abundance and diversity of the major pests from traps and visual control were compared. Shannon index (1) and its related Evenness Index (2), Simpson's index (3) and its corresponding Evenness Index (4), and the Berger-Parker index (5).were calculated as:

$$\begin{aligned} 1) \quad H' &= -\sum p_i \ln p_i; & 2) \quad J' &= H'/H_{\max} = H'/\ln S \\ 3) \quad D &= \sum \left( \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \right); & 4) \quad E_{1/D} &= \frac{(1/D)}{S}; & 5) \quad d &= \frac{N_{\max}}{N} \end{aligned}$$

Where  $p_i = n_i/N$ ;  $n_i$ = the abundance of the  $i$ th species;  $S$ = the total number of species and  $N$ = the total abundance.

The values of the Simpson and Berger-Parker indices were expressed in their reciprocal forms, respectively  $1/D$  and  $1/d$ , as indicated by Magurran (2004).

The damages were estimated by a calculation of the proportion of injuries among sampling fruits,

using the following formula:  $d = \frac{A_f * 100}{T_f}$ , with with  $d$  =damage (%),  $A_f$ = attacked fruits and  $T_f$  =

Total of fruits sampled. The entomological family or species proportional occurrence was determined

according to a similar formula:  $p = \frac{n_i * 100}{T_i}$  with with  $p$  =proportion of concerning taxon (%),  $n_i$ =

number of individuals of the concerning taxon and  $T_i$  = Total of individuals of all sampled taxa.

### Statistical analysis

The distribution of data (abundance and diversity) was asymmetric and had to be transformed by  $(x+0.5)^{1/2}$  before analyses. The data presented in results are untransformed, but statistical analyses were performed on transformed data, using an Analysis of variance (ANOVA) and Levene's test conducted with Minitab (version 16. Minitab® Inc, State College, PA, USA).

## 3. RESULTS

### 3.1 General abundance of pest species

The abundance of pests was determined from the complementary methods of insects sampling. Considering **trapped pests**, at least 11 insect species were recorded as pests of *D. edulis*, and 13 insect pest species for other plants (Table 1). The insect collection from traps permitted us to distinguish pests of *D. edulis* from other plants pests. The insect pests global abundance varied significantly ( $p = 0.015$ ) between sampling sites in 2009, but not in 2010. The higher abundances were recorded at the locations of Mangoungou and Ongwegné (Table 1) in 2009, and in Engalla in 2010. These abundances were respectively due to individual distribution of *Colophorina* sp. (Homoptera: Psyllidae) and *Phytolyma tuberculata* Hollis (Homoptera: Homotomidae) in 2009, and *Selenothrips rubrocinctus* Giard (Thysanoptera: Thripidae) in 2010.

## Chapitre 5

Table 1: Major trapped insect pests occurring on *Dacryodes edulis*.

	Sampling stations of Franceville											
	Mingara		Mangoungou		Ongwegné		Engalla		Epilla		Total	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
<b>Insects pests of <i>D. edulis</i></b>												
<b>Fruit pests</b>												
<i>Bactrocera invadens</i> (Diptera : Tephritidae)	0	2	7	2	0	3	4	1	1	2	12	10
<i>Pachnoda m. marginata</i> (Coleoptera : Cetoniidae)	0	0	2	0	4	1	0	2	2	4	8	7
<i>Pseudonoorda edulis</i> (Lepidoptera : Crambidae)	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	2
<b>Leaf pests</b>												
<i>Anchon</i> sp (Hemiptera : Membracidae)	18	6	75	33	11	18	50	47	4	43	158	147
<i>Oligotrophus</i> sp (Diptera : Cecidomyiidae)	54	3	16	0	23	0	3	0	12	0	108	3
<i>Phyllocnistis citrella</i> (Lepidoptera : Gracillariidae)	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	2	2
<i>Pochazia fasciata</i> * (Hemiptera : Ricaniidae)	4	1	6	4	2	4	5	6	0	6	17	21
<i>Pseudophacopteron serrifer</i> (Homoptera : Phacopteronidae)	6	5	33	15	3	5	35	2	3	1	80	28
<i>Pseudophacopteron tamessei</i> (Homoptera : Phacopteronidae)	0	0	0	2	3	1	0	2	3	2	6	7
<i>Ricanopsis nebulosa</i> *(Hemiptera : Ricaniidae)	8	3	11	8	5	8	10	11	1	12	35	42
<i>Selenothrips rubrocinctus</i> (Thysanoptera : Thripidae)	26	2	65	33	20	27	113	106	63	17	287	185
<i>Toxoptera odinae</i> *(Homoptera : Aphididae)	0	7	8	11	0	2	2	0	0	1	10	21
<b>Other plant insects pests</b>												
<i>Aphis spiraecola</i> (Homoptera : Aphididae)	4	1	16	0	15	2	15	2	4	3	54	8
<i>Colophorina</i> sp. (Homoptera : Psyllidae)	67	30	274	19	449	54	55	18	53	29	898	150
<i>Paurospysylla</i> sp1 (Homoptera : Triozidae)	3	0	0	0	3	2	3	6	0	1	9	9
<i>Paurospysylla</i> sp2 (Homoptera : Triozidae)	33	0	14	3	53	1	116	9	56	7	272	20
<i>Pentalonia nigronervosa</i> (Homoptera : Aphididae)	9	10	53	23	11	15	9	50	4	8	86	106
<i>Phytolyma fusca</i> (Homoptera : Homotomidae)	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3
<i>Phytolyma tuberculata</i> (Homoptera : Homotomidae)	14	45	35	1	111	2	14	3	6	9	180	60
<i>Pseudophacopteron</i> sp. (Homoptera : Phacopteronidae)	0	1	3	5	0	1	0	2	0	1	3	10
<i>Pseudophacopteron stigmatum</i> (Homoptera : Phacopteronidae)	0	1	11	8	19	3	6	0	14	3	50	15
<i>Tetraneura nigriabdominalis</i> (Homoptera : Aphididae)	2	1	0	1	0	5	0	5	2	5	4	17
<i>Tettigoniella</i> sp. (Homoptera : Cicadellidae)	36	20	41	11	20	8	28	40	4	0	130	80
<i>Trioza erytrae</i> (Homoptera : Triozidae)	6	0	36	0	11	2	22	22	6	12	81	36
<b>Total of pests (14 families)</b>	<b>292</b>	<b>140</b>	<b>708</b>	<b>179</b>	<b>763</b>	<b>167</b>	<b>490</b>	<b>336</b>	<b>238</b>	<b>166</b>	<b>2492</b>	<b>989</b>

**Legend:** \* three pest species of *D. edulis* exclusively recorded by traps.

## Chapitre 5

Considering the **visual observations**, 18 pest species (Table 2) were found attacking *D. edulis*.

Table 2: Major insect pest species observed on *Dacryodes edulis* (Franceville, Gabon).

	Sampling stations of Franceville											
	Mingara		Mangoungou		Ongwegné		Engalla		Epilla		Total	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
<b>Fruit pests</b>												
<i>Bactrocera invadens</i> (Diptera: Tephritidae)	0	0	0	0	19	0	0	1	0	0	19	1
<i>Lobesia aedopai</i> * (Lepidoptera: Tortricidae)	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	5	0
<i>Pachnoda marginata marginata</i> (Coleoptera: Cetoniidae)	0	0	0	0	13	0	0	0	1	0	14	0
<i>Pseudonoorda edulis</i> (Lepidoptera: Crambidae)	50	0	29	6	62	14	12	17	1	0	154	37
<i>Pseudothraupis wayi</i> (Hemiptera: Coreidae)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0
<i>Rastrococcus invadens</i> * (Homoptera: Pseudococcidae)	13	6	45	10	9	0	11	21	4	22	82	59
<i>Riptortus flavolineatus</i> * (Hemiptera: Alydidae)	4	2	1	0	4	1	0	0	0	0	9	3
<b>Leaf pests</b>												
<i>Aleurodicus dispersus</i> *(Homoptera: Aleyrodidae)	9	5	46	22	0	0	5	3	7	0	67	30
<i>Oligotrophus</i> sp. (Diptera: Cecidomyiidae)	52	0	12	0	15	3	0	10	27	0	106	13
<i>Ceroplastes uapacae</i> *(Homoptera: Coccidae)	5	0	5	0	71	0	0	9	6	6	87	15
<i>Pseudophacopteron serrifer</i> (Homoptera: Phacopteronidae)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
<i>Pseudophacopteron tamessei</i> (Homoptera: Phacopteronidae)	2	9	64	0	2	0	5	1	8	0	81	10
<i>Physophoroptera bendroiti</i> *(Hemiptera: Miridae)	0	0	12	0	0	0	1	0	0	0	13	0
<i>Phyllocnistis citrella</i> (Lepidoptera: Gracillariidae)	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Selenothrips rubrocinctus</i> (Thysanoptera: Thripidae)	0	19	25	0	1	0	7	8	15	0	48	27
<b>Twig pests</b>												
<i>Saissetia nigrella</i> sp.* (Homoptera: Coccidae)	15	0	14	0	214	0	0	26	17	17	260	43
<i>Stictococcus formicarius</i> *(Homoptera: Stictococcidae)	0	0	0	0	50	0	0	0	1060	21	1110	21
<i>Udinia catori</i> *(Homoptera: Coccidae)	10	0	9	0	143	0	0	17	11	12	173	29
Total of pests (15 families)	160	44	262	38	605	18	45	113	1159	78	2232	294

**Legend:** \* 10 pest species of *D. edulis* exclusively recorded by visual observations.

The global insect pests abundance varied significantly ( $p = 0.03$ ) between sampling sites in 2009, but not in 2010. The highest abundances were recorded at Ongwegné and Engalla (Table 1) in 2009, and in Epilla in 2010. The high abundances were respectively related to individual distribution of *Udinia catori* Green (Homoptera: Coccidae), *Stictococcus formicarius* Newstead (Homoptera: Stictococcidae)

## Chapitre 5

and *Pseudonoorda edulis* Maes & Poligui (Lepidoptera: Crambidae) in 2009, and *Saissetia nigrella* sp.(Homoptera : Coccidae) in 2010.

### 3.2-Relative abundance of pest species

The trapped pests of *D. edulis* represented 22% (560/2492 individuals) and 32% (321/989 individuals) of global identified pest species in the study, respectively in 2009 and in 2010. The most abundant species was the red banded thrips *S. rubrocinctus*, with individuals representing 51% of pests of *D. edulis* in 2009 (287/560 individuals) and 58% (185/321 individuals) in 2010. The following pests were *Oligotrophus* sp. and *Pseudophacopteron serrifer* Malenovskyalenovsky, both gall makers, with 19% and 10%, and 14% and 9 % of *D. edulis* pests, respectively in 2009 and 2010 (Table 3).

Table 3: Relative abundance (%) of major pest species

	Traps		visuals	
	2009	2010	2009	2010
<b>Pests of <i>Dacryodes edulis</i></b>				
<i>Aleurodicus dispersus</i>	-	-	3.0	10.20
<i>Ceroplastes uapacae</i>	-	-	3.9	5.1
<i>Oligotrophus</i> sp.	19	10	4.75	4.42
<i>Pseudonoorda edulis</i>	0.2	0.6	6.9	12.6
<i>Pseudophacopteron serrifer</i>	14.3	9	0.05	1.7
<i>Rastrococcus invadens</i> *	-	-	3.7	20
<i>Saissetia nigrella</i> sp.	-	-	11.65	14.62
<i>Selenothrips rubrocinctus</i>	51	58	2.15	9.2
<i>Stictococcus formicarius</i> *	-	-	49.7	7.14
<i>Udinia catori</i>	-	-	7.75	9.9
<b>Pests of other plants</b>				
<i>Pentalonia nigronervosa</i>	3	11	-	-
<i>Trioza erytrae</i>	3	4	-	-
<i>Colophorina</i> sp	36	15	-	-
<i>P. tuberculata</i>	7	6	-	-
<i>Paurospysylla</i> sp.	11	3	-	-
<b>Total of pests (individuals)</b>	560	321	2232	294

The other plant pests were 78% and 68% of trapped pests in 2009 and in 2010 respectively. Some of these insect species are common pests of tropical crops or wild plants. The main pests of cultivated plants were the citrus psyllid *Trioza erytrae* Del Guercio (3% and 4% of trapped pests in 2009 and in 2010, respectively) and the banana aphid *Pentalonia nigronervosa* Cocquerell (3% and 11% of

## Chapitre 5

trapped pests, respectively in 2009 and in 2010). The spontaneous plant pests were dominated by psyllid species, namely *Colophorina* sp. (36% and 15% of trapped pests in 2009 and in 2010) attacking *B. parviflora* Benth (Fabaceae), *P. tuberculata* (7% and 6% of trapped pests in 2009 and in 2010, respectively) and *Paurospylla* sp. (11% and 3% of trapped pests in 2009 and in 2010) respectively forming galls on *Milicia excelsa* (Welw) C.Berg (Moraceae) and blisters on *Ficus sur* (Moraceae).

**The visually observed pests** were totally found attacking *D. edulis*. Then, *S. formicarius* was the most abundant (49.7% and 7.14% of observed pests in 2009 and in 2010 respectively). *P. edulis* was one of the major species, with 6.9% and 12.6% of pests in 2009 and in 2010, respectively. *Rastrococcus invadens* Williams (Homoptera: Pseudococcidae), *S. rubrocinctus*, and *Oligotrophus* sp. were the following most representative observed pests. *P. serrifer* was rarely observed (1.7% and 0.05% in 2009 and in 2010 respectively).

### 3.3 Pest diversity

**The insect pest diversity** comprised 21 main pests for *D. edulis*, according to records from both traps and visual observations. Within these pests, 38.10 % (8/21) were commonly recorded by both monitoring methods, 14. 29 % (3/21) were exclusively provided by traps (Table 1) and 47.61% (10/21) were exclusively provided by visual observations (Table 2). The calculation of Shannon, Simpson and Berger-Parker indices permitted us to determine and analyze the diversity level between both methods and years (Table 4).

Table 4: Diversity indices

	Shannon		Simpson		Berger-Parker
	H'	J'	1/D	E <sub>1/D</sub>	1/d
<b>Traps 2009</b>	2.24	0.70	5.80	0.24	2.78
<b>Traps 2010</b>	2.53	0.80	9.33	0.39	5.35
<b>Visuals 2009</b>	1.83	0.65	3.58	0.21	2.01
<b>Visuals2010</b>	2.25	0.88	8.41	0.65	4.74

All these indices were similar in value and did not show a significant difference of pest richness between both monitoring methods within each year. However, visual observations recorded more pests species in 2009 (17 species) than in 2010 (13 species). In 2010, the new species was *P. serrifer*, whereas the missing species were *P. marginata marginata*, *P. wayi* and *P. bendroitii*. The rank/abundance plots (Figure 2) confirmed these closer diversity statistics and indicated that their relative Evenness values were stronger in year 2010.

## Chapitre 5

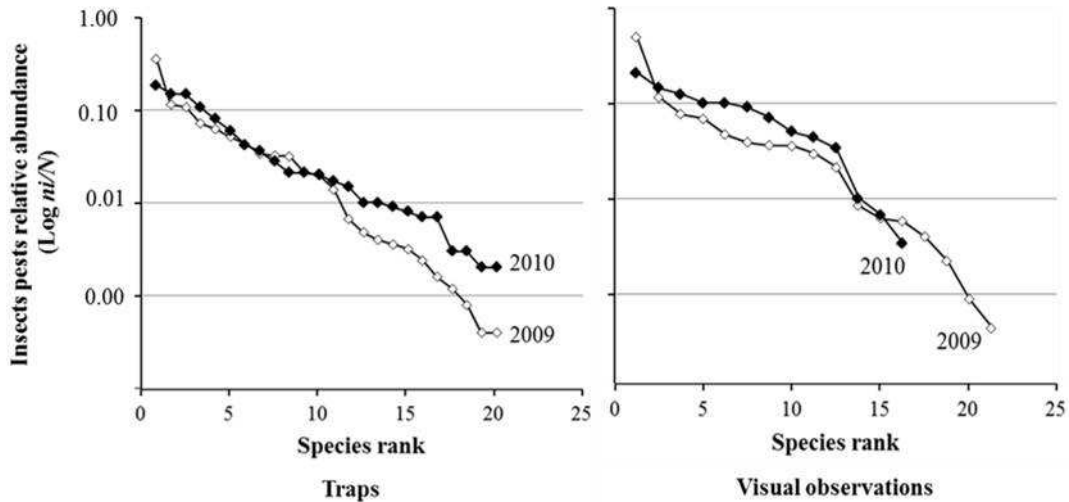


Figure 2: Rank/abundance plots of insect species.

### 3.4 Major pests inducing injuries to *Dacryodes edulis*

Among pests species recorded during this study, four major pests were observed inducing damage to fruits and leaves of *D. edulis*. **The identified fruit pests** were *P. edulis* (Lepidoptera: Crambidae), *Pseudotheraptus wayi* Brown (Hemiptera: Coreidae) and *Bactrocera invadens* Drew Tsuruta & White (Diptera: Tephritidae). *P. edulis* is a small night-flying moth (wingspan is 27 mm) with ground brown color and red larvae (Figure 3: A & B). The larvae, which are the only harmful stage for fruits, consumed both kernel and flesh of fruits, but preferred largely kernel (Figure 3: C & D). The damaged fruits detach from the stalk and fall. We estimated losses (on bunch) at least at 22 % of fruits, but some trees can lose up to 60% of their fruits. According results of this study, the safou red borer *P. edulis* is the first major pest of *D. edulis*.

*Pseudotheraptus wayi* is also another pest of *D. edulis*. Its larvae and adults (12-14mm) are reddish brown (Figure 3: E & F), and their attacks consist on sucking developing safou fruits. The Figure 3 displays the pests' pictures and their damage. After attack, young fruits can develop necrosis (Figure 3: G & H) from sucking points and fall off. On mature fruits, feeding points become sunken spots turning to black spots with a whitish marginal halo.

*Bactrocera invadens*, a fruit fly, was observed laying eggs on safou fruits (Figure 3: I & J), particularly on *D. edulis*' immature fruits (on bunch or ground). The fruit losses induced by both pests (*P. wayi* and *B. invadens*) are not yet evaluated.

*Physophoroptera bendroiti* Poppius (Hemiptera: Miridae) was the major leaf pest of *D. edulis*. The adults (9-12 mm) and larvae (6-7mm) are generally yellow in color (Figure 3: L & M). Both larvae and adults feed on young leaves.



## Chapitre 5



Figure 3: Main pest species and their injuries on *Dacryodes edulis*

**Legend:** Each black bar represents 5mm. **A to D:** *Pseudonoorda edulis*: A (Larva) & B (Moth), C (lateral view of a mined fruit by larvae, with kernel completely destroyed) & D (rotted and fresh attacked fruits with visible boreholes); **E to H:** *Pseudotheraptus wayi*: E (Larva) & F (Adult), G (fruit with young soft sucking spots) & H (fruit with enlarged sucking spots followed by total necrosis); **I to K:** *Bactrocera invadens*: I (male) & J (Female), K (fallen fruits on ground and necrosis); **L to O:** *Physophoroptera bendroiti*: L (Larva) & M (Adult), N (Leaf with newly brown sucking spots) & O (Leaves with marginal dried rolls).

## Chapitre 5

Due to their histolytic sap sucking, the leaf parenchyma is emptied. That induces green to brown wet spots which coalesce and can lead to the blight and fall of newly formed leaves. Attacks on mature leaves induce leafroll, with marginal necrosis (Figure 3: N & O). The damage seems to be limited exclusively to leaves and the economic incidence on the fruits production is not yet established. Nevertheless, the defoliation must certainly disturb the normal development of the tree and modify its architecture and photosynthetic activity.

In addition to *P. bendroittii*, three other pest species, namely *S. rubrocinctus* (grating thrips), *Oligotrophus* sp. (gall midge) and *P. serrifer* (jumping lice gall maker) were found damaging *D. edulis* leaves.

### 4. Discussion

#### 4.1 General abundance of pest species

The abundance and diversity of pests provided by both complementary monitoring methods were specifically related to *D. edulis* and to other plants. The abundance variation from traps was clearly related to the increase of population of a few number pest species, namely the red banded thrips *S. rubrocinctus* dominating pests of *D. edulis*, and *Colophorina* sp. prevailing pests of other plants. High level of rainfall in 2009 seemed to have been favorable for some plants phenology and increase of related insect species. The abundance level was higher in traps because, in addition to pests of *D. edulis*, they caught insect pest species of neighboring plants. The difference of abundance and species captured between both monitoring methods is explained by the fact traps are not suitable to capture some wingless insects species (e.g. *C. uapacae*, *S. nigrella*, *R. invadens*, *S. formicarius*), whereas visual observations do not always allow one to see all the miniature insects (e.g. *S. rubrocinctus*, *P. serrifer*) living within leaves of higher branches.

#### 4.2 Relative abundance of pest species

Regarding some pest species relative abundance, their proportional variation within sampling locations and years could be relevant to the population dynamics of flowering *D. edulis*, on the one hand, and to the structure of neighboring alternative host plants, on the other hand. Then, the similar distribution of the red banded thrips *S. rubrocinctus* within the sampling locations could be explained by its polyphagous status, whereas *P. edulis* was frequently dominant in locations where trees of *D. edulis* have been observed bearing larger fruits. In the same way, the generalist herbivores of neighboring plants were regularly predominant in locations with the presence of their host plants. Then, *P. nigronervosa* was abundantly captured in a location (Mangoungou) where *Musa* spp. (Musaceae) and *Xanthosoma sagittifolium* L. (Araceae) were heavily colonized by the banana aphid; and *T. erytrae* in the presence of *Citrus limon* L. (Rutaceae). Some pest species of wild plants, namely *P. tuberculata* and *Colophorina* sp, increased where their respective host plants *M. excelsa* and *B. parviflora* were present in the neighboring environments. These observations confirmed the respective works of Cobbinah and al. (1995) and Mveyo Ndankeu et al. (2011). For some species like *Tettigoniella* sp. and

## Chapitre 5

*Paurospysylla* spp. no common host plants were found among *D. edulis* neighboring trees. These insect species fell in traps accidentally during their flight throughout the African pear tree cultivated space. Nevertheless, *P. tamessei* was regularly seen feeding on *D. edulis* leaves. *Toxoptera odinae* has been also seen feeding on *D. edulis* leaves, outside of our investigation area. Direct damages were not seen, so these species could simply be considered as bioagressors of *D. edulis*. It is worth underlining that Aphididae did not appear to be attracted to *D. edulis*. Indeed, Pauly et al. (1988) reported records of only one aphid species on *D. edulis* in Gabon, namely *Aphis citricola* Van der Goot.

### 4.3 Pest diversity

Among the 21 pest species recorded as attacking *D. edulis*, about half were exclusively recorded by visual observations and nearly 40% by both traps and visual observations. The pest species exclusively captured by traps were the lowest (less than 15%). In addition, the most damageable pest species were visually observed. That is to show the importance of the visual observations for the monitoring of pests in fields, but it worth using complementary methods of monitoring, as asserted by several authors (OILB/SROP, 1977; MacHardy, 2000; Poligui et al., 2009), to assess large pest diversity.

The calculation of Shannon, Simpson and Berger-Parker indices permitted us to state that the pest diversity was similar within sampling methods during the two sampling years. These results, in addition to confirm the suitability of both methods, revealed the occurrence regularity of pest species recorded in this area. We can then testify that establishing orchards of the African pear tree in this environment may take into account these pest species.

### 4.4 Major pests inducing injuries to *Dacryodes edulis*

The main insect pest species of *D. edulis* were primary determined by observing their direct damages on leaves and fruits. The **leaf pests** were mainly *P. serrifer*, *S. rubrocinctus*, *Oligotrophus* sp. and *P. bendroiti*. The **fruit pests** were *P. wayi*, *B. invadens*, and *P. edulis*.

*P. serrifer* was suspected by Malenovský and Burckhardt (2009) to have *D. edulis* as a potential host plant. This current work confirmed that this species feeds on *D. edulis*, inducing rough galls on leaves. Some micro-hymenopteran parasitoid wasps and entomopathogen fungi have been observed as enemies of this psyllid. Those natural enemies are local resources that could be further studied and used for biological control of *P. serrifer*.

*Oligotrophus* sp developed alveolar galls on African plum leaves, like several gall midge species recognized as galls-inducer on tropical crops (Quilici et al., 2003). These galls are soft and characterized by the white exuvia at the gall orifice. This work confirmed also the observations reported by Kengue (2002) and Ndindeng et al. (2006). Some micro-hymenopteran parasitoid wasps, mainly braconid, and entomopathogen fungi have been found parasitizing this gall midge. Current observations did not establish the incidence of both galls on fruit production, but the heavy attacks on leaves could certainly reduce photosynthesis activities and disturb plant growth.

*Physophoroptera bendroiti* is a yellow and soft bug with almost no descriptive data within the current literature. The RMCA records from Democratic Republic of the Congo on *D. edulis*

## Chapitre 5

(Schouteden, 1942) and from Cameroun (on *Theobroma cacao*) did not report any status (Schuh, 2013). The current work is, to our knowledge, the first one revealing *P. bendroiti* attacks on *D. edulis* leaves. If larger trees with old leaves did not show heavy attacks, it is worth underling that seedlings in nurseries could be more sensitive to this pest. *P. bendroiti* is certainly the bug about which Mampouya and Bikouta (1994) pointed out as burning young leaves of *D. edulis*. Frequent visits of seedlings could help to observe first attacks and some pyrethroid sprays might allow controlling this pest.

*Selenothrips rubrocinctus* was present in all the sites, but with high catches at Ongwegné and Engalla where it was certainly attracted by other host plants, namely *Persea americana* Mill. (Lauraceae) and *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) that were surrounding sampling stations. This thrips species is recognized to be a polyphagous pest on several tropical crops (Pauly et al., 1988; Hill, 2007). Nymphs are pale yellow with a broad transverse red band on the dorsal side of the abdomen. Adults are dark brown or blackish. The destructive potential of *S. rubrocinctus* is based on both adults and larvae injuries. Indeed, nymphs and adults suck and scrape the underside of the leaves, causing browning on *D. edulis* that can turn grey, giving the leaves a silver appearance. On seedlings, attacked leaves can fall prematurely. Hill (2007) pointed out that on several trees, heavily infested flowers may not open for fertilization, thus dramatically, lowering crop yields. Some safou fruits of low commercial value, with cracked epicarp and greyish appearance could be a result of thrips attacks. On avocado trees (*P. americana*) in Gabon, it is frequent to observe that this thrips damage can affect all tree foliage, giving a yellowish or silver appearance on old leaves. Several authors reported that local infestations may cause considerable damage (Pauly et al., 1988; Hill, 2007), and recommended the use of an integrated program of control strategies including cultural practices and conservation of natural enemies with the use of least-toxic insecticides, such as narrow-range oils (Beattie and Kaldor, 1990). Spray of bio insecticide *Spinosad* provided good control of thrips (Lopez et al., 2008). The control should mainly target larval stages at nurseries or during early stages of flowering or fruiting.

**Fruit pests** were *P. wayi*, *B. invadens*, and *P. edulis*.

*Pseudotheraptus wayi* is usually reported as a bug responsible for ‘early nutfall’ or ‘gummosis’ of coconuts in Africa (Mariau et al., 1999). Hill (2007) reported that two bugs per palm can cause significant damage. Then, it is not only a serious pest on coconut, but has alternative other host plants which are cashew (*Anacardium occidentale* L: Anacardiaceae), cinnamon (*Cinnamomum zeylandicum* L: Lauraceae), cassava (*Manihot esculenta* Crantz: Euphorbiaceae), mango (*Mangifera indica* L: Anacardiaceae), rubber (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex ADR de Juss.) Muell. et Arg., Euphorbiaceae), guava (*Psidium guajava* L: Myrtaceae), cocoa (*Cacao theobromae* L: Sterculiaceae) and various wild legumes (Hill, 2007). According to our visual observations, this bug seemed to be limited to trees with larger fruits, particularly at Ongwegné site. It was not seen on trees of smaller fruits. The ant *Oecophylla longinoda* Latreille (Hymenoptera: Formicidae) is recognized as a biological means of control that keeps trees from coconut bugs (Hill, 2007).

## Chapitre 5

*Bactrocera invadens* appears to have invaded Africa from the Indian subcontinent (Sri Lanka) where it is of significant economic importance (Mwatawala et al., 2004). It has been recorded in several African countries including Gabon (Goergen et al., 2011). This invasive fruit fly was newly recorded infesting wild and cultivated fruits of at least 46 species from 23 plant families including guava (*Psidium* spp.), mango (*Mangifera* spp.), citrus (spp.), and some wild species, namely *Terminalia catappa* L., *Irvingia gabonensis* Aubry-Lecomte (Baill.), and *Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn (Goergen et al., 2011). This is to show the fly's highest infestation index. The rapid spread across tropical Africa and growing records in edible fruit crops are strong indicators of this pest status (Drew et al., 2005). Thus, recording *D. edulis* as one more new host plant from Gabon confirms that *B. invadens* is highly polyphagous. *B. invadens* damages are not yet evaluated in Gabon, but because of its highly destructive and invasive potential, it could be considered as a serious pest for future or newly orchards established. However, its control could be conducted using local biological agents, like the waever ant *O. longinada* (Van Mele et al., 2007). Fruit fly populations in the subsequent generations can be reduced by collection and deep burying of infested fruits. Monitoring the occurrence of *B. invadens* can be carried out successfully with the help of methyl eugenol baiting traps (Mwatawala et al., 2004). Indeed, as demonstrated by Mariau et al. (1999) and Neuenschwander et al. (2003), African agro-ecosystems have natural enemies that could allow it to develop successful IPM strategies and reduce the use of pesticides.

Among identified fruits pests, *P. edulis* is the serious pest whose damage is easily evident on fruits. Because it caused 22 to 60% of fruit losses, this pest could be considered as the major pest for *D. edulis*. Further studies on its biology and sex pheromone could provide specific strategies to control this pest, as that has been possible for *Autocharis albizonalis* Hampson (Lepidoptera: Crambidae), the mango red borer attacking mangos in Asia (Gibb et al., 2007; Sahoo and Jha, 2009). Further studies should assess suitable strategies to control this safou red borer caterpillar (SRBC) in order to improve *D. edulis* fruits production and generate more incomes for producers.

### 5. Conclusion

The African pear tree is one of major the major fruit trees of Franceville home gardens. Faced with the lack of scientific informations about it pests, the current study aimed to provide new knowledge. The monitoring of entomofauna in Franceville revealed for the first time the level of abundance and diversity of the pests of the African pear tree. So, if few trapped pests were harmful for *D. edulis*, visual observations allowed identification of numerous economically important pests. The major leaf pests of *D. edulis* were *P. serrifer*, *S. rubrocinctus*, *Oligotrophus* sp. and *P. bendroiti*. The serious fruit pests were *B. invadens* (fruit fly), *P. wayi* (sucking bug) and *P. edulis*. Results from this work represent an important step improving knowledge of African pear tree pests. Furthermore, study of their ecology and the development of an integrated pest management program for their control, with

## Chapitre 5

regard to weather conditions, cultural practices and host plant relationships, will provide efficient means for the development of *D. edulis* plantations in Gabon, and in Central Africa and West Africa.

### Abbreviations used:

RMCA: Royal Museum from Central Africa, Tervuren, Belgium.

PAI-DRH : Programme d'Appui Institutionnel et Développement des Ressources Humaines, Gabon.

**Acknowledgments:** The authors of this paper thank RMCA for help and complementary materials used for confirmation of species identification during this study. They thank also PAI-DRH for providing financial resources to the thesis of René Noël POLIGUI.

### References

- Ajayi I A, Oderinde R A, Kajogbola D O, Uponi J I (2006) Oil content and fatty acid composition of some underutilized legumes from Nigeria. *Food chem* **99** :115-120.
- Ajibesin K K (2011) *Dacryodes edulis* (G.Don) H.J. Lam: A review on its medicinal, phytochemical and economical properties. *Res J Med Plant* **5** : 32-41.
- Awono A, Ingram V (2008) Etude de base de la filière *Dacryodes edulis* (safou) dans les provinces du Bas Congo et de Kinshasa (RDC). Rapport FAO, GCP/RAF/408/EC. <http://www.fao.org/forestry/24640-0421899bec61b2df0ee05ae26e285f4ed.pdf>, (17/11/2012).
- Beattie G A C, Kaldor C J (1990) Comparison of high-volume oscillating boom and low-volume fan-assisted rotary atomizer sprayers for the control of Chinese was scale, *Ceroplastes sinensis* Del Guercio (Hemiptera: Coccidae), on Valencia orange, *Cirrus sinensis* (L.) Osbeck Gen *Appl Ent* **22**: 49-53.
- Cobbinah J R, Wagner M R (1995) Phenotypic variation in *Milicia excelsa* to attack by *Phytolyma lata* (Psyllidae). *Forest Ecol Manag* **75**: 147-153.
- Drew R A I, Tsuruta K, White I M (2005) A new species of pest fruit fly (Diptera: Tephritidae: Dacinae) from Sri Lanka and Africa. *Afr Entomol* **13**: 149-154
- Gibb A R, Pinese B , Tenakanai D, Kawi A P, Bunn B, Ramankutty P, Max Suckling D (2007) (Z)-11-Hexadecenal and (3Z,6Z,9Z)-Tricosatriene: Sex Pheromone Components of the Red Banded Mango Caterpillar *Deanolis sublimbalis*. *J Chem Ecol* **33**:579–589
- Goergen G, Vayssières J F, Gnanvossou D, Tindo M (2011) *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae), a New invasive Fruit Fly Pest for the Afrotropical Region: Host Plant Range and Distribution in West and Central Africa. *Environ Entomol* **40**:844-854.
- Hill D.S (2007) *Pests of Crops in Warmer Climates and Their Control*. Springer, United Kingdom.
- Hutcheson J, Jones D (1999) Spatial variability of insect communities in a homogenous system: Measuring biodiversity using Malaise trapped beetles in a Pinus. Elsevier, *For Ecol Manag* **118**: 93-105.

## Chapitre 5

- Kapseu C (2009) Production, analyse et applications des huiles végétales en Afrique. *OCL Oléagineux, corps gras, lipides*. **16**:215-229
- Kengué J (2002) *Fruits for the Future 3. Safou: Dacryodes edulis G. Don*. UK: Southampton International Centre for Underutilized Crops.
- Law D A (2010) *An energy analysis and characterization of safou (Dacryodes edulis) as biofuel feedstock*. A thesis submitted to the Graduate School: Appalachian State University (USA).
- Lopez J D et al (2008) Arthropod Management: Evaluation of Toxicity of Selected Insecticides against Thrips on Cotton in Laboratory Bioassays. *J Cotton Sci* **12**:188–194
- MacHardy W. E (2000) Current status of IPM in apple orchards. In XIVth International Plant Protection Congress, Crop Protection **19 (8-10)**: 801-806.
- Malenovský I , Burckhardt D (2009) A review of the afro-tropical jumping plant-lice of the Phacopteronidae (Hemiptera: Psylloidea) . *Zootaxa* **2086**:42-45.
- Mampouya P C, Bikouta Ila G E M (1994) Aspects phytosanitaires de jeunes safoutiers issus de marcottes dans le parc-à-bois de Boko (Région du Pool-Congo). In: Kengue J. & Nya J., eds. *Actes du séminaire International sur la Valorisation du safoutier, 4-6 Octobre, 1994, Douala*.
- Mariau D, Decazy B, Quilici S, Nguyen-Ban J (1999) Integrated pest management of tropical perennial Crops. Science Publishers, Cirad.
- Magurran A E (2004) Measuring biological diversity, Blackwell Publishing: Oxford, UK.
- Mveyo Ndankeu Y P, Tamesse J L, Burckhardt D, Messi J (2011) Biodiversity of Jumping Plant-lice of the Psyllidae Family (Hemiptera: Psylloidea) from the South Region of Cameroon: Faunistics, Phenology and Host Plants. *J. Entomol.* **8**: 123-138.
- Mwatawala M W, White I M, Maerere A P, Senkondo F J, DE Meyer M (2004) A new invasive *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae) in Tanzania. *Afri Entomol* **12**: 154-156.
- Ndindeng S A, Kuate J, Kengue J, Dibog L, Ambassa-kiki R, Manga B (2006). Leaf and fruit abscission in safou, *Dacryodes edulis* (G. Don), H. J. Lam, in the humid forest zone of Cameroon: associated parasites, pests and seasonality of their damage. *Forests, Trees and Livelihoods*. **16**:191-205.
- Neuenschwander P, Borgemeister C, Langewald J (2003) *Biological control in IPM systems in Africa*. Cabi Publishings.
- OILB/SROP (1977) Contrôles, seuils, et indications pour la lutte (Pommier III). *ACTA-lutte intégrée*.
- Onana J M (2008) A synoptic revision of *Dacryodes* (Burseraceae) in Africa, with a new species from Central Africa: *Kew bulletin* **63**:385-400.
- Pauly A, Rambaldi G, Diane-de Angelis D (1988) *Guide des principaux ravageurs, maladies et carences des arbres fruitiers au Gabon*. FAO.
- Poligui R N, Mouaragadja I, Haubruge E, Francis F (2013) La culture du safoutier (*Dacryodes edulis* (G Don) H.J.Lam (*Burseraceae*)): enjeux et perspectives de valorisation au Gabon. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **17**: 131-147.

## Chapitre 5

- Poligui R N, Haubruge E, Francis F (2009) Monitoring of the entomological diversity in a pesticide free orchard: investigation of the Gembloux Agricultural University Conservatory. *Comm Appl Biol Sci* **74**: 375-386.
- Quilici S, Vincenot D, Franck A (2003) *Les auxiliaires des cultures fruitières à l'île de La Réunion*. Cirad.
- Redwood M (2009) *Agriculture in urban planning: generating livelihoods and food security*. IDRC.
- Sahoo S K., Jha S (2009) Bio-ecology of mango fruit borer, *Autocharis (=noorda) albizonalis* Hampson (Pyralidae; Lepidoptera): a recent threat to mango growers in west Bengal, India. *VIII International Mango Symposium*. ISHS Acta Horticulturæ 820: (<http://www.actahort.org/books/820/index.htm> 02/06/2012)
- Schouteden H (1942) *Physophoropectera* et *Physophoropecterella* du Congo Belge. (Hem. Miridae). *Revue de zoologie et de botanique africaines* **36**: 116-118.
- Schuh, R.T. 2013. On-line Systematic Catalog of Plant Bugs (Insecta: Heteroptera: Miridae). <http://research.amnh.org/pbi/catalog/> (02/10/2013)
- Silou T (1994) Evaluation de la production et étude de la variabilité morphologique et Physico-chimique de safou. In: Kengue J. & Nya J., eds. *Actes du séminaire International sur la Valorisation du safoutier, 4-6 Octobre, 1994*, Douala.
- Silou T (1996) Le safoutier (*Dacryodes edulis*), un arbre mal connu. *Fruits* **51**: 47-60.
- Silou T, Rocquelin G, Mouaragadja I, Gallon G (2002) Chemical and nutritional characteristics of safou of Cameroun, the Congo-Brazaville, the Congo-Kinshasha and Gabon. *Rev It Sos Grasse*. **79**:177-182.
- Tabuna H, Tanoë M (2009) Facteurs explicatifs et développement de la consommation actuelle du safou (*Dacryodes edulis*) au Cameroun. *World Agroforestry Centre (ICRAF)*
- Van de Weghe, J.P., 2008. Plateaux Bateke, Libreville, Gabon, Wildlife Conservation Society. 272 p.
- Van Mele P, Vayssières J F, Van Tellingen E, Vrolijk J (2007) Effects of an African weaver ant, *Oecophylla longinoda*, in controlling mango fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Benin. *J Econ Entomol* **100** :695-701.
- Wagner M R, Cobbinah J R, Bosu P P (2008) *Forest entomology in West Tropical Africa: Forest Insects of Ghana*. Springer, Netherlands.



## Chapitre 5

### Article 6

**The Safou Red Borer Caterpillar *Pseudonoorda edulis* (Lepidoptera, Crambidae): preliminary observations on field survey, Biology and morphometrics in Gabon.**

**René Noel POLIGUI, Isaac MOUARAGADJA, Eric HAUBRUGE, Frédéric FRANCIS.**

(Cet article a été soumis à *African Entomology*)

#### **Abstract**

*Pseudonoorda edulis* Maes & Poligui (Lepidoptera: Crambidae), the Safou Red Borer caterpillar (SRBC), is a West African new insect species, actually recorded from Gabon, Cameroon and Ivory Coast, and recently reported as pest of *Dacryodes edulis*, a fruit tree widely distributed in Central Africa. The SRBC was observed attacking fruits of *D. edulis* for the first time in Gabon. This seed borer was supposed to occur in all Afrotropical areas of *D. edulis* cultivation. Damage estimation in Gabon was about 22% of fruit losses. There were few references in the literature and no knowledge about the biology of this pest species. Due to this lack of information, the following study was carried out to rate the basic information for the development of a suitable management of this pest. Based on field survey, this paper provided first biological and morphometric observations of *P. edulis*, in the Haut-Ogooué province, Gabon.

**Key words:** Safou, *Pseudonoorda edulis*, biology, control, survey, Gabon

## Chapitre 5

### 1. Introduction

*Dacryodes edulis* is one of the most cultivated local fruit trees in central Africa, particularly in the Gulf of Guinea area. Its fruits (also called safou) are greatly appreciated and consumed by local populations (Silou 1996; Tabuna and Tanoé 2009). Several studies have been undertaken on nutritional and chemical properties of pulp and oils of safou (Arisa and Lazarus 2008; Bratte 2011; Kapseu 2009; Law 2010; Umoti and Okyi 1987), on some diseases (Mouragadja and Mbatchi 1994; Nwufo et al. 1989), but there was little knowledge about pests of *D. edulis*. Then, some works focusing on *D. edulis* cultivation development pointed out the need for in depth studies on insect pests (Kengué 2006). Poligui et al. (2013) have shown that among the insect pests occurring on *D. edulis* in Gabon, the larvae of *Pseudonoorda edulis* Maes & Poligui (Lepidoptera: Crambidae), also called safou red borer caterpillars (SRBC), have been found devouring safou kernels, causing 22% of fruits losses. Thus, *P. edulis* is a major limiting factor of *D. edulis* production in Gabon, and evenly in surrounding countries. Nevertheless, no scientific reports are available on biological and ecological understanding of *P. edulis*. Therefore, our main objectives in this paper were the field monitoring, the study of the biology and the morphometrics of *P. edulis*, in the province of Haut-Ogooué in Gabon.

### 2. Material and methods

#### 2.1 The studied area

The Province of Haut-Ogooué is located in the south east of Gabon. The weekly temperature average during the sampling period was  $24.4 \pm 1.1^{\circ}\text{C}$  and rainfall rate was 716.1mm ( $44.8 \pm 9.7\text{mm/week}$ ). The safou production period starts in the dry season. The flowering of *D. edulis* occurs from August to October, a period during which attacks of *P. edulis* are frequent. Fruits ripen from the end of December (for earlier fruit trees) and harvest is fully effective from February to April. Field studies were carried out among trees of urban home gardens, respectively in Maboukou (S  $1^{\circ}37'52.93''$ ; E  $13^{\circ}33'59.79''$ ; Elev. 368m), Mangoungou (S  $01^{\circ}38'48.0''$ ; E  $013^{\circ}35'47.4''$ ; Elev. 314m), Ongwegné (S  $01^{\circ}35'32.6''$ ; E  $013^{\circ}34'47.3''$ ; Elev. 335m), Engalla (S  $01^{\circ}37'24.9''$ ; E  $013^{\circ}36'54.9''$ ; Elev. 311m) and Epilla (S  $01^{\circ}37'24.1''$ ; E  $013^{\circ}38'26.9''$ ; Elev. 462m), in Franceville town, the location of the University of Sciences and Technologies of Masuku (Université des Sciences et Techniques de Masuku :USTM) which hosts our laboratory.

#### 2.2 Field survey

The safou red borer survey was conducted during the period of fruits growth, and the presence of the attacked fruits was recorded during sixteen weeks. A flowering fruit tree was selected by site, and observed one time by week. The immature fruits infested by the caterpillar *Pseudonoorda edulis* were collected from fruit trees of the five sample sites. Growth of *D. edulis* trees was free from insecticides. The laboratory and field studies were conducted from 31<sup>st</sup> August to 12<sup>th</sup> December 2011.

## Chapitre 5

### 2.3 Biology

The safou red borer biology was focused on oviposition site checking, larval stage observations and adult behaviour. **The study of oviposition sites** was carried out by examination of fruits, leaves and twigs randomly selected and regularly checked for egg laying sites during the fruiting period of year 2011. Field observations were conducted twice per week for eight weeks. 400 leafy twigs (5 twigs x 5 sites x 16 times) and 400 bunches were observed. For **larval stage observations**, fresh or rotted fruits with boreholes or with partial or total necrosis on the tree were visually examined in field and in laboratory under stereomicroscopic magnifying glass Leica (LEICA®SZB 200), to check the presence and record the number of all larval stages. The larval behavior and pupation were observed in laboratory (at an average temperature of 25°C and 66 – 80 % relative humidity), from caterpillars reared singly in circular transparent plastic vials (45mm x 120mm) closed with insect gauze. The SRBC larvae were fed with seeds of immature fruits of *D. edulis*. The rearing was checked daily until the end of pupation, or the emergence of adults. Alternative host plants of *P. edulis* were assessed in order to determine one part of the adult behaviour. Then, fruits of some surrounding fruit trees, namely *Mangifera indica*, *Citrus* sp, *Persea americana*, and *Pseudospondias microcarpa* were weekly monitored for boreholes and presence of larvae during their fruiting season. **Natural enemies** were checked in field and in laboratory. Bunches and fruits with boreholes were visually examined to search for predators and parasitoids of *P. edulis* eggs or larvae. Parasitoids were also searched using larvae collected in the field and kept singly in transparent plastic vials (45mm x 120mm), until pupation and emergence of adults, in the same laboratory conditions as described above. **The morphometrics** of the safou seed borer were studied in the laboratory, from the eggs extracted from adult moths, and from the field neonate and other larval instars collected in infested fruits. The sizes of eggs, larval instars, pupae and adult moths were recorded. Mean standard error was calculated as:

$$MSE = \delta \frac{s}{\sqrt{n}}$$

, with  $\delta$  as standard error parameter,  $s$  standard deviation and  $n$  sample size.

### 3. Results

#### 3.1 Field survey

The survey of *P. edulis* was conducted simultaneously to fruit growth (Figure 1). The five locations revealed three kinds of trees, those with large fruits (average size is 90.26±4.67mm x 47.15±1.40mm), with medium fruits (56±3mm x 32.3±0.91mm to 66.5±1.4mm x 30.6±1.36mm) and small fruits (42.30±3.30mm x 26.8±1.97mm). The large fruits were recorded from a tree of location of Ongwegné, the medium fruits from trees of Epilla, Engalla and Mangoungou, and the small fruits from Mingara. As illustrated (Figure 1A), the growth period occurs from the fruit setting stage to the eighth week where the fruits reach their full size. From this eighth week to the eleventh week, the fruits size is similar, but at the twelfth week the fruit length regresses slightly to keep it definitive fully growth size. Regarding to the *P. edulis* occurrence in fruits within each site (Figure1B), we recorded two peaks which the most important appears at the first stage of safou fruit growth (between the fourth and the

## Chapitre 5

eighth week), and the second one correspond to the last stage of fruit growth (between the twelfth and the fourteenth week).

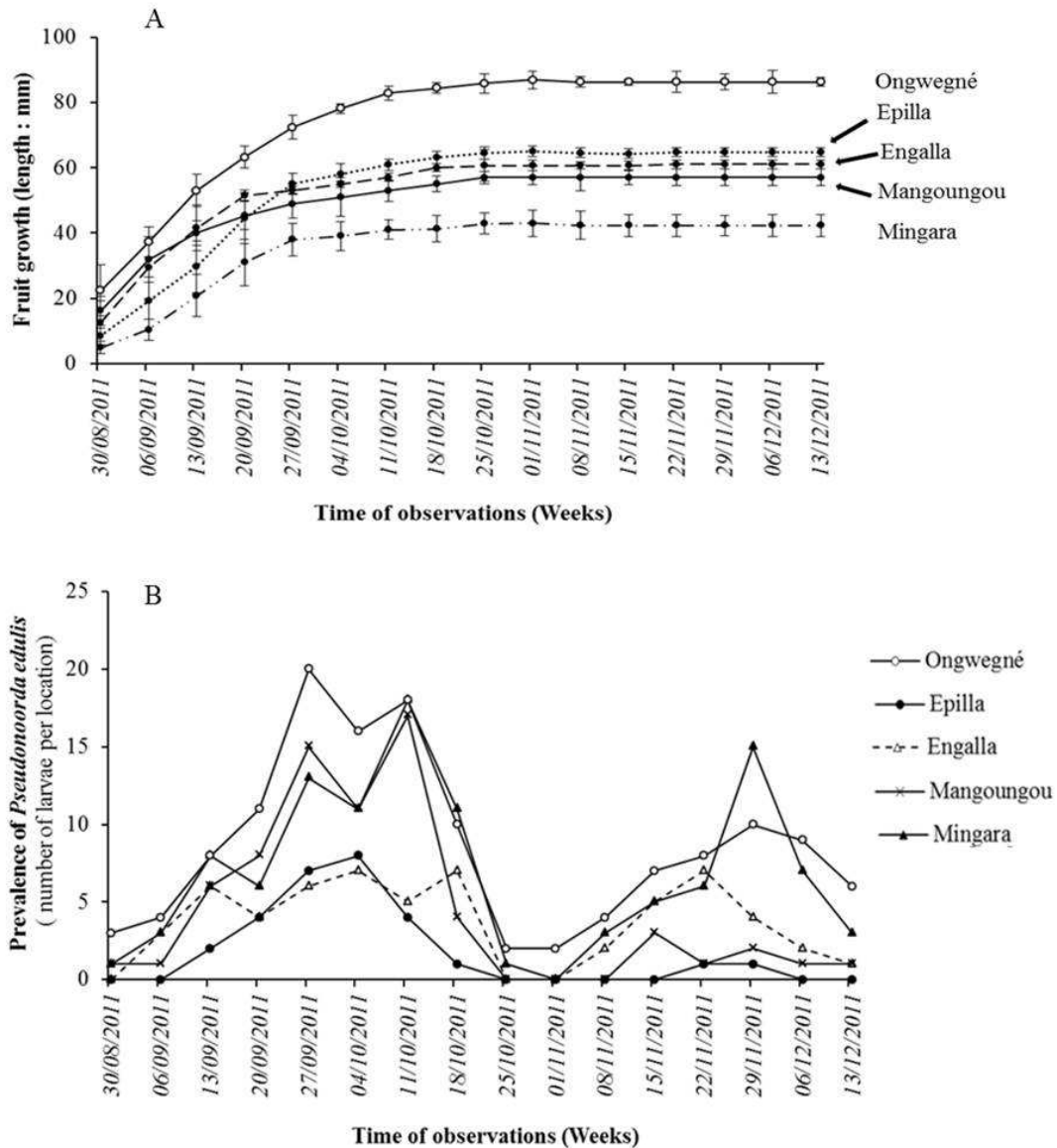


Figure 1: Prevalence of *Pseudonoorda edulis* according to fruit growth.

**Legend:** Fruit growth (A), on top the large fruit growth (Ongwegné), the intermediate curves correspond to growth of medium size fruits (Epilla, Engalla, Mangoungou), on bottom the small fruit growth (Mingara). Prevalence of *Pseudonoorda edulis* (B), the pest curves of abundance are represented according to relate sampling locations.

### 3.2 Biology

**The oviposition** site search which examined 400 leafy twigs and 400 bunches did not allow the observation of any egg laid by *P. edulis*. No eggs were recorded on the leaves, neither on non-fruiting vegetative branches, on the peduncle, or on the fruit. A laboratory observation of a total of 200 immature fruits did not find eggs on the fruit surface.

## Chapitre 5

**Observations of larval stages** were performed on 3814 immature fruits (Table 1). A total of 861 fruits were found with boreholes or with partial or total necrosis related to the safou red borer attacks. There was any borehole on ripen fruit. The fruit losses on bunches varied from 17. 5% to 25.03% and the average loss is estimated at 22% of fruits. Observation of damage (related to the safou red borer caterpillar) outside our area of investigation allowed us to assess the injury level observation rate on some trees to 66% of fruit losses (Table 1).

Table 1: Fruit loss observations related to *Pseudonoorda edulis* larvae at Franceville (2011).

Sites	Maboukou	Mangoungou	Ongwegné	Engalla	Epilla	Total
Number of selected fruits	855	591	1056	815	497	3814
Number of damaged fruits	214	123	239	198	87	861
Damage rates (%)	25	20,8	22,6	24,3	17,5	22

First instar larvae were found in the kernel space in groups of 5 to 13 individuals, whereas one single last instar larva was generally found by damaged fruit. Nevertheless, some fruits revealed two to five mature larvae. Field observations recorded up to 13 *P. edulis* individuals of third instar larvae. It was possible to see three different larval instars in the same fruit. Concerning the caterpillar incidence on fruits, one single mature larva was observed able to destroy more than one fruit. When the seed was completely destroyed before larval full growth, the caterpillar got out and made a bore of 2-3mm diameter on a new fruit, until reaching its mature stage. The first instar larvae fed mainly on very soft forming kernel and internal endocarp, whereas the mature stage fed essentially on seed, but also on fruit flesh. When the fruits were infested, they rotted on the bunch or dropped (Figure 2).

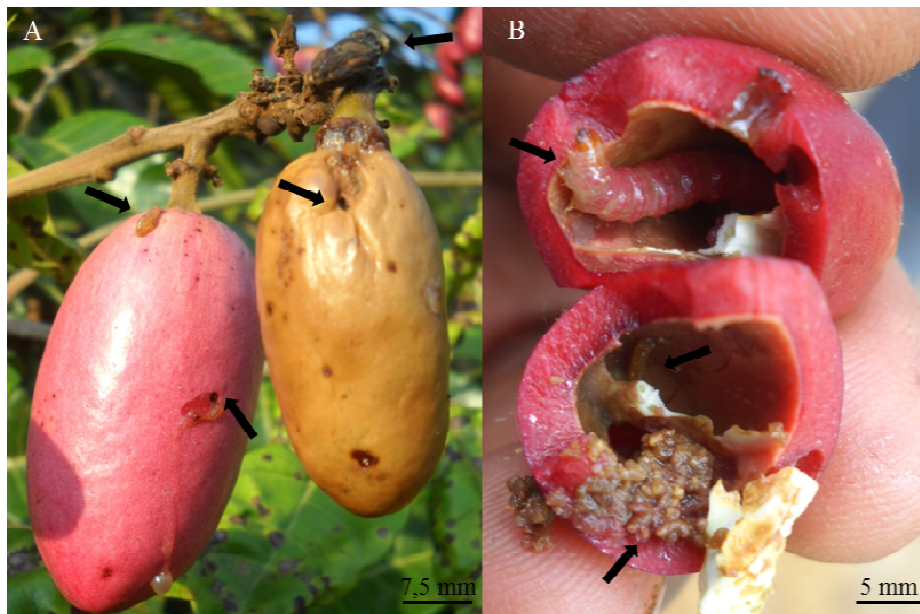


Figure 2: Fruits damaged by the safou red borer caterpillar *Pseudonoorda edulis*

**Legend:** External and internal damage. Left (A), on top of the fresh fruit (near peduncle), a third larval instar was boring the fruit to reach the kernel. Right (B), the fruit presented a complete necrosis. On both fruits, boreholes were visible. Broken immature fruit showed a red fully grown larva (top) with its dejections (each excrement with 2 x 1 mm size) constituted by kernel residues (bottom).

## Chapitre 5

### 3.3 The morphometrics

When a larva reached its full growth size, it left the fruit and pupated in a silky cocoon mixed with plant residues. The pupation occurred 9 to 11 days before the adult emerged. Search of the infested tree did not reveal pupae on trunks, branches, in the fruit nor in bark crevices.

**The adult** was a night moth not visible during diurnal observations. The search of alternative host plants of *P. edulis* showed no infestation on *M. indica*, on *Citrus* sp. and on *P. americana*. Nevertheless, some fruits of *P. microcarpa* presented boreholes similar to those of the *D. edulis* on safou fruit. After keeping two fully grown larvae collected from *P. microcarpa* in the laboratory, the related emerging adult moths were identified as the same species *P. edulis*. **Natural enemies** search in field (fruit observations) and in laboratory (larvae rearing) did not find any predators or parasitoids.

**The morphometrics** of the safou seed borer were focused on measurements of 30 eggs, 50 larvae and 30 adult moths (Figure 3). The eggs were extracted from the abdomen of females, ovoid shape and yellow color,  $0.86 \pm 0.01$  mm x  $0.47 \pm 0.01$  mm in size (Figure 2A). First, second and third larval instars were generally cream colored, with respective sizes of  $4.80 \pm 0.09$  mm x  $0.87 \pm 0.02$  mm,  $8.00 \pm 0.12$  mm x  $1.87 \pm 0.02$  mm, and  $13.03 \pm 0.32$  mm x  $2.30 \pm 0.04$  mm. The fourth instar was brown to reddish; and  $15.17 \pm 0.08$  mm x  $2.57 \pm 0.03$  mm in size. The fully grown larvae, the fifth instar were generally red,  $19.69 \pm 0.43$  mm x  $3.60 \pm 0.03$  mm in size (Figures 3B, C). The pupae were orange colored and  $9.2 \pm 0.01$  mm x 2.1 mm in size (Figure 3D) and characterized by a prominent cremaster turn to black and emerging among two pairs of hooks. Before the adult emerged, the pupae turned greyish. The adult moth was ground to light brown color, with darker subterminal forewing area (Figures 3E, F). Labial palps and pro-mesothorax were ventrally white. There was a presence of brush-like black hairs on the upper side of the mesothoracic tibia. Some phenotypic characteristic differences were observed between males and females. Males had a simple frenulum and a rounded abdomen apex protrusion, and generally presented larger wingspan (varying from 17 to 27 mm, with an average of  $22.60 \pm 1.40$  mm). Females had a double frenulum and their abdomen apex was pointed (Figures 3 E, F left), with an extensible long ovipositor. Their wingspan varied from 15 to 23 mm (with an average of  $19.64 \pm 1.05$  mm).

## Chapitre 5

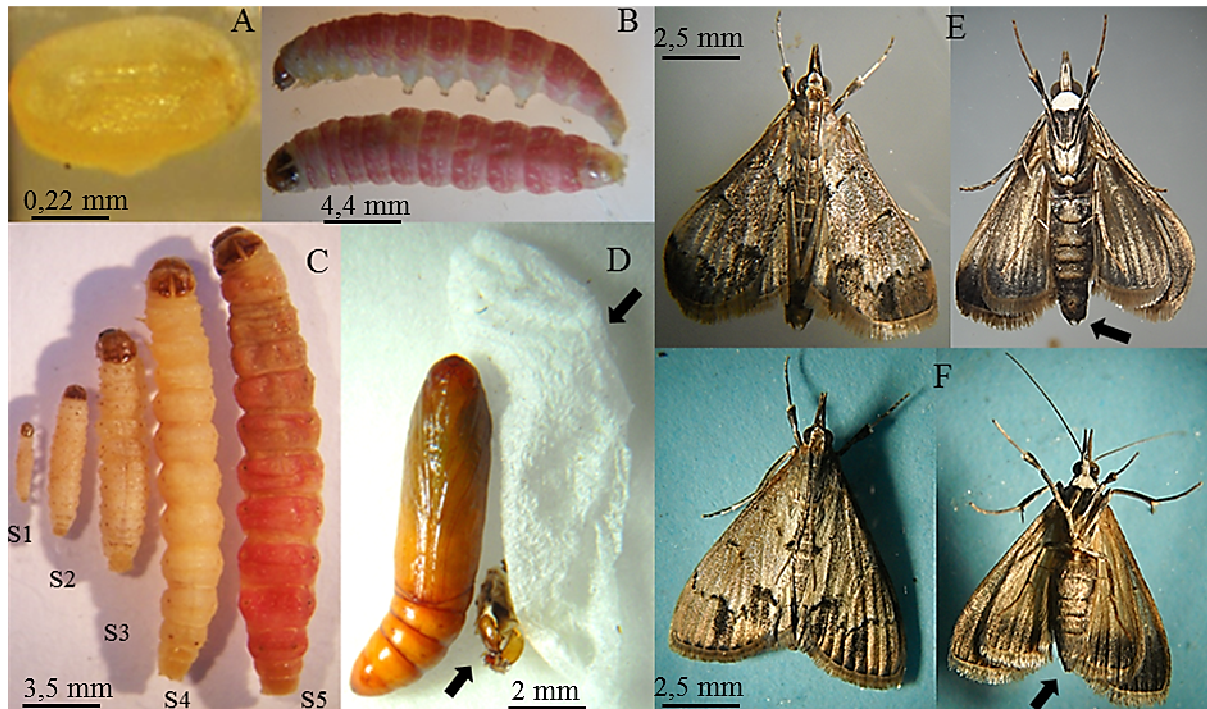


Figure 3: Morph stages of *Pseudonoorda edulis*.

**Legend:** The Egg (A); the fully grown larvae with lateral and dorsal views (B); the five larval instars (C, with S1= first instar or first stage, S2= second instar, S3= third instar, S4= fourth instar, S5= fifth instar); the pupa with a white silky cocoon and larval exuviae (D); the adult moths, with dorsal and ventral views (E: male, C: female).

### 4- Discussion

#### 4.1 Field survey

The field survey results revealed two peaks of *P. edulis* at the fruit active growth stage and the stage before ripeness. These informations allow to record the suitable periods of the SRBC attacks. Therefore, measures of control should target particularly these fruit growth stages. However, all the management strategies have to take into account the fact the safou fruit setting occurs during three months, so there are fruits of different ages on the same tree (Kengué, 2002).

#### 4.2 Biology

With regard to the search of **oviposition sites**, no eggs were found on any parts of the trees inspected. The egg size was certainly not easy to observe visually, but the use of a magnifying stereo microscope confirmed the lack of external sites of oviposition on fruits. These observations did not provide similar results as those presented by Sujatha and Zaheruddeen (2002) for *Deanolis albizonalis* Hampson (syn. *D. sublimbalis*), an Asian mango pest species closed to the safou red borer. Consequently, in contrast to that latter mango pest, the *P. edulis* female must certainly introduce and extend its ovipositor through immature fruit flesh and deposit its eggs in the kernel space. Indeed, while no borehole was visible at the surface of inspected fruits, all first instar larvae were found in groups in the fruits. That meant that the safou moth pest did not lay eggs singly, but in groups hidden in the fruit.

## Chapitre 5

**The larvae** were the only harmful pest stages damaging fruits. With obvious damage level (22% of fruits losses), this species was a major pest for *D. edulis* in Gabon. As shown by Golez (1991) and Waterhouse (1998) about injuries caused by *D. sublimbalis* to mangoes, *P. edulis* damages mainly safou fruitlets due to larvae boring into flesh and kernel of safou. The symptomatic characteristics described in this work were similar to those reported in Cameroun by Debog and Kengue (1994) who pointed out *Carpophilus* sp (Coleoptera: Nitidulidae) as a pest of safou. According to our results, this report of *Carpophilus* sp. may be a misidentification, because this beetle is common necrophagous insect attracted by rotting fruits. Then, it should certainly consume the dejections the SRBC. The *Carpophilus* should enter the fruit while the SRBC is already outside, after destroying the fruit kernel. According all our observations, *Carpophilus* species was not present in the same fruit and at same time as *P. edulis*, nor in newly attacked fruits. In addition to these results, the safou boreholes were at least twice as large as size of those *Carpophilus* sp. (3-4 mm x 1.0-1.4 mm size). The beetle involved had almost the same breadth as the SRBC dejections (1 mm). Then, this beetle pest status was not available, and it should be assumed that *P. edulis* was the true pest of *D. edulis* fruits. The **larval behavior** was similar to *D. albizonalis* in term of alimentary status (Krull 2004) or injury induced to fruits. However, we observed some diurnal larvae movement, whereas Krull (2004) supposed that *D. albizonalis* movements were nocturnal. Pupation also occurred in a cocoon made with silk and residues. Despite finding pupation sites in the field, it could be considered that the safou red borer pupates in soil. Nevertheless, as Krull (2004) showed for *D. albizonalis*, to pupate, the larvae of *P. edulis* could bore deep into the bark and close the entrance hole with chewed bark particles, which left them completely invisible.

**The study of the adult** behavior showed that *P. microcarpa* was an alternative host plant of *P. edulis*. Indeed, *P. microcarpa* (commonly called the *African grape*) is widespread in tropical Africa and develops two flowering periods in a year, respectively from February to April and from July to August in Gabon (White and Abernethy, 1996). Then, during the safou off-season period or years of non-production, *P. edulis* fed on *P. microcarpa*. This confirmed our observations of the presence of an adult moth in April 2010. The wide spread of this alternative host plant could also explain the geographic distribution of this moth reported from Ivory Coast and Cameroon (Maes, 2012). This geographic distribution could be extended to other central African countries where these host plants occur, namely Congo, the Democratic Republic of Congo and Angola.

The absence of **natural enemies** limited to our results could be explained by the fact that eggs and larvae were hidden in the fruit, the pupae also.

### 4.3 The morphometrics

**The morphometrics** of the safou seed borer caterpillars were close to those of the mango red borer given by Sahoo and Jha (2009), the ventral parts of labial palps and pro-mesothorax were similarly white colored. Male wingspans were generally larger than female for both species, but *P. edulis* size was bigger than the mango pest species.



## Chapitre 5

### 5. Conclusion

The SRBC (*P. edulis*) was well established as a harmful pest of the African pear fruits in Gabon. Before this study, there was no consistent knowledge about this moth pest in the selected working area, neither in neighboring countries. The present paper provides basic information about the field occurrence, the biology and morphometrics of this pest. Indeed, all the *P. edulis* stages, as well as relate observed damage, were identified and illustrated. Symptoms on *D. edulis* and the alternative host plant *P. microcarpa* were also provided. These results constitute a first step towards a better understanding of *P. edulis*, but there is an evident need to develop deeper study for the control of this pest, which could permit a considerable increase in safou production in Gabon as well as in surrounding countries.

### Acknowledgements

Special thanks are due to the PAI-DRH (Programme d'Appui Institutionnel et de Développement des Ressources Humaines/Ministère du Budget, des Comptes Publics, de la Fonction Publique, Chargé De la Réforme de l'Etat, Gabon), for financial support.

### References

- Ando T, Inomata S, and Yamamoto M (2004) Lepidopteran sex pheromones. In S. Schulz (ed) The Chemistry of Pheromones and Other Semiochemicals I: Topics in Current Chemistry 239. Springer, Berlin, Heidelberg, New York. pp. 51-96.
- Arisa N U, Lazarus A (2008) Production and refining of *Dacryodes edulis* "native pear" seeds oil. Afri J Biotech 7 (9): 1344-1346.
- Bratte L (2011) Effects of partial replacement of dietary maize with African pear (*Dacryodes edulis*) seed meal on performance, nutrient digestibility and retention of broiler chickens in the humid tropics. Asian J Anim Sci 5(2): 127-135.
- Cabrera A, Eiras A, Gries G, Urdaneta N, Miras B, Badji C, Jaffe, K ( 2001) Sex pheromone of tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis*. J Chem Ecol 27: 2097-2017.
- Clare G, Suckling D M, Bradley S J et al (2000) Pheromone trap colour determines catch of non-target insects. N Z Plant Prot 53 : 216-220.
- Dibog L, Kengué J (1994) Observations préliminaires sur *Carpophilus* sp (Coleoptera nitidulidae), un ravageur du safoutier (*Dacryodes edulis*) au Cameroun. In Kengue J, Nya J (eds) Actes du séminaire International sur la Valorisation du safoutier. Douala. pp. 169-174.
- Gibb A R, Pinese B, Tenakanai D et al (2007) (Z)-11-Hexadecenal and (3Z,6Z,9Z)-Tricosatriene: Sex Pheromone Components of the Red Band Mango Caterpillar *Deanolis sublimbalis*. J Chem Ecol 33:579-589.

## Chapitre 5

- Golez H G (1991) Bionomics and control of the mango seed borer *Noorda albizonalis* Hampson (Pyralidae, Lepidoptera) [= *Deanolis sublimbalis* Snellen]. Acta Horti 291: 418-424.
- Jurenka R (2004) Insect pheromone biosynthesis. In S. Schulz (ed) The Chemistry of Pheromones and Other Semiochemicals I: Topics in Current Chemistry 239. Springer, Berlin, Heidelberg, New York. pp. 97-131.
- Kapseu C (2009) Production, analyse et applications des huiles végétales en Afrique. OCL Oléagineux, corps gras, lipides 16 (4) : 215-229.
- Kengué J (2006) *Manuel No. 3 Safou: Dacryodes edulis, Manuel du vulgarisateur*. Centre for Underutilised Crops, Southampton, UK.
- Krull S M E (2004) Studies on the mango-ecosystem in Papua New Guinea with special reference to the ecology of *Deanolis sublimbalis* Snellen (Lepidoptera, Pyralidae) and the biological of *Ceroplastes rubens* Maskell (Homoptera, Coccidae). PhD thesis, Justus-Liebig-Universität, Giessen, Germany. pp 132-158.
- Law D A (2010) An energy analysis and characterization of safou (*Dacryodes edulis*) as biofuel feedstock. PhD thesis, Appalachian State University (USA). pp 88-99.
- Mouaragadja I, Mbatchi B (1994) Etude de la mycoflore pathogène du safoutier au Gabon. In Kengué J, Nya J (eds) Actes du séminaire International sur la Valorisation du safoutier. Douala.
- Nwufo M.I, Emebiri L.C. & Nwaywu M.Y., 1989. Post-harvest rot diseases of fruits of the African pear (*Dacryodes edulis*) in south Eastern Nigeria. Tropical Science 29 : 247-254.
- Poligui R N, Mouaragadja I, Haubruge E, Francis F (2013) La culture du safoutier (*Dacryodes edulis* (G.Don) H.J.Lam) : enjeux et perspectives de valorisation au Gabon. Biotechnol Agron Soc Environ 17(3): 131-147.
- Silou T (1996) Le safoutier (*Dacryodes edulis*), un arbre mal connu. Fruits 51: 47-60.
- Suckling D M (2000) Issues affecting the use of pheromones and other semiochemicals in orchards. Crop Prot 19: 677- 683.
- Sujatha A, Zaheruddeen S M (2002) Biology of pyralid fruit borer, *Deanolis albizonalis* Hampson [= *Deanolis sublimbalis* Snellen]: a new pest of mango. J Appl Zool Res 13: 1-5.
- Tabuna H, Tanoé M (2009) Facteurs explicatifs et développement de la consommation actuelle du safou (*Dacryodes edulis*) au Cameroun. World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Umoti U, Okyi D A (1987) Characteristics and composition of the pulp oil and cake of the African pear, *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam. J Sci Food Agric 38: 67-72.
- Waterhouse D F (1998) Biological control of insect pests: South East Asian Prospects. ACIAR Monograph no. 51, Canberra, Australia.
- White L, Abernethy K (1996) Guide de la végétation de la réserve de la lopé, Gabon. Projet ecofac, Libreville, Gabon.

## *Chapitre 6 : Conclusions et Perspectives*

## Introduction au chapitre 6

Le chapitre 5 a porté sur les ravageurs associés au safoutier, au sein des types d'associations culturales et des agroécosystèmes étudiés (milieu rural et urbain). Dans les deux types de jardins de case et deux types d'environnements, les collectes des pièges en 2009 ont fourni au moins deux fois plus d'insectes que les collectes de 2010. Les abondances ainsi que la diversité des ravageurs ont significativement varié en fonction des années de collecte. Un grand nombre d'insectes piégés sont des ravageurs communs fréquentant indifféremment les jardins de case, et ne présentent pas de nuisibilité vis-à-vis du safoutier. Par ailleurs, grâce aux observations faites par le control visuel, cette étude a permis de déterminer formellement divers ravageurs affectant spécifiquement différents organes du safoutier. Parmi les espèces importantes attaquant *Dacryodes edulis* en milieu rural, le principal ravageur du tronc est *Mecocorynus loripes*, tandis que *Oligotrophus* sp et *Pseudophacopteron serrifer* induisent des galles sur les feuilles, et *Selenothrips rubrocinctus* provoque la distorsion et la chute foliaires. *Pseudonoorda edulis* et *Lobesia aeolopa* ont été respectivement identifiés comme infestant les fruits et les inflorescences. Au niveau du milieu urbain, les mêmes ravageurs sont présents, mais avec des abondances relativement moins importantes. Cependant, au niveau des attaques des fruits, *Bactrocera invadens* et *Pseudotheraptus wayi*, quoique rares, sont particulièrement plus observables dans les sites de Franceville. *Pseudonoorda edulis* est de loin l'espèce qui provoque de sérieux dégâts tant dans le milieu rural que dans le milieu urbain. En effet, ses attaques induisent irréversiblement la chute et perte des fruits. L'intérêt d'étudier particulièrement *Pseudonoorda edulis* est donc fort justifié. Le niveau d'infestation et les dégâts liés à cet insecte ont été évalués aux champs. Les larves prélevées dans les fruits attaqués ont permis les élevages au laboratoire et l'obtention des adultes qui ont été minutieusement examinés et décrits. Ces informations constituent une base préliminaire de la connaissance de ce lépidoptère et augurent d'autres investigations scientifiques en vue d'appréhender tous les aspects pouvant permettre un contrôle efficace de ce ravageur.

Ce chapitre apporte donc un ensemble d'informations de base nécessaires sur la connaissance et la compréhension des insectes nuisibles au safoutier, de leur mode d'actions et de leur incidence. Les résultats de ce chapitre constituent un ensemble de réponses à la dernière interrogation de notre travail, à savoir la nature et la distribution des espèces ravageurs d'intérêt associées au safoutier.

Ceci nous amène donc à effectuer une synthèse globale du travail, en ressortant les principales conclusions et les perspectives.

## Chapitre 6

### Conclusions

La présente thèse a eu pour objet l'étude de l'entomofaune des associations culturales au sein des quelles est cultivé le safoutier (*Dacryodes edulis*), arbre fruitier originaire du golfe de Guinée. Ce travail se veut être une contribution en vue de la connaissance des arthropodes liés à cet arbre. Pour ce, deux contextes comparatifs de la province du Haut-Ogooué (Gabon), à savoir le milieu rural et le milieu urbain ont été sélectionnés pour la surveillance des insectes dans les jardins de case. Deux méthodes complémentaires (les pièges jaunes dits bacs à eau, et les observations visuelles) ont été utilisées pour suivre l'occurrence entomologique pendant la période de floraison et de fructification du safoutier, mais aussi pour déterminer les espèces d'insectes d'intérêt (nuisibles et utiles) fréquentant cet arbre, en vue de comprendre leurs interactions dans cet environnement et d'obtenir une base d'informations scientifiques susceptibles de permettre l'élaboration des stratégies de lutte. En effet, le contrôle des ennemis du safoutier, ainsi qu'une bonne gestion des insectes utiles (pollinisateurs et auxiliaires) est un objectif qui constituera à long terme un facteur déterminant pour une production optimale des fruits de safou.

L'étude révèle une typologie des jardins de case caractéristique à chaque environnement. C'est ainsi que 60% des jardins de case des villages choisis autour de Franceville avaient une végétation dominée par les arbres fruitiers, tandis que dans la ville de Franceville, les jardins (60%) étaient majoritairement mixtes (constitués des plantes maraîchères et des arbres fruitiers).

Les résultats des collectes entomologiques montrent que les abondances globales des insectes sont prédominantes en milieu rural, et moins en milieu urbain. Par contre, l'étude révèle une diversité similaire des familles d'insectes dans les deux environnements.

L'analyse de l'occurrence des espèces d'insectes d'intérêt (ravageurs et utiles), montre une différence significative d'effectifs des populations et de diversité spécifique entre les sites et aussi entre les milieux étudiés. C'est ainsi que selon leur statut alimentaire, et leur incidence sur le safoutier, certaines espèces des ravageurs présents dans les deux milieux ont été prédominantes en milieu rural, il s'agit de *Mecocorynus loripes* (borer de troncs), *Oligotrophus* sp. (diptère cécidogène des feuilles) et *Pseudophacopteron serrifer* (psylle galligène des feuilles), *Selenothrips rubrocinctus* (thrips attaquant les feuilles), *Pseudonoorda edulis* (lépidoptère minant les fruits) et *Lobesia aeolopa* (lépidoptère abîmant les inflorescences). *Bactrocera invadens* (mouche à fruits) et *Pseudothraupis wayi* (punaise piqueuse des fruits) ont été par contre plus abondants dans les jardins de ville. De ces ravageurs, *P. edulis* a été reconnu comme le plus dommageable pour l'arbre.

Cette étude a aussi mis en relief l'existence de nombreux ravageurs mineurs dont les attaques sur l'arbre sont manifestes de temps à autre, et donc suffisamment visibles pour être retenues. Au nombre de ces ravageurs mineurs, nous citerons les borers attaquant le tronc, les branches et les rameaux, notamment *Tragocephala guerini* (Cerambycidae), *Scobicia chevrieri* (Scolitidae) et *Bostrichoplites cornutus* (Bostrichidae). Les bio-agresseurs suivants ont aussi été observés détruisant

## Chapitre 6

les feuilles du safoutier. Il s'agit de *Apoderus* sp (Attelabidae), *Lobobunaea phaedusa* (Saturnidae) et *Nudaurelia dione* (Saturnidae).

En ce qui concerne les insectes utiles, les principales espèces pollinisatrices recensées sont *Trigona braunsii* (prédominante en milieu rural), *Apis mellifera andersoni* et *Dactylurina staudingeri* (tous deux plus abondantes en milieu urbain). *Meliponula erythra* était faiblement inventorié dans les deux milieux.

Ce travail permet donc, non seulement de se rendre compte de l'existence d'une grande diversité entomofaunique fréquentant le safoutier au Gabon, mais apporte un début de réponse locale, si non régionale, à l'absence d'informations scientifiques sur le sujet. Par ailleurs, il importe de souligner le fait que la plus part des espèces d'insectes mises en évidence dans le précédent travail n'ont (à notre connaissance) jamais été reportées sur le safoutier, ni au Gabon, ni dans aucun autre pays de l'aire de distribution de cet arbre fruitier.

Ces résultats constituent un apport significatif sur la connaissance de l'entomofaune associée au safoutier au Gabon (et dans la sous-région), particulièrement les ravageurs et aussi les abeilles dont le rôle de pollinisateurs de cet arbre est ici bien confirmé.

### Perspectives

Les données recueillies à travers ce travail constituent une base de travail ouvrant de nouvelles perspectives de recherche, notamment dans le domaine de la lutte intégrée. Les investigations ultérieures devraient être focalisées prioritairement sur le contrôle biologique de ravageurs majeurs du safoutier, notamment *Pseudonoorda edulis*.

Dans les perspectives à court terme, il s'agira d'approfondir les recherches sur la détermination de la nature et de la dose de la phéromone spécifique à *P. edulis*, ainsi que l'élargissement du test d'efficacité du Bt à d'autres stades larvaires de ce lépidoptère. Dans cette optique, il est nécessaire de souligner le fait qu'en plus des résultats sus-mentionnés, nous avons initié une étude préliminaire sur le mélange de molécules qui pouvaient être potentiellement attractives pour le lépidoptère ravageur *Pseudonoorda edulis* (Lepidoptera : Crambidae) des fruits du safoutier. La combinaison (500µg:500µg) des composantes ((Z)-11-Hexadecenal et (3Z, 6Z, 9Z)-Tricosatriene) de cette hormone a été retenue parce qu'ayant déjà été testée efficacement en Asie, pour le contrôle du lépidoptère ravageur *Deanolis sublimbalis* (Lepidoptera : Crambidae) de mangues (Gibb et al., 2007). Cette approche a été initiée du fait que *D. sublimbalis* et *P. edulis* sont deux espèces systématiquement proches, et que les composants de cette hormone sont exploitées par plusieurs espèces entomologiques. En effet, (Z)-11-hexadecenal (Z11-16:Ald) est reconnu comme une composante de phéromone sexuelle couramment identifiée chez plusieurs espèces de lépidoptère, avec plus de 80 espèces qui l'émettent seul ou avec d'autres composés chimiques (El-Sayed, 2006). Par ailleurs, (3Z, 6Z, 9Z)-Tricosatriene (3Z, 6Z, 9Z-23:Hy) est un composé de phéromone identifié dans les glandes

## Chapitre 6

sexuelles de de deux espèces d'Arctiidae (Bell & Meinwald, 1986), et de trois espèces de Crambidae (Cabrera et al., 2001 ; Gibb et al., 2007). Mais nos tests n'ont pas permis l'attraction de l'espèce *P. edulis*. La raison de ce résultat négatif pourrait être dû au fait que la dose choisie (1/1) en référence à *D. sublimbalis* ne correspondrait pas à celle de *P. edulis*. Les fortes températures et hygrométrie enregistrées pendant les expérimentations pourraient avoir affectés la qualité et l'efficacité de la formule hormonale testée. De même, un début de test de l'effet du Bt (*Bacillus thuringiensis*) sur le stade5 des larves de *P. edulis* a été réalisé, mais n'a induit chez cette espèce que 30% de mortalité. Des contraintes temporelles et matérielles n'ont pas permis de répéter les tests et donc de consolider ces résultats.

Aussi, pour consolider les résultats que nous avons obtenus dans ce travail, il est nécessaire d'étendre le monitoring entomologique dans d'autres localités du Gabon, pour voir s'il n'existe pas des espèces d'insectes endémiques et d'importance économique.

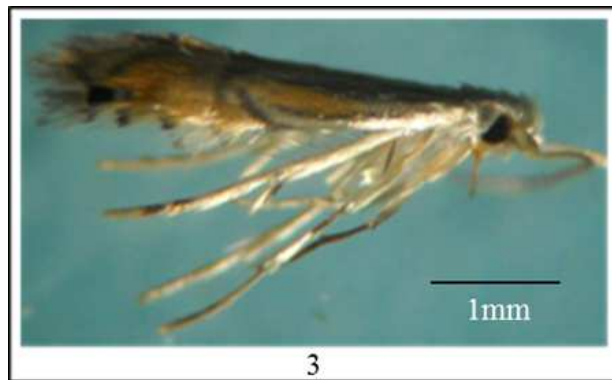
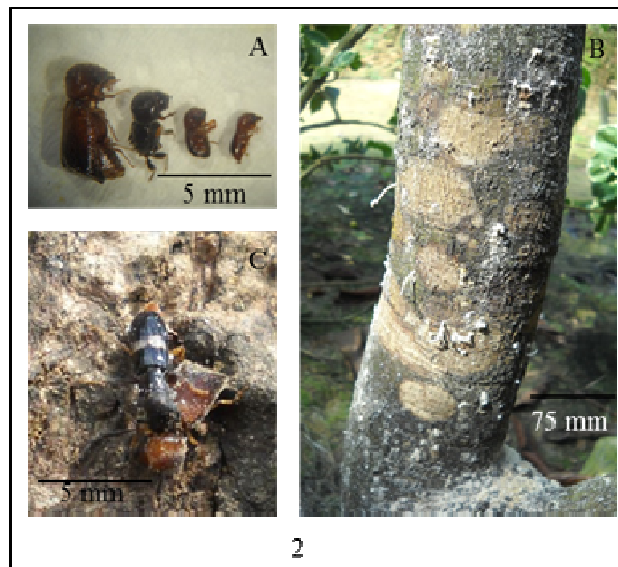
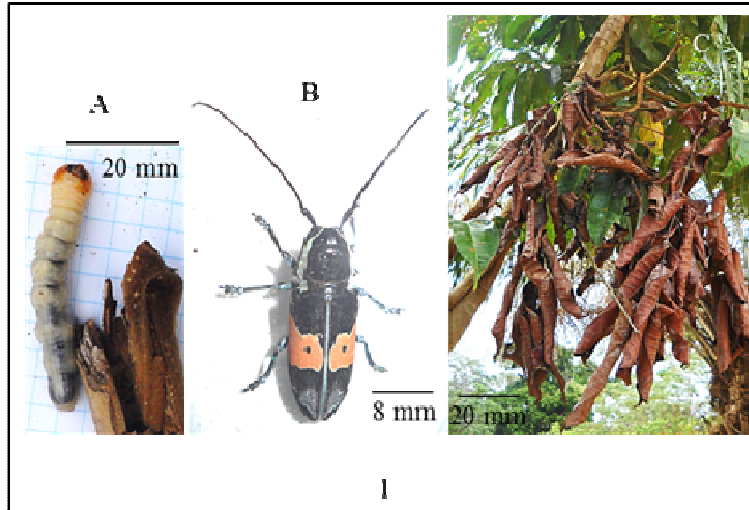
Les prochaines études devraient aussi prendre en compte les élevages au laboratoire ou en milieux contrôlés des espèces d'intérêt agronomique (cas de *Bactrocera invadens*), afin de pouvoir quantifier leur impact et étudier les stratégies de contrôle appropriées.

Au regard des observations ayant permis de la mise en évidence des espèces d'insectes (cas des prédateurs *Crematogaster cf chlorotina* et d'une espèce non identifiée de cleridae, et de nombreux micro-hyménoptères parasitoïdes) régulant les populations de certains ravageurs (*Oligotrophus* sp., *Scobicia chevrieri*), il serait possible d'approfondir des études sur ces agents régulateurs. Cela devrait contribuer à renforcer les stratégies de lutte biologique contre les ravageurs du safoutier.

### Références bibliographiques

- Bell, T. W. & Meinwald, J. 1986. Pheromones of two arctiid moths (*Cretonotos transiens* and *C. gangis*): chiral components from both sexes and achiral female components. *Journal of Chemical Ecology*.**12**:385–409.
- Cabrera, A., Eiras, A., Gries, G., Gries, R., Urdaneta, N., Miras, B., Badji, C. & Jaffe, K. 2001. Sex pheromone of tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis*. *Journal of Chemical Ecology*.**27**:2097–2107.
- EL-Sayed, A. M. 2006. The Pherobase: Database of Insect Pheromones and Semiochemicals. <http://www.pherobase.com>.
- Gibb, A. R., Pinese, B., Tenakanai, D., Kawi, A. P., Bunn, B., Ramankutty P. & Suckling D. M. 2007. (Z)-11-Hexadecenal and (3Z,6Z,9Z)-Tricosatriene: Sex Pheromone Components of the Red Banded Mango Caterpillar *Deanolis sublimbalis*. *Journal of Chemical Ecology*. **33**:579–589.

## Annexe 1



### Légende : Ravageurs mineurs des rameaux et du tronc

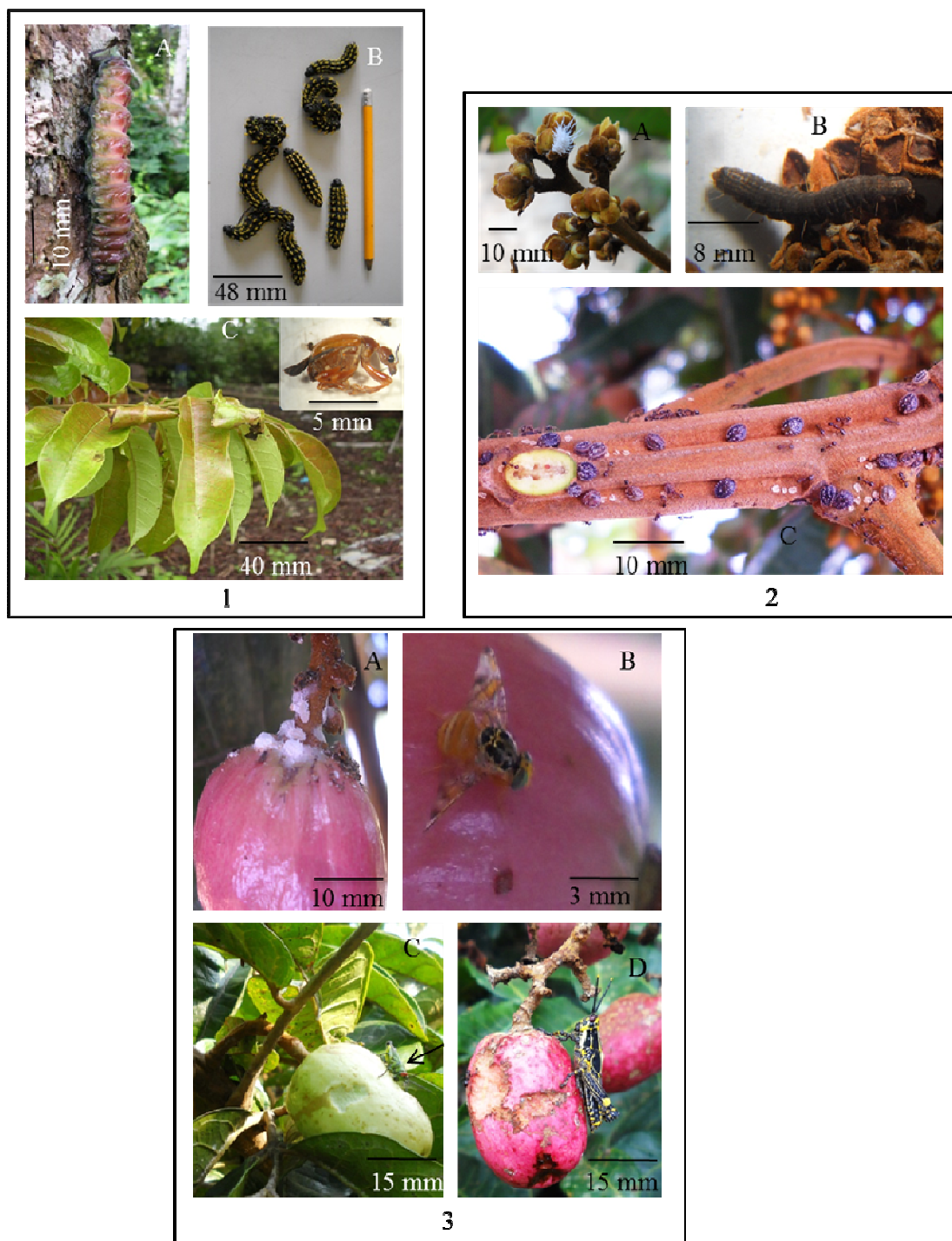
Figure1: *Tragocephala guerini* (Cerambycidae) : A : Larve ; B : Adulte, C : Dégâts (dessèchement de rameau),

Figure2: Borers du tronc et de branches ; A : *Scobicia chevrieri* (Bostrychidae) et Scolytes non identifiés (Scolytidae) ; B : *S. chevrieri* attaqué par une espèce de Cleridae non identifiée ; C : Tronc d'un safoutier fortement attaqué par ces borers,

Figure 3 : *Phyllocnistis citrella* (Gracillaridae).



## Annexe 2



Ravageurs mineurs des feuilles, fleurs et fruits

### Légende :

Figure1: Ravageurs phyllophages: A : Larve de *Lobobunaea phaedusa* (Saturnidae) ; B : Larve de *Nudaurelia dyone* (Saturnidae), C : Feuilles enroulées par *Apoderus* sp.( Attelabidae).

Figure2: Ravageurs d'inflorescences ; A : *Rastrococcus invadens* (Pseudococcidae); B : Larve de *Lobesia aelopai* (Tortricidae); C : *Stictococcus formicarius* (Stictococcidae),

Figure3: Ravageurs des fruits: A : *Dysmicoccus* sp. (Pseudococcidae); B : *Ceratitis capitata* (Tephritidae); C : une espèce de criquet non identifié (Acrididae), D : *Zonocerus variegatus* (Pyrgomorphidae),

### Annexe 3

Tableau : Abondances entomologiques des sites (observations visuelles, 2009)

	Mvengué	Mingara	Lepaka	Mangoungou	Bibassa	Ongwegné	Okoloville	Engalla	Epilla	Eyouga	Total
Acrididae	0	4	0	0	1	0	1	0	0	1	7
Agromyzidae	0	0	1	0	0	0	1	35	0	2	39
Aleyrodidae	12	9	5	46	3	0	7	0	7	0	89
Alydidae	3	4	2	1	0	4	5	0	0	3	22
Attelabidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Bruchidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Cecidomyiidae	127	52	17	12	499	15	395	0	27	45	1189
Cetoniidae	0	0	0	0	0	13	0	0	1	0	14
Chrysomelidae	0	1	2	0	1	0	18	1	1	3	27
Cicadellidae	7	18	62	21	0	18		12	5	8	151
Cixiidae	0	0	0	0	2	0	81	16	0	0	99
Coccidae	0	30	24	28	0	428	0	0	34	150	694
Coreidae	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3
Cucurlionidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	6
Delphacidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Derbidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Diapsidae	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	55
Drosophilidae	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Flatidae	0	0	5	1	0	0	0	0	1	0	7
Gracillaridae	3	0	9	0	5	0	2	0	1	1	21
Lepidoptera ni lgue	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Limacoidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	28
Membracidae	5	0	0	0	0	2	0	0	0	2	9
Miridae	3	0	2	1	0	0	15	1	0	3	25
Noctuidae	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	3
Pseudococcidae	16	13	36	55	18	9	84	16	4	6	257
Psyllidae	3	1	9	64	2	2	186	5	8	9	289
Pyralidae	0	0	8	1	0	1	0	5	0	0	15
Pyrrhocoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Ricanidae	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3	5
Scarabeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Stictococcidae	0	0	0	0	0	50	0	0	1060	0	1110
Tephritidae	0	0	0	0	0	19	2	0	0	0	21
Tettigonidae	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Thripidae	49	0	7	26	0	1	3	7	4	56	153
Tortricidae	12	50	9	29	73	54	2	12	1	3	245

Nuisibles (33 familles)

### Annexe 3

Tableau : Abondances entomologiques des sites (observations visuelles, 2009) (*Suite et fin*)

	Anthophoridae	1	2	0	0	1	0	4	0	2	2	12
	Apidae	111	117	68	11	10	102	1	22	123	120	685
	Arctiidae	2	0	7	3	1	4	0	3	1	7	28
	Braconidae	4	4	0	1	1	0	7	1	0	5	23
	Chalcidae	0	0	0	0	6	2	0	5	0	1	14
	Chrysidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	Chrysopidae	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	4
	Cleridae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Coccinellidae	0	0	0	0	0	20	0	1	1	2	24
	Encyrtidae	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
	Evaniiidae	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	3
	Gasteruptiidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Halictidae	0	6	1	0	0	1	0	0	2	2	12
	Hesperidae	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	Hymenopodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ichneumonidae	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
	Lygaeidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Mantidae	3	4	7	0	0	3	5	2	0	0	24
	Platygasteridae	0	1	0	0	2	2	0	0	1	0	6
	Pteromalidae	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
	Rediviidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Sphecidae	0	0	0	0	2	0	0	0	3	2	7
	Syrphidae	0	1	1	0	0	2	0	0	0	3	7
	Trichogrammatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Vespidae	8	5	0	0	1	1	1	4	4	0	24
Utiles (25 familles)	Calliphoridae	4	2	1	2	0	3	0	12	2	7	33
	Culicidae	88	8	1	1	0	0	0	0	0	0	98
	Formicidae	0	110	401	290	1050	228	277	89	532	74	3051
	Micropezidae	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
	Muscidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Mycetophilidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	4
	Psychidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
	Psocidae	7	1	0	5	1	0	2	0	20	7	43
	Pterophoridae	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1	6
	Sarcophagidae	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
	Sepsidae	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
	Stratyomiidae	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
	Tipulidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Total associes	470	446	693	605	1689	998	1104	310	1849	567	8731	
Associés (13 familles)												

## Annexe 4

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (observations visuelles, 2009)

	01/09/2009	08/09/2009	15/09/2009	22/09/2009	29/09/2009	06/10/2009	13/10/2009	20/10/2009	27/10/2009	03/11/2009	10/11/2009	17/11/2009	24/11/2009	01/12/2009	08/12/2009	15/12/2009	Total
Acrididae	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	1	7
Agromyzidae	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Aleyrodidae	26	0	0	39	9	0	5	10	2	3	14		5	4	7	0	124
Alydidae	4	2	3	0	0	0	0	4	3	2	0	0	0	2	1	1	22
Attelabidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Bruchidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Cecidomyiidae	0	0	0	120	150	60	0	260	115	147	17		57	127	96	63	1212
Cetonidae	0	0	0	0	0	6	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	9
Chrysomelidae	0	1	1	0	0	1	0	0	1	2	2	1	0	0	0	0	9
Cicadellidae	23	0	2	2	2	7	8	6	8	44	17	21	10	9	6	1	166
Cixiidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Coccidae	107	62	0	0	1	150	0	0	0	15	5	0	17	15	0	0	829
Coreidae	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Cucurliionidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	6
Delphacidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Derbidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Diapsidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	55
Drosophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Flatidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	7
Gracillariidae	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6	2	1	5	5	21
Lepidoptera ni lgque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Limacoidae	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	28
Membracidae	0	1	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Miridae	5	0	0	0	10	4	0	0	3	0	1	1	0	0	2	0	26
Noctuidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Pseudococcidae	146	59	10	3	21	0	4	0	0	1		12	1	0	0	0	257
Psyllidae	6	0	0	0	0	0	8	0	6	231	8	6	5	0	0	0	270
Pyrilidae	0	0	0	1	3	0	0	11	3	0	0	0	0	2	4	8	32
Pyrrhocoridae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ricanidae	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
Scarabeidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Stictococcidae	0	75	75	130	150	105	150	150	50	150	75	0	0	0	0	0	1110
Tephritidae	0	0	0	0	0	0	0	5	1	5	2		1	1	4	2	21
Tettigonidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Thripidae	26	0	0	1	0	0	0	5	28	17	30	16	19	1	8	0	151
Tortricidae	3	0	28	0	58	42	29	0	0	2	4	20		30	15	3	234

Nuisibles (33 familles)

## Annexe 4

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (observations visuelles, 2009) (*Suite et fin*)

	Anthophoridae	0	0	4	3	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	13
	Apidae	65	161	167	106	89	40	10	4	1	0	1	0	1	1	0	1	647
	Arctiidae	5	5	2	10	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	28
	Braconidae	0	0	0	3	0	1	0	2	3	4	1	1	0	1	5	2	23
	Chalcidae	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	13
	Chrysidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	Chrysopidae	0	0	1	0	0	0	21	0	0	0	0	1	0	0	1	0	24
	Cleridae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Coccinellidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	4
	Encyrtidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3
	Evanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	3
	Gasteruptionidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Halictidae	3	1	3	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	Hesperidae	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
	Hymenopodidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Ichneumonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Lygaeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	Mantidae	0	7	2	2	0	0	0	2	2	1	0	0	2	2	2	1	23
	Platygastridae	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	7
	Pteromalidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
Utiles (25 familles)	Reduviidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Sphecidae	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0	7
	Syrphidae	0	4	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	Trichogrammatidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Vespidae	6	4	1	4	0	0	0	9	0	0	0	1	0	0	0	0	25
	Calliphoridae	15	5	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	6	0	1	37
	Culicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1		1	2	3	1	10
Formicidae	510	370	289	152	120	250	146	326	71	150	254	87	217	136	31	29	3138	
Micropezidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	
Muscidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Mycetophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	
Psychidae	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Psocidae	36	0	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	1	0	43	
Pterophoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	3	
Sarcophagidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
Sepsidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	
Stratyomyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	
Tipulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Total	993	759	604	585	624	676	397	1240	323	844	437	178	346	370	209	146	8731

## Annexe 5

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges autour de safoutiers, 2009)

	Mvengue	Mingara	Lepaka	Mangoungou	Bibassa	Ongwegné	Okoloville	Engalla	Epilla	Eyouga	Total
Acari	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Acrididae	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	4
Agromyzidae	6	0	0	0	1	0	0	1	0	0	8
Aleyrodidae	15	7	0	44	6	0	39	6	1	2	120
Alydidae	1	0	1	0	5	0	7	4	0	2	20
Aphididae	111	237	158	408	105	141	404	380	42	290	2276
Apionidae	0	15	7	50	201	2	14	6	0	0	295
Attelabidae	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	3
Bostrychidae	13	1	1	0	0	0	1	1	0	1	18
Bruchidae	7	4	7	4	1	1	4	2	0	2	32
Buprestidae	0	0	2	5	7	1	0	0	1	10	26
Cecidomyiidae	12	54	16	16	23	23	33	4	12	0	193
Cerambycidae	1	8	10	1	2	8	0	0	0	3	33
Cercopidae	2	0	0	0	1	0	4	1	0	6	14
Cetonidae	0	0	0	2	0	4	3	0	2	4	15
Chrysomelidae	17	23	38	9	18	20	23	25	8	31	212
Cicadellidae	82	144	43	167	59	78	134	114	18	119	958
Cixiidae	5	1	1	0	3	0	0	0	1	1	12
Coreidae	3	0	1	0	0	1	6	3	0	1	15
Cucurlionidae	7	4	9	8	8	4	14	9	4	12	79
Cydniidae	2	0	1	2	5	2	3	1	1	4	21
Delphacidae	1	0	2	2	1	2	3	6	6	0	23
Derbidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Diapsidae	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	7
Dictyopharidae	2	4	1	13	3	0	4	2	0	0	29
Drosophilidae	8	1	1	3	1	3	0	1	7	0	25
Elateridae	1	0	2	0	0	1	1	0	3	11	19
Flatidae	0	0	1	4	0	0	0	0	1	0	6
Fulgoridae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gracillaridae	0	1	2	1	7	0	1	0	0	0	12
Gryllidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
Hemiptera ni	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hylicidae	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	3
Lophopidae	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	4
Lycidae	0	1	3	1	1	0	0	2	1	2	11
Lygaeidae	3	0	1	1	4	2	2	8	1	13	35
Meloidae	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8
Melolonthidae	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	4
Membracidae	7	18	13	75	11	11	59	50	4	32	280
Miridae	4	2	7	4	3	2	5	3	4	4	38
Noctuidae	13	8	24	3	14	7	8	0	1	3	81
Nymphalidae	5	4	24	3	10	4	3	2	0	0	55
Pentatomidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	3
Plataspidae	0	0	2	0	2	3	0	1	0	0	8
Platyopodidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3
Psyllidae	156	385	3076	537	419	476	326	179	78	465	6097
Pyralidae	67	23	177	8	83	16	49	15	18	7	463

Nuisibles (60 familles)

## Annexe 5

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges autour de safoutiers, 2009) (Suite 1)

Nuisibles	Pyrgotidae	0	1	0	0	0	0	0	0	2	3
	Pyrrochoridae	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
	Rhopalidae	0	1	0	0	0	0	0	0	3	2
	Ricanidae	15	12	11	17	10	7	7	15	1	4
	Scolytidae	11	0	2	6	9	3	2	7	6	8
	Tephritidae	5	2	2	7	3	0	1	4	1	1
	Tettigometridae	0	0	0	16	1	0	1	1	0	2
	Tettigonidae	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
	Thripidae	100	26	35	65	19	20	21	113	63	44
	Tineidae	8	4	9	0	5	4	12	0	2	1
	Tingidae	0	2	5	6	0	2	1	1	0	2
	Tortricidae	2	0	4	1	0	0	2	0	0	0
	Tropiduchidae	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
	Utiles (49 familles)	Aelothripidae	0	0	2	165	4	2	2	0	18
Andrenidae		2	0	0	1	0	0	2	0	0	1
Anthicidae		1	1	0	0	1	1	1	1	2	0
Anthocoridae		11	4	5	4	4	2	3	2	2	3
Anthophoridae		2	0	3	0	0	0	0	0	0	1
Aphelinidae		0	1	0	1	5	0	0	1	1	0
Apidae		234	14	110	222	2176	965	158	20	261	128
Arachnida		36	3	17	1	10	5	18	22	4	1
Arctiidae		0	1	1	0	3	1	0	1	0	0
Braconidae		6	5	4	8	7	2	6	4	2	4
Carabidae		1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
Ceraphronidae		0	0	0	0	0	0	0	0	7	9
Chalcidae		9	3	6	12	6	4	1	12	0	4
Chrysididae		0	1	2	3	2	4	0	2	1	1
Chrysopidae		0	0	2	0	0	1	0	1	0	0
Cleridae		0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
Coccinellidae		16	27	42	84	18	33	53	78	9	36
Colletidae		0	0	0	0	2	2	0	4	1	0
Coniopterygidae		0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Cynipidae		5	2	5	4	6	2	1	8	3	17
Dolichopodidae		0	1	0	9	5	18	2	10	0	8
Encyrtidae		14	12	17	27	12	10	6	6	20	14
Eucharitidae		0	0	0	1	2	0	0	21	0	0
Halictidae		15	4	62	14	80	19	36	0	10	44
Hemerobiidae		0	0	1	0	1	0	0	0	15	0
Ichneumonidae		72	22	12	4	41	24	7	12	0	14
Leucospidae		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Mantidae		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Megachilidae		1	1	2	1	0	0	1	0	0	0
Mordelidae		1	0	1	0	0	1	2	0	0	3
Mymaridae		1	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Parasitoides ni		14	11	6	54	6	4	2	0	37	0
Phlaeothripidae		9	2	18	6	0	5	1	1	0	3
Platygasteridae		5	3	6	1	2	5	1	4	6	1
Pompilidae		1	0	4	2	2	19	1	0	2	3
Proctotrupidae		0	0	8	12	4	0	2	18	0	4
Psychopsidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pteromalidae		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Reduviidae		1	4	1	3	2	3	7	0	0	3
Scelionidae		3	1	6	3	1	7	0	7	1	7
Signiphoridae		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

## Annexe 5

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges autour de safoutiers, 2009) (Suite 2)

Utiles	Sphecidae	15	13	17	30	27	16	21	12	10	59	220
	Staphylinidae	11	3	13	5	0	0	4	0	4	6	46
	Sylvanidae	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	3
	Syrphidae	0	2	1	1	2	0	0	1	1	8	16
	Tachinidae	0	2	1	3	2	2	2	5	0	2	19
	Torymidae	6	1	2	0	4	0	2	1	1	5	22
	Trichogrammatidae	0	0	3	17	0	3	2	1	7	0	33
	Vespidae	12	4	9	35	7	0	24	8	13	1	113
	Agaonidae	1	3	1	0	0	21	1	4	0	25	56
	Amphipsocidae	3	2	1	1	2	0	0	1	2	3	15
Aphodiidae	29	21	21	1	30	9	7	3	11	20	152	
Berytidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	
Bibionidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
Blatodea	2	0	2	0	4	0	2	4	0	0	14	
Brentidae	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	4	
Caecillidae	0	16	1	1	0	0	3	0	1	0	22	
Calliphoridae	6	0	5	111	4	6	10	100	4	10	256	
Cantharidae	0	0	0	1	0	0	1	4	0	0	6	
Cicadidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Conopidae	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	
Culicidae	0	2	0	3	0	0	1	1	0	1	8	
Dermestidae	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	
Diopsidae	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	
Drilidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Ectopsocidae	1	6	0	0	1	3	0	1	1	0	13	
Eumenidae	5	1	3	1	2	0	0	0	0	6	18	
Eurytomidae	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	5	
Evaniidae	1	2	5	0	1	1	2	0	0	0	12	
Formicidae	26	20	56	7	39	29	16	13	20	17	243	
Geotrupidae	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	
Hemipsocidae	4	3	0	0	0	1	0	0	0	0	8	
Hesperidae	0	0	1	0	0	0	8	3	0	1	13	
Histeridae	1	4	1	1	2	1	0	0	2	3	15	
Hydrophilidae	0	1	0	2	1	0	0	0	1	0	5	
Hydropsychidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Kalotermitidae	7	4	4	3	14	20	15	0	3	22	92	
Lampyridae	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	5	
Lauxanidae	14	8	1	7	1	4	2	8	0	0	45	
Lycaenidae	0	0	0	0	1	0	3	0	0	2	6	
Micropezidae	0	0	2	1	1	0	3	3	1	3	14	
Muscidae	14	13	22	41	19	24	38	42	106	39	358	
Mycetophilidae	1	0	3	1	1	2	5	5	0	7	25	
Neriidae	3	1	1	8	9	0	0	0	7	0	29	
Nitidilidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Pamphagidae	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	4	
Peripsocidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
Perlidae	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	
Phalacridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Phoridae	26	4	13	25	0	14	53	18	5	0	158	
Phryganidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pselaphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Psephenidae	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	6	
Pseudocaeciliidae	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Psocidae	14	10	10	2	11	7	12	1	28	6	101	

Associés ( 69 familles)



## Annexe 5

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges autour de safoutiers, 2009) (*Suite et fin*)

	Psychodidae	23	37	1	47	7	3	1	10	7	3	139
	Psyllipsocidae	1	0	1	13	1	0	0	1	0	0	17
	Ptiliidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	Ptinidae	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	Sarcophagidae	6	8	5	6	1	6	7	153	7	11	210
	Scarabeidae	8	2	0	0	0	1	5	2	0	10	28
	Sciaridae	34	19	4	24	2	3	10	0	0	18	110
	Sclerogibbidae	0	7	2	4	4	2	0	0	0	8	27
	Scoliidae	2	0	1	2	0	0	1	0	3	1	10
	Sepsidae	2	0	1	5	0	1	0	4	0	3	16
	Simuliidae	1	1	1	0	0	2	0	0	0	6	11
	Sminthuridae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Sphingidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	Stephanidae	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	3
	Stratyomidae	8	6	5	22	2	8	0	25	5	8	89
	Stylopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Tabanidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
	Tenebrionidae	4	2	1	3	3	0	1	0	4	2	20
	Tenthredinidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	8	11
	Termitidae	4	0	0	2	0	0	1	1	0	0	8
Associés	Tetraponeridae	0	0	0	0	0	0	4	0	1	1	6
	Throscidae	28	5	8	2	0	0	1	0	7	0	51
	Tiphiidae	1	4	1	1	2	2	0	0	0	1	8
	<b>Total</b>	<b>1506</b>	<b>1364</b>	<b>4288</b>	<b>2580</b>	<b>3672</b>	<b>2190</b>	<b>1788</b>	<b>1649</b>	<b>963</b>	<b>1751</b>	<b>21751</b>

## Annexe 6

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges autour de safoutiers, 2009)

	01/09/2009	08/09/2009	15/09/2009	22/09/2009	29/09/2009	06/10/2009	13/10/2009	20/10/2009	27/10/2009	03/11/2009	10/11/2009	17/11/2009	24/11/2009	01/12/2009	08/12/2009	15/12/2009	Total
Acari	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Acrididae	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	6
Agromyzidae	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Aleyrodidae	41	9	2	0	2	2	1	0	5	3	4	38	12	1	0	0	120
Alydidae	2	4	2	1	2	2	1	0	3	3	0	1	0	0	0	0	21
Aphididae	283	170	89	67	40	30	84	107	409	281	166	340	146	32	35	27	2306
Apionidae	16	9	12	35	85	50	54	12	11	3	0	4	9	1	1	0	302
Attelabidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Bostrychidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	1	18
Bruchidae	1	17	2	5	1	0	0	1	2	0	0	3	0	0	0	0	32
Buprestidae	1	4	1	0	8	0	1	4	2	0	1	3	1	0	0	0	26
Cecidomyiidae	155	12	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169
Cerambycidae	2	5	5	4	7	1	2	1	0	3	0	3	1	0	0	0	34
Cercopidae	0	2	0	1	0	0	1	0	6	1	0	0	2	0	0	1	14
Cetonidae	0	1	1	0	1	0	1	0	8	1	1	0	0	0	0	1	15
Chrysomelidae	23	24	15	12	19	11	12	7	29	13	7	21	11	5	2	1	212
Cicadellidae	180	152	68	60	68	23	21	26	148	46	12	108	43	4	0	1	960
Cixiidae	0	2	1	0	4	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	12
Coreidae	2	1	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	1	12
Cucurlionidae	7	1	2	9	11	4	4	6	15	5	3	6	2	4	0	0	79
Cydniidae	2	2	2	3	4	0	1	1	1	2	0	1	1	0	1	0	21
Delphacidae	7	1	0	6	1	0	0	0	6	0	0	0	2	0	0	0	23
Derbidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Diapsidae	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	1	0	0	0	0	7
Dictyopharidae	12	0	3	2	2	0	1	0	1	2	1	1	3	1	0	0	29
Drosophilidae	2	1	6	0	0	0	1	1	12	0	2	0	0	0	0	0	25
Elateridae	0	1	0	1	0	2	0	1	10	1	0	3	0	0	0	0	19
Flatidae	0	1	1	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	6
Fulgoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Gracillariidae	0	0	1	4	3	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	11
Gryllidae	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	4
Hemiptera ni	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hylicidae	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Lophopidae	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Lycidae	1	2	0	1	3	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	11
Lygaeidae	6	3	2	2	6	0	0	1	6	0	1	0	6	2	0	2	37
Meloidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Melolonthidae	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Membracidae	33	34	14	37	24	7	14	15	28	17	2	14	15	9	8	7	278
Miridae	15	6	1	5	1	0	0	0	4	0	0	2	0	2	0	1	37
Noctuidae	14	20	15	2	2	5	2	0	9	3	0	10	0	0	0	0	82
Nymphalidae	3	2	6	5	4	0	2	4	2	1	1	21	2	0	0	0	53
Pentatomidae	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Plataspidae	1	2	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	7
Platypodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3

Nuisibles (60 familles)

## Annexe 6

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges autour de safoutiers, 2009) (Suite 1)

Nuisibles	Psyllidae	394	570	1153	847	1722	145	187	112	461	168	66	91	82	61	9	16	6084
	Pyralidae	86	91	122	32	7	22	1	1	35	16	8	39	7	2	0	0	469
	Pyrgotidae	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Pyrrochoridae	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Rhopalidae	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Ricanidae	11	9	15	9	7	9	3	1	13	8	0	5	6	0	0	0	96
	Scolytidae	5	4	1	0	4	1	2	4	8	3	3	7	2	7	1	4	56
	Tephritidae	3	2	1	5	0	0	0	0	9	2	1	0	0	1	0	0	24
	Tettigometridae	3	1	0	2	1	2			6	2	4	0	1	0	0	0	22
	Tettigonidae	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Thripidae	291	66	17	18	37	5	4	3	14	9	1	5	12	18	0	0	500
	Tineidae	16	6	10	0	2	1	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	39
	Tingidae	6	1	2	1	0	0	0	0	1	3	0	3	4	0	0	0	21
	Tortricidae	3	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10
Tropiduchidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	4	
Utiles (49 familles)	Aelothripidae	0	0	0	0	18	1	1	0	2	4	0	0	165	0	4	0	195
	Andrenidae	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	Anthicidae	0	1	4	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8
	Anthocoridae	20	2	3	0	2	0	0	0	4	2	2	2	0	0	0	0	37
	Anthophoridae	0	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	Aphelinidae	0	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
	Apidae	272	770	1299	627	603	381	190	16	44	15	4	62	12	9	1	2	4307
	Arachnida	27	15	8	5	4	3	1	1	22	9	4	7	5	0	6	0	117
	Arctiidae	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4
	Braconidae	3	7	8	3	9	0	0	1	3	2	2	3	1	2	0	0	44
	Carabidae	0	0	0	0	6	0	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	12
	Ceraphronidae	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	8
	Chalcidae	19	9	9	4	4	3	3	0	4	4	1	1	2	0	0	0	63
	Chrysidae	2	2	0	1	2	1	2	0	1	1	0	1	1	1	0	0	15
	Chrysopidae	1	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	Cynipidae	10	2	0	0	7	0	2	1	18	5	0	6	2	0	0	0	53
	Cleridae	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5
	Coccinellidae	78	64	40	31	38	13	19	12	28	17	5	21	14	8	3	7	398
	Colletidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	Coniopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	Dolichopodidae	1	0	0	0	0	3	4	0	17	18	0	2	5	0	0	0	50
	Encyrtidae	44	8	17	7	4	1	1	5	28	3	1	4	4	0	8	0	135
	Eucharitidae	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
	Halictidae	30	104	33	16	28	35	5	6	16	10	1	7	10	0	4	1	306
	Hemerobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
	Ichneumonidae	14	6	26	14	24	21	44	21	34	5	4	8	2	0	0	0	223
	Leucospidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Mantidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Megachilidae	2	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7
	Mordelidae	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
	Mymaridae	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
	Parasitoides ni	125	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128
	Phlaeothripidae	0	0	9	3	6	0	0	0	25	0	0	4	0	2	0	0	49
	Platygasteridae	7	8	0	2	3	1	0	1	7	0	0	5	1	0	0	0	35
	Pompilidae	0	18	4	0	3	3	1	1	2	0	0	2	0	0	0	0	34
	Proctotrupidae	27	3	1	0	8	0	1	1	7	0	0	0	0	1	0	0	49
	Psychopsidae	0	0	0	0	0	0	1	0	19	0	0	0	0	0	0	0	20
	Pteromalidae	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4

## Annexe 6

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges autour de safoutiers, 2009) (Suite 2)

Utiles	Reduviidae	2	4	2	0	0	1	1	0	5	0	0	1	0	1	0	0	17	
	Scelionidae	13	5	4	0	3	0	0	4	13	1	0	0	2	0	0	0	45	
	Signiphoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Sphecidae	11	33	16	21	18	17	10	6	30	13	2	23	19	0	1	0	220	
	Staphylinidae	15	1	1	1	3	1	0	0	3	2	0	0	3	0	0	0	30	
	Sylvanidae	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	
	Syrphidae	1	2	2	3	1	0	2	1	1	1	0	1	2	0	0	0	17	
	Tachinidae	10	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
	Torymidae	4	4	1	0	4	0	0	0	4	2	0	5	0	0	0	0	24	
	Trichogrammatidae	9	2	0	0	5	0	2	0	6	0	0	2	5	0	0	0	31	
	Vespidae	8	17	31	26	25	9	6	2	10	5	0	14	5	0	0	0	158	
	Associés (69 familles)	Agaonidae	4	5	0	1	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	14
		Amphipsocidae	1	2	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11
		Aphodiidae	4	2	2	4	47	29	16	5	18	5	5	2	3	2	0	3	147
		Berytidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
		Bibionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		Blatodea	4	1	2	0	0	3	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	15
Brentidae		1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4	
Caecillidae		0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
Calliphoridae		54	50	7	5	9	15	4	1	7	26	3	78	10	0	0	0	269	
Cantharidae		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	6	
Ceraphronidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Cicadidae		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Conopidae		0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Culicidae		7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
Dermestidae		0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Diopsidae		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Drilidae		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Ectopsocidae		0	6	0	3	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	13	
Eumenidae		0	0	12	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18	
Eurytomidae		0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	5	
Evaniidae		0	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	12	
Formicidae		101	17	7	4	18	1	3	13	23	14	5	33	12	2	2	2	257	
Geotrupidae		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Hemipsocidae		0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	3	0	0	0	1	0	8	
Hesperidae		1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
Histeridae		0	0	0	0	2	1	0	5	3	4	2	5	2	1	0	0	25	
Hydrophilidae		0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	5	
Hydropsychidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
Kalotermitidae		2	0	0	4	0	0	24	4	1	6	2	25	24	0	2	0	94	
Lampyridae		0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	0	0	0	5	
Lauxanidae		2	4	13	0	1	2	3	0	4	3	3	11	0	0	0	0	46	
Lycaenidae		0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	
Micropezidae		2	1	0	1	3	1	0	2	0	1	0	2	0	0	1	0	14	
Muscidae		13	17	11	6	19	27	15	13	116	40	18	24	37	5	1	0	362	
Mycetophilidae		2	7	6	3	3	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	25	
Neriidae		7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	13	
Nitidulidae		0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	8	
Pamphagidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Peripsocidae		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	
Perlidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
Phalacridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
phoridae	48	11	3	0	12	3	0	4	52	19	0	14	0	0	0	0	166		

## Annexe 6

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges autour de safoutiers, 2009) (*Suite et fin*)

Phryganidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
pselaphidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Psephenidae ?	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
Pseudocaeciliidae	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Psocidae	66	15	2	0	0	0	1	0	7	0	0	1	1	0	0	1	94
Psychodidae	31	13	22	4	4	0	1	3	28	0	4	8	5	9	0	0	132
Psyllipsocidae	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Ptiliidae	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7
Ptinidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Sarcophagidae	18	14	10	12	10	7	1	0	16	29	5	71	16	1	0	0	210
Scarabeidae	2	0	0	3	6	2	0	1	1	0	0	6	2	0	0	2	25
Sciaridae	38	11	17	0	7	0	0	0	30	0	0	3	7	0	1	0	114
Sclerogibbidae	6	7	2	2	4	1	0	1	6	0	0	1	0	0	0	0	30
Scoliidae	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Sepsidae	0	0	0	0	2	0	0	0	9	0	1	3	2	0	0	0	17
Simuliidae	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	3	0	0	0	0	11
Sminthuridae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sphingidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Stephanidae	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Stratyomidae	4	5	11	13	6	7	0	3	7	9	5	13	8	0	0	0	91
Stylopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Tabanidae	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Tenebrionidae	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	3	6	1	2	1	3	21
Tenthredinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	0	0	0	10
Termitidae	0	0	0	0	0	0	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	7
Tetraponeridae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Throscidae	32	7	0	8	0	0	0	1	2	0	0	4	0	0	0	0	54
Tiphiidae	0	1	1	0	1	2	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	9
Total	2888	2571	3262	2043	3086	931	786	463	2011	904	374	1245	779	221	100	89	21753

## Annexe 7

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges témoins, 2009)

	Mvengue	Mingara	Lepaka	Mangoungou	Bibassa	Ongwegne	Okoloville	Engalla	Epilla	Eyouga	Total
Acari	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Acrididae	0	1	2	0	2	0	5	2	0	0	12
Agromyzidae	0	0	39	0	0	0	0	1	0	0	40
Aleyrodidae	253	8	0	7	2	17	149	8	0	3	447
Alydidae	1	0	2	1	16	2	1	3		1	27
Aphididae	40	686	153	157	127	211	1570	825	38	308	4115
Apionidae	0	164	0	19	156	12	30	3	0	0	384
Attelabidae	0	0	0	1	1	2	1	0	0	1	6
Bostrychidae	0	1	0	0	1	0	5	0	1	3	11
Bruchidae	1	4	1	5	0	1	0	4	2	0	18
Buprestidae	0	1	2	5	4	3	2	0	1	13	31
Cecidomyiidae	17	18	15	11	5	7	1	5	0	0	79
Cerambycidae	0	2	0	1	2	1	3		6	5	20
Cercopidae	0	1	0	2	5	4	2	3	0	3	20
Cetonidae	0	0	0	2	0	1	0	0	2	1	6
Chrysomelidae	12	18	19	31	16	16	35	5	5	59	216
Cicadellidae	51	117	71	224	145	80	106	32	7	107	940
Cixiidae	2	0	2	4	0	2	5	1	1	1	18
Coreidae	0	2	0	2	2	1	1	1	0	0	9
Cucurlionidae	0	7	2	16	3	7	16	6	4	11	72
Cydnidae	4	0	0	0	0	6	3	0	13	7	33
Delphacidae	0	4	7	12	2	6	7	6	4	0	48
Diapsidae	0	3	1	0	1	0	0	0	0	2	7
Dictyopharidae	2	5	10	14	0	2	7	6	1	0	47
Drosophilidae	2	0	2	0	0	0	1	0	2	2	9
Elateridae	0	3	1	7	0	2	5	0	1	3	22
Flatidae	0	1	2	1	0	1	0	2	0	0	7
Gracillaridae	2	1	3	0	5	2	0	0	0	0	13
Gryllidae	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	6
Hylcidae	1	0	1	0	0	0	0	0	0	8	10
Issidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Lophopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lycidae	0	1	1	0	4	5	0	1	0	4	16
Lygaeidae	2	2	1	3	2	0	4	1	5	6	26
Meloidae	0	1	0	2	0	1	0	0	0	1	5
Melolonthidae	1	2	0	0	0	0	0	0	8	0	11
Membracidae	11	25	6	39	16	23	46	26	3	63	258
Miridae	5	2	0	3	1	8	4	1	1	1	26
Noctuidae	8	4	38	0	8	1	1	0	2	2	64
Nymphalidae	0	0	32	0	13	0	2	2	2	7	58
Pentatomidae	1	2	3	3	1	0	1	0	0	0	11
Plataspidae	0	3	0	2	6	0	0	2	0	0	13
Platyopodidae	1	0	1	0	0	0	0	0	0	7	9
Psyllidae	132	367	1292	477	644	595	953	132	130	795	5517

Nuisibles (n=13700; 59 familles)

## Annexe 7

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges témoins, 2009) (*Suite 1*)

Nuisibles	Pyralidae	64	26	124	6	84	32	57	1	11	12	417	
	Pyrrochoridae	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3	
	Rhopalidae	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	
	Ricanidae	2	8	6	11	12	21	4	1	2	17	84	
	Scolytidae	6	3	2	21	5	7	4	3	3	9	63	
	Scutelleridae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
	Tephritidae	2	2	1	4	0	2	5	3	2	2	23	
	Tettigometridae	0	0	0	13	0	0	2	0	2	1	18	
	Tettigonidae	1	0	2		3	3	0	0	0	0	9	
	Thripidae	13	24	38	83	12	24	24	23	20	60	321	
	Tineidae	0	25	6	1	3	3	0	0	5	0	43	
	Tingidae	1	1	1	2	6	2	1	0	3	2	19	
	Tortricidae	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	
	Tropiduchidae	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3	
	Yponomeutidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
	Utiles (n=3166; 49 familles)	Aelothripidae	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
		Andrenidae	0	1	0	2	11	0	2	0	0	0	16
Anthicidae		1	3	2	10	1	1	1	1	1	1	22	
Anthocoridae		6	3	0	1	2	3	6	0	1	2	24	
Aphelinidae		0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	4	
Apidae		8	10	52	239	496	110	66	5	45	18	1049	
Arachnida		7	9	6	56	3	4	3	3	6	7	104	
Arctiidae		0	0	2	4	0	0	0	0	0	1	7	
Asilidae		0	0	2	0	2	0	0	0	0	1	5	
Braconidae		1	2	5	8	2	3	3	3	0	4	31	
Cantharidae		0	0	0	1	0	6	1	0	2	0	10	
Carabidae		3	5	0	0	3	0	5	0	0	2	18	
Ceraphronidae		0	3	0	3	0	6	0	0	0	0	12	
Chalcidae		3	5	4	3	7	0	2	6	1	5	36	
Chrysidae		0	1	0	0	3	1	1	0	0	0	6	
Chrysopidae		0	1	0	2	0	0	0	1	1	0	5	
Cleridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
Coccinellidae		14	37	93	88	36	43	73	44	3	30	461	
Colletidae		0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	3	
Coniopterygidae		0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3	
Cynipidae		1	0	8	13	4	0	3	4	3	5	41	
Dolichopodidae		1	5	0	0	4	80	2	5	0	9	106	
Encyrtidae		0	7	8	35	2	11	9	4	4	1	81	
Eurytomidae		0	3	0	2	8	0	0	0	2	0	15	
Forficulidae		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Halictidae		3	8	67	38	73	10	46	4	3	33	285	
Hemerobiidae		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
Ichneumonidae		6	16	4	26	7	17	8	4	1	8	97	
Leucospidae		0	2	1	0	1	1	1	0	0	0	6	
Mantidae		2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	5	
Megachilidae		0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	
Mordelidae		0	0	0	1	0	0	1	0	0	4	6	
Mymaridae		1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	5	
Parasitoides ni	9	57	7	9	14	4	1	0	0	0	101		
Perilampidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Phlaeothripidae	3	4	1	13	0	0	1	3	1	0	26		
Platyasteridae	0	3	14	5	0	3	2	7	5	1	40		
Pompilidae	0	3	0	3	10	2	5	0	0	0	23		
Proctotrupidae	1	12	13	6	4	2	3	6	0	4	51		
Pteromalidae	1	0	6	2	0	0	1	1	0	0	11		

## Annexe 7

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges témoins, 2009) (*Suite 2*)

Utiles	Reduviidae	0	2	2	6	2	1	2	1	4	2	22
	Scelionidae	0	2	5	5	18	2	3	3	3	6	47
	Sphecidae	4	4	8	12	14	9	23	8	1	14	97
	Staphylinidae	10	4	6	5	5	4	8	0	2	6	50
	Sylvanidae	1	2	0	0	1	0	1	0	1	4	10
	Syrphidae	0	3	3	0	1	1	1	0	1	3	13
	Tachinidae	0	4	3	2	6	4	1	2	0	2	24
	Torymidae	0	1	0	5	4	9	3	1	2	5	30
	Trichogrammatidae	0	9	0	6	0	2	0	0	1	0	18
	Vespidae	0	12	13	19	15	15	28	11	6	20	139
	Acroceridae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Agaonidae	0	1	0	0	1	0	5	1	1	0	9
	Amphipsocidae	1	0	1	1	1	0	2	0	0	2	8
Anobiidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Aphodiidae	11	38	8	6	12	8	17	0	22	16	138	
Aradidae	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	5	
Arctiidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Bibionidae	0	0	0	0	5	1	8	0	0	3	17	
Blatodea	1	0	3	1	0	0	3	1	1	2	12	
Brentidae	0	0	1	1	1	1	2	0	0	1	7	
Caecillidae	0	1	0	2	1	0	0	0	2	1	7	
Calliphoridae	2	13	0	3	15	7	2	36	0	6	84	
Conopidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	4	
Cucujidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
Culicidae	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3	
Dermestidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Diopsidae	0	0	0	4	0	0	0	0	0	3	7	
Ectopsocidae	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	3	
Epipsocidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Eucharitidae	0	2	3	0	1	0	1	0	0	0	7	
Eumenidae	0	0	1	0	1	0	2	0	0	2	6	
Evanidae	0	3	6	0	0	0	0	1	0	0	10	
Evanidae	39	12	0	5	1	0	0	0	0	0	57	
Formicidae	0	0	61	37	57	3	15	10	10	16	209	
Gelichidae	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	
Gerridae	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	
Hemipsocidae	2	0	0	0	0	3	0	1	0	1	7	
Hesperidae	0	1	1	0	4	0	0	1	0	2	9	
Histeridae	1	1	1	1	0	0	6	0	1	0	11	
Hydrophilidae	1	0	0	1	0	0	4	0	0	0	6	
Hymenoptera ni (1/16)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Kalotermitidae	23	0	7	15	26	19	10	8	5	15	128	
Lampyridae	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	4	
Lauxanidae	6	0	2	9	1	3	22	12	3	0	58	
Lycaenidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
Malachiidae	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	
Micropezidae	0	2	0	0	2	0	0	0	0	4	8	
Monommidae	0	0	0	1	0	36	0	0	0	0	37	
Muscidae	13	10	16	180	49	0	37	34	30	18	387	
Mycetophilidae	0	2	0	68	0	1	4	0	0	5	80	
Neriidae	5	0	1	0	1	0	1	0	0	0	8	
Nitidulidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Pamphagidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
Peripsocidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	

Associés (n=2330; 81 familles)



## Annexe 7

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges témoins, 2009) (*Suite et fin*)

	Periidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	7
	Phoridae	2	19	0	76	3	12	67	2	7	0	188
	Pselaphidae	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
	Psephenidae	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	11
	Pseudocaeciliidae	0	0	2	0	0	2	0	0	3	0	7
	Psocidae	23	15	12	7	5	12	3	8	21	7	113
	Psychodidae	1	4	4	22	3	2	2	2	5	0	45
	Psyllipsocidae	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4
	Ptiliidae	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	Ptinidae	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
	Sarcophagidae	2	9	1	0	1	1	3	64	6	6	93
	Scarabeidae	3	4	1	0	0	4	4	1	2	8	27
	Sciaridae	12	102	0	13	13	11	14	0	0	53	218
	Sclerogibbidae	2	1	2	5	0	3	2	0	1	1	17
	Scoliidae	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
	Sepsidae	0	4	0	2	0	10	0	0	0	6	22
	Simuliidae	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	Stephanidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	Stratyomidae	2	14	7	1	1	3	19	3	1	6	57
	Tabanidae	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	4
	Tenebrionidae	1	2	1	9	1	3	2	0	2	3	24
	Tenthredinidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	11
	Termitidae	1	2	2	0	0	1	1	5	0	0	12
	Tetraoneridae	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
Associés	Throscidae	11	22	5	10	4	5	3	0	6	0	66
	Tiphiidae	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	3
	Tipulidae	0	0	5	1	0	1	0	0	0	0	7
	Total (180 familles)	909	2083	2392	2330	2307	1629	3651	1433	522	1940	19196

## Annexe 8

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges témoins, 2009)

	01/09/2009	08/09/2009	15/09/2009	22/09/2009	29/09/2009	06/10/2009	13/10/2009	20/10/2009	27/10/2009	03/11/2009	10/11/2009	17/11/2009	24/11/2009	01/12/2009	08/12/2009	15/12/2009	Total
Acari	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Acrididae	0	0	1	1	2	0	1	1	4	2	1	0	2	0	0	0	15
Agromyzidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Aleyrodidae	26	8	2	11	0	14	0	1	18	13	5	356	32	0	0	0	486
Alydidae	2	9	3	1	0	1	1	0	4	4	0	1	1	0	0	0	27
Aphididae	231	163	85	113	74	70	135	182	605	825	393	950	189	35	30	35	4115
Apionidae	83	24	22	29	71	38	73	12	9	8	2	5	0	3	1	4	384
Attelabidae	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	6
Bostrychidae	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	11
Bruchidae	0	5	7	3	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	18
Buprestidae	1	4	1	1	4	2	4	1	2	6	1	2	1	1	0	0	31
Cecidomyiidae	67	0	7	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	79
Cerambycidae	2	7	1	1	2	0	1	1	1	1	0	1	2	0	0	0	20
Cercopidae	2	3	5	0	2	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	4	20
Cetonidae	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Chrysomelidae	8	19	16	7	25	9	15	17	35	18	11	16	9	7	0	4	216
Cicadellidae	146	123	92	51	111	61	50	27	140	40	11	78	8	1	0	1	940
Cixiidae	0	3	2	2	0	1	1	0	2	5	0	1	1	0	0	0	18
Coreidae	3	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	9
Cucurionidae	6	3	1	3	6	4	3	7	15	9	2	5	2	2	4	0	72
Cydniidae	3	3	0	1	1	0	0	1	10	5	0	4	0	2	0	0	30
Delphacidae	12	6	6	2	9	1	3	0	5	0	0	0	3	0	0	0	47
Diapsidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	5
Dictyopharidae	4	6	8	4	7	0	5	0	4	3	2	6	0	0	1	0	50
Drosophilidae	4	1	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	9
Elateridae	0	1	0	1	1	7	2	1	6	0	1	2	0	0	0	0	22
Flatidae	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7
Gracillariidae	0	0	1	3	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	12
Gryllidae	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	5
Hylicidae	3	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	1	1	0	1	11
Issidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Lophopidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lycidae	1	0	0	0	1	1	2	1	1	0	0	1	0	2	0	1	11
Lygaeidae	5	3	3	0	1	0	0	2	5	4	0	4	2	0	0	2	31
Meloidae	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Melolonthidae	0	0	0	0	9	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13
Membracidae	35	18	29	17	19	16	11	16	14	13	11	21	6	11	13	8	258
Miridae	5	4	1	2	0	2	2	1	4	1	1	2	1	0	0	0	26
Noctuidae	17	15	8	0	5	2	0	0	5	2	4	5	1	0	0	0	64
Nymphalidae	2	2	5	2	1	0	2	1	7	1	0	33	2	0	0	0	58
Pentatomidae	2	0	1	0	1	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	2	11
Plataspidae	1	0	0	0	1	1	0	4	1	2	0	1	1	0	0	1	13
Platyopodidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	2	0	0	3	9
Psyllidae	238	388	763	974	945	356	282	171	380	599	83	103	124	62	24	26	5518
Pyralidae	104	74	51	36	27	19	1	0	44	16	7	33	5	0	0	0	417

Nuisibles (n=13700; 59 familles)

## Annexe 8

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges témoins, 2009) (Suite 1)

Nuisibles	Pyrochoridae	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	
	Rhopalidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	Ricanidae	7	11	2	4	6	8	11	1	9	6	1	13	4	1	0	84	
	Scolytidae	0	11	3	0	2	0	9	0	17	4	1	5	5	1	1	63	
	Scutelleridae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Tephritidae	2	3	5	5	0	1	2	0	0	3	1	0	0	1	0	23	
	Tettigometridae	0	6	0	4	0	2	2	1	0	0	0	1	1	1	0	18	
	Tettigonidae	1	0	2	1	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	9	
	Thripidae	104	43	28	11	42	4	13	2	23	20	0	5	23	2	0	320	
	Tineidae	30	9	0	0	0	2	1	0	4	0	0	0	0	0	1	47	
	Tingidae	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	15	
	Tortricidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	Tropiduchidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3	
	Yponomeutidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Utiles (n=3166; 48 familles)	Aelothripidae	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
		Andrenidae	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
		Anthicidae	1	4	1	1	2	0	2	3	1	1	0	3	3	1	0	23
Anthorcoridae		5	8	0	1	0	3	0	0	0	4	1	0	0	0	1	23	
Aphelinidae		0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	
Apidae		71	119	237	92	383	55	34	11	11	13	1	17	2	2	1	1049	
Arachnida		19	3	5	0	7	0	13	3	28	10	2	12	2	0	0	104	
Arctiidae		5	0	0	0	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	
Asilidae		0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	
Braconidae		7	3	1	3	4	1	2	2	1	2	0	3	1	1	0	31	
Cantharidae		0	1	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	7	
Carabidae		0	0	0	1	7	0	1	3	0	1	1	4	2	0	1	21	
Ceraphronidae		3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
Chalcidae		5	7	3	2	5	4	1	0	7	3	1	3	1	0	0	42	
Chrysidae		0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	6	
Chrysopidae		1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5	
Cleridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	
Coccinellidae		88	63	27	22	39	15	24	13	48	43	16	23	10	12	9	461	
Colletidae		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
Coniopterygidae		0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3	
Cynipidae		4	0	2	0	11	5	4	0	12	3	0	1	0	2	0	44	
Dolichopodidae		17	2	1	0	1	0	0	0	34	30	14	7	0	0	0	106	
Encyrtidae		9	13	4	1	22	3	7	2	13	4	0	0	0	1	2	81	
Eurytomidae		1	0	0	0	8	1	1	0	1	0	0	3	0	0	0	15	
Forficulidae		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Halictidae		29	118	15	3	35	14	3	6	20	7	1	21	3	1	5	285	
Hemerobiidae		0	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8	
Ichneumonidae		11	0	9	9	18	8	3	4	12	7	3	6	0	0	0	90	
Leucospidae		3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	
Mantidae		2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	5	
Megachilidae		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	
Mordelidae		0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	
Mymaridae		0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
Parasitoides ni		106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	
Perilampidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Phlaeothripidae		0	0	10	2	6	0	1	0	2	3	1	1	0	0	0	26	
Platygasteridae	9	9	0	1	0	1	2	7	0	1	3	1	0	0	0	34		
Pompilidae	2	7	9	0	1	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	24		
Proctotrupidae	26	6	2	0	6	6	0	0	4	0	1	0	0	0	0	51		

## Annexe 8

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges témoins, 2009) (Suite 2)

Urites	Pteromalidae	3	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	11
	Reduviidae	2	3	0	2	1	2	1	1	6	1	1	0	0	0	0	2	22
	Scelionidae	14	2	2	1	8	3	1	0	6	4	0	3	3	0	0	0	47
	Sphecidae	2	6	8	8	10	11	1	8	5	14	2	12	7	0	0	3	97
	Staphylinidae	13	4	0	1	5	0	1	2	12	2	2	7	1	0	0	0	50
	Sylvanidae	1	1	0	0	0	5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	10
	Syrphidae	1	1	2	1	0	1	0	2	1	4	0	0	0	0	0	0	13
	Tachinidae	14	2	0	2	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	24
	Torymidae	3	2	0	1	2	1	1	1	9	1	0	5	1	1	0	2	30
	Trichogrammatidae	1	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	11	0	0	0	0	18
Vespidae	10	7	22	12	26	8	6	6	7	6	4	19	6	0	0	0	139	
Associés (n=2330; 71 familles)	Acroceridae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Agaonidae	2	2	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	9
	Amphipsocidae	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	8
	Anobiidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Aphodiidae	10	5	2	8	32	9	10	6	20	8	7	7	6	0	6	2	138
	Aradidae	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Arctiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bibionidae	0	8	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	12
	Blatodea	1	0	0	0	0	2	2	0	7	2	0	1	0	2	0	0	17
	Brentidae	2	2	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7
	Caecillidae	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	7
	Calliphoridae	9	14	0	14	7	3	2	2	7	6	1	8	8	2	0	0	83
	Conopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
	Cucujidae	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Culicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Dermestidae	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Diopsidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Ectopsocidae	0	0	2	0	0	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	7
	Epipsocidae	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
	Eucharitidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Eumenidae	0	0	2	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	Evaniidae	0	0	0	1	0	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	6
	Evaniidae	1	4	0	0	3	1	0	0	1	0	1	1	0	4	0	0	16
	Formicidae	99	3	11	9	10	1	9	18	33	10	5	24	12	3	7	6	260
	Gelichidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Gerridae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
	Hemipsocidae	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	7
	Hesperidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
	Histeridae	0	0	0	0	2	0	0	1	5	0	2	5	0	0	1	2	18
	Hydrophilidae	1	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	6
	Hymenoptera ni	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Kalotermitidae	0	0	0	0	0	0	55	9	4	15	2	23	18	0	2	0	128
	Lampyridae	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	4
	Lauxanidae	7	24	3	0	2	5	0	0	5	4	3	3	2	0	0	0	58
	Lycaenidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Malachiidae	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Micropezidae	0	1	1	1	1	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	8
	Monommidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Muscidae	59	48	11	7	30	65	40	8	73	28	27	19	9	0	0	0	424
	Mycetophilidae	5	3	2	1	8	2	30	3	12	10	1	3	0	0	0	0	80
Neriidae	5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	8	
Nitidulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	

## Annexe 8

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges témoins, 2009) (*Suite et fin*)

Pamphagidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Peripsocidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Perlidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Phoridae	88	11	0	0	0	0	0	8	51	19	16	6	0	0	0	0	199
Pselaphidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Psephenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	11
Pseudocaeciliidae	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Psocidae	83	21	0	0	0	0	0	0	3	2	0	2	0	0	0	2	113
Psychodidae	8	3	2	2	0	0	4	0	10	3	0	10	3	0	0	0	45
Psyllipsocidae	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Ptiliidae	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Ptinidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Sarcophagidae	7	7	13	1	12	5	1	0	19	12	4	10	2	0	0	0	93
Scarabeidae	0	3	1	2	1	0	3	1	3	5	0	6	0	1	1	0	27
Sciaridae	126	0	0	0	3	0	3	0	63	3	4	14	2	0	0	0	218
Sclerogibbidae	1	4	3	0	1	1	2	0	1	0	1	2	1	0	0	0	17
Scoliidae	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Sepsidae	0	0	0	0	0	0	2	0	8	4	0	4	4	0	0	0	22
Simuliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4	0	0	0	6
Stephanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Stratyomidae	0	11	7	8	6	2	2	2	2	4	3	8	2	0	0	0	57
Tabanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
Tenebrionidae	0	3	0	0	2	2	3	0	4	0	0	1	3	0	2	2	22
Tenthredinidae	2	2	0	0	0	1	1	0	4	1	0	1	1	0	0	0	13
Termitidae	0	0	0	0	0	0	4	2	0	2	0	0	0	3	0	0	11
Tetraoneridae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Throscidae	40	0	8	0	2	1	0	0	3	1	4	1	0	0	0	0	60
Tiphiidae	0	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	7
Tipulidae	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Total (178 familles)	2258	1611	1601	1529	2133	888	933	587	2028	1937	686	2011	555	185	117	139	19198

Associés

## Annexe 9

Tableau : Abondances entomologiques des sites (observations visuelles, 2010)

	Mvengue	Mingara	Lepaka	Mangoungou	Bibassa	Ongwegne	Okoloville	Engalla	Epilla	Eyouga	Total
Familles	15	18	17	7	6	11	11	12	14	13	
Acrididae	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Aleyrodidae	5	5	7	22	0	0	0	3	0	1	43
Alydidae	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	5
Attelabidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cecidomyiidae	10	0	0	0	0	3	5		0	0	18
Cerambycidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Chrysomelidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Cicadellidae	13	11	10	10	5	12	8	1	2	3	75
Coccidae	0	0	3	0	33	0	0	63	35	0	134
Drosophilidae	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
Flatidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Gracillaridae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Miridae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Noctuelle	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Phacopterionidae	3	11	0	0	0	0	25	1	0	7	47
Pseudococcidae	2	6	12	10	0	0	0	21	25	0	76
Psyllidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Ricanidae	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	6
Scutelleridae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Stictococcidae	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20
Tettigonidae	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
Thripidae	4	19	3	0	0	0	3	5	0	3	37
Tineidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Tortricidae	31	0	5	6	0	14	0	17	0	2	75
Apidae	65	0	0	14	13	46	89	2	152	79	460
Arctiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Chrysidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Chrysopidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Coccinellidae	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	4
Encyrtidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Eumenidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Evaniidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Halictidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

## Annexe 9

Tableau : Abondances entomologiques des sites (observations visuelles, 2010) (*Suite et fin*)

Ichneumonidae	0	1	0	0	7	0	0	0	20	0	28
Mantidae	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	5
Pompilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Salticidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sphecidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
Syrphidae	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Tachinidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Thomisidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Vespidae	2	0	0	0	2	0	2	0	0	6	12
Formicidae	19	17	57	26	124	11	11	57	6	44	372
Culicidae	0	8	0	0	0	0	2	0	0	0	10
Calliphoridae	0	5	0	0	0	0	0	5	3	0	13
Micropezidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Stratyomidae	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	4
	162	95	111	89	184	98	150	178	270	152	1489

## Annexe 10

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (observations visuelles, 2010)

	18/08/2010	25/08/2010	01/09/2010	08/09/2010	15/09/2010	22/09/2010	29/09/2010	06/10/2010	13/10/2010	20/10/2010	27/10/2010	03/11/2010	10/11/2010	17/11/2010	24/11/2010	01/12/2010	Total
Acrididae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3
Aleyrodidae	1	0	5	0	14	0	3	3	5	2	3		3	2	2	0	43
Alydidae	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	5
Attelabidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Cecidomyiidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	10	2	0	18
Cerambycidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Chrysomelidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Cicadellidae	0	3	7	1	7	0	8	1	16	10	3	6	2	2	0	9	75
Coccidae	0	0	35	0	15	50	0	0	19	0	5	0	5	5	0	0	134
Drosophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
Flatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Gracillariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Miridae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Noctuelle	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Phacopteronidae	0	0	0	0	0	0	0	0	13	9	8	4	5	5	0	3	47
Pseudococcidae	50	6	0	5	13	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	76
Psyllidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Ricanidae	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6
Scutelleridae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Stictococcidae	0	15	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	20
Tettigonidae	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3
Thripidae	0	0	0	8	1	0	8	0	2	0	2	3	2	3	8	0	37
Tineidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Tortricidae	2	0	2	0	0	11	33	22	0	0	5	0	0	0	0	0	75
Apidae	17	32	99	42	48	46	36	60	51	2	13	6	3	3	0	2	460
Arctiidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Chrysidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Chrysopidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Coccinellidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4
Encyrtidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Eumenidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Evaniidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Halicticidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ichneumonidae	0	0	0	0	0	0	22	1	0	0	5	0	0	0	0	0	28
Mantidae	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Pompilidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1



## Annexe 10

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (observations visuelles, 2010) (*Suite et fin*)

Salticidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Sphecidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
Syrphidae	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3
Tachinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Thomisidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Vespidae	6	2	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	12
Calliphoridae	0	0	0	0	0	2	2	0	4	0	3	0	0	0	2	13
Culicidae	0	2	1	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	8
Formicidae	47	48	11	20	5	32	7	23	5	78	31	20	21	3	13	372
Micropezidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	4
Stratyomidae	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	4
	126	112	163	78	108	147	123	123	122	109	84	47	46	40	34	1489

## Annexe 11

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges autour de safoutiers, 2010)

	Mvengué	Mingara	Lepaka	Mangoungou	Bibassa	Ongwegne	Okoloville	Engalla	Epilla	Eyouga	Total
Acari	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Acrididae	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	4
Agromyzidae	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Aleyrodidae	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	9
Alydidae	2	2	2	0	1	0	4	0	0	1	12
Aphididae	24	59	41	318	95	81	118	421	143	355	1655
Apionidae	0	4	3	3	89	4	0	3	3	3	112
Attelabidae	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	3
Bruchidae	4	3	0	0	1	3	0	1	1	1	14
Buprestidae	2	1	0	1	2	0	3	1	1	1	12
Cecidomyiidae	0	3	0	0	0	0	12	0	0	0	15
Cerambycidae	1	0	4	0	3	1	2	0	8	1	20
Cercopidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Cetoniidae	0	0	0	0	1	1	4	2	4	0	12
Chrysomelidae	12	8	8	3	30	4	19	11	9	13	117
Cicadellidae	54	80	47	45	66	32	61	161	69	26	641
Cixiidae	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
Coreidae	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	4
Cucurlionidae	0	4	1	2	3	0	3	14	5	7	39
Cydnidae	2	0	0	0	0	1	4	0	1	6	14
Delphacidae	0	0	1	0	3	4	0	2	0	0	10
Derbidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Diapsidae	0	0	5	0	0	1	1	0	3	0	10
Dictyopharidae	0	0	3	0	4	0	0	3	0	0	10
Elateridae	2	0	2	0	3	1	2	0	3	3	16
Gracillariidae	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Gryllotalpidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Histeridae	0	0	0	0	1	0	1	1	2	1	6
Lopophidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Lycidae	0	1	0	0	2	0	2	1	5	2	13
Lygeidae	2	1	1	0	2	1	13	2	2	0	24
Membracidae	2	6	5	33	8	18	44	47	43	17	223
Miridae	0	1	4	0	0	0	4	0	4	1	14
Noctuidae	4	2	9	0	17	1	14	0	1	4	52
Nymphalidae	2	2	9	0	14	2	6	0	0	0	35
Papilionidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Pentatomidae	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	4
Phacopteronidae	4	7	0	25	2	9	2	9	1	7	66

Insectes nuisibles (55 familles)

## Annexe 11

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges autour de safoutiers, 2010) (*Suite 1*)

Plataspidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3
Platipodidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Psylloidea	16	47	559	33	134	79	68	66	58	33	1093
Pyralidae	18	3	11	8	39	14	22	5	6	2	128
Pyrgomorphidae	0	0	1	0	1	0	3	0	1	0	6
Pyrrhocoridae	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	3
Ricanidae	7	4	11	12	13	12	7	17	18	5	106
Scolytidae	18	6	2	3	18	3	26	7	2	4	89
Tephritidae	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0	5
Tettigometridae	0	0	0	8	2	2	2	0	0	0	14
Tettigonidae	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	4
Thripidae	27	2	5	33	21	27	3	106	17	30	271
Tineidae	8	10	2	0	0	0	0	0	1	0	21
Tingidae	0	1	0	0	1	2	1	0	1	0	6
Tortricidae	0	0	0	0	0	0	2	2		0	4
Triozidae	0	3	1	2	26	1	3	31	5	312	384
Tropiduchidae	0	0	0	1	0	0	2	3		0	6
Aeolothripidae	2	1	8	6	1	3	0	1	7	0	29
Anthicidae	2	0	3	0	0	0	0	0	0	1	6
Anthocoridae	0	0	0	2	0	1	0	1	1	2	7
Apidae	20	4	13	10	414	84	106	8	119	23	801
Arctidae	1	0	1	0	1	0	0	2	3	0	8
Asilidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Braconidae	3	1	5	3	0	1	3	4	3	3	26
Carabidae	0	1	0	0	2	0	1	0	0	2	6
Ceraphronidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Chalcidae	1	0	3	1	0	2	1	0	0	0	8
Chrysidae	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	4
Chrysopidae	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0	5
Coccinellidae	12	26	25	43	28	19	21	77	63	28	342
Colletidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Cynipidae	3	5	1	5	7	2	0	7	0	0	30
Dolichopodidae	0	0	0	0	2	2	0	1		9	14
Encyrtidae	5	8	4	15	3	6	7	4	10	0	62
Eucharitidae	0	0	2	1	2	0	3	0	1	0	9
Eumenidae	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
Evanidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Halictidae	7	6	13	2	50	4	22	11	22	15	152
Hemerobiidae	0	2	0	0	2	0	0	0	2	1	7
Ichneumonidae	22	3	1	0	17	3	3	5	16	7	77
Leucospidae	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	3
Mantidae	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Mymaridae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Myrmelontidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Phlaeothripidae	6	0	2	3	0	2	2	5		2	22
Platygasteridae	2	0	0	1	0	0	0	3	1	0	7
Pompilidae	1	0	2	0	6	1	5	0	0	1	16
Proctotrupidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Pteromalidae	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
Reduviidae	2	1	0	0	1	0	0	5	0	0	9
Salticidae	8	4	0	3	0	4	0	0	8	1	28

Insectes utiles (43 familles)

## Annexe 11

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges autour de safoutiers, 2010) (*Suite et fin*)

Insectes utiles	Scelionidae	4	2	0	5	0	7	0	10	0	0	28
	Sphecidae	3	2	7	2	9	7	12	3	8	18	71
	Staphylinidae	0	4	2	1	1	0	2	0	5	1	16
	Syrphidae	5	6	5	2	1	1	1	0	3	0	24
	Tachinidae	0	1	2	0	1	0	2	0	2	2	10
	Thomisidae	3	3	1	0	2	2	0	2	2	0	15
	Torymidae	1	1	3	2	0	7	0	3	7	3	27
	Trichogrammatidae	5	6	0	10	0	0	0	0	15	1	37
	Vespidae	12	13	11	4	9	7	31	29	20	6	142
	Agaonidae	0	0	0	1	0	0	1	2	0	1	5
Amphispocidae	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
Aphodiidae	51	7	6	1	36	7	3	1	84	5	201	
Blatodea	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	4	
Bombilidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
Brentidae	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	
Calliphoridae	12	41	0	7	1	7	2	144	5	2	221	
Conopidae	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	6	
Diopsidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
Dysticidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
Formicidae	34	13	34	2	24	9	6	17	15	3	157	
Kalotermitidae	13	6	0	9	1	11	21	1	2	22	86	
Lampyridae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
Lauxanidae	5	0	0	5	0	1	15	2	2	3	33	
Micropezidae	0	3	0	0	0	1	0	0	0	9	13	
Mordelidae	0	2	1	0	1	0	0	0	3	1	8	
Muscidae	23	14	18	11	17	10	26	47	15	16	197	
Mycetophilidae	1	3	0	3	0	2	8	3	1	0	21	
Neriidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
Phoridae	10	3	0	19	0	0	0	0	0	0	32	
Psocidae	11	8	0	9	5	7	0	0	0	0	40	
Psychodidae	5	8	0	15	5	0	2	0	11	0	46	
Sarcophagidae	2	1	1	0	0	3	2	25	6	1	41	
Scarabeidae	1	2	1	0	2	1	1	3	20	1	32	
Sciaridae	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
Sclerogibidae	7	0	0	1	2	2	0	0	0	1	13	
Simuliidae	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	
Sminthuridae	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
Stratyomidae	10	38	16	6	1	14	4	28	13	1	131	
Strepsidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
Tabanidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
Tenebrionidae	1	0	2	1	0	0	0	0	1	3	8	
Tenthredinidae	2	0	0	0	1	0	0	1	0	3	7	
Termitidae	0	0	1	0	0	0	3	0	1	0	5	
Thipiidae	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	
Throscidae	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	
Total (134Familles)	552	530	946	749	1278	551	787	1383	919	1038	8733	

## Annexe 12

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges autour de safoutiers, 2010)

	18/08/2010	25/08/2010	01/09/2010	08/09/2010	15/09/2010	22/09/2010	29/09/2010	06/10/2010	13/10/2010	20/10/2010	27/10/2010	03/11/2010	10/11/2010	17/11/2010	24/11/2010	01/12/2010	Total
Acari	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Acrididae	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4
Agromyzidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Aleyrodidae	8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Alydidae	1	1	2	0	1	1	0	0	2	1	0	3	0	0	0	0	12
Aphididae	341	285	135	133	51	52	25	53	159	175	26	64	43	27	47	39	1655
Apionidae	4	2	4	8	18	8	11	36	11	3	2	1	0	3	1	0	112
Attelabidae	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
Bruchidae	1	4	1	0	4	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	14
Buprestidae	2	2	0	3	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12
Cecidomyiidae	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	15
Cerambycidae	1	0	1	0	2	3	5	3	1	1	1	0	1	0	0	1	20
Cercopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Cetonidae	1	2	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	4	0	0	12
Chrysomelidae	12	7	5	14	12	9	8	12	5	16	3	3	5	3	2	1	117
Cicadellidae	141	95	36	47	29	62	33	52	62	23	10	30	4	5	4	8	641
Cixiidae	1	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Coreidae	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
Cucurlionidae	1	0	0	1	7	0	4	1	4	9	4	3	1	1	1	2	39
Cydnidae	2	0	1	0	1	0	1	0	2	1	1	0	0	2	3	0	14
Delphacidae	6	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	10
Derbidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Diapsidae	4	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	2	10
Dictyopharidae	4	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	10
Elateridae	0	0	1	0	0	0	4	3	1	1	0	0	2	2	0	2	16
Gracillariidae	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Gryllotalpidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Histeridae	1	0	0	0	1	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	6
Lopophidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lycidae	1	1	0	0	2	0	1	2	4	1	0	0	0	1	0	0	13
Lygeidae	9	2	2	0	0	1	1	2	2	0	0	1	0	0	1	3	24
Membracidae	39	22	9	5	18	15	10	18	16	21	9	8	5	9	6	13	223
Miridae	5	1	1	1	2	2		2	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Noctuidae	16	11	1	5	3		7	6	1	0	0	0	0	0	0	2	52
Nymphalidae	2	6	7	0	1	2	0	1	3	1	2	4	2	1	3	0	35
Papilionidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pentatomidae	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	4
Phacopteronidae	17	2	0	0	6	0	1	3	12	14	3	2	3	0	1	2	66
Plataspidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	3

Insectes nuisibles (55 familles)

## Annexe 12

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges autour de safoutiers, 2010) (Suite 1)

Insectes nuisibles	Platipodidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	
	Psylloidea	71	34	3	11	111	206	112	207	135	90	39	46	11	0	10	7	1093
	Pyalidae	48	13	6	11	4	7	1	17	7	4	0	0	8	0	2	0	128
	Pyrgomorphidae		1	0	0	0	2	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	6
	Pyrrhocoreidae	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Ricanidae	22	4	7	6	11	9	2	10	10	7	3	3	4	2	2	4	106
	Scolytidae	6	6	2	1	1	2	3	1	3	6	5	3	9	0	8	33	89
	Tephritidae	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	5
	Tettigometridae	7	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	1	1	1	0	14
	Tettigonidae	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Thripidae	105	99	1	6	3	0	8	0	21	13	0	7	1		4	3	271
	Tineidae	4	0	0	9	0	0	2	0	1	0	0	3	2	0	0	0	21
	Tingidae	3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	6
	Tortricidae	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Triozidae	61	37	2	2	35	13	10	42	44	59	37	16	1	19	6	0	384
	Tropiduchidae	0	3	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	Aeolothripidae	15	1	3	3	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	29
Anthicidae	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	6	
Anthororidae	0	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	7	
Apidae	131	109	193	27	34	50	22	68	101	20	1	19	13	1	10	2	801	
Arctidae	0	0	0	1	1	1	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	8	
Asilidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
Braconidae	8	6	1	3		1	1	0	0	3	0	0	0	2	0	1	26	
Carabidae	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6	
Ceraphronidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Chalcidae	3	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	8	
Chrysidae	0	0	1	0	0	0	1		2	0	0	0	0	0	0	0	4	
Chrysopidae		1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	5	
Coccinellidae	46	48	31	34	49	23	19	8	18	16	2	10	13	7	6	12	342	
Colletidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Cynipidae	19	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	30	
Dolichopodidae	2	0	0	0	2		1	0	7	2	0	0	0	0	0	0	14	
Encyrtidae	34	11	0	5	0	0	0	0	5	3	0	0	4	0	0	0	62	
Eucharitidae	3	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	9	
Eumenidae	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
Evaniidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Halictidae	7	17	12	8	9	25	4	14	16	12	3	3	9	7	4	2	152	
Hemerobiidae	1	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2	7	
Ichneumonidae	5	2	4	11	2	3	7	12	11	6	0	1	0	0	0	13	77	
Leucospidae	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	
Mantidae	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Mymaridae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Myrmelontidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
Phlaeothripidae	4	4	0	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0	1	1	5	22	
Platygasteridae	0	3	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	7	
Pompilidae	4	1	1	3	3	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
Proctotrupidae	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	
Pteromalidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
Reduviidae	1	2	0	0	0	2	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	9	
Salticidae	1	3	0	2	1	2	5	2	6	0	3	1	2	0	0	0	28	
Scelionidae	5	17	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	0	28	
Insectes utiles (43 familles)																		

## Annexe 12

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges autour de safoutiers, 2010) (Suite 2)

Insectes utiles	Sphecidae	16	3	7	8	7	6	3	3	11	3	1	1	2	0	0	0	71
	Staphylinidae	1	1	0	7	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	1	1	16
	Syrphidae	3	3	5	1	1	0	1	2	3	2	0	0	1	0	1	1	24
	Tachinidae	3	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	Thomisidae	6	0	0	5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	15
	Torymidae	12	10	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	27
	Trichogrammatidae	14	5	0	1	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	3	0	37
	Vespidae	11	15	27	13	19	10	9	0	11	12	0	5	5	2	0	3	142
	Agaonidae	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Amphipsocidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Aphodiidae	2	9	6	4	17	77	41	17	16		2	7	1	2	0	0	201	
Blatodea	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	4	
Bombilidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Brentidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	
Calliphoridae	24	60	16	14	16	25	2	29	3	7	1	15	0	5	3	1	221	
Conopidae	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	6	
Diopsidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
Dysticidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Formicidae	22	13	0	9	13	12	9	7	30	24	3	3	6	0	2	4	157	
Kalotermitidae	0	0	0	0	7	0	0	1	1	39	1	0	14	12	0	11	86	
Lampyridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Lauxanidae	2	0	0	10	4	0	0	6	7	0	0	0	0	0	0	4	33	
Micropezidae	1	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	13	
Mordelidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0	0	1	0	8	
Muscidae	20	21	21	12	13	5	11	18	31	8	6	15	0	8	8	0	197	
Mycetophilidae	5	2	2	7	1	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	21	
Neriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
Phoridae	17	0	0	0	0	0	0	8	3	0	0	0	0	0	3	1	32	
Psocidae	30	0	0	1	1	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0	2	40	
Psychodidae	13	5	0	3	5		2	2	9	7	0	0	0	0	0	0	46	
Sarcophagidae	2	6	0	11	4	2	0	3	5		2	3	0	3	0	0	41	
Scarabeidae	2	0	0	2	0	1	0	3	2	15	3	1	0	0	2	1	32	
Sciaridae	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	
Sclerogibidae	0	0	0	2	0	0	5	2	3	1	0	0	0	0	0	0	13	
Simuliidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
Sminthuridae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
Stratyomidae	6	14	31	4	2	13	9	18	8	13	1	4	5	2	0	1	131	
Strepsidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Tabanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
Tenebrionidae	0	0	0	0	2	1	2		1	0	0	2	0	0	0	0	8	
Tenthredinidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	1	7	
Termitidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	5	
Thiptidae	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	
Throscidae	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	6	
Insectes associés (36 familles)	1477	1049	608	501	553	673	426	733	862	669	180	305	193	136	155	213	8733	

## Annexe 13

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges témoins, 2010)

	Mvengué	Mingara	Lepaka	Mangoungou	Bibassa	Ongwegne	Okoloville	Engalla	Epilla	Eyouga	Total
Acrididae	0	0	1	0	2	0	1	3	0	0	7
Aleyrodidae	0	9	0	8	0	0	0	0	0	15	32
Alydidae	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	6
Aphididae	122	407	123	247	185	55	413	420	307	322	2601
Apionidae	1	305	0	19	285	0	1	5	0	2	618
Attelabidae	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	4
Bruchidae	1	0	1	0	1	1	10	13	3	0	30
Buprestidae	1	0	0	3	3	0	3	1	5	4	20
Cecidomyiidae	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	43
Cerambycidae	0	0	0	0	1	0	1	0	1	10	13
Cercopidae	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5
Cetonidae	1	0	1	0	1	0	1	0	5	0	9
Chrysomelidae	12	9	6	9	10	4	12	7	2	40	111
Cicadellidae	218	101	31	22	128	11	60	90	102	83	846
Cixiidae	8	0	1	1	8	0	0	2	1	1	22
Coreidae	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Cucurlionidae	1	3	2	5	1	1	8	10	0	13	44
Cydnidae	11	0	0	1	1	0	4	1	5	10	33
Delphacidae	0	0	2	0	5	2	6	5	1	2	23
Derbidae	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Diapsidae	0	2	5	0	0	0	0	5	0	0	12
Dictyopharidae	3	2	5	1	6	0	5	1	3	2	28
Elateridae	1	4	0	0	0	0	1	0	3	3	12
Gryllidae	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
Histeridae	0	1	0	1	0	0	1	0	0	3	6
Lophopidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Lycidae	0	1	2	3	2	0	3	3	0	3	17
Lygeaidae	5	0	1	2	1	0	5	3	4	2	23
Meloidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Melonthidae	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Membracidae	9	46	3	34	21	1	29	34	35	46	258
Miridae	2	2	2	1	1	0	3	0	0	1	12
Noctuidae	7	2	7	3	20	1	3	0	2	2	47
Nymphalidae	0	1	3	3	16	2	3	0	1	3	32
Pentatomidae	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3
Phacopteronidae	3	0	2	8	0	2	1	4	9	1	30
Plataspidae	3	4	0	0	2	0	0	1	4	5	19
Platipodidae	0	1	0	0	1	0	6	0	0	4	12
Psylloidea	244	2363	789	40	222	93	140	45	280	404	4620
Pyralidae	38	10	39	6	41	2	25	6	1	8	176
Pyrgomorphidae	0	3	0	1	4	0	3	0	4	0	15
Pyrrhocoridae	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2



### Annexe 13

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges témoins, 2010) (*Suite 1*)

Ricanidae	4	5	8	15	17	2	8	12	3	1	75
Scolytidae	43	6	2	7	6	1	9	2	2	2	80
Scutelleridae	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	3
Tephritidae	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	5
Tettigometridae	0	1	1	0	1	2	2	0	2	0	9
Tettigonidae	1	0	0	0	4	0	2	1	0	0	8
Thripidae	21	26	0	6	0	0	9	63	7	22	154
Tineidae	11	16	9	0	0	2	0	3	4	0	45
Tingidae	3	2	2	0	2	0	1	1	1	0	12
Tortricidae	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	6
Triozidae	0	1	9	1	37	0	12	33	31	245	369
Tropiduchidae	0	0	0	0	0	0	10	2	4	0	16
Aeolothripidae	0	0	1	0	0	0	3	4	0	0	8
Anthicidae	1	1	0	1	0	0	2	0	2	1	8
Anthocoridae	4	0	0	0	2	0	1	2	1	2	12
Apidae	6	3	1	11	716	21	61	7	17	18	861
Arctiidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Braconidae	3	2	1	0	3	0	3	1	0	3	16
Carabidae	12	2	1	0	1	0	0	0	0	3	19
Cecindellidae	1	0	0	0	4	0	0	4	0	0	9
Chalcidae	1	12	0	4	4	0	3	1	4	3	32
Chrysidae	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3
Chrysopidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3
Cleridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
Coccinellidae	18	56	14	38	54	6	31	84	47	60	408
Cynipidae	6	3	0	0	5	0	0	8	0	19	41
Dolichopodidae	1	2	0	0	0	0	3	0	9	17	32
Encyrtidae	6	7	1	1	8	0	6	10	3	0	42
Eucharitidae	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	3
Eucnemidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Eumenidae	0	0	0	1	3	0	7	0	0	0	11
Evaniidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Halictidae	5	30	7	9	50	1	19	12	34	10	177
Hemerobiidae	0	1	0	0	9	0	3	2	0	0	15
Ichneumonidae	6	6	1	0	0	1	9	2	8	18	51
Leucospidae	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Mantidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Megachilidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mymaridae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Phlaetripidae	2	3	2	0	0	0	3	7	3	4	24
Platygasteridae	1	1	0	0	0	0	2	2	0	12	18
Pompilidae	0	1	2	0	7	0	11	1	3	5	30
Proctotrupidae	0	2	0	0	0	0	0	9	0	8	19
Pteromalidae	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	6
Reduviidae	6	2	0	0	1	0	0	1	0	0	10
Salticidae	11	3	0	3	5	0	2	0	3	7	34
Scelionidae	6	0	0	3	15	0	2	7	0	2	35
Sphecidae	1	8	6	0	48	0	58	4	5	8	138
Staphylinidae	5	2	0	1	0	0	0	3	1	3	15
Stephanidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

### Annexe 13

Tableau : Abondances entomologiques des sites (pièges témoins, 2010) (*Suite et fin*)

Syrphidae	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	9
Tachinidae	3	0	0	0	2	0	0	0	4	0	9
Thomisidae	6	6	0	0	1	2	0	3	0	0	18
Torymidae	1	5	3	0	0	0	2	11	3	18	43
Trichogrammatidae	2	0	0	1	0	0	0	2	0	1	6
Vespidae	10	24	5	8	25	3	44	11	34	14	178
Agaonidae	1	2	0	2	2	0	0	2	3	4	16
Aphodiidae	19	24	3	1	3	0	0	8	30	9	97
Aradidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
Blatodea	2	0	1	0	5	4	0	1	0	2	15
Brentidae	1	0	0	0	1	0	0	0	0	6	8
Calliphoridae	1	16	4	3	1	1	4	15	8	0	53
Colletidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Conopidae	2	0	0	0	0	1	4	0	1	5	13
Dysticidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Formicidae	45	32	68	15	20	5	5	7	13	27	237
Hesperidae	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Kalotermitidae	27	8	4	4	2	2	9	4	11	5	76
Lampyridae	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	4
Lauxanidae	0	3	0	0	0	0	9	5	0	0	17
Lymexidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
Micropezidae	0	1	0	0	0	2	1	1	0	7	12
Mordelidae	0	3	0	1	2	1	5	0	0	3	15
Muscidae	8	21	24	10	26	8	66	22	48	11	244
Mycetophilidae	0	0	2	0	0	2	4	0	0	0	8
Neriidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Phoridae	5	5	0	9	0	15	0	5	0	4	43
pselaphidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Psocidae	2	0	12	3	0	0	0	5	0	0	22
Psychodidae	0	3	0	10	0	0	0	0	0	7	20
Ptiliidae	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Ptinidae	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Sarcophagidae	3	8	7	0	4	0	5	8	0	0	35
Scarabeidae	8	6	3	1	7	1	0	5	7	8	46
Sciaridae	12	3	0	2	0	0	27	0	0	0	44
Sclerogibidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Scoliidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Silvanidae	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
Stratyomidae	5	11	6	0	2	0	19	10	19	1	73
Strepsidae	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	3
Tabanidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Tenebrionidae	1	0	2	1	1	0	2	2	3	0	12
Tenthredinidae	1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	9
Termitidae	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
Thipiidae	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3
Throscidae	8	1	1	5	0	0	0	0	3	0	18
	1068	3694	1247	603	2083	260	1304	1084	1162	1624	14129

## Annexe 14

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges témoins, 2010)

	18/08/2010	25/08/2010	01/09/2010	08/09/2010	15/09/2010	22/09/2010	29/09/2010	06/10/2010	13/10/2010	20/10/2010	27/10/2010	03/11/2010	10/11/2010	17/11/2010	24/11/2010	01/12/2010	Total
Acrididae	2	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	8
Aleyrodidae	12	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	32
Alydidae	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Aphididae	643	333	206	288	115	61	112	133	164	243	76	112	72	11	19	17	2605
Apionidae	16	10	6	11	238	95	28	42	92	48	14	6	5	0	4	0	615
Attelabidae	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Bruchidae	4	14	4	4	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	31
Buprestidae	0	1	0	3	2	3	3	0	2	3	1	0	0	0	0	1	19
Cecidomyiidae	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
Cerambycidae	0	0	2	0	0	4	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	13
Cercopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	5
Cetonidae	1	0	1	0	1	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9
Chrysomelidae	12	6	3	5	18	12	12	7	10	8	1	4	1	1	0	5	105
Cicadellidae	137	49	43	113	73	89	64	73	85	29	10	53	11	5	9	7	850
Cixiidae	8	0	0	3	2	0	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	22
Coreidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
Cucurlionidae	7	6	3	5	1	4	0	0	0	7	0	1	1	3	1	5	44
Cydniidae	1	1	2	1	4	4	2	1	0	2	2	3	4	4	1	1	33
Delphacidae	7	2	0	3	3	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	24
Derbidae	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Diapsidae	5	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	13
Dictyopharidae	7	2	2	6	3			0	2	2	0	3		1	0	0	28
Elateridae	0	0	1	0	0	1	4	0	0	2	0	2	1	0	0	0	11
Gryllidae	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Histeridae	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	7
Lophopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		0	0	0	1
Lycidae	2	0	0	1	3	1	1	2	1	1	2	0	1	0	1	0	16
Lygeidae	5	1	5	2	1	0	0	3	0	0	0	4	0	1	1	2	25
Meloidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Melonthidae	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Membracidae	19	19	13	21	28	21	15	9	20	27	14	14	5	12	3	15	255
Miridae	6	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1		12
Noctuidae	16	0	0	3	5	3	1	5	3	0	0	4	0	0	2	1	43
Nymphalidae	0	4	10	4	3	1	0	1	5	0	0	2	1	1	0	0	32
Pentatomidae	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1		0	1	0	7
Phacopteronidae	3	3	0	0	0	2	5	2	8	4	0	1	1	0	1	0	30
Plataspidae	1	5	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0	0	13
Platipodidae	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	5	0	0	0	3	12
Psylloidea	133	66	28	1273	1131	311	302	564	231	376	91	58	36	9	14	8	4631
Pyralidae	48	19	7	17	18	12	3	11	16	4	0	8	5	3	1	3	175
Pyrgomorphidae	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	4	1	1	3	3	15

## Annexe 14

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges témoins, 2010) (*Suite 1*)

Pyrrhocoridae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Ricanidae	8	5	3	5	7	6	3	4	8	7	2	3	3	3	3	4	74
Scolytidae	5	3	1	8	5	1	5	2	0	5	8	9	6	0	7	16	81
Scutelleridae	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Tephritidae	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3
Tettigometridae	2	1	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	8
Tettigonidae	3		1	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9
Thripidae	61	28	2	27	13	0	0	4	10	0	0	7	1	0	3	0	156
Tineidae	14	5	0	6	0	0	8	0	1	2	0	8	0	0	1	0	45
Tingidae	3	1	0	0	1	1	1	0	1	2	0	1	2	0	0	0	13
Tortricidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Triozidae	61	36	23	43	31	20	17	12	35	52	22	7	0	5	3	0	367
Tropiduchidae	2	1	0	2	0	4	2	3	1	1	0	0	0	0	2	0	18
Aelothripidae	3	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Anthicidae	3		1	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8
Anthocoridae	2	2	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	2	0	0	2	12
Apidae	281	78	228	78	29	43	17	22	20	12	0	7	16	0	25	3	859
Arctiidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Braconidae	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	16
Carabidae	1	0	0	0	2	0	0	3	3	0	0	10	0	0	0	0	19
Cecidellidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	5
Chalcidae	9	1	6	6	0	0	1	0	8	1	0	0	0	0	0	0	32
Chrysidae	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Chrysopidae	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Cleridae	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Coccinellidae	40	50	29	50	49	27	30	24	22	21	9	17	20	6	13	8	415
Cynipidae	12	5	0	5	0	0	9	2	2	5	0	1	0	1	2	0	44
Dolichopodidae	0	1	0	8	0	0	3	0	5	6	0	0	0	0	0	0	23
Encyrtidae	20	14	0	3	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	43
Eucharitidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Eucnemidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Eumenidae	6	0	1	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11
Evaniidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hallictidae	14	23	15	15	17	27	10	5	15	14	6	6	0	3	3	3	176
Hemerobiidae	7	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11
Ichneumonidae	2	2	7	8	5	0	8	2	4	9	0	0	0	0	0	8	55
Leucospidae	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Mantidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Megachilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Mymaridae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Phlaeotripidae	6	3	0	0	7	0	2	0	2	3	0	0	0	0	1	0	24
Platygasteridae	4	0	0	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	18
Pompilidae	2	4	6	4	4	3	2	1	0	0	0	2	0	0	2	0	30
Proctotrupidae	1	4	0	8	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	19
Pteromalidae	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Reduviidae	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	3	1	0	0	1	0	10
Salticidae	2	0	0	10	5	3	5	0	0	8	0	0	1	0	0	0	34
Scelionidae	16	4	0	7	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	34
Sphecidae	9	19	13	11	9	6	10	6	26	15	2	6	0	2	7	1	142
Staphylinidae	2	0	0	6	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	1	0	14
Stephanidae	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

## Annexe 14

Tableau : Abondances entomologiques hebdomadaires (pièges témoins, 2010) (*Suite et fin*)

Syrphidae	3	1	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	9	
Tachinidae	2	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
Thomisidae	5	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	18	
Torymidae	6	11	3	15	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	
Trichogrammatidae	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Vespidae	13	10	36	25	18	16	11	9	12	9	1	9	3	2	5	4	183	
Agaonidae	1	1	0	3	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	10	
Aphodiidae	3	3	0	3	9	25	22	8	5	4	6	5	3	5	1	0	102	
Aradidae	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	
Blatodea	0	3	0	0	4	1	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	13	
Brentidae	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	3	0	0	0	8	
Calliphoridae	11	10	4	0	2	1	1	7	6	4	2	2	0	1	0	2	53	
Colletidae	2	0	0	0	0	0	0	1	4	4	0	0	0	0	0	0	3	
Conopidae	0	1	0	2	0	0	5	0	1	2	0	0	0	0	0	0	11	
Dysticidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Formicidae	50	15	8	21	9	22	8	14	18	20	2	16	22	5	2	3	235	
Hesperidae	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	
Kalotermitidae	1	0	0	0	3	0	13	0	1	32	1		6	2	6	12	77	
Lampyridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Lauxanidae	0	2	0	7	3	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	1	18	
Lymexidae	3	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	9	
Micropezidae	0	1	0	3	0	1	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	12	
Mordelidae	3	0	0	1	5	2	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	16	
Muscidae	38	15	11	18	19	5	16	13	20	40	3	17	7	5	8	9	244	
Mycetophilidae	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	2	7	
Neriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
Phoridae	11	5	0	0	5	0	0	15	3	0	0	0	0	3	1	0	43	
pselaphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
Psocidae	14	5	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	
Psychodidae	6	7	0	3	0	0	7	0	3	0	0	0	0	0	1	0	27	
Ptiliidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	
Ptinidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Sarcophagidae	10	0	0	2	4	3	6	2	0	0	1	4	2	0	0	0	34	
Scarabeidae	1	1	1	3	2	5	3	4	1	4	5	14	1	1	1	2	49	
Sciaridae	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	44
Sclerogibidae	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Scoliidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Silvanidae	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Stratyomidae	3	11	8	2	13	6	5	6	7	0	1	1	0	0	2	1	66	
Strepsidae	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	
Tabanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
Tenebrionidae	1	1	0	1	2	2	1	0	1	1	0	0	0	3	0	0	13	
Tenthredinidae	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	1	0	0	0	9	
Termitidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	3	
Thipiidae	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Throscidae	4	3	0	2	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	1	2	19	
	1913	953	760	2320	1958	879	835	1043	940	1054	292	457	255	112	179	179	14129	