



# Annales de l'Université de Parakou

ISBN/ISSN : 678-99919-62-55-9  
Parakou, Bénin

## Série

« Sciences Naturelles et Agronomie »  
Décembre 2014, Volume 4, Numéro 1



Succion du nectar des fleurs de *Irvingia gabonensis* par les mouches (*Chrysomya* sp.) à Dandihoué (Commune d'Aplahoué, Bénin). Photo : Eben-Ezer B.K. EWEDJE (2014)

# Annales de l'Université de Parakou

Revue publiée par le Vice Rectorat chargé de la Recherche Universitaire de l'Université de Parakou (RU/UP)

BP 123 Parakou (Bénin) ; Tél/Fax : (229) 23 61 07 12

Email : [revue.sna.annaes-up@fa-up.bj](mailto:revue.sna.annaes-up@fa-up.bj)

Dépôt légal : N°3362 du 26 juin 2007 Bibliothèque Nationale

ISBN/ISSN : 678-99919-62-55-9

## Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

### Décembre 2014, Volume 4, Numéro 1

---

#### Equipe d'édition

Président: Professeur Simon A. AKPONA

Vice-Président : Professeur Nestor SOKPON

Secrétaire : Professeur Prosper GANDAHO

---

#### Comité de Publication

Directeur de Publication : Dr Ibrahim ALKOIRET

Secrétaire de publication : Dr Samadori S. Honoré BIAOU

Membres :

Dr Sanni DOKO A.

Dr Léonard AFOUDA

Dr Is Haquou DAOUDA

Dr Christine OUINSAVI

Dr Jacob YABI

---

#### Comité de lecture :

Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

---

#### Comité scientifique

Prof A. AHANCHEDE (Malherbologie, Bénin)

Prof K. AKPAGANA (Ecologie Végétale, Togo)

Prof A. AKOEGNINO (Botanique, Bénin)

Prof M. C. NAGO (Biochimie Alimentaire, Bénin)

Prof A. FANTODJI (Biologie de la reproduction, Côte d'Ivoire)

Prof N. FONTON (Biométrie, Bénin)

Prof A. SANI (Biochimie et de Biologie Moléculaire)

Prof N. SOKPON (Foresterie)

Prof B. BIAO (Economie, Bénin)

Prof P. ATACHI (Entomologie, Bénin)

Prof D. KOSSOU (Phytotechnie, Bénin)

Prof Ph. LALEYE (Hydrobiologie, Bénin)

Prof E. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin)

Prof R. MONGBO (Sociologie Rurale, Bénin)

Prof F. A. ABIOLA (Ecotoxicologie, Bénin)

Prof S. A. AKPONA (Biochimie, Bénin)

Prof G. A. MENSAH (Zootechnie, Bénin)

Prof S. ALIDOU (Sciences de la Terre)

Prof G. BIAOU (Economie Rurale, Bénin)

Prof B. SINSIN (Ecologie Végétale et Animale, Bénin)

Prof J. HOUNHOUNGAN (Technologie Alimentaire, Bénin)

Prof L. J. G. VAN der MAESEN (Botanique, Pays-Bas)

Prof J. LEJOLY (Ecologie Tropicale, Belgique)

Prof M. BOKO (Climatologie, Bénin)

Prof J. ZOUNDJIEKPON (Génétique, Bénin)

Prof S. ADOU-HOUNZANGBE (Parasitologie, Bénin)

Prof J.C.T. CODJIA (Zoologie, Bénin)

Prof V. AGBO (Sociologie, Bénin)

---

# Annales de l'Université de Parakou

Revue publiée par le Vice Rectorat chargé de la Recherche Universitaire de l'Université de Parakou (RU/UP)

BP 123 Parakou (Bénin) ; Tél/Fax : (229) 23 61 07 12

Email : [revue.sna.annales-up@fa-up.bj](mailto:revue.sna.annales-up@fa-up.bj)

Dépôt légal : N°3362 du 26 juin 2007 Bibliothèque Nationale

ISBN/ISSN : 678-99919-62-55-9

## Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

### Décembre 2014, Volume 4, Numéro 1

## Sommaire

Contenu et auteurs	Pages
Diversité floristique, typologie et importance des galeries forestières dans l'aménagement de la forêt classée de Wari-Marou (Centre-Bénin) A. K. NATTA, F-X BACHABI, C. ZEKPON, M. OUMOROU	1-11
Polymorphisme floral et pollinisateurs de <i>Irvingia gabonensis</i> (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) Baill. (Irvingiaceae), espèce à usages multiples au Bénin E-E. B.K. EWEDJE, K. ADEOTI, G. L. DJEDATIN, A. AHANCHEDE	12-27
Influence des pratiques culturales et du rythme de coupe sur la valeur nutritionnelle de <i>Solanum macrocarpum</i> et <i>Amaranthus hybridus</i> S. VODOUHE-EGUEH, K. ABOUDOU, C. ALIDOU, M. M. SOUMANOU	28-38
Structure et traits ethnozoologiques du buffle de forêt ( <i>Syncerus caffer nanus</i> ) dans la forêt classée d'Agoua (Centre Bénin) A. K. NATTA, S. G. A. NAGO, P. J.-C. KEKE	39-52
Variabilité de la qualité nutritionnelle et de la composition en acide gras de la viande d'aulacodes ( <i>Thryonomys swinderianus</i> , Temminck, 1827) élevées au Sud-Bénin en relation avec la ration alimentaire U. P. TOUGAN, C. B. POMALEGNI, S. G. A. NAGO, A. THÉWIS, G. A. MENSAH	53-59
Évaluation des performances de reproduction des lapins dans les conditions d'élevage du Centre Technique d'Aviculture et d'Élevage des Petits animaux (CETAVI) Y. TOUKOUROU, T. S. VITOHEKPON, I.-H. DAOUDA, T. I. ALKOIRET, G. A. MENSAH	60-65
Instructions aux auteurs	66-73



## Diversité floristique, typologie et importance des galeries forestières dans l'aménagement de la forêt classée de Wari-Marou (Centre-Bénin)

A. K. NATTA<sup>1,3</sup>, F-X BACHABI<sup>2</sup>, C. ZEKPON<sup>3</sup>, M. OUMOROU<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Département d'Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles (DAGR), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP)

<sup>2</sup> Ecole Nationale des Sciences et Techniques Agronomiques de Djougou (ENSTA Djougou), Université de Parakou (UP)

<sup>3</sup> Laboratoire d'Ecologie, de Botanique et de Biologie Végétale (LEB), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP)

<sup>4</sup> Ecole Nationale Supérieure d'Aménagement et Gestion des Aires Protégées de Kandi (ENSAGAP Kandi), Université de Parakou (UP).

Reçu le 20 Août 2014 - Accepté le 15 Septembre 2014

### Floristic diversity, typology and importance of gallery forests for the management of Wari-Marou Protected Area (Central Benin)

**Abstract:** The management of protected areas requires an accurate knowledge on plant communities. The present study deals with tree species diversity and structure and the management of gallery forests along the Ouémé River (the longest River of Benin) and its tributaries in the protected forest of Wari-Marou (FC WM, Centre Benin). Data analysis (83 tree species from 102 phytosociological relevés) through Community Analysis Package (CAP), discriminated seven (07) plant communities. They were plant community of *Manilkara multinervis* and *Uapaca guineensis* (G1); *Lonchocarpus sericeus* and *Ficus sur* (G2); *Diospyros mespiliformis* and *Pterocarpus santalinoides* (G3); *Syzygium guineense* and *Parinari congensis* (G4); *Anogeissus leiocarpa* and *Dialium guineense* (G5); *Cassipourea congoensis* and *Dialium guineense* (G6); and *Dialium guineense* and *Cola laurifolia* (G7). The values of diversity indices and structural parameters, such as tree species richness (*RS* from 24 to 50 species), Shannon Diversity Index (*ISH* from 3.38 to 3.95 bits), Pielou Equitability Index (*EQ* from 0.35 to 0.51), Jaccard Similarity Index (*Ij* from 16 to 48), Tree Density (*D* from 590±233 to 1080±483 stem/ha), Basal Area (*Gt* from 36.36±9.39 to 46.79±13.39 m<sup>2</sup>/ha) denoted the variability in ecological conditions in the study area. Knowing the ecological, economic and socio cultural importance of gallery forests, we recommend the implementation of technical measures regarding the management of the « protection series » along the waterways. These measures will promote biodiversity conservation in the gallery forests of Wari-Marou protected forest and enhance the protection and sustainable management of natural resources (e.g. water, soil, fauna and flora) all along the Ouémé River in Benin.

**Keywords:** Gallery forests, biodiversity, management, protected area, Ouémé River, Benin.

**Résumé :** L'aménagement des aires protégées requière la connaissance approfondie de ses formations et groupements végétaux. La présente étude vise à documenter la diversité floristique, la structure des ligneux et l'aménagement des forêts galeries du fleuve Ouémé (le plus grand fleuve du Bénin) et ses affluents dans la Forêt Classée de Wari-Marou (FC WM, Centre Bénin). L'analyse de la matrice de 83 espèces ligneuses (dbh ≥ 10 cm) obtenues de 102 relevés phytosociologiques dans les forêts galeries de l'Ouémé, Téroutou, Nanoin, Dobi et Kpiti, par le logiciel Community Analysis Package (CAP), a permis d'identifier sept (7) groupements végétaux. Il s'agit de groupements végétaux à *Manilkara multinervis* et *Uapaca guineensis* (G1); *Lonchocarpus sericeus* et *Ficus sur* (G2); *Diospyros mespiliformis* et *Pterocarpus santalinoides* (G3); *Syzygium guineense* et *Parinari congensis* (G4); *Anogeissus leiocarpa* et *Dialium guineense* (G5); *Cassipourea congoensis* et *Dialium guineense* (G6); et *Dialium guineense* et *Cola laurifolia* (G7). Les valeurs des indices de diversité et paramètres structuraux, tels que la richesse spécifique (*RS* de 24 à 50 ligneux), l'Indice de Diversité de Shannon (*ISH* de 3,38 à 3,95 bits), l'Équitabilité de Pielou (*EQ* de 0,35 à 0,51), l'Indice de Similarité de Jaccard (*Ij* de 16 à 48), la Densité du peuplement arborescent (*D* de 590±233 à 1080±483 tiges/ha), la Surface terrière (*Gt* de 36,36±9,39 à 46,79±13,39 m<sup>2</sup>/ha) dénotent de la variabilité des conditions écologiques desdits groupements dans le milieu d'étude. Au regard de l'importance des forêts galeries sur les plans écologique, économique et socio culturel, il est préconisé la mise en œuvre de mesures techniques de l'aménagement de la « série de protection ». Ces mesures vont favoriser la conservation de la biodiversité dans les forêts galeries du milieu d'étude, en même temps que la protection et l'exploitation durable des ressources naturelles le long du fleuve Ouémé au Bénin.

**Mots clés:** Forêts galeries, biodiversité, aménagement, forêts classées, fleuve Ouémé, Bénin.

## 1. Introduction

L'Afrique abrite de nombreuses 'zones protégées' jouant un rôle fondamental pour la protection de la biodiversité, la conservation des écosystèmes et paysages, la gestion durable des ressources naturelles, même si toutes n'ont pas le même statut, ni le même impact (Martinez et Triplet, 2009 ; IUCN-PAPACO, 2012). Les aires protégées du continent ont été essentiellement créées pour conserver des richesses naturelles (faune et flore), culturelles, religieuses (sites ou forêts sacrées, lieux de sacrifices ou d'initiation) et sociales qui justifient à elles seules l'existence de ces zones de protection (IUCN-PAPACO, 2012). En outre, les aires protégées d'Afrique de l'Ouest jouent un rôle déterminant dans le maintien de la biodiversité par la gestion des menaces anthropiques existantes et en proposant des mesures de gestion actives, ce qui combat les risques climatiques pouvant affecter la biodiversité (Sinsin, 2010).

Au Bénin, l'aménagement des forêts classées constitue un impératif pour la sauvegarde des différents écosystèmes et des ressources naturelles (cf. S-CDB, 2004 ; Dudley, 2008), soustraits de l'exploitation anarchique par l'Administration Forestière (PAMF, 2006). L'état actualisé des ressources, des potentialités et contraintes de chaque écosystème d'importance dans une aire protégée est un pré requis pour la définition des objectifs d'aménagement participatif, la planification, la mise en œuvre et l'évaluation des activités prioritaires dans le temps et l'espace. En outre, l'identification et la sélection des habitats (sites, écosystèmes ou formations végétales) les plus menacés ou abritant des « espèces lacunes » (Sinsin, 2010) a souvent fait défaut dans les dispositifs d'inventaires préalables à l'aménagement des aires protégées. C'est le cas des formations végétales denses et linéaires le long des cours et plans d'eau, représentées par les forêts galeries (Natta & Porembski, 2010 ; Kokou *et al.*, 2012).

Les mares, bassins et sites sacrés de forêts galeries le long des cours d'eau en général (Kokou *et al.*, 2012 ; Kokou *et al.*, 2008) et celui du fleuve Ouémé et ses affluents ont fait l'objet de peu d'investigations scientifiques (Natta, 2003 ; Natta *et al.*, 2003 ; Natta & Porembski, 2003 ; Ceperley *et al.*, 2010). Le peu d'études existantes ont montré l'importance de ces écosystèmes édaphiques et topographiques d'eau douce (Natta, 2003), tant sur le plan de leur composition floristique, la diversité de ressources, les biens et services qu'ils procurent, leur importance socio-culturelle (Natta, 2003 ; Ceperley, 2008 ; Kokou *et al.*, 2012). Cependant, les inventaires spécifiques dans ces écosystèmes, qui sont importants pour la biodiversité le long du plus grand fleuve du Bénin, tout au moins dans son cours moyen (Centre Bénin), n'ont pas été pris en compte dans les inventaires forestiers d'aménagement des forêts classées de Wari-Marou et Monts Kouffé (cf. PAMF,

2006). Dans le souci d'inverser la tendance à la destruction de la végétation, de préserver la diversité des forêts galeries, de contrôler les inondations et conserver la biodiversité au Centre Bénin, il urge d'inclure les forêts galeries dans une stratégie de gestion durable du Bassin du fleuve Ouémé et du complexe de forêts classées dont elles contribuent à la structuration. La présente étude, vise à : inventorier les espèces des forêts galeries de la Forêt Classée de Wari-Marou ; discriminer les groupements végétaux des forêts galeries et en déduire leurs caractéristiques floristiques et structurales ; et proposer des mesures techniques d'aménagement des forêts galeries, comme moyen pour optimiser la conservation de la biodiversité dans le milieu d'étude.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Milieu d'étude

L'étude a été réalisée dans la Forêt Classée de Wari-Marou (FC WM), une aire protégée située dans le District Phytogéographique Borgou Sud au Centre du Bénin, à cheval sur les départements de la Donga et du Borgou. Elle couvre une superficie de 107.500 ha répartis sur les communes de Tchaourou (46,5 %) et de Bassila (53,5 %) (Akpado, 1996). Cette zone est comprise entre 8°50' et 9°10' N et 1°55' et 2°25' E (Figure 1). La région est sous l'influence du climat tropical de type soudano-guinéen humide caractérisé par deux saisons : une saison sèche marquée qui dure 6 mois, de novembre à avril, et une saison pluvieuse, de mai à octobre. Les sols ferrugineux tropicaux favorisent le développement de formations végétales à dominance forêts claires et savanes arborées avec des îlots de forêts denses sèches et forêts galeries bien représentées le long de tous les cours d'eau de la FC WM (Adomou *et al.*, 2006). La population des trois arrondissements (Bétérou, Alafiarou, et Manigri en partie) riverains de la forêt classée de Wari-Marou est estimée à 26.839 habitants. Le groupe socio linguistique majoritaire est constitué des Nagots (24 %), suivi des Yoa et Lokpa (23 %), des Batonu (20 %) et des Otammari (15 %) (INSAE, 2002). L'agriculture constitue l'activité économique la plus pratiquée par les populations riveraines de la forêt classée de Wari-Marou. On note cependant une présence marquée de transhumants Peulh locaux, d'autres départements du Bénin et des transfrontaliers spécialisés dans l'élevage extensif de bovins, ovins et caprins (PAMF, 2006).

---

\* Auteur Correspondant : [armand.natta@gmail.com](mailto:armand.natta@gmail.com)

Copyright © 2014 Université de Parakou, Bénin



Figure 1. Carte d'occupation du sol de la forêt classée de Wari-Marou (FC WM) au centre Bénin

Figure 1. Land cover types of Wari-Marou Protected forest (FC WM) in the centre of Benin.

## 2.2. Collecte de données

Les formations végétales étudiées, de juin à décembre 2012, sont les forêts galeries (i.e. formations végétales plus ou moins denses le long des cours d'eau) de la forêt classée de Wari-Marô. Suite à la prospection préliminaire du terrain, sur la base de la carte d'occupation du sol élaborée par le Projet d'Aménagement des Massifs Forestiers au Bénin (PAMF), des sites prioritaires de forêts galeries ont été choisis selon leur liaison avec le fleuve Ouémé pour la collecte intensive de données. Au sein des formations végétales identifiées, nous avons installé des placeaux rectangulaires de 500 m<sup>2</sup> de surface (de longueur et largeur variables) selon la méthode définie par Natta *et al.* (2003) pour l'étude phytosociologique des forêts galeries au Bénin. Les sites représentatifs, sur le plan physiognomique et des conditions écologiques, ont permis d'installer des placeaux (cf. Tableau 1) de façon aléatoire ; et une distance d'au moins 100 m est respectée entre deux placeaux consécutifs. Au niveau de chaque placeau, la méthode d'inventaire comprend le recensement des indicateurs écologiques de la forêt galerie (types de sols, pente, régime de l'eau, largeur du cours d'eau, ordre du cours d'eau) suivi d'un relevé floristique de toutes les espèces ligneuses de diamètre à hauteur de poitrine d'homme (dbh) ≥ 10 cm. Sur chaque individu du placeau, il est mesuré le diamètre à 1,30 m du sol ou à 30 cm au-dessus des contreforts et la hauteur totale.

Tableau 1. Répartition des placeaux par cours d'eau

Table 1. Distribution of relevés plots along the waterways

Cours d'eau	Ouémé	Térou	Nanouin	Dobi	Kpiti	Total
Nombre de placeaux / relevés	51	31	12	04	04	102
Ordre du cours d'eau*	Iaire	IIaire	IIaire	IIIaire	IIIaire	

\* L'Ordre d'un cours d'eau est défini par rapport à sa position, en tant qu'affluent du fleuve Ouémé, qui est le cours d'eau principal (i.e. Ordre primaire = Iaire ; secondaire = IIaire ; tertiaire = IIIaire).

## 2.3. Analyse des données

Pour le traitement des données, nous avons soumis l'ensemble des relevés phytosociologiques effectués au logiciel 'Community Analysis Package' (CAP) (PISCES Conservation LTD, 2002 ; version 2.0). pour l'individualisation des groupements. La Detrented Correspondence Analysis (DCA) a permis d'obtenir une carte factorielle montrant la partition des relevés en groupes homogènes sur le plan floristique et le dendrogramme est issu du Cluster Analysis. La description des groupements végétaux est faite sur la base de différents indices de diversité et paramètres structuraux (la richesse spécifique (RS), l'indice de diversité de Shannon (ISH),

l'Équitabilité de Pielou (EQ), l'Indice de Similarité de Jaccard (I<sub>j</sub>), la Densité du peuplement arborescent (D), la Surface terrière (G<sub>t</sub>)) dont les formules sont les suivantes :

- la Richesse Spécifique (RS) : effectif (nombre) des espèces de chaque relevé :

- l'Indice de Diversité de Shannon (en bits) (cf. Magurran, 1988) :

$$ISH = - \sum_{i=1}^S \frac{N_i}{N} \text{Log}_2 \left( \frac{N_i}{N} \right) \quad (1)$$

avec N<sub>i</sub> = l'effectif de l'espèce i ; et N = l'effectif total des espèces ;

- l'Équitabilité de Pielou (cf. Magurran, 1988) :

$$EQ = \frac{ISH}{\text{Log}_2(RS)} \quad (2)$$

avec ISH = l'Indice de Diversité de Shannon, et RS = Richesse Spécifique ;

- l'Indice de Similarité de Jaccard :

$$I_j = \frac{n_c}{n_a + n_b - n_c} \quad (3)$$

avec n<sub>a</sub> = nombre d'espèces de la liste A ; n<sub>b</sub> = nombre d'espèces de la liste B ; n<sub>c</sub> = nombre d'espèces communes aux deux listes ;

- la Densité du peuplement arborescent :

$$D = \frac{N \times 10\,000}{500} \quad (4)$$

avec N = l'effectif total des pieds dans un placeau ;

- la Surface terrière :

$$G_t = \frac{\sum \pi D b h^2}{4} \quad (5)$$

avec Dbh = diamètre à hauteur de poitrine d'homme (1,30 m du sol).

Les Types Biologiques (TB) selon la classification de Raunkiaer (1934), Schnell (1971) et Keay & Hepper (1954-1972) adaptés aux régions tropicales sont : Les Mégaphanérophytes (Mph, espèce ayant une hauteur > 30 m); mésophanérophytes (mPh : 10-30 m); microphanérophytes (mph : 2-10 m); nanophanérophytes (nph : 0,4-2 m); Phanérophytes ligneux grimpants (Phgr); Chaméphytes (Ch); Géophytes (G); Hémicryptophytes (He); Thérophytes (Th). Les Types Phytogéographiques (TP) de la flore des forêts galeries du milieu d'étude ont été analysés selon la classification de White (1986). Il s'agit des espèces :

- à large distribution en zone tropicale: Pantropicales – Pan ; et Paléotropicales – Paléo ;

- à large distribution en Afrique : Pluri Régionales Africaines - PRA ;

- à répartition réduite en Afrique : Guinéo-Congolaises - GC ; Soudano-Guinéennes - SG ; Soudano-Zambésiennes - SZ ; et Soudaniennes - S).

### 3. Résultats

#### 3.1. Individualisation des groupements végétaux des forêts galeries de la FC WM

La variable présence-absence a permis de détecter deux grands groupes de relevés qui se sont individualisés nettement sur le plan factoriel avec les axes 1 et 2 qui représentent 58,6% de la variance expliquée. L'axe 1 sépare, à droite le Groupe I (04 relevés effectués au niveau de Kpiti, bras tertiaire du fleuve Ouémé) du Groupe II (les 98 autres relevés effectués le long de tous les autres cours d'eau du fleuve Ouémé) à gauche (Figure 2). L'axe 1 symbolise l'importance des cours d'eau ou le gradient d'humidité du sol. Les 98 relevés du deuxième groupe ont été soumis à nouveau à une analyse partielle, qui a fait apparaître six (06) sous-groupes ; soit au total sept (07) groupements végétaux de forêts galeries.

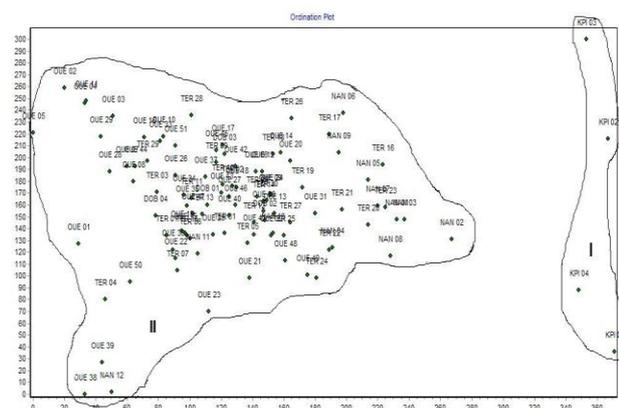


Figure 2. Carte factorielle montrant la partition des relevés en deux grands groupes. I = Groupe des relevés effectués au niveau du bras tertiaire de l'Ouémé ; II = Groupe des relevés effectués au niveau du fleuve Ouémé et de ses affluents de 1<sup>er</sup> et 2<sup>nd</sup> ordre.

Figure 2. Factorial map showing the two (02) main groups of relevés. I = Group of relevés along 3rd order tributaries of Ouémé River; II = Group of relevés along the Ouémé River and its tributaries of 1st and 2nd order.

L'analyse partielle à 48 % de dissemblance (cf. dendrogramme de la Figure 3) des données floristiques (i.e. 102 relevés et 83 espèces), confirme la discrimination de sept (7) groupements végétaux, à savoir:

- *Manilkara multinervis* et *Uapaca guineensis* (G1);
- *Lonchocarpus sericeus* et *Ficus sur* (G2);
- *Diospyros mespiliformis* et *Pterocarpus santalinoides* (G3);
- *Syzygium guineense* et *Parinari congensis* (G4);
- *Anogeissus leiocarpa* et *Dialium guineense* (G5);
- *Cassipourea congoensis* et *Dialium guineense* (G6);
- *Dialium guineense* et *Cola laurifolia* (G7).

Le coefficient de communauté entre les sept (07) groupements des forêts galeries le long du fleuve Ouémé et de ses affluents est très faible (< 50) et varie de 16 à 48 (Tableau 2). Ces groupements peuvent donc être considérés comme étant floristiquement distincts. Ceci dénote d'un nombre élevé

d'espèces différentielles entre les groupements comparés deux à deux.

Tableau 2. Indice de similarité de Jaccard entre les sept (07) groupements végétaux

Table 2. Jaccard Similarity Index for the seven (07) plant communities

Groupements végétaux (G)	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
G1 : <i>Manilkara multinervis</i> et <i>Uapaca guineensis</i>							
G2 : <i>Lonchocarpus sericeus</i> et <i>Ficus sur</i>	0,19						
G3 : <i>Diospyros mespiliformis</i> et <i>Pterocarpus santalinoides</i>	0,18	0,37					
G4 : <i>Syzygium guineense</i> et <i>Parinari congensis</i>	0,19	0,48	0,39				
G5 : <i>Anogeissus leiocarpa</i> et <i>Dialium guineense</i>	0,17	0,48	0,45	0,47			
G6 : <i>Cassipourea congoensis</i> et <i>Dialium guineense</i>	0,16	0,40	0,42	0,47	0,48		
G7 : <i>Dialium guineense</i> et <i>Cola laurifolia</i>	0,16	0,34	0,45	0,39	0,38	0,44	-

#### 3.2. Caractéristiques floristiques des groupements végétaux individualisés dans la FC WM

Les 83 espèces de ligneux recensées sont regroupées en 72 genres et 30 familles. Les familles les mieux représentées sont les Leguminosae-caesalpinioideae (08 espèces), Euphorbiaceae (07 espèces), Leguminosae-papilionoideae (07 espèces), Rubiaceae (06 espèces) et Combretaceae (05 espèces). La Richesse en Familles botaniques (RF) et la Richesse Spécifique (RS) ont tendance à croître du groupement de 3<sup>ème</sup> ordre (G1) vers ceux du 1<sup>er</sup> ordre (G7, G6 et G5 le long du fleuve Ouémé), soit 17 (G1) à 24 (G5) ; et de 24 (G1) à 50 (G5) respectivement (Tableau 3).

A l'échelle du milieu d'étude (FC Wari-Marou au centre Bénin), les espèces typiques des forêts galeries sont *Khaya senegalensis*, *Berlinia grandiflora*, *Manilkara multinervis* et *Diospyros mespiliformis*. Cependant, chaque groupement paraît spécifique sur le plan floristique, en raison de ses espèces les plus fréquentes mais aussi celles différentielles. Ainsi, les espèces les plus représentées dans les G1 (groupement le long des cours d'eau tertiaires) sont *Manilkara multinervis* (175 tiges/ha), *Vitex doniana*, *Uapaca guineensis* et *Berlinia grandiflora*. Le long des cours d'eau secondaires, on note dans le G2 une forte abondance des espèces telles que *Lonchocarpus sericeus*, *Ficus sur*, *Pterocarpus santalinoides* (144 tiges/ha), *Anogeissus leiocarpa* et *Berlinia grandiflora*. Les espèces caractéristiques du G3 sont *Diospyros mespiliformis* (35 tiges/ha) et *Pterocarpus santalinoides* (166 tiges/ha) ; les autres espèces abondantes étant *Cola laurifolia*, *Syzygium guineense* et *Xylopiya parviflora*. Dans le G4, les espèces caractéristiques sont *Syzygium guineense* et *Parinari congensis* suivies de *Cola laurifolia* et *Diospyros mespiliformis*.

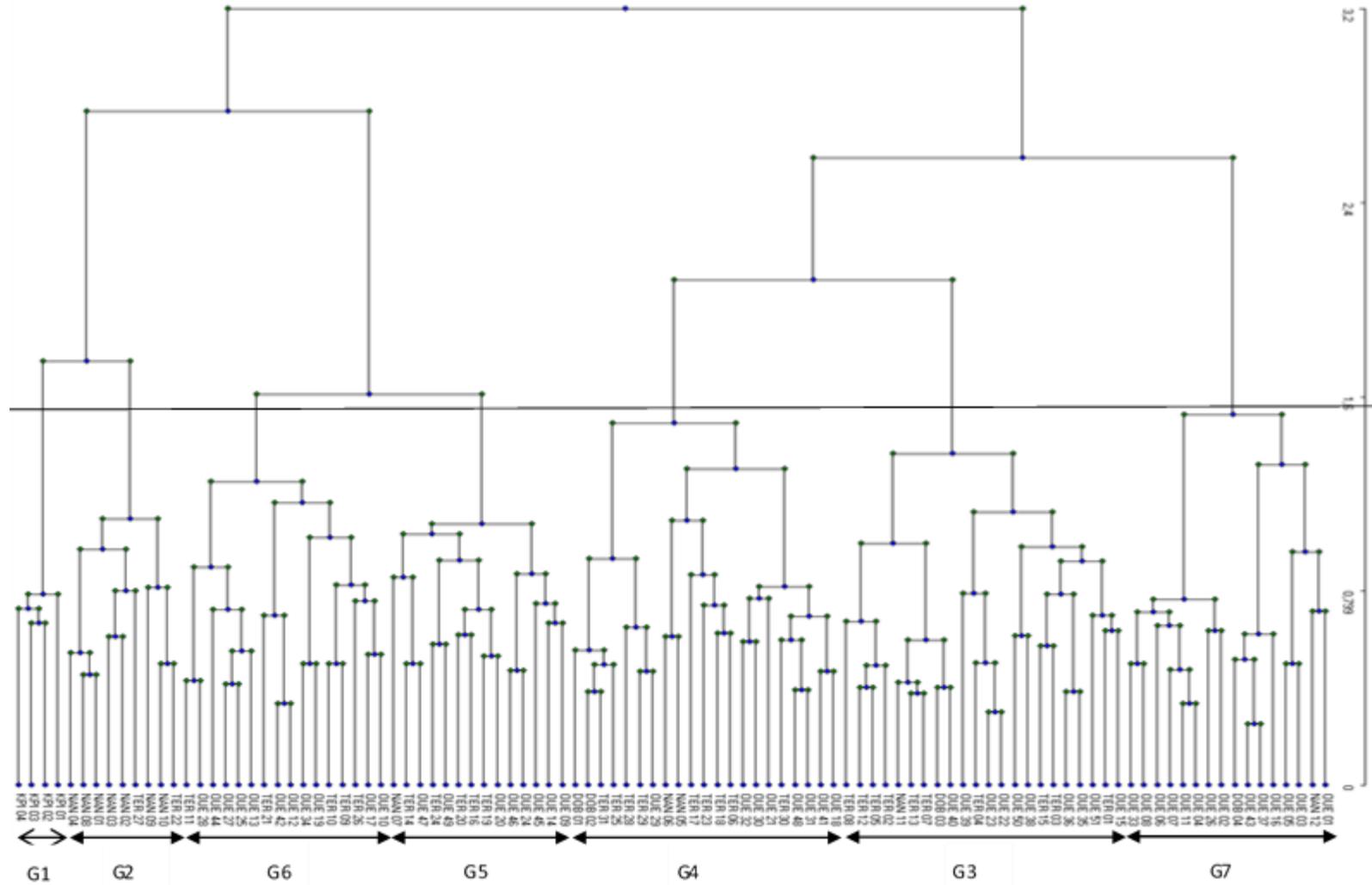


Figure 3. Dendrogramme de la classification hiérarchique de 102 relevés des forêts galeries de la FC WM.

Figure 3. Dendrogram showing the hierarchical classification of 102 relevés of gallery forests in Wari-Marô Protected forest.

Le long du cours d'eau primaire (fleuve Ouémé), les espèces les plus fréquentes sont *Anogeissus leiocarpa*, *Dialium guineense*, *Diospyros mespiliformis*, *Manilkara multinervis* et *Cola laurifolia* (G5). Dans le G6, on note l'importance des espèces telles que *Cassipourea congoensis*, *Dialium guineense*, *Diospyros mespiliformis*, *Cola laurifolia* et *Anogeissus leiocarpa*. Quant au G7, les espèces les plus importantes sont *Dialium guineense*, *Cola laurifolia*, *Pterocarpus santalinoides* et *Cassipourea congoensis*.

### 3.3. Structure des groupements végétaux individualisés dans la FC WM

La Densité moyenne (D) du peuplement arborescent (arbres dbh  $\geq 10$  cm) des forêts galeries de la FC Wari-Marou varie de  $590 \pm 233$  (G1) à  $1080 \pm 483$  tiges/ha (G7). Quant à la Surface terrière moyenne (Gt), elle est comprise entre  $36,36 \pm 9,39$  (G2) et  $46,79 \pm 13,39$  m<sup>2</sup>/ha (G5). L'Indice de Diversité de Shannon (*ISH*) et l'Équitabilité de Pielou (*EQ*) varient de 3,38 (G3) à 3,95 (G5) bits ; et de 0,35 (G3 et G7) à 0,51 (G1), respectivement (Tableau 3).

La répartition des individus par classes de diamètre montre de façon globale une allure soit en J renversé (G2, G3, G5 et G6) caractéristique des peuplements naturels avec une forte régénération, soit exponentielle décroissante droite (G1, G4 et G7), montrant ici une dominance des individus ayant un dbh moyen et une faible représentation d'individus de grands diamètres (Tableau 3).

Les types biologiques (TB) les plus dominants des trois (03) strates de ces groupements sont les mésophanérophyles (mPh : 10-30 m) suivis des microphanérophyles (mph : 2-10 m) avec des fréquences variant entre 48 et 59%, et 29 à 42%, respectivement. Le profil phytogéographique des forêts galeries de la FC WM quant à lui, montre que les espèces originaires de la région Guinéo-congolaise (GC) sont les mieux représentées dans les forêts galeries de la FC WM avec 31,5% de la richesse spécifique. En effet, elles sont présentes dans cinq (5) groupements végétaux (i.e. G1, G3, G4, G6 et G7), sur les sept (7) identifiés. Elles sont suivies des espèces à affinité Soudano-zambézienne (SZ), Plurirégionale africaine (PRA) et Soudano-Guinéenne (SG) (Tableau 3).

## 4. Discussion

### 4.1. Caractéristiques floristiques des forêts galeries de la forêt classée de Wari-Marou

Les forêts galeries de la forêt classée de Wari-Marou ont une faible richesse spécifique comparée à celles des forêts de Bassila (Biaou, 1999) et de Ouénou-Bénou (Trekpo, 1999) avec respectivement 200 et 132 espèces recensées. Même dans les zones plus sèches, la richesse floristique des forêts galeries est toujours assez élevée. Ouomorou *et al.* (2011) ont trouvé 298 espèces de plantes supérieures réparties en 71 familles à travers 34 relevés phytosociologiques dans les galeries forestières de la Réserve de Biosphère de la Pendjari.

Dans le cadre de notre étude, la faible richesse spécifique serait due au faible nombre de placeaux (102), au faible taux de sondage ( $< 0,01$ ) et à la non prise en compte des végétaux herbacés et des ligneux et lianes ayant un dbh  $< 10$  cm.

L'influence du gradient d'humidité (Groupements de long des rivières du 3<sup>ème</sup> ordre vers celles du 1<sup>er</sup> ordre) est évidente à travers l'augmentation de la richesse en famille (RF : 17 à 24) et spécifique (RS : 24 à 50). Une raison pourrait être le nombre de plateau assez faible le long des petits cours d'eau (ici 3<sup>ème</sup> ordre), comparés à ceux plus grands (1<sup>er</sup> ordre). En outre, les forêts galeries des petits cours d'eau regorgent plus d'espèces typiques de savane et forêt claire (e.g. *Vitex doniana* et *Uapaca guineensis*) et d'espèces de galeries des milieux soudaniens (e.g. *Berlinia grandiflora*). Quant aux forêts galeries des grands cours d'eau, elles ont une flore typique, adaptée à une longue période d'inondation (e.g. *Cola laurifolia*, *Cassipourea congoensis*), soit originaire du Sud Bénin (*Dialium guineense*) (Natta *et al.*, 2003). En outre, les valeurs moyennes de la diversité spécifique (ISH : 3,38 à 3,95 bits) indiqueraient d'une part une spécialisation de ces écosystèmes édaphiques et topographiques d'eau douce, d'autre part une certaine dégradation desdits groupements (Natta et Porembski, 2003 ; 2010). Cependant, la non prise en compte de toutes les espèces ne permet pas de conclure de façon satisfaisante. Ainsi, une étude floristique, phytosociologique et écologique détaillée des forêts galeries apporterait plus de précisions sur ces écosystèmes particuliers dans la forêt classée de Wari-Marou.

### 4.2. Caractéristiques structurales des forêts galeries de la forêt classée de Wari-Marou

La densité (D) du peuplement arborescent a tendance à croître du groupement des cours d'eau tertiaires (G1 :  $590 \pm 233$  tiges/ha) vers ceux du cours d'eau primaire (G7 :  $1.086 \pm 483$  tiges/ha), pendant que l'Équitabilité de Pielou (EQ) a une tendance inverse (croît de G7 : 0,35 à G1 : 0,51). Les fortes densités des ligneux ( $1086 \pm 483$  tiges/ha) dans le milieu d'étude sont comparables à celles de Sokpon *et al.* (2001) et Sokpon *et al.* (2002) dans les forêts galeries des zones cynégétiques de la Pendjari et de l'Atacora (839 et 1092 tiges/ha). En général, les valeurs des densités quel que soit le type du cours d'eau restent plus fortes que celles obtenues par Natta (2003) dans les forêts galeries du Bénin (253 à 785 tiges/ha). Cela dénoterait d'une plus grande fréquence et/ou dominance, dans les forêts galeries des grands cours d'eau, d'un nombre limité d'espèces ayant beaucoup d'individus (e.g. espèces multicaules, telles que *Pterocarpus santalinoides*, *Cola laurifolia*, *Syzygium guineense*, qui peuvent avoir sur une même souche plus de 10 brins). Ce phénomène a été déjà décrit par divers auteurs dans les forêts galeries du Bénin (Natta *et al.*, 2012), dans la sous-région Ouest Africaine (Devineau, 1984 ; Bélem et Guinko, 1998 ; Goudiaby, 1998, Natta et Porembski, 2003 ; Kokou *et al.*, 2012), mais aussi ailleurs (Medley, 1992 ; Meave *et al.*, 1991 ; Meave and Kellman, 1994 ; Hancock *et al.*, 1996 ; Sonké et Lejoly, 1998 ; Da Costa *et al.*, 2006).

Tableau 3. Caractéristiques floristiques et dendrométriques des groupements végétaux

Table 3. Floristic and stands characteristics for the plant communities

No.	Groupements végétaux	Ordre du cours d'eau	Nombre de relevés	RF	RS	ISH (bits)	EQ	D (tiges/ha)	Répartition du peuplement par classes de dbh	Gt (m <sup>2</sup> /ha)	Types biologiques (TB) (%) dominants	Types phytogéographiques (TP) (%) dominants
G1	<i>M. multinervis</i> et <i>U. guineensis</i>	IIaire (à 100%)	04	17	24	3,4	0,51	590 ± 233	exponentielle décroissante droite	43,50±26,23	mPh : 58% ; mph : 30%	GC : 33% ; SZ 25%
G2	<i>L. sericeus</i> et <i>F. sur</i>	IIaire (à 100%)	09	18	33	3,88	0,46	713 ± 279	J renversé	36,36±9,39	mPh : 48% ; mph : 42%	SZ : 33% ; PRA : 30%
G3	<i>D. mespiliformis</i> et <i>P. santalinoides</i>	IIaire (à 50%)	22	20	34	3,38	0,35	936±343	J renversé	40,28±11,06	mPh : 59% ; mph : 29%	GC : 38% ; PRA : 27%
G4	<i>S. guineense</i> et <i>P. congensis</i>	IIaire (à 52%)	21	22	44	3,92	0,42	1010±328	exponentielle décroissante droite	45,11±12,69	mPh : 48% ; mph : 39%	GC : 36% SZ : 30%
G5	<i>A. leiocarpa</i> et <i>D. guineense</i>	Iaire (à 57%)	14	24	50	3,95	0,39	1062±362	J renversé	46,79±13,39	mPh : 50% ; mph : 36%	PRA : 28% ; SZ : 26%
G6	<i>C. congoensis</i> et <i>D. guineense</i>	Iaire (à 69%)	16	22	41	3,59	0,36	831±378	J renversé	39,87±14,77	mPh : 49% ; mph : 37%	GC : 37% ; SZ : 27%
G7	<i>D. guineense</i> et <i>C. laurifolia</i>	Iaire (à 88%)	16	20	34	3,43	0,35	1080±483	exponentielle décroissante droite	43,88±21,17	mPh : 59% ; mph : 29%	GC : 32% SZ : 26%
Total			102	30	83	-	-	-		-		

RF = Richesse en Famille botanique ; RS = Richesse Spécifique ; *ISH* = Indice de Diversité de Shannon ; EQ = Equitabilité de Pielou ; *D* = Densité du peuplement (tiges/ha) ; *Gt* = Surface Terrière (m<sup>2</sup>/ha). Types Biologiques (TB): Mégaphanérophytes (Mph, h > 30 m); mésophanérophytes (mPh : 10-30 m); microphanérophytes (mph : 2-10 m); nanophanérophytes (nph : 0,4-2 m) ; Phanérophytes ligneux grimpants (Phgr : lianes de différentes hauteurs) ; Chaméphytes (Ch); Géophytes (G); Hémicryptophytes (He) ; Thérophytes (Th). Types phyto-géographiques (TP) : GC: Guinéo-Congolaises; SG: Soudano-Guinéennes; SZ: Soudano-Zambésiennes; PRA: Pluri Régionales Africaines; S: Soudaniennes; Pan : Pantropicales; Paléo: Paléotropicales.

Les surfaces terrières moyennes (Gt) obtenues varient de  $36,36 \pm 9,39$  m<sup>2</sup>/ha (G2) à  $46,79 \pm 13,39$  m<sup>2</sup>/ha (G5). Ces valeurs de surfaces terrières sont du même ordre que celles obtenues par Sokpon *et al.* (2002) dans les zones cynégétiques de la Pendjari et de l'Atacora (22-46 m<sup>2</sup>/ha) et Natta *et al.* (2003) dans les forêts galeries du Bénin (23-59 m<sup>2</sup>/ha). Ceci montre l'importance des ligneux de gros diamètre dans cet écosystème forestier (Kokou *et al.*, 2012).

La stratification verticale dans les forêts galeries, représentée par trois strates et dominée par les mésophanérophyles (mPh) et les microphanérophyles (mph), a été déjà décrite au Bénin et au Togo (Natta *et al.*, 2012 ; Kokou *et al.*, 2012), dans la zone pré forestière de la Côte d'Ivoire (Devineau, 1984), le long du fleuve Tana au Kenya (Medley, 1992). En outre, la forme générale de la distribution des ligneux par classes de diamètre (J renversé ou exponentielle décroissante droite) est caractéristique des peuplements naturels des forêts galeries peu ou moyennement dégradées avec, par endroits, une importance marquée des espèces multicaulées et des lianes qui augmentent la fréquence des petits brins (dbh < 10 cm).

Concernant le profil phytogéographique, on note une affinité de la flore des forêts galeries de la FC WM vers les éléments de la région Guinéo-congolaise, avec cependant un cortège d'espèces à large distribution (Soudano-zambézienne, Plurirégionales africaine) qui dénotent d'une faible spécialisation de ladite flore dans cette région de transition soudano-guinéenne du Bénin. Ce phénomène, observé à l'échelle du pays (Akoègninou *et al.*, 2001 ; Natta *et al.*, 2003, Natta et Porembski, 2010), au Togo (Adjonou, 2004 ; Kokou *et al.*, 2012) à Lamto en Côte d'Ivoire (Devineau, 1984) au Burkina Faso (Bélem et Guinko, 1998) dénote à la fois de la présence dans la flore des forêts galeries du milieu d'étude, d'un noyau floristique (cf. Magurran et Henderson, 2003) typique des régions forestières humides (Guinée et Congolais) et de l'influence des éléments des régions plus sèches (irradiation des éléments soudaniens et zambéziens) dans ladite flore.

### **4.3. Aménagement des forêts galeries du milieu d'étude pour la conservation de la biodiversité du cours moyen du fleuve Ouémé et du Centre Bénin**

Plusieurs auteurs (e.g. Kokou *et al.*, 2008 ; Kokou *et al.*, 2012) ont explicité l'importance écologique et socio-économique des forêts galeries dans le Dahomey Gap (Bénin et Togo), et l'urgence de préserver leurs diversités floristiques et structurales à travers un aménagement participatif et une restauration écologique durable. Le Plan d'Aménagement Participatif du complexe des Forêts Classées Wari-Marou et Monts Kouffé a prévu la mise en œuvre de façon diligente des mesures techniques de l'aménagement des forêts galeries, à travers l'érection d'une « série de protection » pour tous les écosystèmes le long des cours d'eau. Cette « série de protection », qui couvre une bande de 1 km, soit 500 m sur chaque rive, sera érigée le long des grands cours d'eau que sont l'Ad-

jiro, l'Odola, la Téro, et l'Ouémé (PAMF, 2006). Cette disposition vise à protéger la biodiversité des écosystèmes fragiles des forêts galeries, conformément aux dispositions de l'article 28 de la loi 93-009 relative à la protection des berges des cours d'eau (République du Bénin., 1993). Au regard de la diversité floristique le long des cours d'eaux tertiaires de la FC WM (cf. présente étude et Natta & Porembski, 2003) et d'ailleurs (cf. Natta *et al.*, 2003), nous préconisons d'ajouter tous les affluents des grands cours d'eaux, qui pourront alors bénéficier d'une extension de la protection des grands cours d'eau mais sur une bande plus réduite (e.g. 500 m, soit 250 m sur chaque rive).

Au nombre des mesures pour l'aménagement durable des forêts galeries de la FC WM, nous avons : la délimitation des zones de protection ; la surveillance de la série (par les confréries villageoises de chasseurs) contre le braconnage, l'exploitation forestière, les feux criminels et l'installation des cultures ; la protection contre les feux tardifs ; le suivi de la faune selon l'approche d'Indice Kilométrique d'Abondance (IKA) ; le suivi de la dynamique de la végétation dans les parcelles permanentes ; la sensibilisation et la formation des usagers de la FC WM sur les règles de gestion de la série ; la supervision permanente de la série par le Chef Unité d'Aménagement (PAMF, 2006). En outre, il faudrait implémenter des règles respectueuses de l'environnement pour la pêche (artisanale et professionnelle) et la transhumance (locale, interdépartementale et transnationale) du bétail sur des portions du fleuve Ouémé dans la FC WM. D'autres activités pourraient être menées pour la reforestation participative des portions dégradées des forêts galeries (Natta, 2007 ; Kokou *et al.*, 2012) et la valorisation à des fins écotouristiques des mares aux hippopotames le long du fleuve Ouémé au Centre Bénin (Kpetere, 2009).

Bien qu'importantes, ces options de l'aménagement spécifiques aux forêts galeries n'auraient de sens et d'impact sur la conservation de la biodiversité de la région que si elles s'intègrent dans un cadre plus général d'implémentation de mesures cohérentes pour réglementer l'exploitation anarchique des ressources naturelles et minières (Natta *et al.*, 2002 ; Natta, 2007). Il s'agit du contrôle de la transhumance, l'exploitation forestière, la production de charbon de bois, la collecte de bois de chauffe, l'expansion agricole, l'exploitation des PFNLs, le prélèvement des pierres et de sable dans les carrières, etc.) au Centre Bénin, région protégeant le cours moyen du plus grand fleuve du Bénin. Au niveau national, la clarification du statut de cette aire protégée suivant d'une des catégories de l'IUCN (Sinsin, 2010), apporterait plus de lisibilité aux options d'aménagement et renforcerait la crédibilité des institutions étatiques et locales dans la conservation des équilibres écologiques et économiques dans cette partie du Bénin.

## 5. CONCLUSION

L'étude sur la typologie et la caractérisation des groupements végétaux des forêts galeries de la forêt classée de Wari-Marou, localisée dans la zone de transition soudano-guinéenne du Centre Bénin, a permis d'identifier sept (7) groupements végétaux (*Manilkara multinervis* et *Uapaca guineensis*; *Lonchocarpus sericeus* et *Ficus sur*; *Diospyros mespiliformis* et *Pterocarpus santalinoides*; *Syzygium guineense* et *Parinari congensis*; *Anogeissus leiocarpa* et *Dialium guineense*; *Cassipourea congoensis* et *Dialium guineense*; et *Dialium guineense* et *Cola laurifolia*). Le facteur principal de discrimination étant l'importance et l'ordre du cours d'eau. Les espèces typiques des forêts galeries sont *Khaya senegalensis*, *Berlinia grandiflora*, *Manilkara multinervis* et *Diospyros mespiliformis*, cependant, chaque groupement paraît spécifique sur le plan floristique, par ses espèces les plus fréquentes et celles différentielles.

Les valeurs de différents indices de diversité et paramètres structuraux : la richesse spécifique (*RS* de 24 à 50 espèces), l'Indice de Diversité de Shannon (*ISH* de 3,38 à 3,95 bits), l'Équitabilité de Pielou (*EQ* de 0,35 à 0,51), l'Indice de Similarité de Jaccard (*Ij* de 16 à 48), la Densité du peuplement arborescent (*D* de  $590 \pm 233$  à  $1080 \pm 483$  tiges/ha), la Surface terrière (*Gt* de 36,36 à 46,79 m<sup>2</sup>/ha) d'une part s'inscrivent dans les valeurs moyennes des forêts galeries du Bénin, mais dénotent aussi de la variabilité des conditions écologiques desdits groupements dans le milieu d'étude. Le phénomène de dominance des ligneux paraît plus marqué dans les forêts galeries des grands cours d'eau (1<sup>er</sup> ordre) que dans celles des petits cours d'eau (3<sup>ème</sup> ordre).

Au regard de l'importance du réseau des forêts galeries dans l'aménagement de cette aire protégée, il est préconisé la mise en œuvre, de façon diligente, d'activités dans la « série de protection » le long des cours d'eaux et d'autres activités d'aménagement des phytocénoses dans toute la forêt classée de Wari-Marou. Ces activités pourront alors contribuer à la protection de la biodiversité et des ressources naturelles dans le cours moyen du plus grand fleuve du Bénin.

## CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

## REFERENCES

- Adjossou, K. 2004. *Diversité floristique des forêts riveraines de la zone écologique IV du Togo*. Master thesis in Biologie de Développement, Option Biologie Végétale Appliquée, University of Lomé. 75 pp.
- Adomou A.C., Sinsin B., van der Maesen L.J.G. 2006. Phytosociological and chorological approaches to phytogeography: a meso-scale study in Benin. *Syst. Geogr. Plants* 76: 155-178.
- Akoègninou A, Houndagba JC, Tossou M.G, Essou J.P., Akpagana K. 2001. La végétation d'une zone de transition entre la forêt dense humide semi décidue et les savanes: la région de Bantè (Bénin, Afrique de l'Ouest). *Journal Botanique de la Société Botanique de France*, 15: 99-108.
- Akpado L. 1996. Etude sur la valorisation et le développement du bois d'œuvre dans le cadre de l'aménagement des Monts Kouffè, Wari-Marou et Agoua. Rapport MDR/ DFRN/ PBF. Cotonou. Bénin: 40 p.
- Bélem O.M., Guinko S. 1998. La Biodiversité des galeries forestières du Burkina Faso: cas de la réserve de la Biosphère de la mare aux hippopotames. AAU Reports N°39. In Atelier sur la Flore, Végétation et Biodiversité au Sahel. Bâ A.T., Madsen J.E, Sambou B. (eds). Aarhus University Press: Aarhus Denmark; 75-86.
- Biaou S.H. 1999. Etude des possibilités d'aménagement de la forêt classée de Bassila : Structure et dynamique des principaux groupements végétaux et périodicité d'exploitation. Mémoire d'Ingénieur Agronome. DAGE. FSA / UNB. 234 p.
- Ceperley N. 2008. The role of Ibu odo Sacred Pools in Preserving Riparian Forest Structure and Diversity along the Ouémé and Okpara Rivers of Central Benin. The Bulletin of the Yale Tropical Resources Institute. Yale School of forestry and Environmental Studies. USA. *Tropical Ressources Bulletin* 24 :51-59.
- Ceperley N., Montagnini F., Natta A. 2010. Significance of sacred sites for riparian forest conservation in Central Benin. Biodiversité forêt galerie et sites sacrés. *Bois et Forêts des Tropiques* 303(1): 5-23.
- Da Costa Filho, L.V., Nanni, M.R., Campos, J.B., 2006. Floristic and phytosociological description of a riparian forest and the relationship with the edaphic environment in Caiuá ecological station – Paraná, Brazil. *Brazilian archives of Biology and Technology* 49:785-798.
- Devineau J.L. 1984. Travaux des chercheurs de la station de Lamto : Structure et dynamique de quelques forêts tropicales de l'ouest Africain (Côte d'Ivoire). Programme MAB savanes n°5. Université d'Abidjan, Station d'écologie tropicale de Lamto, Côte d'Ivoire; 294p.
- Dudley N. (ed.) 2008. Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées. Gland, Suisse. UICN. x +96pp.
- Goudiaby A. 1998. Diversité floristique et conservation de la forêt galerie de la cascade de Dindelello, Sud-Est du Sénégal. AAU Reports, N°39. In Atelier sur la flore, végétation et biodiversité au Sahel. Bâ AT, Madsen JE, Sambou B (eds). Aarhus University Press: Aarhus, Denmark; 67-74.
- Hancock C.N., Ladd P.G., Froend, R.H. 1996. Biodiversity and management of riparian vegetation in Western Australia. *Forest Ecology and Management* 85: 239-250.
- I.N.S.A.E. 2002. Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2002. Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique. Résultats provisoires, Cotonou, Bénin. 4 p.
- IUCN-PAPACO 2012. Renforcer la conservation des Aires Protégées d'Afrique. Synthèse de la rencontre de Weotenga. (Burkina Faso – 25 au 27 Octobre 2011). IUCN-PAPACO - Ouagadougou. 58 p.

- Keay R.W.J. & F.N. Hepper (eds). 1954-1972. Flora of West Tropical Africa, 2nd édition. I (828 p.), II (544 p.), III (574 p.), Millibank, London, UK.
- Kokou, K., Adjossou, K., Kokutse, A. D., 2008. Considering sacred and riverside forests in criteria and indicators of forest management in low wood producing countries: The case of Togo. *Ecological indicators* 8, pp 158-169.
- Kokou K., Natta A., Adjou K., Kokutse A.D. 2012. Ecological and Socioeconomic Stakes for Conserving and Protecting Riparian Forests in the Dahomey Gap (West Africa). pp 63-98. In Kerem A. & Har-Even H. (eds). Riparian Zones: Protection, Restoration and Ecological Benefits 2012. Nova Science Publishers, ISBN: 978-1-61942-677-1. N.Y. USA. 220 p.
- Kpétéré J. 2009. Valorisation Eco touristique des mares aux hippopotames d’Affon: Forêt classée de Ouémé Supérieur (Bénin). Mémoire de fin de cycle à l’Ecole de Faune, Garoua, Cameroun. 85p.
- Magurran A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Cambridge University Press. Cambridge. 179p.
- Magurran A.E., Henderson P.A. 2003. Explaining the excess of rare species in natural species abundance distributions. *Nature*, 422: 714-716.
- Martinez C. et Triplet P. 2009. Définir les Aires Protégées (pp 02-84). In Triplet P. (ed.) (2009). Manuel de gestion des aires protégées d’Afrique francophone. Awely, Paris, 1 234 p.
- Meave, J., Kellman M. 1994. Maintenance of rain forest diversity in riparian forests of tropical savannas: implications for species conservation during Pleistocene drought. *Journal of Biogeography* 21:121-135.
- Meave, J.; Kellman, M.; MacDougall, A., Rosales J. 1991. Riparian habitats as tropical forest refugia. *Global Ecology and Biogeography Letters* 1:69-76.
- Medley M.E. 1992. Patterns of forest diversity along the Tana River, Kenya. *Journal of Tropical Ecology* 8:358-371.
- Natta A.K., Sinsin B. & van der Maesen L.J.G. 2002. Riparian forests, a unique but endangered ecosystem in Benin. *Botanische Jahrbucher Fur Systematik* 124 (1): 55-69.
- Natta A.K. 2003. Ecological assessment of riparian forests in Benin: Phytodiversity, Phytosociology, and spatial distribution of tree species. PhD. Thesis. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. 226 p.
- Natta A.K., Sinsin B. & van der Maesen L.J.G. 2003. A Phytosociological Study of Riparian Forests in Benin (West Africa). 2003. *Belgian Journal of Botany* 136 (2): 109-128.
- Natta A.K. & Porembski S. 2003. Ouémé and Comoé: forest-savanna border relationships in two riparian ecosystems in West Africa. *Notulae Florae Beninensis* 8. 2003. *Botanische Jahrbucher Fur Systematik* 124 (4): 383-396.
- Natta A.K. 2007. Restoration of riparian forests ecological diversity in landscape management plans: issues and lessons from Benin. pp 21 - 34. In: Mayaka T.B., de Jongh H. & Sinsin B. (eds.) (2007). Ecological Restoration of African Savanna Ecosystems. Proceedings of the 3rd RNSCC International Seminar, 6/02/07 Cotonou, Benin. 156 p.
- Natta A. & Porembski S. 2010. Forêts Galeries. Chapitre 8.5. pp 563-567. In: Sinsin B. & Kampmann D. (eds.): Atlas de la biodiversité de l’Afrique de l’Ouest, Tome 1 Bénin. BIOTA. Cotonou & Frankfurt/Main. 725p. ISSN : 978-3-9813933-0-9.
- Natta A.K. Yedomonhan H, Adomou A.C., Agbani P.O., Sinsin B., Akoegninou A. and L.J.G. van der Maesen. 2012. Structure, ecological spectra and species dominance in riparian forests from Benin (West Africa). *International Journal of Biological and Chemistry Sciences* 6(1): 37-50. ISSN 1991-8631.
- Oumorou M., Natta A.K., Adomou A.C. et de Foucault B. 2011. Caractéristiques écologiques et phytosociologiques des galeries forestières de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (Nord-Ouest du Bénin). *Acta Botanica Gallica* 158(1):125-139.
- PAMF 2006. Plan d’Aménagement Participatif du complexe des forêts classées de Wari-Marou et des Monts Kouffé. Projet d’Aménagement des Massifs Forestiers d’Agoua, des Monts Kouffé et de Wari-Marou 242p.
- Pisces Conservation LTD 2002. Community Analysis Package (CAP), a program to search for structure in ecological community data, version 2.0. Pennington, England, IRC House.
- République du Bénin 1993. Loi N° 93-009 du 02 Juillet portant régime des forêts en République du Bénin. Présidence de la République, Cotonou, Bénin. 26 p.
- Raunkiaer C. 1934. The life forms of plants and statistical plant phytogeography. Clarendon Press, Oxford, UK. 632 p.
- S-CDB. 2004. Programme de Travail sur les Aires Protégées. Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique. Montréal. 34 p.
- Schnell R. 1971. Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Vol II: Milieux, les groupements végétaux. Gauthier-Villars, Paris, France, 503-951.
- Sinsin B. 2010. Problématique de la conservation des aires protégées en Afrique de l’Ouest. Chapitre : 9.5. pp: 626-639. In : Sinsin & Kampmann (eds.) 2010. Atlas Biodiversité Afrique Ouest. Tome 1 Bénin 726 p.
- Sokpon N, Sinadouwirou Th, Gbaguidi F, Biau H. 2001. Aperçu sur les forêts édaphiques hygrophiles du Bénin. *Belgian Journal of Botany* 134(1): 79-93.
- Sokpon N., Biau S.H., Gaoue O.G., Hunhyet O.K., Ouinsavi C. & Barbier N. 2002. Inventaire et caractérisation des formations végétales du complexe Parc National de la Pendjari, zones cynégétiques de la Pendjari et de l’Atacora. (Région de Konkombri). 76 p + annexes.
- Sonké B, Lejoly J. 1998. Biodiversity study in Dja fauna reserve (Cameroon): using the transect method. In Chorology, Taxonomy and Ecology of the Floras of Africa and Madagascar, Huxley C.R., Lock J.M., Cutler D.F. (eds.). Royal Botanic Gardens: Kew; 171-179.
- Trekpo P. 1999. Contribution à l’étude des possibilités d’aménagement durable de la Forêt Classée de Ouénou-Bénou au Nord-Est du Bénin : structure et dynamique des principaux groupements végétaux. Mémoire d’Ingénieur des Travaux. 144p + annexes.
- White F. 1986. La végétation de l’Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l’Afrique. UNESCO/AETFAT/UNOS; 384 p.



# Polymorphisme floral et pollinisateurs de *Irvingia gabonensis* (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) Baill. (Irvingiaceae), espèce à usages multiples au Bénin

Eben-Ezer B.K. EWEDJE<sup>1</sup>, Kifouli ADEOTI<sup>2</sup>, Gustave L. DJEDATIN<sup>3</sup>, Adam AHANCHEDE<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Biologie et Ecologie végétale appliquée et Génétique Forestière, Faculté des Sciences et Techniques FAST-Dassa, Bénin

<sup>2</sup>Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, LAMITA, Bénin

<sup>3</sup>Laboratoire de Biologie moléculaire et de Bioinformatique Appliquée à la génomique, Faculté des Sciences et Techniques FAST-Dassa, Bénin

<sup>4</sup>Laboratoire de Biologie Végétale, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Reçu le 27 septembre 2014 - Accepté le 27 Octobre 2014

## Floral polymorphism and pollinators of *Irvingia gabonensis* (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) Baill. (Irvingiaceae), a multipurpose plant species in Benin

**Abstract:** *Irvingia gabonensis* is a threatened and priority food tree species for conservation in the humid tropical zone because of the overexploitation of its seeds which can impede its reproduction and natural regeneration. A first step to define appropriate strategies for its conservation relies in assessment of its reproductive parameters. Floral polymorphism and pollinators of the species were studied in Benin on 15 trees in Dandihoué, Etigbo and Djougou. Data collection originated from field work Laboratory analysis.

(1) 60 inflorescences followed during anthesis for 24 hours displayed a high percentage of opening and flowers at night, from 8 pm to 6 am. The anthesis depended on the light, temperature and hygrometry in this species.

(2) Floral pieces structure of 2345 flowers examined from 60 inflorescences revealed that the species was extremely polymorphic, showing five floral types from which the type 5 characteristic of Irvingiaceae were more frequent. 58.48% of the flowers were pentamers, 32.36% tetramers, 6.54% trimers, 2.15% hexamers and 0.44% heptamers. Androecium was heteromerous. The morphological anomalies observed were explained by a tendency of the species to a splitting or abortion of some floral pieces. The mean number of viable pollens ( $224 \pm 90$  to  $510 \pm 78$ ) counted in anthers from 60 flowers was significantly different between floral types ( $p = 2.2 \cdot 10^{-16}$ ), leading to a probable influence on the fertilization success.

(3) The main pollinators consisted of 18 insect species from 16 distinct genera belonging to Hymenoptera and Diptera groups. The frequent species were *Apis mellifera*, *Hypotrigena sp.*, *Amegilla sp.*, *Meliponula lendliana*, *M. bocandei*, *Pachynomia amoenula*, *Lipotriches brachysoma* et *Rhinia apicalis*. They collected pollen grain and sucking nectar in the morning and evening and avoiding interspecific competition through shifts during their visit. One to seven individuals of the same species visited the flowers at the same time, duration varied from 11.5 to 20 seconds. Their abundance depended on the *I. gabonensis* density. They clustered in 3 distinct groups corresponding to three phytogeographical districts of Benin. Our results indicated that the sexual reproduction of *I. gabonensis* was not limited by its ecology thus assuming that the vulnerability of the plant species resulted from human activities. Further investigations must be conducted on this plant diversity to detect its most rich populations in Benin.

**Key words:** *Irvingia gabonensis* ; floral polymorphism ; pollen grain ; pollinators.

**Résumé :** *Irvingia gabonensis* est une des espèces alimentaires prioritaires pour la conservation en zone tropicale humide à cause de l'exploitation intensive de ses semences pouvant conduire à un faible pouvoir reproducteur et une faible régénération naturelle. Une des premières étapes pour définir les stratégies de conservation repose sur l'évaluation des paramètres de la reproduction. Le polymorphisme floral et les pollinisateurs de l'espèce ont été étudiés dans des parcs agroforestiers au Bénin sur 15 arbres à Dandihoué (Commune

d'Aplahoué), Etigbo (Commune de Kétou) et Djougou. Les données sont collectées à partir des observations *in situ* et des analyses de laboratoire.

(1) 60 inflorescences suivies au cours de l'anthèse pendant 24 heures ont montré un fort pourcentage d'ouverture des fleurs dans la nuit, de 20 h à 6 h. L'anthèse dépend de la lumière, la température et l'hygrométrie chez cette espèce.

(2) La structure des pièces de 2345 fleurs examinées sur 60 inflorescences a révélé que l'espèce est extrêmement polymorphe, elle présente cinq types floraux, les fleurs de type 5 caractéristiques des Irvingiacées sont plus fréquentes. 58,48 % des fleurs sont pentamères, 32,36 % tétramères, 6,54 % trimères, 2,15 % hexamères et 0,44 % heptamères. L'androcée est hétéromère. Les anomalies morphologiques observées s'expliqueraient par une tendance de l'espèce à un dédoublement ou d'avortement de certaines pièces florales. Le nombre moyen de pollens viables ( $224 \pm 90$  à  $510 \pm 78$ ) comptés dans les anthères de 60 fleurs est significativement différent entre types floraux ( $p = 2,2 \cdot 10^{-16}$ ). La proportion de chaque type floral peut donc influencer le succès de la fécondation.

(3) Les principaux pollinisateurs sont constitués de 18 espèces d'insectes de 16 genres différents appartenant au groupe des Hyménoptères et Diptères. Les espèces les plus fréquentes étant *Apis mellifera*, *Hypotrigona sp.*, *Amegilla sp.*, *Meliponula lendliana*, *M. bocandei*, *Pachynomia amoenua*, *Lipotriches brachysoma* et *Rhinia apicalis*. Elles récoltent le grain de pollen et sucent le nectar le matin et le soir et se relayent dans la visite, ce qui leur évite la compétition interspécifique. 1 à 7 individus de la même espèce visitent les fleurs en même temps, la durée de visite varie de 11,5 à 20 secondes. Leur abondance est fonction de la densité de *Irvingia gabonensis*. Ils se répartissent en 3 groupes distincts correspondant à trois districts phytogéographiques du Bénin. Nos résultats indiquent que la reproduction sexuée de *I. gabonensis* n'est pas limitée par son écologie suggérant ainsi que les activités anthropiques constitueraient les causes de la vulnérabilité de l'espèce. Des investigations plus approfondies doivent être conduites sur la diversité de l'espèce sur son aire de répartition au Bénin pour conserver les populations les plus riches.

**Mots clés :** *Irvingia gabonensis* ; polymorphisme floral ; grain de pollen ; pollinisateurs.

## 1. Introduction

*Irvingia gabonensis* est une espèce de forêts denses humides et de galeries forestières en Afrique subsaharienne. Elle représente l'une des espèces ligneuses alimentaires les plus menacées en zone tropicale humide. Globalement, le Nigeria et le Cameroun sont les principaux producteurs du pommier sauvage mais on en cultive aussi en Côte d'Ivoire, au Ghana, au Togo et au Bénin (Atangana et al. 2001). Au Bénin, son aire de répartition est située entre 6°30' et 8° de latitude nord ; ses fruits et ses graines font l'objet d'un commerce local, national et international par les femmes. Codjia et al. (2003) ont montré que c'est une espèce à grande valeur socio-économique et culturelle au sud du Bénin. C'est un arbre fruitier prioritaire pour la domestication (ICRAF, 1998). L'espèce est menacée dans sa régénération par une cueillette systématique de ses fruits avec pour effet la dégénérescence des populations qui prédispose l'espèce à une érosion génétique. Son écologie, son aire de distribution, sa densité, son état sanitaire, les problèmes de sa conservation, sa transformation et sa commercialisation, son amélioration génétique (variabilité génétique, techniques de multiplication végétative, biologie de reproduction, précocité de fructification, phénologie), sa régénération naturelle et artificielle, puis les techniques de sa conservation *in situ* sont les principales activités de recherche recommandées sur cette espèce (Eyog-Matig et al., 2002).

La demande en amandes est forte mais la disponibilité en semences en est souvent un facteur limitant pour plusieurs

raisons probables (faible pollinisation et pollinisateurs inadéquats dans des populations fortement dégradées et fragmentées, taux élevé d'avortement et de chute de jeunes fruits, fleurs hermaphrodites prédisposant l'espèce à une autogamie et une dépression de consanguinité (Bawa 1990, Leimu et al. 2006, Coates et al. 2007). En conséquence, il est important d'étudier les facteurs qui affectent le succès de formation des graines dont la première étape est la pollinisation (Wilcock et Neiland, 2002). De plus, les modes de reproduction sexuée des plantes sont souvent influencés par le système de compatibilité et certains traits floraux particuliers empêchant ou favorisant l'autofécondation (Ley & Claßen-Bockhoff, 2012). Des données superficielles sur la biologie reproductive du pommier ont révélé que *Irvingia gabonensis* porte des fleurs petites, jaunes, hermaphrodites produisant du nectar et du pollen. C'est une espèce préférentiellement allogame ; ses fleurs dégagent un parfum très intense qui attire les insectes, les graines sont dispersées par l'Homme et à travers l'appareil digestif des grands mammifères (Ujor 1995; Harris 1996). Le pommier sauvage présente une grande diversité de fruits tant dans la forme que dans ses dimensions et le goût (Ladipo et al. 1998). Cette variabilité caractérise de nombreuses espèces polyploïdes et elle pourrait être liée à une allogamie entre pieds hétérozygotes. Chez les plantes allogames, la nature du pollen et les systèmes de reproduction influencent significativement le rendement des semences viables. Pour évaluer la performance du système de reproduction sur la diversité intraspécifique de l'espèce, nous avons investigué :

\*Auteur correspondant : ewedjeben@yahoo.fr, Tél. +229 95406616  
BP 14, Dassa-Zoumé, Bénin  
Copyright © 2014 Université de Parakou, Bénin

(1) la biologie florale en étudiant les traits qui influencent directement le succès reproducteur (anthèse, structure florale et ressources florales),

(2) l'activité des insectes pollinisateurs (abondance, diversité, interactions, efficacité).

## 2. Méthodes

### 2.1. Milieu d'étude

Les travaux ont été conduits pendant la floraison couvrant la moitié de la grande saison sèche jusqu'au début des saisons pluvieuses (décembre à mars) à Dandihoué, Etigbo et Djougou où l'espèce est fréquemment consommée et domestiquée. Dandihoué et Etigbo comprennent des vergers ou parcs agroforestiers avec 17 à 28 pieds de l'espèce à l'hectare. A Djougou, l'espèce est grégaire et présente dans les jardins de case et champs. Ces différentes localités appartiennent aux zones guinéo-congolaises et guinéo-soudanienne caractérisées par des forêts semi-décidues sèches et savanes dérivées du Bénin (Adjanohoun *et al.* 1989).

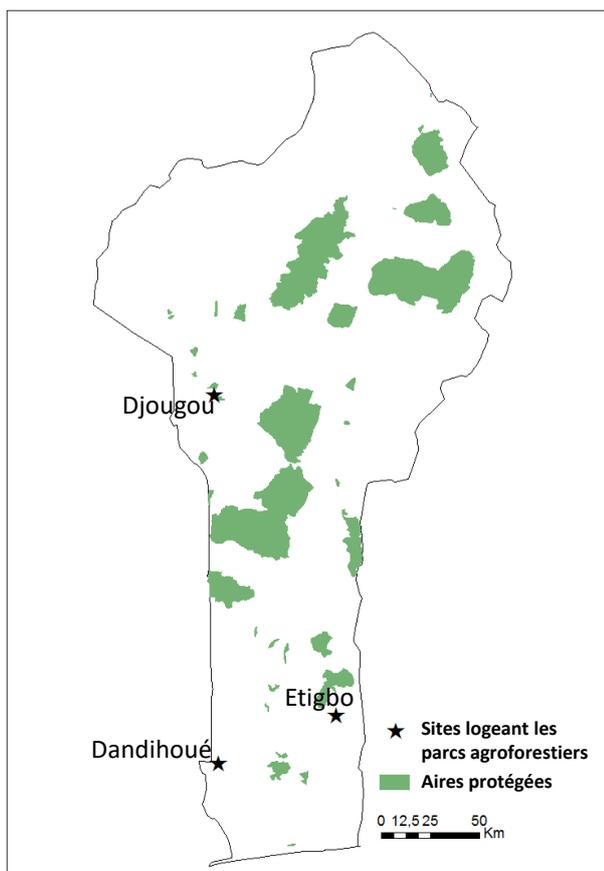


Figure 1 : Carte du milieu d'étude, montrant les trois sites dans le Bénin  
Figure 1 : Map of Benin indicating the location of the three sites sampled

#### Echantillonnage

Le matériel biologique comprend des fleurs et inflorescences prélevées sur 15 arbres de *Irvingia gabonensis* en âge

de floraison choisis au hasard (6 arbres à Dandihoué, 6 autres à Etigbo et 3 à Djougou), de 10 à 12 m de hauteur au maximum pour faciliter les observations. C'est une espèce qui commence à produire après 4-5 ans. Du point de vue de la structure diamétrale, les différents agrosystèmes sont hétérogènes et jeunes (arbres mesurant 30-40 cm de diamètre) caractérisés par une forte variation des diamètres des arbres en lien avec l'importance et l'histoire de l'espèce. Les arbres sont en effet plantés à des époques différentes, assurant l'extension des peuplements par des semis et en protégeant les jeunes plantules sous l'arbre-mère. A Dandihoué (Azovè), les arbres montrent une structure bimodale avec des optimums pour les classes d'âge 10 à 20 et 30 à 40 cm de diamètre à hauteur d'hommes. Par contre le parc Etigbo (Kétou) renferme peu de tiges d'avenir (dbh entre 0 à 10 cm) ; les arbres les plus abondants ont un diamètre compris entre 30 et 40 cm. Djougou n'est constitué que de pieds isolés.

### 2.2. Phases et phénomènes étudiés

#### 2.2.1.- Anthèse

Quatre inflorescences (soit au total 60 inflorescences) ont été choisies aléatoirement par arbre selon leur orientation vers les quatre points cardinaux. L'ensemble des boutons floraux de l'inflorescence prêts à s'ouvrir est suivi durant une journée entière de 24 h ; de 6 h du matin à la sixième heure du jour suivant. Les moments d'ouverture et de fermeture des fleurs sont observés et notés.

#### 2.2.2.- Polymorphisme floral et viabilité des pollens

##### Polymorphisme floral

Nous avons procédé à la dissection de l'ensemble des fleurs portées par 60 inflorescences et 15 arbres pour déterminer le nombre de fleurs / inflorescence, le sexe de la fleur, le pourcentage de fleurs mâles (gynécée absent ou stérile), de fleurs femelles (androcée absent ou stérile) et de fleurs hermaphrodites (androcée et gynécée fertiles). Des différences et anomalies éventuelles sont observées dans l'organisation du périanthe (nombre, la forme, la couleur, la préfloraison, la soudure ou non des pièces florales par verticille périanthaire), la structure de l'androcée (nombre d'étamines, de verticilles, structure d'une étamine, la soudure ou non des étamines, particularités éventuelles), la structure du gynécée (nombre de carpelles et liens, longistylie / brévistylie, position du gynécée par rapport aux autres pièces florales, présence/absence de disque nectarifère).

##### Viabilité du pollen

Le pollen est collecté pour mettre en évidence sa période de maturité, vérifier sa viabilité et celle de sa fertilité. 60 fleurs au total (12 fleurs de chaque type) sont collectées à différents stades de leur développement puis à différentes périodes de la journée comme l'ont préconisé Leduc *et al.* (1990) et Stanley et Linskens (1974). 420 étamines sont immergées directement dans une solution de Rouge de Carmin qui colore en rouge vif le pollen viable. Au labora-

toire, les étamines sont retirées puis chaque anthère est écrasée et montée entre lame et lamelle sous microscope. Un comptage exhaustif du nombre de cellules viables a été fait par anthère écrasée.

### 2.3.- Activités des pollinisateurs

Un rameau fleuri de 3 à 4 inflorescences et fortement fréquenté par les agents pollinisateurs est choisi au hasard sur un arbre, dès l'anthèse. L'activité journalière des pollinisateurs a été suivie, pendant 3 heures sur chaque arbre, trois fois par jour (6h-9h ; 11h-14h et 17h-19h) soit au total 9 heures d'observations par arbre. Chaque arbre est suivi pendant trois jours.

Les types d'agents pollinisateurs (espèces ou groupes taxonomiques) ; la fréquence (nombre moyen de visites par heure par inflorescence), le nombre maximal des butineuses qui rend compte de leur abondance, la durée des visites et leur comportement, sont notés. Les pollinisateurs sont capturés et conservés dans des bocaux adéquats contenant de l'alcool à 70° pour parfaire leur inventaire par l'identification précise au Centre de Contrôle Biologique « Biological Control Center for Africa » de l'IITA – Bénin ; les Hyménoptères ont été déterminés à l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique.

### 2.4.- Analyse des données

Le logiciel R a été utilisé. L'analyse descriptive a porté sur le pourcentage d'ouverture des fleurs, le pourcentage de fleurs mâles, femelles, et hermaphrodites. Des graphes rendent compte de l'évolution de l'ouverture / fermeture des fleurs et de la fréquence de visite des pollinisateurs en fonction du temps. La diversité de la structure florale a été résumée par des diagrammes floraux. Des tests statistiques (Anova, Kruskal-Wallis et régression linéaire) ont été effectués pour vérifier la différence significative des moyennes des différents paramètres (nombre d'étamines, nombre de pollens viables) en fonction des populations avec une transformation appropriée des données au cas où la distribution n'est pas normale. Le test de comparaison multiple de Tukey a été exécuté en cas de rejet de l'hypothèse d'égalité des moyennes. Une classification hiérarchique a permis de rendre compte de la diversité des pollinisateurs selon la latitude.

## 3. Résultats

### 3.1. Biologie florale

#### 3.1.1.- Anthèse

Le cycle floral couvre environ 20 jours comme l'illustre le tableau 1 ci-dessous. L'initiation florale (IF) dure 13 jours, les boutons floraux (BF) précoces apparaissent du 13ème au 16ème jour. Les fleurs épanouies (FI) précoces apparaissent le 16ème jour tandis que les tardives s'épanouissent le 20ème jour.

Les figures 2-A et 2-B montrent que l'ouverture des fleurs présente une allure logarithmique (taux cumulé). Les fleurs de *Irvingia gabonensis* commencent à s'ouvrir au coucher du soleil entre 16h et 17h30. Les périodes les plus favorables se situent dans la nuit :

- 1 à 2h (7% de fleurs ouvertes) et 5 à 6 h (11% de taux d'ouverture) à Dandihoué ;

- 20 à 21h (15% de fleurs ouvertes) et 3 à 4 h (18%) à Djougou.

En général à l'aube, plus de 90% des fleurs de l'inflorescence sont ouvertes comme l'indique le taux cumulé ; l'ouverture s'accompagne de l'émission d'une forte odeur parfumée.

#### 3.1.2.- Polymorphisme floral et viabilité des pollens

##### Polymorphisme floral

##### Nombre de fleurs par inflorescence

Toutes les fleurs de *Irvingia gabonensis* sont hermaphrodites et actinomorphes. Le taux de fleurs hermaphrodites est 100%. L'inflorescence composée et axillée par une feuille, est un racème paniculé comme le montre la Photo n°1 (en Matériel Supplémentaire). Le nombre de fleurs varie de 5 à 104 dans tout le milieu d'étude soit en moyenne 50±28 fleurs.

La figure 3 résume la distribution du nombre de fleurs par inflorescence pour les trois niveaux de la variable localité. Les graphes sont relativement symétriques.

Une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée pour tester l'hypothèse d'égalité des moyennes par localité. La valeur critique du test (0.067) est plus élevée que 5%, il n'y a pas de différence significative entre les localités (ANOVA, F = 2.8316 et 57 ddl) (Tableau 2). La distribution des résidus est presque normale par rapport à la distribution théorique des quantiles.

##### Type de fleurs

*Irvingia gabonensis* présente divers types de fleurs sur une même inflorescence comme l'illustre la Photo n°2 (voir Matériel Supplémentaire). On distingue les fleurs de types 3, 4, 5, 6 et 7 mais les fleurs de type 5, de type 4 et de type 3 sont les plus fréquentes comme indiqué au tableau 3.

Des cas de soudures de deux fleurs (fleurs de type 4 et 5) sont observés avec les ovaires soudés et prolongés par un style épais unique.

L'androcée est dialystémone, diplostémone. L'étamine est formée d'un filet long et arqué et d'une anthère introrse dorsifixe à fente de déhiscence longitudinale. Les filets avec leur orientation spatiale en forme de V portent les anthères situés à 0 à 3 mm au-dessus du style.

Le verticille interne de chaque type floral est hétéromère. Par exemple, les fleurs de type 3 sont formées de 6, 7, ou 8 étamines égales dont 3 sont situées sur le premier verticille alors que le deuxième verticille porte 3, 4 ou 5 étamines.

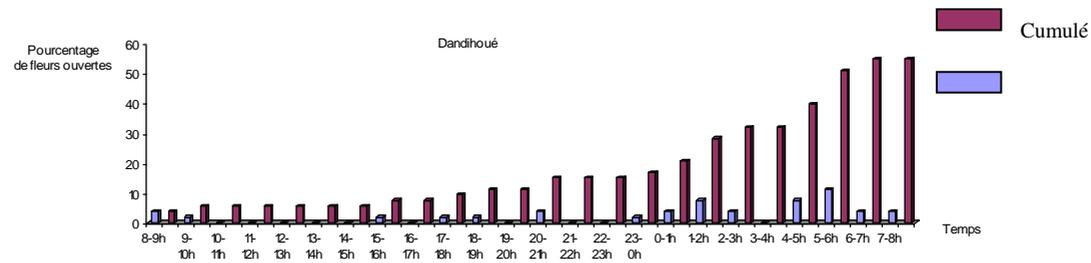
La figure 4 récapitule les observations et leurs pourcentages respectifs.

Tableau 1 : Evolution des inflorescences depuis l'initiation florale jusqu'à l'anthèse

Table 1: Progress of inflorescences from floral initiation to anthesis

Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
IF	■																					
BF													■	■	■	■						
Fl																■	■	■	■	■	■	

A : Dandihoué



B : Djougou

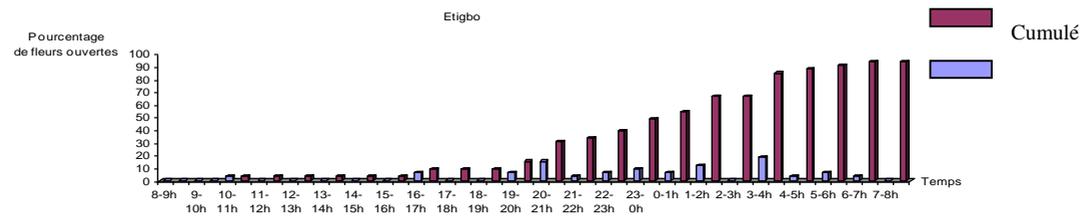


Figure 2 : Pourcentage de fleurs ouvertes à Dandihoué et à Djougou  
 Figure 2: Percentage of opened flowers in Dandihoué and Djougou

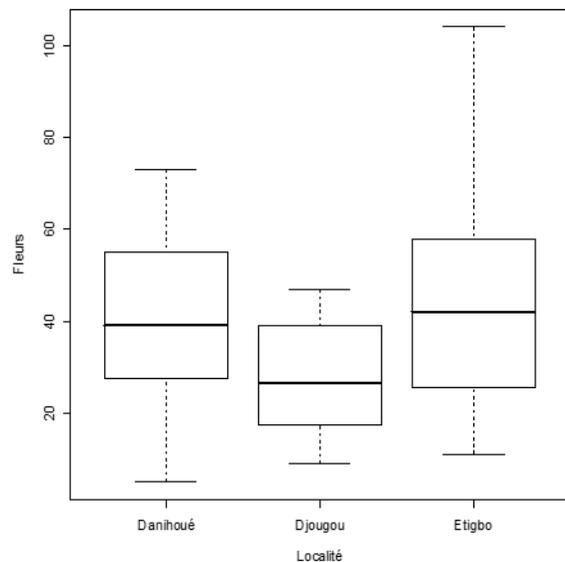


Figure 3 : Boite de dispersion du nombre de fleurs/inflorescence  
Figure 3: Boxplot of flower number per inflorescence

Tableau 2 : Nombre moyen de fleurs/inflorescence dans différentes localités  
Table 2: Mean number of flowers/inflorescence from different sites

	Moyenne	Somme des carrés	Degré de liberté	F value	Pr(>F)
Dandihoué	40 ± 18				
Djougou	27 ± 13	2292	2	2.8316	0.06723
Etigbo	44 ± 24				
Résidus	-	23069	57		

Tableau 3 : Proportions de chaque type floral de l'échantillon  
Table 3: Ratios of each flower type from the sample

	Fleur de type 3	Fleur de type 4	Fleur de type 5	Fleur de type 6	Fleur de type 7
Proportions (%)	6,54	32,66	58,48	2,15	0,44

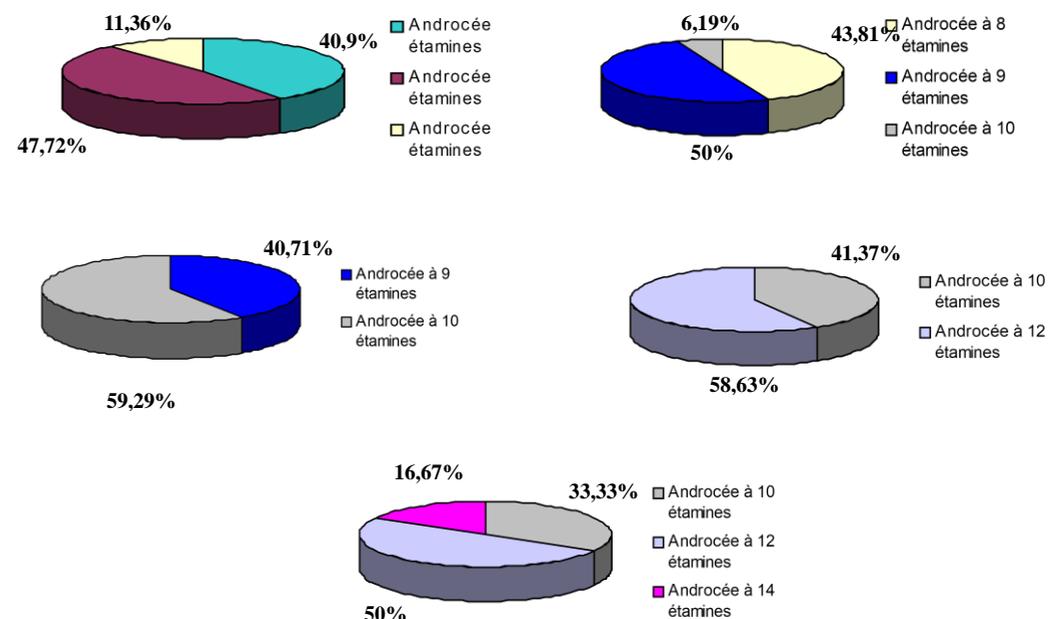
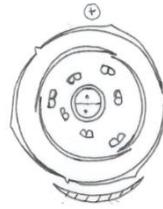


Figure 4 : Proportion de chaque type d'androcée par type de fleur  
Figure 4: Proportion of each type of androecium according to flower



FF : 3S+3P+(3+3)E+2C

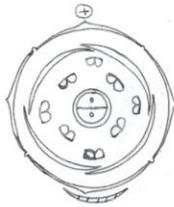


FF : 3S+3P+(3+4)E+2C

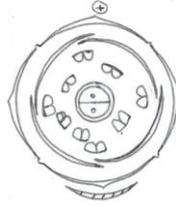


FF : 3S+3P+(3+5)E+2C

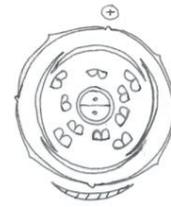
Diagramme des fleurs de type 3



FF : 4S+4P+(4+4)E+2C

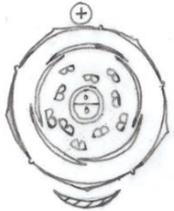


FF : 4S+4P+(4+4)E+2C

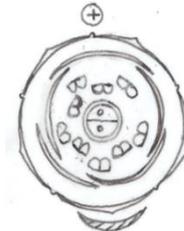


FF : 4S+4P+(4+4)E+2C

Diagramme des fleurs de type 4

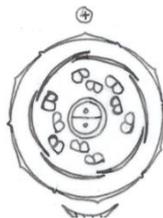


FF : 5S+5P+(5+5)E+2C

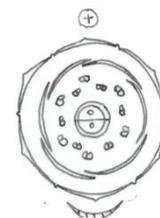


FF : 5S+5P+(5+4)E+2C

Diagramme des fleurs de type 5

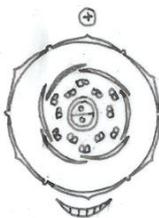


FF : 6S+6P+(6+4)E+2C

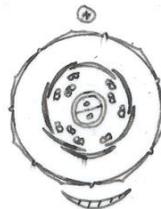


FF : 6S+6P+(6+6)E+2C

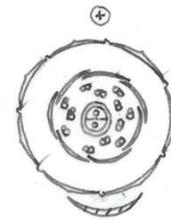
Diagramme des fleurs de type 6



FF : 7S+7P+(7+7)E+2C



FF : 7S+7P+(7+3)E+2C



FF : 7S+7P+(7+5)E+2C

Diagramme des fleurs de type 7

Figure 5 : Diagrammes floraux de *Irvingia gabonensis*

Figure 5: Floral diagrams of *Irvingia gabonensis*

Des cas de soudure de deux étamines normales par le filet ont été observés sur le verticille interne. Les diagrammes floraux de la figure n°5 ci-après récapitulent le polymorphisme floral intraspécifique observé.

#### Viabilité du pollen

Au stade bouton floral (5 jours avant l'anthèse), aucun grain de pollen n'a été observé. Les anthères observées à la loupe binoculaire sont encore fermées.

Le jour de l'anthèse, près de 95% des grains de pollen de tailles différentes sont colorés en rouge vif donc viables ; certains sont soudés les uns aux autres sous forme d'amas compacts de 3 à 4 grains. L'observation des étamines à la loupe binoculaire a montré que les anthères sont éclatées. La figure 6 montre que le nombre de pollens viables varie avec le type de fleurs, il est plus abondant au niveau des fleurs de type 5 ( $510 \pm 78$ ) et faible dans les fleurs de type 7 ( $224 \pm 90$ ) avec une distribution presque normale des résidus.

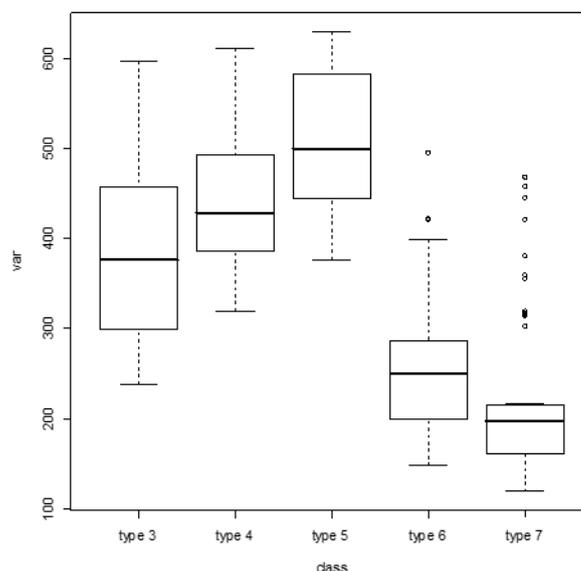


Figure 6 : Boite de dispersion du nombre moyen de pollens viables  
Figure 6: Boxplot of mean number of viable pollens

Tableau 4 : Nombre moyen de pollens par type de fleur  
Table 4: Mean number of pollen per flower type

	Moyenne	Somme des carrés	Degré de liberté	F value	Pr(>F)
Type 3	$379 \pm 95c$	0.19159	4	134.61	$2,2 \cdot 10^{-16}$
Type 4	$442 \pm 78d$				
Type 5	$510 \pm 78e$				
Type 6	$257 \pm 71a$				
Type 7	$224 \pm 90a$				
Résidus		0.10497	295		$R^2 = 64,6\%$

L'analyse de variance (Tableau 4) a permis de rejeter l'hypothèse  $H_0$  selon laquelle le nombre moyen de pollens viables est identique quel que soit le type de fleur. En effet, la valeur critique du test ( $2,2 \cdot 10^{-16}$ ) est plus faible au seuil de 5% ; la distribution des résidus est conforme à la distribution théorique des quantiles après deux transformations successives en logarithme à base 10 du nombre de pollens.

Les comparaisons multiples du test de Tukey réalisés montrent que le nombre moyen de pollens viables est significativement différent au seuil de 5% entre tous les types de fleurs sauf entre fleurs de type 6 et 7 ( $\text{Pr}(>F) = 20,40\%$ ).

Au stade fleur épanouie (24 h après l'anthèse), les grains de pollen viables deviennent moins abondants (49 à 430 soit 30% de l'ensemble) ; aucun amas n'a été observé comme précédemment. Lorsque les étamines sont flétries (48h après l'anthèse) ; toutes les pièces périnthaires sont tombées, les

anthères observées à la loupe ne sont plus que de simples cavités vides.

### 3.2.- Activité des pollinisateurs

La période d'activité des agents pollinisateurs coïncide avec la période pendant laquelle les fleurs sont ouvertes. En effet, les fleurs qui viennent de s'ouvrir dégagent une odeur très parfumée et produisent le nectar sur le disque et qui suinte les étamines pendantes jusqu'à l'anthère. Ce sont les insectes qui visitent les fleurs dès l'anthèse. Sur 55 espèces inventoriées et réparties en 42 genres en 7 ordres et 25 familles, 18 sont majoritaires. Le tableau 5 présente la liste des agents majoritaires. Ce sont des insectes de petite taille. Les groupes taxonomiques d'insectes les plus représentés sont les Diptères (51%) et les Hyménoptères (35%).

Tableau 5 : Liste des pollinisateurs majoritaires  
Table 5: List of main pollinators

N° d'ordre	Genre et espèce	Nutriment recherché			Identifié par
			Ordre	Familles	
1	<i>Villa</i> sp.	Nectar, pollen	Diptère	Bombyliidae	1
2	<i>Chrysomia</i> sp.	Nectar	Diptère	Calliphoridae	1
3	<i>Rhinia apicalis</i>	Nectar, pollen	Diptère	Calliphoridae	1
4	<i>Amegilla</i> sp.	Pollen, nectar	Hyménoptère	Apidae	1
5	<i>Ischiodon aegyptius</i>	Nectar	Diptère	Syrphidae	1
6	<i>Eumerus vestitus</i>	Nectar, pollen	Diptère	Syrphidae	1
7	<i>Apis mellifera</i>	Pollen, nectar	Hyménoptère	Apidae	1
8	<i>Meliponula bocandei</i>	Pollen, nectar	Hyménoptère	Apidae	2
9	<i>Meliponula lendliana</i>	Pollen, nectar	Hyménoptère	Apidae	2
10	<i>Meliponula togoensis</i>	Pollen, nectar	Hyménoptère	Apidae	1
11	<i>Pachynomia amoenula</i>	Pollen, nectar	Hyménoptère	Halictidae	2
12	<i>Trinomia cirrita</i>	Pollen, nectar	Hyménoptère	Apidae	2
13	<i>Lipotriches brachysoma</i>	Pollen, nectar	Hyménoptère	Apidae	2
14	<i>Lasioglossum</i> spp.	Pollen, nectar	Hyménoptère	Apidae	1
15	<i>Braunsapis</i> spp.	Pollen, nectar	Hyménoptère	Apidae	2
16	<i>Hypotrigona</i> sp.	Pollen, nectar	Hyménoptère	Apidae	1
17	<i>Afreumenes melanosoma</i>	Pollen, nectar	Hyménoptère	Eumenidae	2
18	<i>Oxybelus</i> sp.	Pollen, nectar	Hyménoptère	Crabronidae	1

<sup>1</sup>G. Goergen, Biological Control Center for Africa, IITA-Benin<sup>2</sup>Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique / B-1000 Bruxelles, Belgique

Les Diptères sont beaucoup plus actifs dans la succion du nectar, ils posent leur trompe sur le disque sur lequel suinte le nectar. La photo 3 (Matériel Supplémentaire) illustre ce comportement chez *Chrysomia* sp.

L'observation du gynécée à la loupe a montré des points réfringents que sont les glandes nectarifères, au nombre de quatre à six par disque ; elles sont situées au tiers inférieur du disque d'où suinte le nectar. La position spatiale et l'orientation de toutes les fleurs (pendantes) fait suinter le nectar sur les autres pièces florales dont l'étamine puis atteint l'anthère et lors de la succion du nectar l'insecte récolte et déplace le pollen d'une fleur à l'autre.

Quant aux Hyménoptères par contre, ils recherchent les deux nutriments. Les photos 4 et 5 (Matériel Supplémentaire) montrent des pelotes de pollens sur les pattes de *Hypotrigona* et *Meliponula*.

*Apis mellifera* est l'insecte le plus commun. En général, les insectes présentent deux périodes de butinage (Figure 6), très tôt le matin et le soir après le coucher du soleil. Par exemple, le matin de 7 à 10 h, l'abeille domestique présente la plus forte fréquence (92 à 103 visites / heure) ; la plus faible le soir de 16 h à 18h (2 visites/ heure). La visite de fleur est interrompue en plein soleil entre 10 h et 16 h. La durée moyenne de visite 11,5 secondes, comprise entre 7 et 16 s est fonction de l'activité (récolte de pollens et/ou succion de nectar) ; la densité moyenne des individus qui visitent une inflorescence au même instant est 3.

Le tableau 6 ci-après récapitule les résultats pour certains insectes suivis. Ce tableau montre nettement que la fréquence de visite est fonction de la densité de l'arbre.

Tableau 6 : Fréquence et densité de visite des pollinisateurs du pommier sauvage  
Table 6: Frequency and density of pollinator visit in *I. gabonensis*

Pollinisateurs	Fréquence de visite / heure				Densité moyenne (individus)	Durée moyenne de visites (secondes)
	Parcs agroforestiers (Dandi-houé, Etigbo)		Pieds isolés (Djougou)			
	Matin	Soir	Matin	Soir		
<i>Apis mellifera</i>	97	2			3	11,5
<i>Hypotrigona</i> sp	108	1	21	9	5	16
<i>Meliponula lendliana</i>	91	1	-	-	5	9,42
<i>Pachynomia amoenula</i>	134	27	24	0	7	20
<i>Rhinia apicalis</i>	31	0	3	0	2	18

Il existe un relais dans la visite qui évite la compétition interspécifique dans la visite des fleurs (cf. Figure 7) : les abeilles *Apis mellifera* sont les premières à exercer leurs activités avec un pic de fréquence entre 6 h et 7 h puis suivent respectivement *Hypotrigna* sp., *Pachynomia amoenua*, *Meliponula bocandei* et *Rhinia apicalis*. D'après ces figures, on voit nettement que la richesse spécifique des pollinisa-

teurs est plus élevée dans les parcs à Dandihoué et Etigbo où la densité des arbres est élevée (5 espèces d'insectes) qu'à Djougou (3). Le nombre d'espèces pollinisatrices recensées est respectivement 13, 8 et 3 à Dandihoué, Etigbo et Djougou.

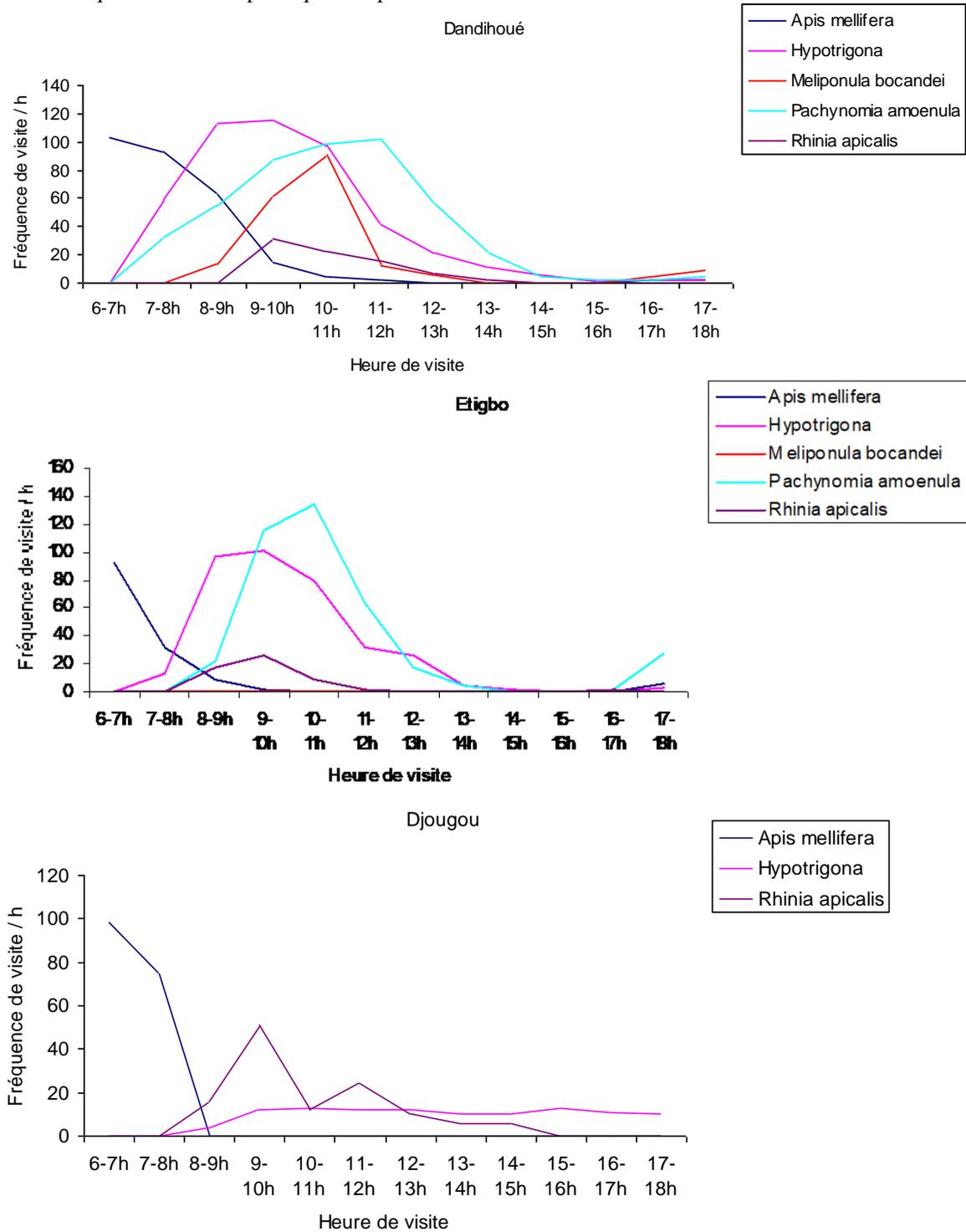


Figure 7 : Fréquence de visite de cinq pollinisateurs dans trois sites (Dandihoué, Etigbo, Djougou)  
 Figure 7: Frequency of visit of five pollinators in fom three sites (Dandihoué, Etigbo, Djougou)

La fréquence des visites de chaque insecte a été comparée par localité (2 et 33 ddl) et par temps (11 et 24ddl), au seuil de 5% :

(1) *Hypotrigona* sp : il n'existe pas de différence significative entre localité ( $\text{Pr}(>F) = 0,11$ ) mais la différence est significative pour le temps ( $\text{Pr}(>F) = 0,01$ )

(2) *Apis mellifera* : il n'existe pas de différence significative entre localité ( $\text{Pr}(>F) = 0,66$ ) avec des différences hautement significatives par temps ( $\text{Pr}(>F) = 1,46 \cdot 10^{-8}$ )

(3) *Rhinia* sp : il existe de différence entre localité ( $\text{Pr}(>F) = 0,47$ ), la différence est très hautement significative par rapport au temps ( $\text{Pr}(>F) = 8,08 \cdot 10^{-6}$ )

(4) *Pachynomia amoenula* : il n'existe pas de différence entre localités ( $\text{Pr}(>F) = 0,72$ ) mais la différence est hautement significative en fonction

du temps ( $\text{Pr}(>F) = 0,00014$ )

Nous avons observé de différence dans la typologie des espèces selon la latitude et la densité du peuplement. Trois groupes baptisés I, II et III d'agents pollinisateurs sont discriminés en fonction de la présence-absence des insectes qui récoltent le pollen (Figure 8).

Le groupe I est isolé à partir de 7 espèces spécifiques de Dandihoué situé au sud-ouest du Bénin : *Villa* sp, *Trinomia cirrita*, *Lipotriches brachysoma*, *Lasioglossum* spp., *Oxybelus* sp, *Meliponula togoensis* et *Braunsapis* spp.

Le groupe II, caractérisant Etigbo à l'ouest du Bénin est discriminé à partir de 6 pollinisateurs *Amegila* sp, *Eumerus vestitus*, *Pachynomia amoenula*, *Meliponula bocandei*, *Meliponula lendliana*, *Rhinia apicalis*. Mais seuls *M. lendliana* et *Amegila* sp. sont spécifiques de cette latitude. Les 4 autres sont communs à Etigbo et Dandihoué.

Le groupe III caractérise Djougou situé au nord-est du pays. Il est discriminé à partir de 4 espèces *Apis mellifera*, *Hypotrigona* sp, *Ropalidia* sp, *Chrysomia* sp. Seul *Ropalidia* est spécifique à cette localité, les trois autres à large distribution visitent les fleurs dans tout le milieu d'étude.

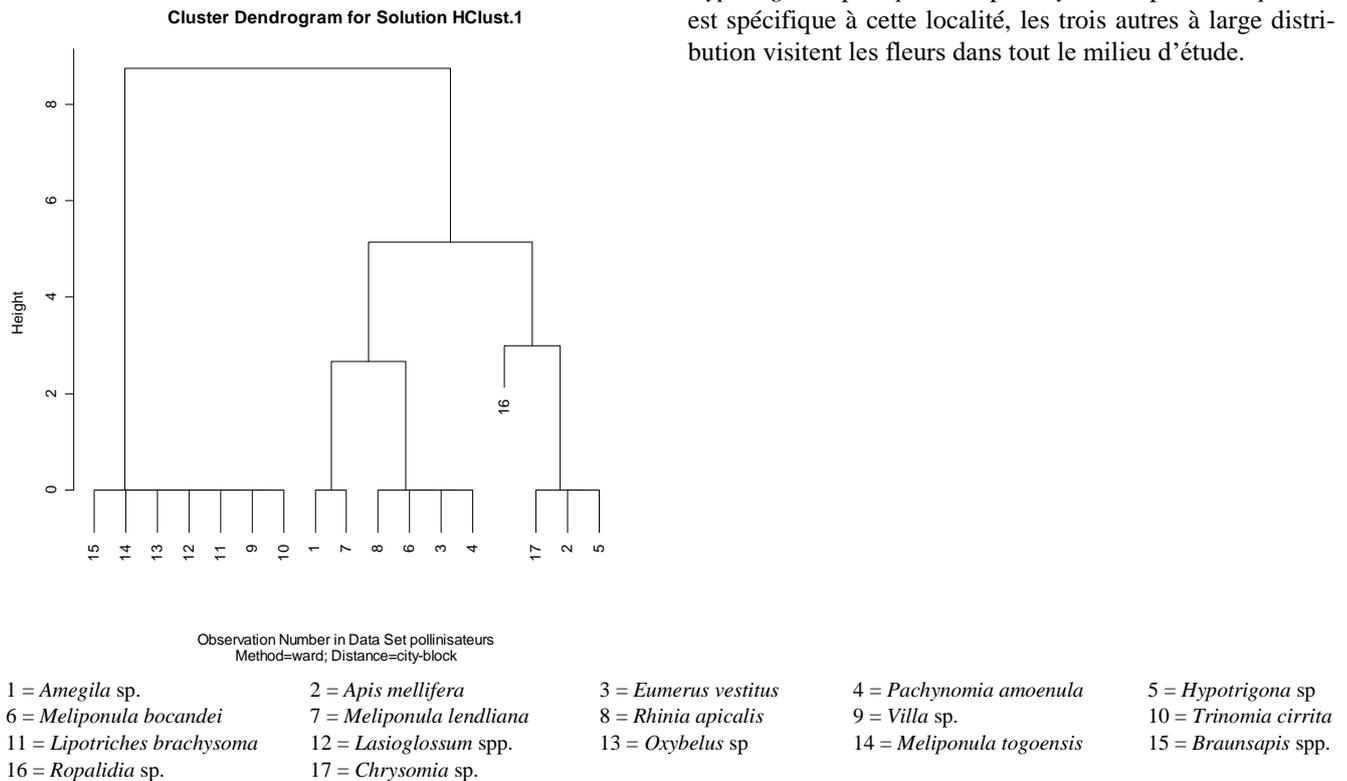


Figure n°8 : Classification hiérarchique des pollinisateurs en fonction de la latitude et de la densité de *Irvingia gabonensis*

Figure n°8: Hierarchical classification of pollinators according to the latitude and *I. gabonensis* density

## 4. Discussion

### 4.1. Biologie florale

#### 4.1.1.- Anthèse

L'anthèse a activement lieu la nuit de 20 h à 6 h du matin. Ce comportement floral est différent en général des cas ordinaires où la fleur s'ouvre le jour. Le phénomène d'ouverture de la fleur est contrôlé par des hormones sécrétées par la plante ; il se produit lorsque les pièces florales ont atteint leur taille définitive sous l'influence de la pression osmotique. Cette mobilisation de l'eau est favorisée en l'absence de la transpiration. L'anthèse est subordonnée de façon indirecte aux variations de la quantité de lumière, plus précisément appelé « photonastie » (Boutinot, 1999). On peut utiliser le terme de « nyctinastie », pour mieux désigner la réaction motrice des plantes à la succession rythmée des jours et des nuits. Il s'agit de mouvements circadiens qui se rencontrent uniquement chez les végétaux supérieurs en réponse à l'apparition de l'obscurité. Cela se traduit par exemple par la fermeture des pétales d'une fleur à la tombée du jour ou l'arrêt du mouvement des feuilles pour un grand nombre de légumineuses. Ces mouvements sont associés à la lumière diurne mais également aux variations de température et sont contrôlés par l'horloge circadienne et les récepteurs phytochromes.

La lumière contrôle l'ouverture et la fermeture des stomates qui à leur tour contrôlent le potentiel hydrique. Celui-ci provoque l'élongation cellulaire. Bien qu'il soit reconnu que la lumière joue un rôle de premier plan dans le déclenchement d'ouverture de la fleur, le fort pourcentage de fleurs ouvertes dans la nuit permet d'émettre l'hypothèse selon laquelle la température et l'hygrométrie sont des facteurs qui interfèrent dans le cas du pommier sauvage. Gorenflot (op. cité) a enregistré des cas similaires chez la Cactaceae *Cereus grandiflorus*. Les nuages auraient une action atténuante de la lumière dans la nuit, nos observations ont montré que cette période se situe entre 0 h et 5 h. L'ouverture précoce des fleurs à Dandihoué et à Etigbo dans la journée serait liée aux facteurs du milieu principalement l'effet de l'ensoleillement et de la chute de la température qui détermineraient l'ouverture de la fleur dans la journée entre 8 h et 10 h. La production de l'odeur qui suit l'ouverture de la fleur se justifie par la présence de dispositifs que Kengue (2002) a appelé osmophores pour attirer les insectes pollinisateurs ; il s'agit principalement du parfum tenace dont on ne connaît pas encore la nature. On ne sait pas non plus si cette substance volatile est sécrétée au niveau des pièces du périanthe, du disque ou du réceptacle floral mais nous avons remarqué que la teneur de l'essence diminue avec la chute des pièces périanthaires chez le pommier sauvage. Selon Kengue (2002), l'émission du parfum peut concerner aussi bien les fleurs hermaphrodites, mâles ou femelles chez les espèces qui en possèdent.

#### 4.1.2.- Polymorphisme floral

##### Types de fleurs et pièces florales

La proportion relative des types floraux montre que les fleurs pentamères sont prédominantes, ensuite suivent les fleurs tétramères et trimères. Cette forte proportion des fleurs de type 5 nous amène à dire que celles-ci caractérisent les Irvingiacées du genre *Irvingia* comme Aubreville (1962) et Harris (1999) l'ont décrit. En effet, *Irvingia gabonensis* présente des fleurs originellement de type 5 selon Aubréville (1959) et Berhaut (1975). Il nous est apparu cependant à travers nos observations que c'est une espèce extrêmement polymorphe qui présente cinq types floraux. Cette observation a déjà été faite par Pauwels (1993) qui a décrit chez les Irvingiacées des fleurs tétramères et pentamères avec un androcée portant 8 à 10 étamines. Cette variation du type floral se conçoit bien si l'on admet avec Gorenflot (1989) que « le type floral comme le type normal d'organisation est une notion d'ordre statistique. Car il n'est pas forcément constant, variant plus ou moins autour d'un état modal » c'est à dire autour d'une moyenne. Ainsi se justifie le plus fort pourcentage (58,48%) de fleurs de type 5 rencontré dans le jeu de données.

L'existence des fleurs méiomères ou pléiomères au niveau de l'androcée à 10 étamines normalement chez *Irvingia gabonensis* pose un problème quant à leur origine. De telles modifications peuvent être à l'origine de cultivars, lorsqu'elles sont héréditairement fixées d'où leur importance pour la phylogénèse. L'hétéromérie des cycles périanthaires et staminaux est-elle originelle ou secondaire ? Dans le second cas, doit-elle être considérée comme issue de l'avortement, de la soudure ou du dédoublement de certaines catégories de pièces florales comme Emberger (1960) en a émis l'hypothèse ? Si les cas de méiomérie constatés chez *Irvingia gabonensis* peuvent être expliqués par des anomalies résultant d'un avortement concomitant de certaines pièces florales à indiquer avec précision en suivant ultérieurement le développement de fleurs normales, les cas de pléiomérie nous semblent plus complexes à interpréter. Comment expliquer en effet l'existence des fleurs à 18 et 19 étamines et des fleurs à étamines ramifiées sans se contenter d'évoquer tout simplement le dédoublement de certaines pièces ? Ces fleurs, avec un nombre double de pièces périanthaires ajoutées au nombre relativement double d'étamines d'un androcée originellement diplostémone, nous permet de supposer avec Emberger (1960) d'après Velenowsky, qu'il s'est produit, comme pour *Lonicera* (Caprifoliaceae), un passage par condensation. Il en résulte deux fleurs soudées ou une fleur pléiomère. Ce serait, comme le soutient Gorenflot (1989), une voie d'évolution vers l'état floral à partir de l'état inflorescentiel. Le faible pourcentage des fleurs pléiomères (2,15%) pour les fleurs hexamères, (0,44%) pour les fleurs heptamères et la rareté des fleurs à 18 et 19 étamines ne peut s'expliquer que par la faible tendance de *Irvingia gabonensis* à emprunter la voie du dédoublement des pièces florales. Le pourcentage relativement élevé de fleurs tétramères (32,36%) peut s'expliquer

par une aptitude génétique de cette espèce à l'avortement de certaines pièces florales.

Des observations similaires ont déjà été faites aussi par Kambou (1997) sur *Anogeissus leiocarpus* (Combretaceae) dont l'androcée diplostémone présente un nombre variable d'étamines (6 à 10). Des cas de trimérie, de tétratémérie, et d'hexamérie ont été observés par Emberger chez certaines espèces de Dicotylédones appartenant aux familles des Polygonacées, Fagacées, Aristolochiacées, Thymelaeacées, Celastracées, Rubiacées, Lythracées.

#### Pollens

Diallo (2001) a compté un nombre faible de pollens viables (32 à 167) chez *Tamarindus indica* contre 311 à 904 chez le pommier sauvage au stade de boutons floraux. Dès que la fleur s'ouvre, l'anthère s'éclate et laisse échapper les nombreux grains de pollen. C'est ce qui traduit la diminution du nombre de pollen compté dans la fleur épanouie 24 h après l'anthèse (49 à 430 grains). Le pollen viable est donc disponible sur une courte période (0 à 24 h) après l'anthèse chez le pommier sauvage contre 12h chez le tamarinier (Radhamani *et al.*, 1993). Ces résultats montrent que la production des deux principales ressources que recherchent les visiteurs sur le pommier sauvage (nectar et pollen) n'est pas permanente durant toute la vie de la fleur. Ces nutriments produits par la plante peuvent donc se révéler limitantes pour les pollinisateurs mais ceux-ci ont su synchroniser leur période de visite à cette période de disponibilité de pollens avec pour conséquences un transport efficace de pollens viables. Ces observations confirment celles de Stone *et al.* (1995) qui ont noté que d'une manière générale, la viabilité du pollen décroît rapidement avec l'âge et la durée d'exposition de la fleur aux conditions environnementales. Ceci témoigne combien il est important que le pollinisateur arrive au bon moment pour transporter le pollen.

Par ailleurs, les résultats présentés montrent qu'il existe une différence significative du nombre de pollens viables contenus dans les boutons floraux de type 7 par rapport à ceux des autres types (fleurs de types 3, 4, 5, 6). La variation du nombre de pollens suit celle du type de fleurs dans l'inflorescence (avec par ordre de décroissance le type 5, 4, 3, 6 et 7). Ce résultat justifie l'hypothèse selon laquelle les fleurs de type 5 sont caractéristiques du genre *Irvingia*.

#### 4.2. Activités des pollinisateurs

La plupart des Apoïdées observées sur *Irvingia gabonensis* (*Meliponula lendliana*, *M. togoensis*, *M. bocandei*, *Apis mellifera*, *Hypotrigona*) visitent également les fleurs du safoutier *Dacryodes edulis* au Cameroun (Tchuengueem *et al.*, 2001).

La période de visite coïncide avec l'anthèse. Les pollinisateurs ont adapté leur activité de butinage à la biologie du pommier sauvage pour une exploitation optimale des produits floraux que celui-ci leur offre.

La forte fréquence des insectes observée le matin entre 6 h et 10 h nous amène à dire que cette période correspond au moment de grande disponibilité de nutriments recherchés par ces insectes sur les fleurs de *Irvingia gabonensis*. Lorsque ces ressources sont disponibles en grande quantité sur plusieurs arbres, il s'ensuit une abondance de pollinisateurs d'où une richesse spécifique élevée des insectes dans les peuplements par rapport à un milieu ouvert. En effet, le nombre élevé de pieds dans les parcs crée un environnement plus favorable : forte odeur parfumée, nombreuses fleurs avec des pollens et le nectar) disponibles à la fois d'un point à l'autre, hygrométrie ... L'abondance des abeilles domestiques a été mise à profit ; les propriétaires des peuplements ont installé des ruchers traditionnels pour l'apiculture.

Nos résultats ont révélé qu'il existe deux périodes de visite correspondant aux temps de disponibilité des nutriments collectés par les insectes. L'ensoleillement, la température et l'hygrométrie constitueraient des facteurs influençant la production de ces ressources. En effet, les travaux réalisés par Yédomonhan (2004) ont montré que l'activité journalière des abeilles *Apis mellifera* s'étend du matin au soir ; ces insectes connaissent la période d'émission et de disponibilité optimales du ou des nutriments recherchés sur les fleurs mais l'activité diminue avec l'ensoleillement. Cette période de faible activité se situe donc entre 11 h et 15 h durant laquelle tous les insectes ont réduit leur fréquence de visite excepté *Rhinia apicalis* et *Hypotrigona sp.* qui ont maintenu leur fréquence de visite à Djougou. Les résultats obtenus dans la matinée (3 individus de *Apis* x 97 visites par heure soit 291 individus par heure) sont faibles par rapport à ceux obtenus par Yédomonhan sur le maïs (1320 individus par heure) mais ils sont plus élevés que ceux estimés sur le souchet *Cyperus rotundus* par le même auteur dans la forêt de la Lama. Chez *Hypotrigona sp.*, nous avons obtenu 540 individus (5 individus x 108) par heure à Dandihoué contre 273 individus (21 individus x 13) par heure à Djougou. Toutefois ces données ne rendent pas compte de la quantité de pollens transportés par les différentes espèces d'insectes.

La densité des abeilles *Apis mellifera* obtenue (5) est plus élevée que celle obtenue par Tchuengueem *et al.* (1998) sur *Dacryodes edulis* et *Bombax costatum* (respectivement 1 et 2). La quantité de nutriments disponibles, les structures attractives de la fleur représenteraient les facteurs favorables de *Irvingia gabonensis*.

Si nous supposons que le temps moyen de visite est la somme du temps mis pour récolter le pollen et celui mis pour sucer le nectar, les durées de visite obtenus le matin (11,5 – 16 – 9,42 et 20 secondes respectivement pour *Apis mellifera*, *Hypotrigona sp.*, *Meliponula lendliana* et *Pachynomia amoenua*) sont proches de celles de Tchuengueem *et al.* (1998) avec l'abeille domestique *Apis mellifera* soit une durée de visite de 21,63 secondes obtenue chez *Bombax costatum* (19,6 s pour le nectar + 2,03 s pour le pollen). Selon ces auteurs, le temps de visite varie avec la saison et l'année.

Le relais observé dans la visite des fleurs du pommier sauvage par les diverses pollinisateurs et le nombre d'individus visitant l'inflorescence au même instant traduit

l'absence de compétition entre les espèces comme chez le tamarinier (Diallo, 2001).

Chez les Calliphoridae beaucoup plus spécifiés dans la succion du nectar par exemple chez *Rhinia apicalis*, le nombre de visites par heure est faible dans les trois localités. Cela s'explique par le temps que ces suceurs mettent au cours d'une visite sur l'inflorescence qui réduit la répétition des visites. Ce temps de visite atteint plusieurs minutes avec d'autres Calliphoridae tels que les mouches *Chrysomia* sp. (183s en moyenne), *Musca domestica* (107s en moyenne) que l'on retrouve fréquemment dans les jardins de cases. En considérant le temps de visite des Apidae et celui des Calliphoridae, on aboutit à la conclusion que la récolte du pollen a lieu en un temps relativement court.

En général, les Hyménoptères passent d'une inflorescence à une autre en moins de 20 secondes. Ce sont des insectes les mieux adaptés à la pollinisation au regard de leur rythme de butinage, leur corps poilu ou la présence de corbeilles qui permet de récolter et de stocker le pollen. De nombreux auteurs ont montré cette importance des abeilles dans la pollinisation des fleurs (Waddington, 2001 ; Sedgley et al. 1992 ; Thomson, 1986). Ce sont les ouvrières qui sont les seuls individus équipés dans la récolte du nectar pour fabriquer le miel. En étudiant le transport et le dépôt de grains de pollen par les abeilles, Thomson (1986) a rapporté que le nombre de grains de pollens déposés sur les stigmates varie largement d'une fleur à une autre en relation avec la quantité de nectar disponible au cours de la visite ; le temps de visite étant proportionnel à la quantité de nectar disponible. Lors de la collecte de pollen, la butineuse l'humecte avec les sécrétions de ses glandes mandibulaires puis le transporte sur les pattes postérieures jouant le rôle d'une corbeille à pollens. En étudiant les plantes mellifères et la production du miel par les abeilles *Apis mellifera*, Yédomonhan (2004) a rapporté que le pollen est transporté dans la ruche sous forme de pelotes métatarsiques par les abeilles. Dans la ruche, le pollen constitue la source de protéines et sert principalement à nourrir les larves jusqu'au stade de jeunes adultes. Les abeilles nourrices consomment du pollen pour produire la gelée servie aux abeilles. Les jeunes adultes en consomment également de grandes quantités pour développer leurs glandes à venin et hypopharyngiennes. L'organisation des activités serait la même que chez les espèces des genres *Trigona*, *Hypotrigona*, *Meliponula*. Si ceux-ci sont de vrais pollinisateurs, les Syrphidae recensés (*Eristalinus* sp., *Eumerus vestitus*, *Syrpitta fasciata*), récolteurs de pollens sont par contre des pollinivores dont le corps est glabre et selon Buchmann (1993) l'ingestion de pollen à haute valeur protéinique par ces insectes contribue grandement à leur nutrition et la capacité pour la femelle d'ovipositer fréquemment. *Trigona* sp est une abeille sociale dépourvue de dard qui diversifie ses sources d'approvisionnement en pollen par la visite de plusieurs espèces végétales ; il produit de très faible quantité de miel prisé en pharmacopée.

En marge de l'effet du peuplement, il existe des différences significatives des pollinisateurs en fonction de la localité. En effet, chacune des localités appartient à des

districts phytogéographiques distincts avec des facteurs climatiques, édaphiques et des formations végétales caractéristiques pouvant favoriser la présence ou l'absence des espèces :

- Dandihoué est situé dans le guinéen occidental de la région à affinité guinéo-congolaise avec des précipitations importantes où la pluviométrie atteint 1000 à 1200 mm d'eau par an (Adjanooun, 1989). C'est un secteur de forêt semi-décidue sèche.

- Etigbo est contenu dans le guinéen central de la région à affinité guinéo-congolaise avec un climat de type soudano-guinéen caractérisé par la disparition progressive de la petite saison sèche et des précipitations pouvant atteindre 1100 mm d'eau par an. C'est un secteur de forêts denses sèches.

Ces deux localités partagent des espèces en commun : *Meliponula bocandei*, *Pachynomia amoenula*, *Eumerus vestitus*. Selon Adomou (2005), les deux parcs agroforestiers appartiennent à la même région phytogéographique traversée par la vallée de l'Ouémé qui l'a séparée en deux zones : l'une à l'est (Etigbo) et l'autre à l'ouest (Dandihoué). La différenciation entre les pollinisateurs de ces deux localités pourrait s'expliquer par cette barrière physique qui a eu sans doute des effets cumulés au cours du temps dans la différenciation du climat.

- Djougou est situé beaucoup plus au nord-ouest de la zone guinéo-soudannienne, avec une forte pluviométrie (1300 mm d'eau par an) et deux pollinisateurs communs aux localités précédentes et à large spectre d'activité : *Hypotrigona* sp. et *Apis mellifera*. Ce secteur apparait comme une enclave de la forêt semi-décidue du Ghana et du Togo dans cette région phytogéographique.

## 5. Conclusion

L'étude sur l'écologie de reproduction d'*Irvingia gabonensis* a montré que l'anthèse a lieu le soir sous l'influence de la lumière, la température et l'hygrométrie. L'espèce présente un polymorphisme floral en relation avec un phénomène de dédoublement, de soudure ou d'avortement de certaines pièces florales au niveau du périanthe et de l'androcée caractérisé par une diplostémonie. *Irvingia gabonensis* présente cinq types floraux dans l'inflorescence mais avec une prédominance de fleurs de type 5 avec une différence du nombre de pollens viables. 62% d'Hyménoptères et 18% de Diptères constituent les principaux pollinisateurs, suceurs de nectar et collecteurs actifs ou passifs de pollens. Il existe une différence dans la typologie des agents pollinisateurs en relation avec la latitude et la densité des arbres : trois groupes de localités sont identifiés ; deux dans la zone guinéo-congolaise où l'espèce est dense (Dandihoué au Sud-Ouest ; Etigbo au Sud-Est) et un troisième dans la zone de transition guinéo-soudannienne (Djougou, Nord-Ouest).

Le polymorphisme floral, la structure florale et l'abondance des pollinisateurs pour un bon flux de pollens

entre individus et populations, sont des caractères qui renforcent l'auto-compatibilité l'espèce et favorisent son succès reproducteur. Nos résultats suggèrent que la reproduction sexuée d'*I. gabonensis* n'est pas limitée par son écologie suggérant ainsi que les activités anthropiques constitueraient les causes de la vulnérabilité de l'espèce. Toutefois dans le cadre de la conservation de l'espèce, des investigations plus approfondies doivent être conduites sur la diversité de l'espèce dans son aire de répartition au Bénin pour identifier les populations les plus riches.

## CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt

## RÉFÉRENCES

- Adomou A. C., 2005. Vegetation patterns and environmental gradients in Benin : implications for biogeography and conservation. PhD Thesis, University of Wageningen. 136pp
- Adjanohoun E. J., Adjakidje V., Ahyi M. R. A., Ake Assi I., Akoegninou A., d'Almeda J., Apovo F., Bouke F. K., Chadare M., Cusset G., Dramané K., Eyme J., Gassita J.-N., Gbaguidi N., Goudote E., Guinko S., Houngnon P., Issa Lo., Keita A., Kiniffo H.V., Kone-Bamba D., Musampa Nseyya A., Saadou M., Sodogandji Th., de Souza S., Tchabi A., Zinsou Dossa C., Zohoun Th., 1989. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République populaire du Bénin. ACCT., Paris, France, 895 p.
- Atangana A.R., Tchoundjeu Z., Fondoun J.-M., Asaah E., Ndoumbe M. & Leakey R.R.B., 2001. Domestication of *Irvingia gabonensis*: I. Phenotypic variation in fruits and kernels in two populations from Cameroon. *Agroforestry Systems* 53: 55-64.
- Aubreville A. 1959. *La flore forestière de la Côte d'Ivoire, Tome 1*, 2è éd. CTFT Nogent sur Marne
- Aubreville A. 1962. *Flore du Gabon n° 3 : Irvingiacées, Simaroubacées, Burséracées*. Muséum Nat. d'Hist. Naturelle, Labo de Phanérogamie Paris. 101 p.
- Bawa K.S., 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 399-422. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.21.1.399>
- Berhaut J., 1971-1979. *Flore illustrée du Sénégal*. Ed. Clair Afrique, Dakar, Sénégal Tome I-IX. 329p.
- Boutinot D., 1999. *Alternance Jour / nuit et effets sur les plantes*. 6 pages. [www.univers-nature.com](http://www.univers-nature.com)
- Buchmann S. L. 1983. Buzz pollination in angiosperms. In *Handbook of Experimental Pollination Biology*. (Jones, C.E. and Little, R.J.; eds), pp 73-113
- Coates D.J., Sampson J.F. & Yates C.J. 2007. Plant mating systems and assessing population persistence in fragmented landscapes. *Australian Journal of Botany* 55: 239-249. <http://dx.doi.org/10.1071/BT06142>
- Codjia J.T.C., Assogbadjo A.E. & Ekué M.R.M. 2003. Diversité et valorisation au niveau local des ressources végétales forestières alimentaires du Bénin. *Cahiers Agricultures* 12 : 321-331.
- Diallio O.B. 2001. *Biologie de la reproduction et Evaluation de la diversité génétique chez une Légumineuse: Tamarindus indica L.* (Caesalpinaceae). Thèse de Doctorat de l'Université de Montpellier II: Sciences et Techniques du Languedoc. 101p.
- Emberger, L., 1960. *Les végétations vasculaires*. Fascicule 1. *Traité de Botanique Systématique*. Masson et C<sup>ie</sup> Editeurs. Librairies de l'académie de médecine 120, boulevard Saint-Germain, Paris-VI<sup>e</sup>. 753 p.
- Eyog-Matig O., Gaoue Gande O. & Dossou B. 2002. Réseau "Espèces Ligneuses Alimentaires" *Compte rendu de la première réunion du Réseau 11-13 Décembre 2000*, CNSF Ouagadougou, Burkina Faso; 235p + Annexes.
- Gorenflot R., 1989. *Biologie végétale – plantes supérieures 2. appareil reproducteur*, 2<sup>e</sup> édition – Masson 248p.
- Harris D. J., 1999. Irvingiaceae, Species Plantarum: *Flora of the World* (Part 1:1-25)
- Harris D.J. 1996. A revision of the *Irvingiaceae* in Africa. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 65: 143-196.
- ICRAF. 1998 *Agroforestry Database. Irvingia gabonensis* (Aubrey-Lecomte ex O. Rork). 3 pages. [www.agroforestry.org/Sites/TreeDBS](http://www.agroforestry.org/Sites/TreeDBS).
- Kambou S. 1997. *Etude de la biologie de reproduction de Anogeissus leiocarpus (DC.) Guill. et Perr. au Burkina Faso*, Thèse de Doctorat de Troisième Cycle. Université de Ouagadougou. 188p.
- Kengue J. 2002. *Fruits for the Future 3. Safou: Dacryodes edulis G. Don*. International Centre for Underutilized Crops, Southampton, UK, 147 p.
- Ladipo D.O., Fondoun J.M. & Ganga N. 1998. Domestication of the bush mango (*Irvingia* spp.): some exploitable intraspecific variations in west and central Africa *In Domestication and commercialization of non-timber forest products in agroforestry systems. Non-Wood Forest Products* 9. <http://www.fao.org/docrep/w3735e/w3735e25.htm>
- Leduc N., Douglas G.C., Monnier M. & Connolly V. 1990. Pollination in vitro : effects on growth of pollen tubes, seed set and gametophytic self-incompatibility in *Trifolium pratense* L. and *T. repens* L. *Theoretical and Applied Genetics* 80:657-664. [72, 151].
- Leimu R., Mutikainen P., Koricheva J. & Fischer M. 2006. How general are positive relationships between plant population size, fitness and genetic variation? *Journal of Ecology* 94: 942--952. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2006.01150.x>
- Ley A.C & Claßen-Bockhoff R. 2012. Floral synorganization and its influence on mechanical isolation and autogamy in Marantaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 168: 300-322. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.2011.01202.x>
- Pauwels L. 1993. *Guide des arbres et arbustes de la région de Kinshasa – Brazzaville*. Jardin botanique national de Belgique, Meise. 495p.
- Radhamani A., Nicodemus A., Nagarajan B., Mandal A.K. & Subramanian K.N. 1999. Reproductive biology and breeding system studies in *Tamarindus indica* L. *Proceeding of International Symposium on Pollination Tropics*, 1993, India (Eds.) G.K. Veeresh, R. Uma Shanker and K.N. Ganeshiah, Published by IUSSI-Indian Chapter, Bangalore, pp. 33-35

Sedgley M., Harbard J., Smith R-M.M., Wickneswari R. & Griffin A.R. 1992. Reproductive biology and interspecific hybridisation of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis* A.Cunn. ex Benth. (Leguminosae: Mimosaceae). *Australian Journal of Botany* 40: 37-48.

Stanley R. G. & Linskens H.E., 1974. Pollen: biology, biochemistry and management. Springer Verlag, New York, USA.

Stone J.L., Thomson J.D. & Dent-Acosta S.J. 1995. Assessment of pollen viability in hand-pollination experiments: a review. *American Journal of Botany* 82:1186-1197

Tchuenguem Fohouo F.N., Mapongmetsem P.M., Hentchoyhem J. & Messi J., 1998. Comportement d'*Apis mellifera* sur les fleurs de quatre plantes oléagineuses dans l'Adamaoua (Cameroon): *Dacryodes edulis*, *Vitellaria paradoxa*, *Lophira lanceolata* et *Bombax costatum*. CTA, AAI GTZ Actes du 2<sup>ème</sup> Séminaire SAFOU : 89-95.

Tchuenguem Fohouo F-N., Messi J. & Pauly A. 2001. Activités de *Meliponula erythra* sur les fleurs de *Dacryodes edulis* et son impact sur la fructification. *Fruits* 2001, vol. 56, p179-188. CIRAD/EDP Sciences

Thomson J. T. 1986. Pollen transport and deposition by bumble bees in *Erythronium*: Influences of Floral Nectar and Bee Grooming. *Journal of Ecology*, Vol 74 N°2. 329-341.

Waddington K. 2001. Subjective evaluation and choice behavior by nectar-and pollen-collecting bees. In L. Chittka & J. Thomson (Eds.), *Cognitive Ecology of Pollination: Animal Behaviour and Floral Evolution* (pp. 41-60). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511542268.004

Wilcock C. & Neiland R. 2002. Pollination failure in plants: why it happens and when it matters. *TRENDS in Plant Science* 7 (6): 270-277

Ujor G.C. 1995. Reproductive biology of *Irvingia gabonensis* (O'Rorke) Bail. in southern Nigeria: phenology, floral biology and varietal characteristics. PhD Thesis, University of Ibadan, Nigeria.

Yedomonhan H., 2004 – Plantes mellifères et miel du Bénin : cas de la forêt classée de la Lama. Mémoire DEA Université de Lomé. 65p.

## MATÉRIELS SUPPLÉMENTAIRES



Photo n° 1: Une inflorescence à 45 fleurs  
Picture 1: Inflorescence displaying 45 flowers



Photo n°2 : Une inflorescence détruite et montrant la fleur de type 3 (centre), type 4 (gauche), type 5 (droite)

Picture 2: A destroyed inflorescence showing the flower of type 3 (center), type 4 (left), type 5 (right)



Photo n° 3 : Succion du nectar par les mouches (*Chrysomya* sp).  
Picture n°3: Nectar suction by *Chrysomya* sp.



Photo n° 4 : Pollen récolté par *Hypotrigena* sp. Photo n° 5 : Pollen récolté par *Meliponula lendhana*  
Picture n°4: Pollen collected by *Hypotrigena* sp. Picture n°5: Pollen collected by *M. lendhana*



# Influence des pratiques culturales et du rythme de coupe sur la valeur nutritionnelle de *Solanum macrocarpum* et *Amaranthus hybridus*

Sènan VODOUHE-EGUEH<sup>1</sup>, Kowiou ABOUDOU<sup>1,2</sup>, Cherif ALIDOU<sup>1</sup>, Mohamed M. SOUMANOU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université d'Abomey-Calavi, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée, Unité de Recherche en Génie Enzymatique et Alimentaire, Bénin

<sup>2</sup>Université de Liège, Unité des Sciences et Formulation des Aliments, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux/Belgique

Reçu le 30 Septembre 2014 - Accepté le 27 Octobre 2014

## Effects of cultivation practices and rate of cutting on nutrient composition of *Solanum macrocarpum* and *Amaranthus hybridus*

**Abstract:** The influence of cultivation practices and rate of cutting on the nutritional value of *Solanum macrocarpum* and *Amaranthus hybridus* was studied. The dry, ash, protein, lipid, fiber and mineral contents of raw and cooked leafy vegetable powders were analyzed according to standard methods. Analysis of the results for *A. hybridus* and *S. macrocarpum* indicate a significant ( $P < 0.05$ ) effect of cropping practices on macronutrient content. The highest levels of micronutrients (P, Fe, K, Ca) are observed in the F (Fiente) cropping practice and the highest values in N and Mg in the cultivation practice E (Fertilizer). Toxicological quality analysis indicated that heavy metals (lead and cadmium) were present in the leaves and their levels varied according to species, site, cultural practice for *A. hybridus* and *S. macrocarpum*. The results obtained for *S. macrocarpum* leaf vegetable powders show that protein and ash contents of these leafy vegetables are significantly influenced by the effect of site, cultivation practice, cutting rate and their interaction.

**Key words:** Leafy vegetables ; cultivation practices ; rate of cutting ; nutrients ; heavy metals.

**Résumé :** L'influence des pratiques culturales et du rythme de coupe sur la valeur nutritionnelle de *Solanum macrocarpum* et *Amaranthus hybridus* a été étudiée. Les teneurs en matière sèche, cendres, protéines, lipides, fibres et en minéraux des poudres de légumes feuilles crus et cuits ont été analysées conformément aux méthodes standards. L'analyse des résultats relatifs à *A. hybridus* et *S. macrocarpum* indiquent globalement un effet significatif ( $P < 0,05$ ) des pratiques culturales sur les macronutriments. Les teneurs les plus élevées en micronutriments (P, Fe, K, Ca) sont observées au niveau de la pratique culturale F (Fiente) et les plus fortes valeurs en N et Mg au niveau de la pratique culturale E (Engrais). L'analyse de la qualité toxicologique révélait que les métaux lourds (plomb et cadmium) sont présents dans les feuilles et leurs teneurs variaient suivant l'espèce, le site et la pratique culturale. Les résultats obtenus pour les poudres de légumes feuilles de *S. macrocarpum* montrent que les teneurs en protéines et en cendres de ces légumes feuilles sont significativement influencées par l'effet du site, de la pratique culturale, du rythme de coupe et de leur interaction.

**Mots clés :** Légume feuille ; pratiques culturales ; rythme de coupe ; nutriments ; métaux lourds ; Bénin

## 1. Introduction

L'explosion démographique, avec ses corollaires que sont le chômage, le sous-emploi et la pauvreté a amené une partie importante des populations urbaines à s'adonner au maraîchage grâce à l'appui de certaines structures d'encadrement et de micro finance (Dablaka, 2004). Ainsi, le maraîchage autrefois pratiqué dans les champs et jardins familiaux pour une autoconsommation, a pris un caractère commercial depuis les années 1972 (Gonroudobou, 1985). Les villes auparavant destinées uniquement aux habitations et aux activités industrielles sont devenues aujourd'hui au Bénin des lieux où se développent des activités agricoles parmi lesquelles le maraîchage (Houngpodoté et Tossou, 2001). Cette situation économique a entraîné l'augmentation du nombre de maraîchers et partant, l'extension des périmètres maraîchers, la diversification de plus en plus accentuée des espèces cultivées selon l'évolution des habitudes alimentaires des populations urbaines et la modification des pratiques culturelles.

Dans le sud du Bénin, les revenus générés par l'activité maraîchère permettent à plusieurs dizaines de milliers de familles de satisfaire leurs besoins (Tiamiyou, 1995). Cette activité représente une importante source d'emplois dans les milieux urbains, périurbains et surtout les rives des cours d'eau et/ou des vallées de certaines zones (Tiamiyou, 1995 ; PADAP, 2003). Parmi les cultures maraîchères cultivées dans cette région, les légumes feuilles occupent la deuxième place après la tomate avec une superficie de 1.496 ha et une production totale de 10.600 tonnes (Colin et Heyd, 1991). Assogba-Komlan *et al.* (2007) ont rapporté que les légumes feuilles *traditionnels* ou locaux (*Solanum macrocarpum* et *Amaranthus hybridus*) constituent la grande partie (89%) et sont les plus consommés. Ces derniers sont d'importantes sources de sels minéraux, de vitamines essentielles et de nombreux oligoéléments indispensables à la santé humaine.

Malgré l'intensité des soins dont il bénéficie, le maraîchage est de plus en plus en proie à de nombreuses contraintes dont les nuisibles des cultures que sont surtout les insectes. Face au complexe de ravageurs, les maraîchers utilisent des insecticides de synthèse à large spectre, souvent inappropriés, compromettant ainsi la biodiversité locale, l'environnement, la santé humaine et animale. Les maraîchers béninois utilisent un grand nombre de produits chimiques, en particulier les insecticides destinés aux ravageurs du cotonnier pour lutter contre les nuisibles des cultures maraîchères (Orou Kobi, 2005). Les produits chimiques appropriés sont parfois chers et ne sont souvent pas disponibles sur le marché local. Les maraîchers qui arrivent à en acheter appliquent parfois des doses inadéquates (Zossou, 2005), une situation qui rend ces insecticides inefficaces et favorise le développement de résistance des insectes aux

insecticides. Cet état de chose peut constituer un danger pour la chaîne alimentaire et la santé de l'homme (Le Clech, 1998). La lutte chimique n'est pas écologiquement et économiquement rentable dans le contexte des maraîchers sans ressource, notamment les maraîchers béninois. Bien que le niveau de l'utilisation des pesticides dans l'agriculture béninoise demeure encore faible par rapport à d'autres régions de l'Afrique et du monde, il est cependant évident que celui-ci est en progression rapide pour certaines cultures notamment le coton et les cultures maraîchères (Adégbola *et al.*, 2001). Face à cette situation, les stratégies de lutte biologique pourraient constituer une alternative aux pesticides chimiques.

Par ailleurs, la non maîtrise des techniques culturales (doses d'irrigation, engrais chimiques, engrais organiques, pesticides) et des techniques de fabrication de compost (tri incomplet des déchets) augmente également le risque d'accumulation de certains polluants dans le sol, l'eau et les plantes. Par ailleurs, Sanny (2002) a révélé une pollution aussi bien pour les eaux de surface que pour les sols et une contamination des légumes. Le problème de qualité des légumes devient alors de plus en plus préoccupant vu les pesticides chimiques non recommandés, utilisés pour le contrôle des insectes et maladies. La consommation de ces produits peut constituer ainsi un risque élevé de santé publique. Afin donc de préserver la qualité de ces produits, la présente étude s'intéresse à l'influence des différentes pratiques culturales sur la valeur nutritionnelle des légumes feuilles. De façon spécifique, il s'agira d'étudier l'effet des pratiques culturales sur la valeur nutritionnelle des légumes feuilles *A. hybridus* et *S. macrocarpum*, les relations existantes entre les paramètres nutritifs de ces légumes feuilles traditionnels puis l'influence du rythme de coupe sur la valeur nutritionnelle du légume feuille *S. macrocarpum*.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Echantillonnage des légumes feuilles traditionnels

L'échantillonnage a été réalisé sur trois sites maraîchers (Sèmè, Houéyihou et Grand Popo) au Sud Bénin où trois pratiques culturales (Fiente, Engrais, Fiente +Engrais + Insecticide) sont développées sur chaque site de production maraîchère. Les feuilles de *S. macrocarpum* et *A. hybridus* ont été collectés sur ces sites maraîchers en raison de leur utilisation régulière par les consommateurs. Ces légumes feuilles sont emballés dans des sachets alimentaires et transportés directement au laboratoire pour diverses analyses.

### 2.2. Préparation des échantillons

Les feuilles sont débarrassées des pétioles, lavées à l'eau distillée et coupées en petits morceaux. Chaque catégorie de légumes feuilles a été divisée en trois lots de 500 g environ et traitée différemment (Tableau 1). Pour chaque type de légume feuille, une cuisson préliminaire à 100 °C a été effec-

\*Auteur correspondant : [vodouhesenan@yahoo.fr](mailto:vodouhesenan@yahoo.fr), 01 BP 2009 Recette Principale Cotonou 01 Bénin, Tél : +229 97393398

tuée dans trois litres d'eau distillée afin de déterminer les différents temps de cuisson (tableau 1).

Tableau 1: Modes et temps de cuisson des deux légumes feuilles

	<i>Solanum macrocarpum</i>	<i>Amaranthus hybridus</i>
Lot 1	Cru (témoin)	Cru (témoin)
Lot 2	Cuit à l'eau bouillante pendant 10 mn	Cuit à l'eau bouillante pendant 10 mn
Lot 3	Cuit à la vapeur pendant 15 mn	Cuit à la vapeur pendant 15 mn

A la fin de la cuisson, les échantillons cuits et crus ont été séchés au soleil pendant trois jours puis à l'étuve à 50°C pendant 24 h. Ces échantillons de légume une fois séchés, ont été réduits en poudre à l'aide d'un Moulinex, puis tamisés à l'aide d'un tamis de granulométrie 2 mm. La poudre obtenue a été ensuite conditionnée dans des sachets alimentaires pour les différentes analyses.

### 2.3. Analyses physico-chimiques des poudres de légumes feuilles crus et cuits

La teneur en eau des poudres de légumes feuilles crus et cuits a été déterminée par la méthode thermogravimétrique (AOAC-967.03, 1990), (AOAC, 1990). Quant aux teneurs en cendres, en minéraux (Mg, K, Ca), et en éléments traces métalliques (plomb et cadmium), elles ont été déterminées selon la méthode spectrophotométrique respectivement par la norme AACC (1984) et AOAC-999.10 (2003). La méthode de Soxhlet a été utilisée pour la détermination de la teneur en lipides des poudres de légumes feuilles crus et cuits (Eromosele et Eromsele, 1994). La teneur en protéines et en fibres des poudres de légumes feuilles crus et cuits ont été déterminées respectivement selon la méthode Kjeldahl (AOAC, 1997) et la méthode de Osborne et Voogt (1978). La méthode de Kjeldahl (AOAC, 1997) a été également utilisée pour la détermination des teneurs en azote contenues dans ces poudres.

## 3. Résultats et discussion

### 3.1. Effet des pratiques culturelles sur les macronutriments des légumes feuilles *A. hybridus* et *S. macrocarpum*

Les teneurs en eau du légume frais *A. hybridus* et de la poudre de ce légume séché ( $T_{EL}$  et  $T_{EP}$ ) varient respectivement de 41,93% à 89,91% et 13,94% à 34,73%. Ces teneurs sont significativement différentes au niveau de Sèmè pour  $T_{EL}$  et au niveau de Grand Popo pour  $T_{EP}$ . Pour ce qui est du légume *S. macrocarpum* frais ( $T_{EL}$ ), les teneurs en eau sont très élevées et comprises entre 67,76 et 88,70%. La teneur la plus élevée est obtenue au niveau de la pratique F (Fiente). L'analyse des résultats a montré qu'il n'existe pas de différence significative entre les différentes teneurs en eau de ces

deux légumes feuilles. Les teneurs en eau des légumes feuilles frais *A. hybridus* et *S. macrocarpum* ( $T_{EL}$ ) obtenues sont semblables aux valeurs obtenues par Akubugwo *et al.* (2007) et Tchiegang *et al.* (2004) pour la feuille d'*Amaranthus hybridus* ( $73,20 \pm 0,02\%$ ), de *M. oleifera* ( $84,30 \pm 0,01\%$ ), et de *T. triangulare* ( $90,85 \pm 0,06\%$ ). Les teneurs en eau élevées du légume frais ( $T_{EL}$ ) témoignent de la fraîcheur des feuilles de *A. hybridus* et de *S. macrocarpum* (Fennema et Tannenbaum, 1996). Ceci rend les légumes feuilles étudiés périssables et vulnérables aux contaminations microbiennes et aux attaques des ravageurs (Desai et Salunkhe, 1991). Ces résultats corroborent ceux de Adepoju et Oyewole (2008) et de Tchiegang et Aissatou (2004) puis de Ndong *et al.* (2007) qui rapportèrent respectivement 82,8% pour *Colocasia esculenta*, 93,9% pour *Ocimum gratissimum*, et 73,57% pour *Moringa oleifera*. Les teneurs en eau des poudres de légumes feuilles étudiés sont élevées (34,73% et 40,39%) et dépassent largement 4,53% enregistrée par Ndong *et al.* (2007). Cette forte teneur obtenue pourrait être liée au traitement ou à la nature des feuilles.

Les teneurs en cendres et en protéines (Tableau 2) obtenues au niveau des différents échantillons analysés varient respectivement de 14,30% à 21,89% et de 23,68% à 31,20%. Quelque soit le site, la teneur en protéines la plus élevée est obtenue avec le traitement E (Engrais) mais la plus faible est obtenue soit avec F (Fientes) à Houéyiho et sèmè ou F+E+I (Fientes+ Engrais+ Insecticide) à Grand-popo. L'analyse statistique a révélé qu'il existe une différence significative entre les teneurs en protéines des échantillons de Grand Popo et de Sèmè qui cependant ne variaient pas au niveau de ceux de Houéyiho. Quant aux teneurs en cendres, on note une différence significative ( $P < 0,05$ ) au niveau de tous les sites. Les teneurs en cendres et protéines de *A. hybridus* et de *S. macrocarpum* issues de cette étude sont largement supérieures aux valeurs 13,80% (cendres) et 17,92% (protéines), obtenues par (Akubugwo *et al.*, 2007) pour le légume feuille *A. hybridus* au Nigéria. Ces teneurs sont également supérieures à celles obtenues par Salsar *et al.* (2006) dans les légumes feuilles comme la laitue (*Lactuca sativa*) (0,4% MS) et les épinards (*S. oleracea*) (0,7% MS).

L'analyse du tableau 2 révèle au niveau du légume *A. hybridus*, une teneur en lipides de 1,66% pour le traitement F+E+I significativement plus élevée que 1,34% obtenu pour le traitement E. Par contre, une teneur en fibres de 10,57% est observée pour la pratique culturelle E et significativement plus élevée que 7,89% obtenue pour la pratique culturelle F+E+I. Les résultats relatifs à *A. hybridus* (Tableau 2) indiquent globalement un effet significatif ( $P < 0,05$ ) de la pratique culturelle sur les paramètres mesurés. Nous pouvons donc dire que l'utilisation des fientes ou des engrais ou des fientes+engrais+insecticides induit des différences significatives au niveau des paramètres mesurés. Ces teneurs en lipides sont comparativement inférieures aux valeurs (4,65%, 8,3% à 27,0%) trouvées respectivement par Akubugwo *et al.* (2007), Ifon et Bassir (1980) et Sena *et al.* (1998). Ces résultats sont également inférieurs à 4,20% (*Calchorus*

*africanum*) et 1,85% à 8,71% pour les feuilles au sud de l'Inde et au Nigéria (Agbo, 2004 ; Gupta *et al.*, 2005). Les valeurs des teneurs en fibres alimentaires obtenues sont supérieures à celles obtenues par Akindahunsi et Salawu (2005) et d'Antia *et al.* (2006) pour *I. batatas* (7,20%), *T. triangulare* (6,20%) et *Vernonia amygdalina* (6.5%) mais inférieures aux teneurs obtenues par Lewu *et al.* (2009) pour les feuilles crues (25,71% MS) et les feuilles cuites (30,33% MS) de *Colocasia esculenta*. Les différentes teneurs en fibres alimentaires enregistrées sont également proches de celles reportées par Tchiégang et Aissatou (2004) pour *M. charantia* (10,63 ± 0,18% MS) et pour *H. sabdariffa* (15,40 ± 0,13% MS). Les légumes feuilles sont une bonne source de fibres alimentaires et en tant que tel, ils sont utilisés dans le traitement de l'obésité, du diabète, du cancer, de la constipation, de l'hypertension artérielle, de la baisse du taux de cholestérol et des troubles gastro-intestinaux (Saldanha, 1995; Ishida *et al.*, 2000; Rao et Newmark, 1998).

Quant aux feuilles de *S. macrocarpum*, les teneurs en cendres et en protéines ont varié respectivement de 14,86 à 22,05% et de 27,02% à 36,98% à travers les trois sites de production. L'analyse des résultats montre que ces teneurs varient en fonction de site et les sites de sèmè et de grand popo présentaient respectivement une forte teneur en protéines et en cendres. Les plus fortes valeurs sont obtenues respectivement au niveau de la pratique E (Engrais). Les moyennes des teneurs en cendres et en protéines enregistrées ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. L'analyse de variance (Tableau 3) a révélé que suivant les deux pratiques culturales E et F+E+I prises en compte à Sèmè, il ressort qu'il existe une différence significative au seuil de 5% au niveau des teneurs en lipides 1,46% et 0,85% respectivement pour E et F+E+I. De même les valeurs obtenues au niveau des fibres 10,38% et 13,38% respectivement pour les pratiques culturales E et F+E+I sont également significativement différentes au seuil de 5%.

De tout ce qui précède les feuilles de *A. hybridus* et de *S. macrocarpum* constituent de bonnes sources protéiques et cette richesse serait due aux sols sur lesquels ces légumes sont produits et aux différentes pratiques culturales utilisées.

### 3.2. Effet des pratiques culturales sur les micronutriments des légumes feuilles *A. hybridus* et *S. macrocarpum*

Les teneurs en calcium de *A. hybridus* et de *S. macrocarpum* variant respectivement de 2,12 à 4,42% et de 2,21 à 4,41% sont plus élevées que celles 0,66% à 1,84% obtenues par Tchiégang et Aissatou (2004) pour les légumes feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). Par contre, ces valeurs sont largement inférieures à 44,15% pour *l'Amaranthus hybridus* obtenues par Akubugwo *et al.* (2007) au Nigéria. L'analyse du Tableau 2 a montré que les teneurs en micronutriments azote, potassium et calcium varient respectivement de 3,79% à 5,00%, 1,30 à 4,86% et 2,12 à 4,42% suivant les pratiques culturales à travers les trois sites

de production. Les valeurs obtenues pour les teneurs en phosphore, fer et magnésium sont très faibles et sont comprises respectivement entre 0,58% et 1,02%, 0,01 et 0,04%, puis entre 0,32 et 1,46%. Les teneurs en fer au niveau des échantillons de légumes sont plus faibles au niveau de toutes les pratiques culturales.

Globalement les valeurs les plus élevées en micronutriments P, Fe, K, Ca sont enregistrées au niveau de la pratique culturale F (Fiente) et les plus fortes valeurs en N et Mg au niveau de la pratique culturale E (Engrais). Les valeurs des teneurs en phosphore sont proches de celles reportées par Tchiégang et Aissatou (2004) sur les légumes feuilles mais inférieures à 34,91% et 37,28% obtenues par Akubugwo *et al.* (2007) et Antia *et al.* (2006) pour les feuilles de *A. hybridus* et *I. batatas*. Quant aux teneurs en fer et en magnésium obtenues, elles sont largement inférieures à celles obtenues par Ibrahim *et al.* (2001) pour les légumes feuilles de *V. amarygdalina*. Le fer est un élément trace important pour la formation de l'hémoglobine, du fonctionnement normal du système nerveux central et dans l'oxydation des carbohydrates, des protéines et des matières grasses (Adeyeye et Otokiti, 1999). Le calcium et le phosphore sont indispensables à la croissance, au maintien des muscles et des dents, ce qui indique l'importance de ces légumes dans l'alimentation humaine.

### 3.3. Effet des pratiques culturales sur les éléments traces métalliques (plomb et cadmium) des légumes feuilles *A. hybridus* et *S. macrocarpum*

Les analyses biochimiques effectuées montrent qu'il existe les métaux lourds (Pb et Cd) dans ces légumes ainsi traités. Les teneurs en plomb varient respectivement de 0,16 mg/kg à 0,52 mg/kg pour les pratiques E et F à Grand Popo tandis que celles en cadmium oscillaient de 0,12 mg/kg à 0,56 mg/kg pour les pratiques culturales E et F au niveau du légume feuille cru *A. hybridus* (tableau 2). De l'analyse des résultats, il ressort que la teneur en plomb la plus élevée est enregistrée sur le site de Houéyiho au niveau de la pratique fiente (F) tandis que la teneur en cadmium la plus élevée est obtenue à Sèmè avec la pratique culturale Fiente (F). Ces résultats révèlent que les fientes de volaille ont une part de responsabilité dans la contamination de *A. hybridus* par les métaux lourds. L'analyse de la qualité toxicologique des feuilles de *S. macrocarpum* et *A. hybridus* révèle que la teneur en plomb et en cadmium varie suivant l'espèce, le site, la pratique culturale pour *A. hybridus* et *S. macrocarpum*. Ces résultats rejoignent ceux de l'ABE (2003) où les analyses effectuées à Houéyiho et Kouhounou ont révélé que le sol, les eaux d'irrigation et les légumes sont contaminés par le plomb. Selon Soclo *et al.* (1999), le compost utilisé en maraîchage au Bénin est fabriqué à partir d'ordures ménagères contenant des teneurs relativement élevées en métaux lourds. Nous pouvons donc dire que la contamination des légumes feuilles par les métaux lourds peut être justifiée par la présence naturelle de ces métaux lourds dans les sols, les eaux et dans l'atmosphère.

Concernant les interactions étudiées, la teneur en Pb et en Cd varie suivant l'espèce. Ce résultat est similaire à celui de Ademe (1998) qui stipule que l'aptitude à l'accumulation de métaux lourds dépend des espèces et de la variété. En général, les plantes à croissance rapide accumulent facilement les métaux notamment le cadmium, le zinc et le cuivre (Ademe, 1990). Les plantes accumulent par contre très peu de plomb par le sol, les traces de plomb obtenues sur les feuilles proviendraient d'une source atmosphérique. Semde (2005) ajoute que si une partie des métaux lourds passe directement dans le sol et les eaux, l'essentiel est d'abord émis dans l'atmosphère avant de rejoindre les deux autres éléments. Ces résultats sont semblables à ceux de cette étude qui confirment que la plus forte teneur en cadmium est obtenue au niveau du légume *A. hybridus* (à croissance rapide) et la teneur en plomb la plus élevée est enregistrée avec *S. macrocarpum* (à croissance lente). En général, le plomb contamine le végétal en surface tandis que le cadmium est absorbé par les racines (Carsignol, 2004).

Dans le cas du légume feuille *A. hybridus*, la teneur en plomb et en cadmium varie significativement selon le site et la pratique culturelle. Ce résultat rejoint l'un des résultats issus des travaux de Atidegla (2011) qui a retrouvé les métaux lourds dans les eaux, les sols et les légumes à grand popo. La teneur en plomb est plus élevée sur les sites de Sèmè et Houeyiho que sur le site de grand popo, c'est-à-dire que la teneur varie suivant la densité de la population et donc de l'augmentation de la circulation des personnes et des biens. Ces sites sont situés au sein des agglomérations où il existe les habitations, les industries, les activités humaines diversifiées, etc ; ce qui explique le fait que ces sites soient plus pollués que le site de Grand Popo. Les travaux de Dougnon *et al.* (2012) révèlent également que le site de Houeyiho localisé au cœur de la ville de Cotonou est un site soumis à une circulation routière dense.

La plus faible valeur de teneur en plomb est celle du site de Grand Popo. Ce résultat est également similaire à ceux de Musibono (2003) qui confirme que la teneur en plomb autant dans le sol que les légumes, diminue quand on s'éloigne des voies principales. Parlant des pratiques culturelles, la plus forte teneur en cadmium est obtenue au niveau de la pratique culturelle fientes, ce résultat est similaire aux travaux de Chidikofan (2010) et Dougnon *et al.* (2012) qui ont révélé que la contamination des légumes en

plomb est due aux fientes de volaille et aux déchets organiques.

Dans le tableau 3 sont également présentées les teneurs en micronutriments phosphore, fer, magnésium, azote, potassium et calcium du légume feuille *S. macrocarpum*. Parmi ces nutriments les teneurs en phosphore, fer et magnésium sont faibles (0,77%, 0,06%, 1,01 %). Les moyennes des teneurs en azote, potassium, et calcium sont comprises entre 4,32- 5,92% ; 1,92- 5,18% et 2,21- 4,41% respectivement. Les teneurs en calcium et en potassium des poudres varient significativement d'une pratique culturelle à une autre sur les sites de Grand Popo et de Houeyiho. Par contre il n'existe pas de différence significative entre les teneurs en azote obtenues.

Les résultats obtenus (Tableau 3) montrent que la teneur en plomb de *S. macrocarpum* varie de 0,97 mg/kg à 1,94 mg/kg, 0,60 mg/kg à 2,34 mg/kg et de 1,03 mg/kg à 2,67 mg/kg respectivement pour les pratiques culturelles F et E à Grand popo ; F et E à Houéyiho et pour les pratiques culturelles F et E à Sèmè. Il ressort de ces résultats que la plus forte teneur en plomb est obtenue au niveau du site de Sèmè. Les mêmes résultats ont été observés pour les pratiques F+E+I. Ces résultats sont comparables aux résultats trouvés par Dougnon *et al.* (2012).

La teneur en cadmium varie par contre de 0,09 mg/kg coupe 1 à 0,40 mg/kg coupe 2 pour les pratiques culturelles F+E+I et F à Grand popo; de 0,11 mg/kg à 0,47 mg/kg à la première coupe pour les pratiques culturelles E et F+E+I à Houéyiho et de 0,15 mg/kg à 1,40 mg/kg coupe 1 pour les pratiques culturelles E et F à Sèmè. Ces résultats permettent de déduire que Sèmè est plus pollué en cadmium que Houeyiho et Grand Popo (Sèmè>Houéyiho>Grand popo). Par contre, les plus fortes teneurs en cadmium ont été obtenues au niveau de la F (Fientes) à Grand Popo, à Sèmè et au niveau de F+E+I à Houéyiho.

Globalement la teneur en plomb de *S. macrocarpum* est plus élevée sur les sites au niveau des pratiques culturelles E (Engrais chimique) à Grand Popo et Houéyiho et au niveau de F+E+I (Fientes + Engrais chimique + Insecticide) à Sèmè.

Tableau 2 : Composition physico-chimique de *A hybridus* suivant le site et la pratique culturale: moyenne (m), erreur standard (es), coefficient de variation et résultats du test de structuration des moyennes (Test de SNK)

Sites	Prat_cult		Cendres	Protéines	Lipides	Fibres	T <sub>EP</sub>	T <sub>EL</sub>	N	P	Fe	K	Ca	Mg	Pb	Cd
Grand Popo	E	m	15,29±0,08 <sup>c</sup>	31,20±0,16 <sup>a</sup>	-	-	17,70±1,16 <sup>c</sup>	77,15±0,36 <sup>a</sup>	5,00±0,02 <sup>a</sup>	0,64±0,00 <sup>c</sup>	0,03±0,00 <sup>b</sup>	1,30±0,01 <sup>c</sup>	3,04±0,02 <sup>b</sup>	1,46±0,01 <sup>a</sup>	0,16±0,88	0,12±0,59
	F	m	21,89±0,11 <sup>a</sup>	24,80±0,12 <sup>b</sup>	-	-	24,60±0,02 <sup>b</sup>	80,69±0,21 <sup>a</sup>	3,97±0,02 <sup>b</sup>	1,02±0,01 <sup>a</sup>	0,04±0,00 <sup>a</sup>	4,86±0,02 <sup>a</sup>	2,98±0,02 <sup>b</sup>	0,71±0,00 <sup>c</sup>	0,52±0,68	0,56±0,76
	F+E+I	m	19,95±0,10 <sup>b</sup>	23,68±0,12 <sup>c</sup>	-	-	34,73±1,99 <sup>a</sup>	41,93±9,18 <sup>b</sup>	3,79±0,02 <sup>b</sup>	0,91±0,00 <sup>b</sup>	0,03±0,00 <sup>b</sup>	4,13±0,02 <sup>b</sup>	3,45±0,02 <sup>a</sup>	1,29±0,01 <sup>b</sup>	0,34±0,63	0,19±0,76
Houeyiho	E	m	18,83±0,09 <sup>c</sup>	28,14±0,14 <sup>a</sup>	-	-	22,8±0,36 <sup>a</sup>	77,15±0,36 <sup>a</sup>	4,50±0,02 <sup>a</sup>	0,67±0,00 <sup>a</sup>	0,03±0,00 <sup>b</sup>	2,57±0,01 <sup>c</sup>	3,34±0,02 <sup>b</sup>	1,22±0,01 <sup>a</sup>	1,35±0,68	0,44±0,80
	F	m	20,65±0,10 <sup>a</sup>	27,02±0,14 <sup>b</sup>	-	-	24,61±0,02 <sup>a</sup>	67,81±4,30 <sup>a</sup>	4,32±0,02 <sup>b</sup>	0,59±0,00 <sup>b</sup>	0,04±0,00 <sup>a</sup>	4,36±0,02 <sup>a</sup>	3,76±0,02 <sup>c</sup>	0,54±0,00 <sup>b</sup>	2,89±0,73	0,06±1,19
	F+E+I	m	19,59±0,10 <sup>b</sup>	27,58±0,14 <sup>ba</sup>	-	-	23,78±1,57 <sup>a</sup>	81,37±1,43 <sup>a</sup>	4,41±0,02 <sup>ba</sup>	0,60±0,00 <sup>b</sup>	0,04±0,00 <sup>a</sup>	3,85 <sup>b</sup> ±0,02	4,17±0,02 <sup>a</sup>	1,23±0,01 <sup>a</sup>	0,55±0,64	±0,20±0,71
Sèmè	E	m	14,30±0,07 <sup>c</sup>	29,88±0,15 <sup>a</sup>	1,34±0,01 <sup>b</sup>	10,57±1,20 <sup>a</sup>	13,94±0,18 <sup>b</sup>	80,91±0,00 <sup>b</sup>	4,78±0,02 <sup>a</sup>	0,58±0,00 <sup>c</sup>	0,01±0,00 <sup>c</sup>	2,21±0,01 <sup>c</sup>	2,12±0,01 <sup>c</sup>	0,86±0,00 <sup>b</sup>	1,74±0,69	0,31±0,68
	F	m	19,48±0,10 <sup>a</sup>	25,35±0,13 <sup>c</sup>	-	-	16,02±0,25 <sup>a</sup>	89,52±0,00 <sup>a</sup>	4,06±0,02 <sup>c</sup>	0,66±0,00 <sup>b</sup>	0,03±0,00 <sup>b</sup>	2,17±0,01 <sup>b</sup>	4,42±0,02 <sup>a</sup>	0,93±0,00 <sup>a</sup>	1,74±0,69	0,61±0,69
	F+E+I	m	16,64±0,08 <sup>b</sup>	27,30±0,14 <sup>b</sup>	1,66±0,01 <sup>a</sup>	7,89±0,33 <sup>b</sup>	14,14±0,29 <sup>b</sup>	79,04±0,00 <sup>c</sup>	4,37±0,02 <sup>b</sup>	0,89±0,00 <sup>a</sup>	0,04±0,00 <sup>a</sup>	2,62±0,01 <sup>a</sup>	3,28±0,02 <sup>b</sup>	0,32±0,00 <sup>c</sup>	1,74±0,69	0,24±0,58

Pour chaque modalité du facteur pratique culturale dans un site donné, les valeurs avec les lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%

T<sub>EP</sub>: Teneur en eau du légume frais ; T<sub>EL</sub>: Teneur en eau de la poudre du légume séché

Tableau 3: Composition physico-chimique de *S. macrocarpum* suivant le site et la pratique culturale: moyenne (m), erreur standard (es), coefficient de variation (cv) et résultats du test de structuration des moyennes (Test de SNK).

Sites	Prat_cul	N	P	Fe	K	Ca	Mg	Pro-téines	lipides	fibres	T <sub>EP</sub>	T <sub>EL</sub>	Cendres	CV (%)	Pb	CV	Cd	
Grand Popo	E	m	5,53±0,03 <sup>a</sup>	0,66±0,00 <sub>c</sub>	0,06±0,00 <sup>a</sup>	2,58±0,01 <sup>c</sup>	3,04±0,02 <sup>b</sup>	1,01±0,01 <sup>a</sup>	34,55±0,17 <sup>a</sup>	-	-	20,69±0,85 <sup>a</sup>	80,50±0,56 <sup>b</sup>	22,05±0,11 <sup>a</sup>	0,72±0,69	1,07±1,94	1,02±0,70	0,14±0,10
	F	m	5,53±0,03 <sup>a</sup>	0,7±0,001 <sub>b</sub>	0,04±0,00 <sup>b</sup>	4,60±0,02 <sup>b</sup>	2,56±0,01 <sup>c</sup>	0,73±0,00 <sup>b</sup>	34,55±0,17 <sup>a</sup>	-	-	17,84±0,40 <sup>a</sup>	88,70±0,17 <sup>b</sup>	20,10±0,10 <sup>b</sup>	0,70±0,73	1,41±0,97	0,61±0,72	0,23±0,40
	F+E+I	m	4,59±0,02 <sup>b</sup>	0,73±0,00 <sub>a</sub>	0,03±0,00 <sup>c</sup>	5,18±0,03 <sup>a</sup>	3,30±0,02 <sup>a</sup>	0,6±0,00 <sup>1c</sup>	28,70±0,14 <sup>b</sup>	-	-	17,93±1,45 <sup>a</sup>	82,08±1,45 <sup>b</sup>	20,04±0,10 <sup>b</sup>	0,72±0,70	0,99±1,01	0,81±0,55	0,09±0,26
Houeyiho	E	m	5,22±0,03 <sup>a</sup>	0,44±0,00 <sub>c</sub>	0,02±0,00 <sup>c</sup>	2,98±0,02 <sup>b</sup>	2,21±0,01 <sup>b</sup>	0,46±0,00 <sup>c</sup>	32,60±0,16 <sup>a</sup>	-	-	20,93±0,8 <sup>a</sup>	67,76±2,55 <sup>b</sup>	15,61±0,08 <sup>b</sup>	0,72±0,71	2,34±1,39	0,62±0,83	0,11±0,26
	F	M	5,26±0,03 <sup>a</sup>	0,59±0,00 <sub>a</sub>	0,04±0,00 <sup>b</sup>	1,92±0,01 <sup>c</sup>	4,41±0,02 <sup>a</sup>	0,64±0,00 <sup>0a</sup>	32,88±0,17 <sup>a</sup>	-	-	40,39±10,26 <sup>a</sup>	79,05±1,55 <sup>a</sup>	15,41±0,08 <sup>b</sup>	0,70±0,71	1,41±0,60	0,86±0,60	0,33±0,12
	F+E+I	m	4,59±0,02 <sup>b</sup>	0,50±0,00 <sub>b</sub>	0,11±0,00 <sup>a</sup>	5,21±0,03 <sup>a</sup>	3,12±0,02 <sup>c</sup>	0,65±0,00 <sup>0a</sup>	28,70±0,14 <sup>b</sup>	-	-	15,2±0,43 <sub>a</sub>	84,79±0,43 <sup>a</sup>	21,94±0,11 <sup>a</sup>	0,71±0,68	0,70±0,84	0,60±0,38	0,47±0,19
Sèmè	E	m	5,92±0,02 <sup>a</sup>	0,54±0,01 <sub>b</sub>	0,06±0,00 <sup>2a</sup>	2,54±0,25 <sup>b</sup>	2,68±0,46 <sup>a</sup>	0,91±0,25 <sup>a</sup>	36,98±0,11 <sup>a</sup>	1,46±0,01 <sub>a</sub>	10,38±1,08 <sup>b</sup>	12,38±0,71 <sup>b</sup>	87,90±0,64 <sup>a</sup>	17,02±1,69 <sup>a</sup>	0,69±0,76	2,67±1,03	0,93±0,65	0,15±0,55
	F	m	4,32±0,30 <sup>b</sup>	0,51±0,02 <sub>b</sub>	0,01±0,00 <sup>b</sup>	3,55±0,0 <sup>a</sup>	2,22±0,16 <sup>a</sup>	0,47±0,04 <sup>a</sup>	27,02±1,85 <sup>b</sup>	-	-	11,53±0,61 <sup>b</sup>	84,02±2,61 <sup>a</sup>	15,39±0,30 <sup>a</sup>	0,69±0,71	2,56±2,10	0,71±0,90	1,40±0,32
	F+E+I	m	4,61±0,09 <sup>b</sup>	0,77±0,11 <sub>a</sub>	0,01±0,00 <sup>b</sup>	3,80±0,30 <sup>a</sup>	2,49±0,04 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	28,84±0,57 <sup>b</sup>	0,85±0,00 <sub>b</sub>	13,38±1,04 <sup>a</sup>	15,18±0,23 <sup>a</sup>	82,15±0,98 <sup>a</sup>	14,86±0,17 <sup>a</sup>	0,69±0,71	1,74±3,27	0,68±0,68	0,31±0,31

Pour chaque modalité du facteur pratique culturale dans un site donné, les valeurs avec les lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

T<sub>EP</sub>: Teneur en eau du légume frais ; T<sub>EL</sub>: Teneur en eau de la poudre du légume séché

### 3.4. Relations entre les paramètres nutritifs des légumes feuilles traditionnels

L'analyse en composantes principales réalisée pour décrire les relations entre les divers paramètres nutritifs indique que les quatre premières composantes principales concentrent 81% des informations de la matrice initiale et permettent de prendre en compte toutes les variables de départ. Les corrélations entre les variables de départ et les composantes principales (Tableau 4) indiquent qu'une forte teneur en azote est souvent associée à une forte teneur en protéines, à un taux élevé de T<sub>MSP</sub> et à une teneur en T<sub>EL</sub> élevée mais à une faible teneur en phosphore, en T<sub>EP</sub> et en T<sub>MSL</sub> (Axe 1). L'axe 2 révèle qu'une teneur élevée en azote est souvent associée à une forte teneur en protéines mais à une faible teneur en potassium et en cendres. Une forte teneur en azote est aussi souvent liée à une forte teneur en fer et en protéines (Axe 3). Sur l'axe 4, on observe qu'une forte

teneur en potassium est souvent associée à une faible teneur en calcium, magnésium et en matière sèche de la poudre du légume. Ainsi, de façon globale, les légumes feuilles riches en azote sont aussi souvent riches en protéines, en T<sub>MSP</sub>, en T<sub>EL</sub>, en fer, en calcium et en magnésium mais souvent pauvres en phosphore, en T<sub>EP</sub>, en T<sub>MSL</sub>, en potassium et en cendres.

Tableau 4: Coordonnées des variables sur les axes

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4
N	<b>-0,315</b>	<b>0,311</b>	<b>0,355</b>	0,202
P	<b>0,361</b>	-0,221	-0,173	-0,037
Fe	-0,046	-0,254	<b>0,571</b>	-0,028
K	0,080	<b>-0,522</b>	0,058	<b>0,401</b>
Ca	0,264	-0,029	0,298	<b>-0,411</b>
Mg	0,150	0,213	0,167	<b>-0,595</b>
Protéines	<b>-0,315</b>	<b>0,310</b>	<b>0,355</b>	0,203
T <sub>EP</sub>	<b>0,382</b>	0,208	0,260	0,192
T <sub>MSP</sub>	<b>-0,383</b>	-0,191	-0,192	<b>-0,340</b>
T <sub>EL</sub>	<b>-0,377</b>	-0,163	0,081	-0,273
T <sub>MSL</sub>	<b>0,420</b>	0,264	-0,035	0,010
Cendres	0,149	<b>-0,445</b>	0,200	-0,070

\*Les valeurs en gras sont les corrélations significatives ( $|r| \geq 0,30$ ).

### 3.5. Influence du rythme de coupe sur les teneurs en macronutriments et micronutriments du légume feuille *S. macrocarpum*

Du Tableau 5 présentant les effets du site, de la pratique culturale et de la coupe sur les macronutriments des feuilles de *S. macrocarpum*, il ressort qu'il existe une différence significative à 1% entre les différents facteurs pris séparément, leur interaction et les teneurs en protéines et cendres du légume *S. macrocarpum*. Ce qui signifie que tous ces facteurs ainsi que leur interaction ont des effets sur les teneurs en protéines et en cendres du légume feuille *S. macrocarpum* seul pris en compte dans cette étude car le légume feuille *A. hybridus* ne subit qu'une seule coupe. La teneur en protéines la plus faible est obtenue au niveau du facteur «coupe» tandis que la valeur la plus élevée est obtenue au niveau de l'interaction «site\*prat\_cult». Quant à la teneur en cendres la plus faible valeur a été obtenue au niveau de la co-action «Prat\_cult\*Coupe» tandis que la valeur la plus élevée est enregistrée au niveau du facteur «site». Les analyses statistiques effectuées révèlent qu'il existe une différence significative au seuil de 1% entre les facteurs «Site», «Prat\_cult», «Coupe»; les interactions «Site\*Prat\_cult», «Site\*Coupe», «Prat\_cult\*Coupe», «Site\*Prat\_cult\*Coupe» et les teneurs en matière sèche des poudres de *Solanum macrocarpum* (T<sub>MSP</sub>). Les interactions «Site\*Prat\_cult»,

«Site\*Coupe» et «Site\*Prat\_cult\*Coupe» sont différentes des teneurs en matière sèche des légumes frais T<sub>MSL</sub> à 1% tandis que les facteurs Prat\_cult, Coupe et l'interaction Prat\_cult\*Coupe ne sont pas significativement différents des teneurs en T<sub>MSL</sub> de *Solanum macrocarpum* au seuil de 5%.

Les résultats des analyses de variance à trois facteurs fixes avec interaction effectués (Tableau 6) révèlent que les facteurs «site», «prat\_cult», «coupe» ont des effets hautement significatifs sur les teneurs en nutriments azote, phosphore, fer, potassium et calcium. Au seuil de 1% il existe une différence significative entre les interactions «Site\*Prat\_cult», «Site\*Coupe» et «Prat\_cult\*Coupe» et les nutriments azote (N), phosphore (P), fer (Fe), potassium (K), calcium (Ca) et magnésium (Mg). Au niveau du facteur site et l'interaction Site\*Coupe les plus faibles valeurs sont celles de l'azote (75,61 et 215,26) tandis que les plus fortes sont celles du magnésium (24711,5 et 23645,6). De même les plus faibles valeurs sont observées pour le calcium (119,98 et 86,95) au niveau du facteur «Prat\_cult» et l'interaction «Prat\_cult\*Coupe». Par contre les plus fortes valeurs sont celles du potassium (11381,9 et 5498,7). De l'analyse du tableau 6 il ressort que les plus faibles valeurs sont enregistrées pour l'azote (24,54 ; 391,2) et les plus fortes valeurs pour le fer (14720,1 ; 6221,4) en ce qui concerne le facteur «Coupe» et la double interaction «Site\*Prat\_cult\*Coupe».

Tableau 5: Analyse de variance montrant les effets du site, de la pratique culturale et de la coupe sur les macronutriments et teneurs en eau des feuilles de *S. macrocarpum*

Source	D L	Pro- téines	T <sub>MSP</sub>	T <sub>EP</sub>	T <sub>EL</sub>	T <sub>MSL</sub>	Cen- dres
Site	2	75,28b	211,8 <sup>e</sup>	9,6c	17,50f	6,75d	3193,31 <sup>g</sup>
Prat_cult	2	775,87	143,56 <sup>d</sup>	2,31a	6,40c	0,94b	325,71b
Coupe	1	20,5a	295,02 <sup>f</sup>	18,81 <sup>e</sup>	0,19a	1,04c	964,42f
Site*Prat_cult	4	1115,79f	142,87 <sup>d</sup>	5,72b	13,50 <sup>e</sup>	14,10f	783,93d
Site*Coupe	2	214,05c	88,12a	11,88 <sup>d</sup>	10,54d	22,43g	372,52b
Prat_cult*Coupe	2	363,11d	132,02 <sup>c</sup>	5,83b	5,00b	0,17a	187,37a
Site*Prat_cult*Coupe	4	388,9d	110,44 <sup>b</sup>	5,7b	7,36c	9,21 <sup>e</sup>	651,04c
R <sup>2</sup> (Ajusté)		0,9961	0,9859	0,753 <sup>1</sup>	80,61 <sup>%</sup>	79,75 <sup>%</sup>	0,9961

DL: Degré de liberté. R<sup>2</sup>(Ajusté): Régression multiple

T<sub>EP</sub>: Teneur en eau du légume frais ; T<sub>EL</sub>: Teneur en eau de la poudre du légume séché ; T<sub>MSL</sub>: Teneurs en matière sèche des légumes frais ; T<sub>MSP</sub>: Teneurs en matière sèche des poudres

Les valeurs portant des lettres différentes dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

Tableau 6: Analyse de variance montrant les effets du site, de la pratique culturale et de la coupe sur les micronutriments des feuilles de *S. macrocarpum*

Source	D L	N	P	Fe	K	Ca	Mg
Site	2	75,61b	4619,7 <sup>5f</sup>	6635,6 <sup>e</sup>	390,4a	2144,1 <sup>3d</sup>	24711,5 <sup>g</sup>
Prat_cult	2	780,49 <sup>e</sup>	506,64 <sup>b</sup>	5099,6 <sup>c</sup>	11381,9 <sup>f</sup>	119,98 <sup>b</sup>	9766,8 <sup>e</sup>
Coupe	1	20,54a	72,78a	14720,1 <sup>f</sup>	13395,9 <sup>g</sup>	3344,8 <sup>1f</sup>	8529d
Site*Prat_cult	4	1121,5 <sup>8f</sup>	2340,9 <sup>e</sup>	14664,6 <sup>6</sup>	2858,6 <sup>c</sup>	975,99 <sup>c</sup>	3043,2 <sup>c</sup>
Site*Coupe	2	215,26 <sup>c</sup>	1501,5 <sup>d</sup>	1659,9 <sup>a</sup>	6459,7 <sup>e</sup>	2162,8 <sup>6<sup>e</sup></sup>	23645,6 <sup>f</sup>
Prat_cult*Coupe	2	365,14 <sup>d</sup>	897,59 <sup>c</sup>	2317,3 <sup>b</sup>	5498,7 <sup>d</sup>	86,95a	2151,5 <sup>a</sup>
Site*Prat_cult*Coupe	4	391,2c	1937,5 <sup>3</sup>	6221,4 <sup>d</sup>	850,7b	2372,3 <sup>9e</sup>	3421,9 <sup>b</sup>
R <sup>2</sup> (Ajusté)		0,9961	0,9859	0,9997	0,9995	0,9985 <sup>6</sup>	0,9998

DL: Degré de liberté ; R<sup>2</sup>(Ajusté) : Régression multiple

T<sub>EP</sub>: Teneur en eau du légume frais ; T<sub>EL</sub>: Teneur en eau de la poudre du légume séché ; T<sub>MSL</sub>: Teneurs en matière sèche des légumes frais ; T<sub>MSP</sub>: Teneurs en matière sèche des poudres

## 4. Conclusion

Dans la présente étude, les relations existantes entre les différents paramètres nutritifs des légumes feuilles traditionnels *S. macrocarpum* et *A. hybridus* sont étudiées et connues. L'analyse des résultats obtenus a montré que l'effet de coupe est significatif sur les teneurs en éléments nutritifs du légume feuille *S. macrocarpum*. Les teneurs en macronutriments et en eau varient d'une coupe à une autre suivant les pratiques culturales. Cette étude a également révélé la contamination des légumes feuilles par les métaux lourds plomb et cadmium. Ceci permet de dire que certaines pratiques culturales (utilisation de la fiente de volaille et d'engrais chimiques) constituent des facteurs à risque dans cette contamination. Cette situation pourrait entraîner des problèmes de santé au niveau des populations qui constituent les principaux consommateurs.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique de la République du Bénin pour le soutien financier accordé au premier auteur lors de la rédaction de sa thèse.

## CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

---

## RÉFÉRENCES

- ABE (Agence Béninoise pour l'Environnement). 2003. Etude des biocontaminants et migration des agents toxiques dans les cultures maraîchères au Bénin. Volet N°1 : Périmètres maraîchers de Houéyiho et de Kouhounou à Cotonou, 55 p.
- ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie). 1998. Enquête nationale sur la gestion des déchets verts, 53 p
- Adepoju O.T. & Oyewole, E. 2008. Nutritional importance and micronutrient potentials of two non conventional indigenous green leafy vegetables from Nigeria. *Agricultural Journal* 3 (5): 362-365.
- Adeyeye, E. & Otokili, M. K.O. 1999. Proximate composition and some nutritionally valuable minerals of two varieties of *Capsicum annum* (Bell and cherry peppers). *Discov. Innov.* 11: 75-81.
- Agbo J.T. 2004. Proximate nutrient composition of sickle pod. (*Cassia obtusifolia*) leaves and seeds. *Plants Prod. Res. J.* 8: 13-17.
- Akindahunsi A.A, Salawu S.O 2005. Photochemical screening and nutrient-anti-nutrient composition of selected tropical green vegetables. *Afr. J. biotech.*4: 497-501.
- Akubugwo I.E., Obasi N.A., Chinyere G.C. & Ugbogu A.E. 2007. Nutritional and chemical value of *Amaranthus hybridus* L. leaves from Afikpo, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 6 (24): 2833-2839.
- Antia B.S, Akpan E.J, Okon P.A. & Umoren I.U. 2006. Nutritive and Anti nutritive Evaluation of sweet potatoes (*Ipomoea batatas*) leaves. *Pak. J. Nutr.*, 5(2): 166-168.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. *Association of Official Analytical Chemists* (15th edn), Helrich K (ed). Arlington: Virginia 22201, USA.
- AOAC-967.03. 1990. Moisture in peat. In Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (15th ed., p. 37). Arlington, Virginia: AOAC.
- AOCS. 1997. Moisture and volatile matter, air oven method, Ca2c-25. In: *sampling and analysis of commercial fats and oils aocs*. Pp. 1-3.
- Carsignol J. 2004. Note d'information sur « La pollution des sols et des végétaux à proximité des routes : Les éléments traces métalliques (ETM) ». Service d'Etudes Techniques des routes et Autoroutes (Sétra). Revue, Economie Environnement conception. Décembre 2004, 12p.
- Chidikofan G. 2010. Contribution à l'amélioration de la qualité des cultures maraîchères du site de Houéyiho à Cotonou au BENIN : cas de la laitue (*Lactuca sativa* L.), Mémoire de Master, 2IE Ouagadougou, p 56.
- Dablaka C. 2004. Rapport de stage sur l'étude de rentabilité de l'irrigation dans le Département du mono au Bénin : Village d'Ayi Guinnou, IUT Amiens, 30 p
- Desai B.B. & Salunkhe D.K 1991. Fruits and vegetables. In: Salunkhe DK Deshpande SS (eds.). *Foods of plant origin. Production, technology, and human nutrition*. AVI, New York. pp. 301-355.
- Dougnon T.V, Edorh P.A, Bankolé H.S, Dougnon T.J, Montcho S.A, Hounkpatin A., Goussi M, Sossou B, Boko M. & Creppy E.E. 2012. Evaluation of the toxicological quality of the leaves of *Solanum macrocarpum* L. cultivated with the chicken's dropping and water of marsh at Cotonou (Bénin). *Journal of Research in Environmental Science and Toxicology* Vol. 1 (1) pp. 001-006.
- Eromosele, I.C & Eromsele, C.O. 1994. Studies on the chemical composition and physicochemical properties of seeds of some wild plants. *Plant Foods for Human Nutrition* 46: 361-365.
- Fennema R.O & Tannenbaum S.R. 1996. Introduction to Food Chemistry. In: Fennema R O, Karel M, Sanderson G.W, Tannenbaum S.R, Walstra P, Witaker J.R (eds). *Food Chem.* Marcel Dekker Inc. N.Y. pp. 1-64.
- Gonroudobou, O.D. 1985. L'économie de la production maraîchère dans les quartiers périphériques de Porto-Novo, Bénin, Thèse pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC, 115p.
- Gupta S, Lakshmi A.J, Majunath M.N. & Prakash J. 2005. Analysis of nutrient and antinutrient content of underutilized green leafy vegetables. *LWT-Food Sci. Tec.* 38 : 339-345.
- Ifon E.T & Bassir O. 1980. The nutritive value of some Nigerian leafy vegetables-parts 2: the distribution of proteins, carbohydrates (including ethanol soluble simple sugars), Crude fat, Fiber and ash. *Food Chem.* 5: 231-235.
- Ibrahim N.D.G, Abdurrahman E.M. & Ibrahim G. 2001. Elemental analysis of the leaves of *Vernonia amamygdalina* and its biological evaluation in rats. *Niger. J. Nat. Prod. Med.* 5: 13-16.

- Ishida H, Suzuno H, Sugiyama N, Innami S, Todokoro T. & Maekawa A. 2000. Nutritional evaluation of chemical component of leaves, stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomea batatas* poir). *Food Chem.* 68: 359-367.
- LARES. 2004. Analyse de la compétitivité régionale des filières tomate et pomme de terre au Bénin, au Niger et au Nigéria, Série échanges régionaux, LARES-IRAM, 60p.
- Le Clech, B. 1998. Environnement et agriculture. Edition Synthèse agricole, avenue d'Arès, Bordeaux, 342 p.
- Lewu M.N, Adebola P.O. & Afolayan A .J. 2009. Effect of cooking on the proximate composition of the leaves of some accessions of *Colocasia esculenta* (L.) Schott in Kwa-Zulu-Natal province of South Africa. *Afr. J. Biotechnol.*, 8 (8): 1619-1622.
- Ndong M, Wade S, Dossou N, Guiro T A. & Gning R D. 2007. Valeur nutritionnelle du moringa oleifera, étude de la biodisponibilité du fer, effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels sénégalais avec la poudre des feuilles. *AJfAND.*, 7(3): 17 p.
- Orou Kobi, K. 2005. Contribution à l'étude de l'utilisation des pesticides chimiques en cultures maraîchères et ses conséquences, Mémoire de maîtrise de fin de formation en Environnement et santé. FLASH/UAC, Bénin. 75 P.
- PADAP. 2003. Etude de faisabilité, Rapport définitif, Tome 2, IIED, 158 p.
- Rao C.V. & Newmark, H.L. 1998. Chemo-preventive effect of squalene on colon cancer. *Carcinogenesis* 19: 287-290.
- Sena L.P, Vanderjagt D.J, Rivera C, Tsin A.T.C, Muhammadou I, Mahammadou O, Milson M., Pastosyn A. & Glew R.H. 1998. Analysis of nutritional Components of eight famine foods of the Republic of Niger. *Plant Food Hum. Nutr.* 52: 17-30.
- Sanny, S.M. 2002. Contribution à l'amélioration des rendements et de la qualité des cultures maraîchères (détection de bio-contaminants et agents toxiques) : Cas du périmètre maraîcher de Houeyiho à Cotonou. Mémoire pour obtention du Diplôme d'Ingénieur des Travaux (DIT). CPU /UNB, Bénin. 2002, 102p.
- Soclo H.H, Aguewe M, Adjahossou B.C, Houngue T.H. & Azontondé A.H. 1999. Recherche de compost type et toxicité résiduelle au Bénin. In TSM, N°9, 94<sup>e</sup> année, pp 68-76.
- Tiamiyou, I. 1995. Mission de consultation en phytotechnie maraîchère du 30 juillet au 12 août 1995, Rapport phase 1, Situation actuelle, FAO, 73p.
- Tiamiyou, I. & E. Sodjinou. 2003. Étude diagnostic de filières maraîchères de la vallée du fleuve Niger, Rapport provisoire, PADSE-CAD/FSA/UAC-MAEP, 89p.
- Zossou E.B. 2004. Analyse des déterminants socio-économiques des pratiques phytosanitaires : cas des cultures maraîchères à Cotonou (Département du Littoral, Bénin). Thèse d'ingénieur agronome. FSA/UAC. Abomey-Calavi. 104 p.



# Structure et traits ethnozoologiques du buffle de forêt (*Syncerus caffer nanus*) dans la forêt classée d'Agoua (Centre Bénin)

Armand K. NATTA<sup>1\*</sup>, Sedjro Gilles Armel NAGO<sup>1,2</sup>, Pamphile Jean-Claude KEKE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire d'Écologie, de Botanique et de Biologie végétale, (LEB), Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

<sup>2</sup>Laboratoire d'Écologie Appliquée, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

Reçu le 02 septembre 2014 - Accepté le 13 Novembre 2014

## Structure and ethnozoological traits of the forest buffalo (*Syncerus caffer nanus*) in the protected forest of Agoua (Centre Benin)

**Abstract:** We studied the structure and ethnozoological traits of forest buffalo (*Syncerus caffer nanus* Sparrman, 1779) from april to may 2013 in the Protected Forest of Agoua (Centre Benin). A total of 72 persons were interviewed (40 hunters and 32 Fulani herders) and fauna was monitored along 6 track through Kilometric Abundance Index (IKA) method. Eleven (11) fauna species were found after 288 km of walking effort. They were African buffalo (*Syncerus caffer*), Bushbuck (*Tragelaphus scriptus*), Grass cutter (*Thryonomis swinderianus*), Vervet monkey (*Cercopithecus aethiops*), Patas (*Erythrocebus patas*), Western Kob (*Kobus kob*), Common Duiker (*Sylvarca grimmia*), Oribi (*Ourebia ourebi*), Red-flanked Duiker (*Cephalophus rufilatus*), Baboon (*Papio anubis*) and Warthog (*Phacochoerus aethiopicus*). These species were identified through direct contacts (35.26%), marks on the ground (37.54%), droppings (23.68%) and animal voice call (3.51%). Regarding all indices and live contacts, forest buffalo accounted for 55.26%, followed by Baboon (9.82%), Bushbuck (7.37%), Grass cutter (6.14%) and Warthog (4.91%). For the studied species presence indices, we found that marks on the ground, live contacts and droppings accounted for 39.36%, 32.38%, and 18.41%. In total, 12 forest buffalo herds (each of 2 to 16 individuals), and 102 individuals were inventoried in the study area. The IKA values were low and varied from hunding zones (0.1 in Lougba to 0.75 in Koko) and tracks (0.5 in Lougba1 to 0.88 in Koko2). The males, femelles and young individuals, accounted for 24.5 %, 65.7 % and 9.8% of the population, therefore the sex ratio was 2.7 femelle per male. The preferential habitat was the dense forest islands in the centre of the study area, followed by gallery forests, open forests and tree savanna. 'Efon' and 'Edai' (meaning powerful and dangerous animal if injured) were the local names of the forest buffalo in 'Nagot' and 'Fulani' ethnic groups. Among the 23 recorded utilisations of the sub-species organs and products, the bone (with 31% of the total utilisations), the horns (15%), the skin (11%) and the shoe (11%), were the most important for the local people. The Index of Diversity (ID) and Equitability Index (IE) of the interviewed were low (0.072 and 0.375, respectively), showing that local people have poor knowledge regarding the uses of the organs and products of the sub-species in the study area. The forest buffalo deserved more attention as well as for a better protection status in the centre and south of Benin, and sustainable management actions such as ecotourism.

**Key words:** Forest Buffalo ; structure ; indigenou knowledge ; protected area ; Agoua ; Benin.

**Résumé :** L'étude de la structure et des traits ethno-zoologiques du buffle de forêt (*Syncerus caffer nanus* Sparrman, 1779) dans la Forêt Classée d'Agoua (FCA, Centre Bénin) a été faite, d'Avril à Mai 2013, à partir d'un échantillon de 72 enquêtés (i.e. 40 chasseurs et 32 éleveurs), et par le suivi de la faune dans 06 circuits balisés selon la méthode des Indices Kilométriques d'Abondance (IKA). Onze (11) espèces de faune sont recensées ensemble avec le buffle suite à l'effort pédestre de 288 km. Il s'agit du Buffle de forêt (*Syncerus caffer*), Guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*), Aulacode (*Thryonomis swinderianus*), Vervet (*Cercopithecus aethiops*), Patas (*Erythrocebus patas*), Cob de buffon (*Kobus kob*), Céphalophe de Grimm (*Sylvarca grimmia*), Ourébi (*Ourebia ourebi*), Céphalophe à flanc roux (*Cephalophus rufilatus*), Babouin (*Papio anubis*) et Phacochère (*Phacochoerus aethiopicus*). La présence de la faune dans la FCA est attestée par 35,26 % de contacts directs, 37,54 % de traces, 23,68 % de crottes et 3,51 % de vocalisations. Tous indices et contacts confondus, le Buffle de forêt vient largement en tête avec 55,26 % de présence, suivi du Babouin (9,82 %), du Guib harnaché (7,37 %), de l'Aulacode (6,14 %) et du Phacochère (4,91 %). Les traces/empreintes du Buffle de forêt dans la FCA représentent 39,36 % de l'ensemble de ses observations, suivies des contacts physiques (32,38 %) et des crottes (18,41 %). Les inventaires pédestres ont permis de dénombrer

12 troupeaux (de 2 à 16 individus), et au total 102 individus. Les valeurs des IKA (nombre d'individus/km parcouru) étaient faibles et ont varié selon les zones de chasse (0,1 à 0,75 ; respectivement à Lougba et Koko) et les circuits (0,05 à 0,88 ; respectivement à Lougba1 et Koko2). Les mâles, femelles et jeunes, avec 25, 67 et 10 individus, représentaient respectivement 24,5 % ; 65,7 % et 9,8% de la population totale, d'où un sexe ratio de 1 mâle pour 2,7 femelles. Les observations des chasseurs et des éleveurs et, celles de l'inventaire pédestre attestent que les forêts denses de Koko et Malomi sont les habitats privilégiés des buffles de forêt dans la région. Ce résultat est confirmé par le ratio de préférence d'habitat, qui montre que la sous-espèce a une forte sélection positive pour la forêt dense sèche ( $r > 2$ ), suivie des forêts galeries, forêt claire et savane arborée, et moindre pour les autres formations végétales. Sur le plan ethnozoologique, l'espèce est désignée par 2 noms ('Efffon' en Nagot et 'Edaï' en Fulfulbé), signifiant 'animal fort et redoutable qui devient très dangereux quand il est blessé ou énervé'. Au total vingt-trois (23) utilisations ont été répertoriées dans la zone d'étude : l'os est l'organe le plus utilisé (31% des utilisations), suivi de la corne (15%), la peau (11%) et le sabot (11%). Les valeurs des Indices de Diversité (ID) et d'Équitabilité des interviewés (IE), respectivement de 0,072 et 0,375, sont assez faibles, ce qui démontre que la majorité des enquêtés ont une connaissance faible des utilisations des organes et produits du buffle dans le milieu d'étude. Au regard de la structure, des connaissances endogènes actuelles sur le buffle de forêt dans la FCA et des menaces qui pèsent sur cette sous espèce, des mesures sont proposées pour une meilleure conservation, une valorisation à des fins d'écotourisme et une requalification de son statut au Sud et au Centre Bénin.

**Mots clés :** Buffle de forêt ; structure ; connaissances endogènes ; Forêt Classée ; Agoua ; Bénin.

## 1. Introduction

En Afrique, la viande de brousse est une importante source de protéines animales et de nutriments pour les ménages ruraux et urbains, en raison notamment de ses valeurs alimentaire, nutritionnelle, économique et culturelle (Malaisse, 1997 ; Djossa *et al.*, 2011). En outre, les organes et produits de la faune ont eu, et continuent d'avoir, d'importantes vertus et utilités sur les plans socio culturel, mystique, magique et sanitaire (Colyn *et al.*, 2010 ; Sogbohossou *et al.*, 2010). Ces valeurs proviennent du rapport très fort entre l'homme et la faune dans les sociétés africaines, où les populations ont une grande connaissance des utilisations endogènes des animaux dans la médecine, la religion, l'artisanat, l'art, etc. (Happold, 1987). Pour satisfaire les besoins des hommes, de nombreuses espèces, notamment de la grande faune, ont été pendant longtemps chassées de façon illégale, jusqu'à l'épuisement de la ressource dans de nombreuses régions du continent (Sinsin et Kampmann, 2010 ; Neuenschwander *et al.*, 2011). Pourtant, la valorisation de la faune prend de plus en plus d'importance et peut même conduire au développement d'une économie locale et régionale à travers l'industrie touristique. En effet, les zones fauniques constituent des domaines de récréation à travers le tourisme de vision et le tourisme cynégétique, l'éducation et la recherche scientifique (Czudek, 2001 ; Lamarque, 2004).

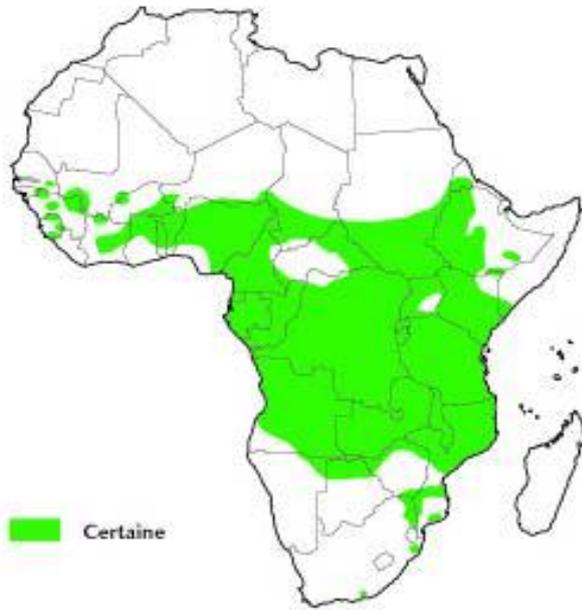
Dans la sous-région de l'Afrique de l'Ouest, où l'écologie et l'exploitation des animaux sauvages et de leurs produits dérivés sont particulièrement bien documentées (Geerling et Bokdam, 1973 ; Happold, 1987 ; Bojö, 1994 ; Steel, 1994 ; Chardonnet, 1995 ; Fa, 1995 ; Onyeansi, 1996 ; Caspary, 2000 ; Lamarque, 2004 ; Delvingt et Vermeulen, 2007 ;

Colyn *et al.*, 2010), la viande du buffle est consommée par une grande frange de la population (Malonga, 2005). Au Bénin, elle est vendue sur la plupart des marchés au Sud et au Nord et on la préfère à celle des animaux domestiques (Sogbohossou *et al.*, 2010). En dehors de sa viande, il est attribué aux produits et organes de cet animal mythique des savanes et forêts guinéennes, des vertus et utilisations importantes. En effet, le buffle fait partie des cinq grands de la faune africaine et joue un rôle important dans les écosystèmes (Kingdon, 1997 ; Sogbohossou *et al.*, 2010). En outre l'aménagement de la faune et de ses habitats requiert des connaissances actualisées assez précises sur la structure des populations, notamment l'abondance, la vie sociale, les classes d'âge et le sexe, qui représentent des variables démographiques fondamentales pour l'analyse des caractéristiques d'une population de faune (Sinsin *et al.*, 2006).

Au Bénin, il existe deux sous espèces de buffle, le buffle de savane (*Syncerus caffer brachyceros*) et le buffle de forêt (*Syncerus caffer nanus*), ayant des traits morphologiques différents et une répartition spatiale soudanienne pour la première et pour la seconde, une répartition guinéenne et soudano-guinéenne (Sogbohossou *et al.*, 2010). Les recensements fauniques qui estiment l'abondance et la densité des ongulés de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (RBP) indiquent que l'abondance du buffle de savane est satisfaisante (Sinsin *et al.*, 2000 ; Sinsin *et al.*, 2001 ; Sinsin *et al.*, 2002). Contrairement au buffle de savane, il existe peu de données sur le buffle de forêt, notamment ses traits structuraux, sa distribution spatiale en relation avec les conditions du milieu, et ses traits ethno-zoologiques. Lorsque des informations existent (PAPFCA, 2007 ; Sogbohossou *et al.*, 2010 ; Neuenschwander *et al.*, 2011), elles sont très parcelaires, sans références spécifiques aux sites de présence certaine de la sous-espèce au Bénin (Sinsin *et al.*, 1998). En effet, le buffle de forêt est dit présent au centre et au sud du pays dans les forêts classées de Kétou-Dogo, Monts Kouffé, Wari-Marou et Agoua. (Sogbohossou *et al.*, 2010 ; Djossa *et al.*

\*Auteur correspondant : armand.natta@gmail.com, B.P. 123, Parakou, Bénin, Tél: +229 97763438

Copyright © 2014 Université de Parakou, Bénin



al., 2011), mais ses caractères morphologiques et son écologie sont peu explicités et son statut n'est pas différencié de celui des savanes.

Figure 1: Carte de répartition des buffles de forêt en Afrique (Malonga, 2005).

En effet, le buffle (*Syncerus caffer*) est classé en Annexe II de la CITES, 'animaux partiellement protégés', et de 'pré-occupation mineure' sur la liste rouge de l'UICN, et comme 'espèce quasi menacée' au Bénin (Neuenschwander et al., 2011) sans référence à la sous-espèce. Ce statut commun aux deux sous-espèces de buffle du Bénin, ne prend pas en compte les spécificités écologiques du buffle de forêt, localisé dans la partie méridionale du pays (Sogbohossou et al., 2010). Au Centre et au Sud du Bénin, les Forêts Classées de Wari Maro, des Monts Kouffé et d'Agoua, présentent des habitats favorables au buffle de forêt (Sinsin et al., 1998 ; PAMF, 2006 ; PAPFCA, 2007). Cependant, très peu d'études y ont été menées sur l'écologie, la structure et la dynamique des populations des buffles de forêt permettant de mettre en évidence l'augmentation ou la régression des effectifs de populations. Il urge de combler le gap de connaissances scientifiques et améliorer le statut de conservation de cette sous-espèce au Bénin. L'objectif global de cette étude est de capitaliser les connaissances actuelles sur les traits structuraux et ethno-zoologiques des populations de buffles de la Forêt Classée d'Agoua (FCA), à travers trois objectifs spécifiques :

- Caractériser la structure (i.e. effectifs, abondance, répartition actuelle, vie sociale, préférence d'habitat) du buffle de forêt ;

- Déterminer les traits ethnozoologiques (i.e. représentation sociale, maladies/affections traitées, utilisations des organes et produits) du buffle de forêt;

- Proposer des mesures pour la conservation et la valorisation des populations résiduelles du buffle de forêt dans le milieu d'étude.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Caractéristiques du buffle de forêt

Le buffle de forêt (famille des Bovidae, Sparrman, 1779) est l'un des grands mammifères du continent africain, en termes de distribution, d'abondance et de biomasse dans les savanes et forêts africaines (Kingdon, 1997). On note cinq (05) sous espèces de buffles sur le continent africain, à savoir celui de forêt (*Syncerus caffer nanus*), de savanes d'Afrique de l'Ouest (*Syncerus caffer brachyceros*), de savanes d'Afrique centrale (*Syncerus caffer aequinoctialis*), de savanes du Sud de l'Afrique (*Syncerus caffer caffer*), et des montagnes d'Afrique de l'Est (*Syncerus caffer mathewsi*) (Sogbohossou et al., 2010). Le buffle des forêts d'Afrique centrale et de l'Ouest, objet de la présente étude, a une vaste distribution géographique, du Sénégal à la Tanzanie et au Kenya vers l'Est et jusqu'au Botswana et Zimbabwe vers le Sud (Figure 1). Le buffle de forêt a un poids de 265 à 320 kg et une hauteur au garrot de 100 à 130 cm. Sa robe varie du rouge au brun rougeâtre, avec deux lignes de poils blanchâtres à jaunâtres dans les oreilles ; et ses cornes ne se rejoignent pas comme celles du buffle de savane (Sogbohossou et al., 2010). Sa maturité sexuelle intervient entre 2,5 et 3 ans chez le mâle et 3 ans chez la femelle. La gestation s'étend sur environ 330-345 jours et conduit à la naissance d'un seul petit. Une femelle donne habituellement un veau tous les 2 ans (Malonga, 2005 ; Sogbohossou et al., 2010). Le Buffle de forêt vit en troupeaux de 3 à 15 individus, avec une structure du harem, composée d'un mâle dominant, de femelles, et de jeunes. Son régime alimentaire est celui d'un païseur-brouteur et il limite son activité quotidienne sur un rayon ne dépassant pas 3 km au sein des habitats fermés ou dégradés, les clairières forestières et les savanes incluses qui lui offrent des ressources en eau et des pâturages abondants. Il est de mœurs nocturne ou crépusculaire et reste très actif en début et en fin de journée. En période de grande chaleur, les animaux séjournent plus dans des zones marécageuses au sein des forêts, où ils affectionnent les bains de boue, qui en se séchant, forme une carapace qui les protège des piqûres d'insectes et des tiques (Malonga, 2005; Sogbohossou et al., 2010).

### 2.2. Milieu d'étude

La présente étude est réalisée dans la Forêt Classée d'Agoua (FCA, Commune de Banté, Centre - Ouest Bénin), avec une superficie de 75.300 ha entre 1°40' et 2°15' E et 8°25' et 8°50' N. Le climat est de type subéquatorial soumis à l'influence du domaine soudanien. Il est caractérisé par deux saisons dans l'année ; une saison sèche de Novembre à Mars, et une saison pluvieuse d'Avril à Octobre, avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1200 mm. Le réseau hydro-

graphique du milieu d'étude comprend l'Otio et le Zou avec de nombreux petits cours d'eau temporaires. La forêt d'Agoua est à cheval sur les bassins versants de l'Ouémé et du Mono notamment son affluent Ogou. Le substratum géologique dominant de la FCA est un socle cristallin d'âge antécambrien appelé Dahoméen, composé de deux principaux types de roches gneissiques plus ou moins métamorphosées (les granites et les embréchites). On distingue quatre types de sols (les sols ferrugineux, ferralitiques, hydro-morphes minéraux et minéraux) (PAPFCA, 2007).

Les conditions pédoclimatiques et anthropiques de la forêt classée d'Agoua ont permis l'établissement des forêts galeries, des îlots de forêts denses semi décidues, des forêts claires, de savanes boisées, des savanes arborées et arbustives. On note une végétation artificielle formée de plantations de teck (*Tectona grandis*) et d'anacardiés (*Anacardium occidentale*) appartenant soit à l'Etat, soit à des privés. Les essences de grande valeur économique identifiées dans les formations végétales naturelles sont *Azelia africana*, *Ceiba pentandra*, *Daniellia oliveri*, *Diospyros mespiliformis*, *Holoptelea grandis*, *Isobertinia doka*, *Isobertinia tomentosa*, *Khaya senegalensis*, *Prosopis africana*, *Pseudocedrela kotschy*, *Pterocarpus erinaceus* et *Terminalia superba*. La Forêt Classée d'Agoua contient encore de nombreuses espèces animales et des oiseaux de taille moyenne à petite. Les mammifères dominants sont constitués de: *Anomalurus* sp. (écureuil volant), *Lepus crawshayi* (lièvre à oreilles de lapin), *Smutsia gigantea* (pangolin géant), *Thryonomys swinderianus* (aulacode), *Hystrix cristata* (porc-et-pic), *Kobus kob* (cobe de buffon), *Ourebia ourebi* (ourébi), *Phacochoerus aethiopicus* (phacochère), *Syncerus caffer nanus* (buffle de forêt), *Sylvicapra grimmia* (céphalophe de Grimm), *Tragelaphus scriptus* (guib harnaché) et *Erythrocebus patas* (patas). Au nombre des oiseaux, on retrouve, entre autres : *Ardeola ibis* (garde-boeufs), *Numida meleagris* (pintade), *Francolinus bicalcaratus* (francolin), *Streptopelia vinacea* (tourterelle vineuse) et *Bucorvus abyssinica* (grand calao). (PAPFCA, 2007).

Autour de la forêt classée d'Agoua il y a 23 villages, avec une population d'environ 58.594 hommes et une densité de 44 habitants/km<sup>2</sup>. Les Nagots et apparentés représentent l'ethnie dominante du milieu d'étude (INSAE, 2013). En dehors des religions traditionnelles, on note une forte adhésion au christianisme (environ 40 %), tandis que l'islam est relativement peu représenté avec environ 10 % de la population. Diverses activités sont menées dans la zone d'étude. Il s'agit de l'agriculture, de l'élevage, du commerce, du tourisme, de la chasse et de la pêche. La chasse, en particulier, est pratiquée aussi bien à l'intérieur qu'aux alentours de la forêt par les chasseurs organisés en sept (07) confréries villageoises (Pira, Agoua, Koko, Loughba, Malomi, Atokolibé, Adjantè) formalisées par le Projet d'Aménagement des Massifs Forestiers de Wari Maro, Monts Kouffé et Agoua (PAMF) dans la Forêt Classée d'Agoua (FCA).

Deux méthodes de collecte de données ont été utilisées pour recenser d'une part toutes les espèces de faune présentes sur les circuits, et déterminer la structure des groupes

de buffles de forêts présents sur les mêmes circuits ; d'autre part recenser les connaissances ethnozoologiques du buffle dans la FCA. Il s'agit donc de la méthode indirecte basée sur les enquêtes auprès des usagers principaux de la forêt (i.e. chasseurs et éleveurs) et la méthode directe par le suivi de la faune, en général et des buffles en particulier, le long des circuits balisés selon la méthode des Indices Kilométriques d'Abondance (IKA).

### 2.3. Indices de présence, contacts de la faune et évaluation de la structure du buffle de forêt

Pour le suivi de la faune sur les six (6) circuits des IKA, de 6 km chacun, installés par le PAMF dans la FCA en 2007, ont été exploités (Tableau 1 et Figure 2). Ces circuits avaient été installés de façon aléatoire après le zonage de la Forêt classée d'Agoua pour le suivi de la grande faune. Huit (8) suivis ont été exécutés tôt le matin, d'Avril à Mai 2013, soit 2 mois, à raison d'un suivi/semaine sur l'ensemble des tracés. Au total, 288 km ont été parcourus (i.e. 6 km x 6 circuits/semaine x 8 semaines) par 6 équipes de 4 personnes (2 observateurs, 1 releveur et 1 pisteur). Le long de chaque circuit, la composition du groupe social (effectif, sexe), les indices de présence (crottes, empreintes, activités, cris) de chaque espèce et les activités anthropiques sont notés. Les IKA ont permis d'apprécier l'abondance de toute la faune présente sur les circuits à partir des contacts physiques et des indices de présence (traces, crottes, vocalisations). Les paramètres spécifiques à la structure du buffle ont été collectés de façon plus détaillée. Il s'agit des effectifs, l'abondance, la répartition spatiale, la vie sociale et la préférence d'habitats.

L'IKA (nombre d'individus ou indices de présence/km parcouru) est un paramètre intéressant pour le suivi des variations dans le temps de la présence de la faune dans un milieu donné. Cette méthode qui consiste à compter, le long d'un parcours fixe, les variables tels que: l'effectif de chaque espèce, les indices de présence (crottes, empruntes, traces, cris), a été préférée au dénombrement systématique de la faune (par ex. line transect) dans une zone très dégradée par les pressions anthropiques.

Tableau 1 : Répartition des 6 circuits IKA dans le milieu d'étude

Zones de chasse	Nombre de circuits installés	Distance (km)
Loughba	2	12
Malomi	2	12
Koko	2	12
Agoua	0	0
Adjantè	0	0
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>36</b>

Les données du suivi de la faune en général, et des buffles en particulier, ont permis de calculer l'Indice Kilométrique d'Abondance (IKA), de même que les fréquences d'observation (FR):

$$IKA = \frac{NB}{LT} \text{ et } FR = \frac{NOi}{N}, \text{ avec}$$

**NB** = Nombre de buffles observés,  
**NOi** = Nombre d'indices *i* observés,  
**LT** = Longueur du Tracé,  
**N** = Nombre total d'indices,  
**i** = Empreintes /crottes /vocalisation / traces.

Par ailleurs, à partir des caractères sexuels distinctifs connus du buffle de forêt et l'aide de nos guides qui sont des chasseurs et éleveurs professionnels de la zone d'étude, les effectifs de buffles mâles et femelles ont été collectés ; ce qui a permis de déterminer le sexe ratio de cette population de buffles ainsi que sa structure d'âge. En outre, sur la carte utilisée pour les 6 circuits IKA, nous avons marqué tous les habitats de présence des buffles avec l'aide de nos guides. La préférence d'habitat sur les circuits des IKA a été calculée pour le buffle au travers du ratio (*r*), décrit par Neu et al. (1974). Ce ratio évalue le pourcentage d'utilisation d'un habitat donné par une espèce animale en fonction du pourcentage de disponibilité dudit habitat, suivant la formule:

$$r = \frac{di/D}{hi/H}$$

avec **di** : nombre d'indices observés dans l'habitat **i** ;  
**hi** : nombre d'habitats **i** observés ; **D**, **H** désignent respectivement, le nombre total d'indices et le nombre total d'habitats.

Lorsque  $r > 2$ , l'espèce cible a une forte sélection positive pour un habitat **i** donné.

Ici les habitats sont constitués des formations végétales et sites d'occupation du sol (e.g. forêt dense, forêt galerie, forêt claire et savane boisée, savane arborée et arbustive, surface/zone rocheuse, plantation, mosaïque de culture et jachère, formation marécageuse, plan d'eau, cf. Tableau 6, Annexe).

#### 2.4. Traits ethnozoologiques (i.e. représentation sociale, maladies/affections traitées, utilisations des organes et produits) du buffle de forêts

Les enquêtes, à travers un guide d'entretiens auprès des principaux usagers de la FCA, ont été réalisées sur 72 personnes adultes (40 chasseurs des sept (7) confréries de chasseurs et de 32 éleveurs peulhs sédentaires à la FCA). L'enquête exploratoire a en effet montré d'une part que les principaux usagers de la FCA sont les chasseurs et éleveurs Peulhs, d'autre part que l'âge minimum de cette cible est > à 40 ans. Le guide d'enquêtes ethnozoologiques a pris en compte, entre autres, les observations antérieures de l'espèce, les indices de présence, les mœurs de l'espèce, les lieux d'observation (point d'eau, formation végétale, saline), les preuves de braconnage, le nom local et la représentation sociale du buffle, les différentes utilisations des organes et produits de l'animal. Pour évaluer les connaissances des populations du point de vue des utilisations, deux indices ont été calculés : l'Indice de Diversité des

interviewés (ID) et l'Indice d'Equitabilité des interviewés (IE) (Tableau 2).

Tableau 2 : Indices de connaissances des utilisations des organes et produits du buffle de forêt

Indices	Calcul	Description	Niveau de calcul
Indice de Diversité des interviewés (ID) ID = Sx/St	ID, nombre d'utilisation cité par un interviewé donné (Sx) divisé par le nombre total d'utilisations répertoriées (St)	Mesure le niveau de connaissance des utilisations par les interviewés et sa variation entre-eux	Par enquête
Indice d'Equitabilité des interviewés (IE) IE = ID/IDmax	IE, Indice de Diversité des interviewés (ID) divisé par la valeur maximale de l'indice de diversité des interviewés (IDmax)	Mesure le degré d'homogénéité des connaissances des interviewés	Par enquête

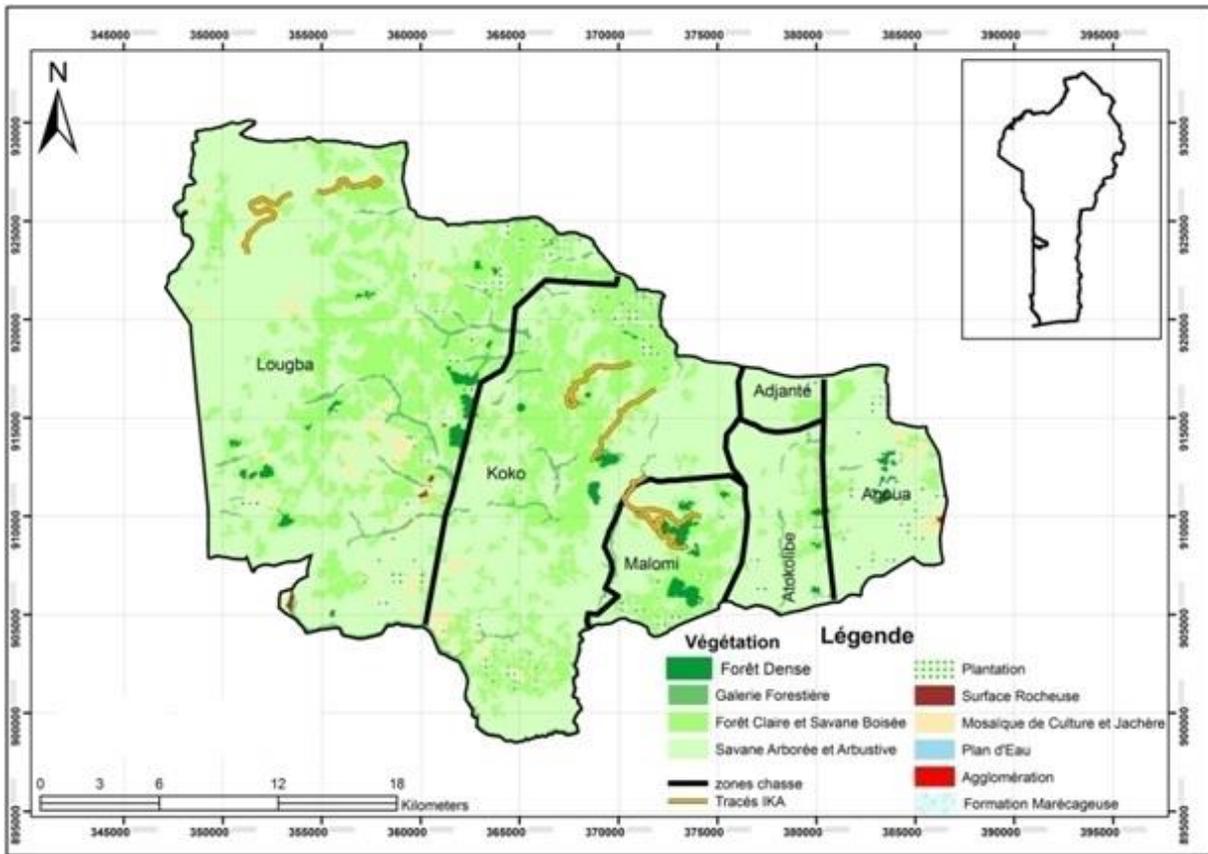


Figure 2: Forêt classée d’Agoua (FCA) avec les six (6) circuits de suivi de la faune

Tableau 3 : Contacts physiques et indices de présence de la faune sur les circuits des IKA dans la Forêt Classée d’Agoua

no.	Espèces	Contacts physiques		Traces		Crottes		Vocalisations		Total	
		Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
01	Buffle de forêt ( <i>Syncerus caffer</i> )	102	50,75	155	72,43	58	42,96	0	0,00	315	55,26
02	Guib harnaché ( <i>Tragelaphus scriptus</i> )	8	3,98	28	13,08	6	4,44	0	0,00	42	7,37
03	Aulacode ( <i>Thryonomis swinderianus</i> )	3	1,49	7	3,27	25	18,52	0	0,00	35	6,14
04	Vervet ( <i>Cercopithecus aethiops</i> )	21	10,45	0	0,00	3	2,22	2	10,00	26	4,56
05	Patatas ( <i>Erythrocebus patas</i> )	19	9,45	0	0,00	5	3,70	3	15,00	27	4,74
06	Cob de buffon ( <i>Kobus kob</i> )	4	1,99	0	0,00	13	9,63	0	0,00	17	2,98
07	Céphalophe de Grimm ( <i>Sylvicarpa grimmia</i> )	6	2,99	0	0,00	5	3,70	0	0,00	11	1,93
08	Ourébi ( <i>Ourebia ourebi</i> )	7	3,48	0	0,00	3	2,22	0	0,00	10	1,75
09	Céphalophe à flanc roux ( <i>Cephalophus rufilatus</i> )	3	1,49	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,53
10	Babouin ( <i>Papio anubis</i> )	18	8,96	14	6,54	9	6,67	15	75,00	56	9,82
11	Phacochère ( <i>Phacochoerus aethiopicus</i> )	10	4,98	10	4,67	8	5,93	0	0,00	28	4,91
<b>Total (contacts et indices de présence de tous les animaux)</b>		<b>201</b>	<b>35,26</b>	<b>214</b>	<b>37,54</b>	<b>135</b>	<b>23,68</b>	<b>20</b>	<b>3,51</b>	<b>570</b>	<b>100,00</b>

### 3. Résultats

#### 3.1. Contacts physiques et indices de présence de la faune

3.1.1. Observations directes d'individus et d'indices de présence de toutes les espèces

L'appréciation de l'abondance, calculée à partir des contacts physiques et des indices de présence (traces, crottes, vocalisations) a permis de recenser onze (11) espèces de faune sur les 06 circuits des IKA dans le milieu d'étude suite à l'effort pédestre de 288 km. Il s'agit des Buffles de forêt (*Syncerus caffer*), Guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*), Aulacode (*Thryonomis swinderianus*), Vervet (*Cercopithecus aethiops*), Patas (*Erythrocebus patas*), Cob de buffon (*Kobus kob*), Céphalophe de Grimm (*Sylvicapra grimmia*), Ourébi (*Ourebia ourebi*), Céphalophe à flanc roux (*Cephalophus rufilatus*), Babouin (*Papio anubis*) et le Phacochère (*Phacochoerus aethiopicus*). Au total, la présence des animaux est attestée par 35,26% de contacts directs, 37,54% de traces, 23,68% de crottes et 3,51% de vocalisations (Tableau 3, Annexe). Pour tous les indices et contacts confondus, le Buffle de forêt vient largement en tête avec 55,26% de présence, suivi du Babouin (9,82%), du Guib harnaché (7,37%), de l'Aulacode (6,14%) et du Phacochère (4,91%).

3.1.2. Observations directes d'individus et d'indices de présence de buffle de forêt

L'abondance du buffle dans la FCA a été aussi appréhendée à travers les fréquences des contacts physiques et indices de présence. Les traces/empreintes dans la végétation dense représentent 39,36% de l'ensemble des observations du Buffle suivis des contacts physiques (32,38%) et la présence de crottes fraîches (18,41%). Les faibles indices de présence du buffle sur les pistes (8,57%) et dans les espaces ouverts (1,27%) dénotent quant à eux du caractère discret et de la préférence de l'espèce aux habitats denses (Tableau 4).

Tableau 4 : Fréquences d'observations et d'indices de présence du buffle de forêt

Catégories	Contacts physiques et Indices	Nombre	Fréquence (%)
01	Traces/Empreintes dans la végétation dense	124	39,36
02	Contacts physiques dans les habitats	102	32,38
03	Présence de crottes fraîches sur les circuits	58	18,41
05	Traces de présence sur les pistes	27	08,57
06	Traces/Empreintes dans les espaces ouverts (pâturages)	04	01,27
Total		315	100,00

#### 3.2. Structure de la population du buffle de forêt

3.2.1. Caractéristiques des troupeaux de buffles de forêt sur les différents circuits

Les contacts physiques sur les 6 circuits d'IKA ont permis de dénombrer 12 troupeaux, totalisant 102 individus. La taille des troupeaux a varié de 2 à 16 individus (Tableau 5 et Figure 5). Les valeurs des IKA (nombre d'individus/km parcouru) varient selon les zones de chasse (0,1 à Lougba à 0,75 à Koko; Figure 3) et selon les circuits (0,05 à Lougba1 à 0,88 à Koko2, Figure 4).

Tableau 5 : Groupes de buffles de forêt sur les différents circuits

Site	Circuits	Nombre		Observations
		troupeaux observés	d'individus	
Lougba	Lougba 1	2	9	Fuite
Lougba	Lougba 2	0	0	Néant
Koko	Koko 1	2	19	Broutage
Koko	Koko 2	4	56	Broutage, Fuite
Malomi	Malomi 1	2	8	Abreuvement
Malomi	Malomi 2	2	10	Repos
Total	06	12	102	

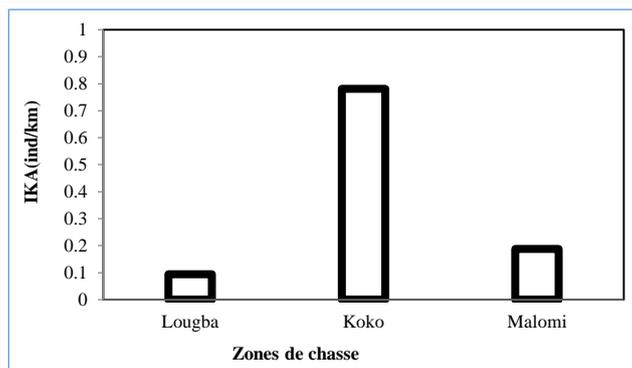


Figure 3 : Valeurs de l'Indice Kilométrique d'Abondance (IKA) suivant les zones de chasse

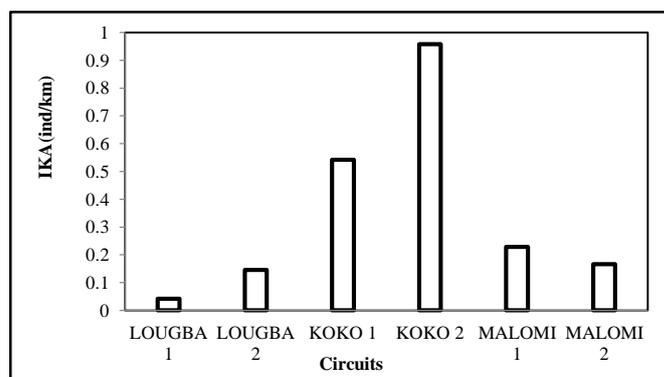


Figure 4 : Valeurs de l'Indice Kilométrique d'Abondance (IKA) suivant les circuits

3.2.2. Composition par groupe, par âge et par sexe de la population de buffles

Suite au dénombrement, 12 groupes de buffles de forêt, de 2 à 16 individus, sont observés dans la FCA pour un total de 102 individus. La moyenne d'individus de buffles par groupe est de  $8,5 \pm 5$ . La moyenne de buffle mâle par groupe est de  $2 \pm 1$ , celles des femelles est de  $5 \pm 3$  et des jeunes est  $0,8 \pm 0,5$ . Les mâles, avec 25 individus, représentent 24,5 % de la population totale, alors que les femelles avec 67 individus, représentent 65,7 % de la population de buffles. Les individus de taille plus petite dont le sexe n'a pu être identifié, 10 individus soit 9,8%, sont en réalité, de jeunes individus de buffle dont les caractères morphologiques ne sont pas suffisamment marqués pour en distinguer le sexe (Figure 5). Ainsi le sexe ratio obtenu est de 1 mâle pour 2,7 femelles.

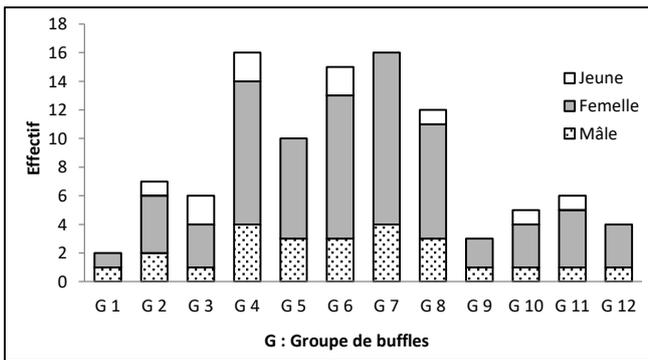


Figure 5 : Structure des groupes de buffles de forêt dans la Forêt Classée d'Agoua

Tableau 6: Ratio de préférence des habitats par le buffle de forêt dans la Forêt classée d'Agoua

Habitat	Ratio (%)
Forêt dense	2,17
Forêt galerie	1,66
Forêt claire et savane boisée	1,14
Savane arborée et arbustive	0,72
Surface/zone rocheuse	0,31
Plantation	0,00
Mosaïque de culture et jachère	0,00
Formation marécageuse	0,00
Plan d'eau	0,00

3.2.3. Distribution des buffles dans le milieu d'étude

Suivant l'observation par les chasseurs, les buffles sont plus concentrés dans la zone de chasse de Koko (centre de la FCA) avec 66,7% des lieux d'observation contre seulement 16,7% pour Malomi et Adjantè. Aucune observation n'a été signalée dans les zones de chasse de Lougba, Atokoligbé et

Agoua. Pour les éleveurs, les buffles sont plus concentrés dans la zone de chasse de Koko avec 42% des lieux d'observation contre 28,5 % pour Malomi et Lougba. Aucune observation n'a été faite dans la zone de chasse d'Adjantè, Atokoligbé et Agoua. L'inventaire pédestre le long des six circuits de la forêt classée d'Agoua, montre que les buffles sont plus concentrés dans la zone de chasse de Koko avec 50% des lieux d'observation contre respectivement 30% et 20% pour Malomi et Lougba (Figure 6). Ainsi, les formations végétales denses de Koko et Malomi sont les habitats préférentiels des buffles de forêt dans la FCA.

3.2.4. Ratio de préférence des habitats par le buffle

L'appréciation de la préférence des habitats par le buffle, appréhendée par le ratio de préférence d'habitat, montre que le buffle a une forte sélection positive pour la forêt dense sèche ( $r > 2$ ), et moindre pour les forêts galeries, les forêts claires, les savanes et zones rocheuses. Par contre, elle est nulle pour les plantations, champs, jachères, formation marécageuse et plan d'eau (Tableau 6, Annexe).

3.3. Représentation sociale et utilisations des organes et produits du buffle de forêt

L'espèce est désignée par 'Effon' en Nagot et 'Edaï' en Fulfulbé ; ces 2 noms signifiant 'animal fort et redoutable qui devient très dangereux quand il est blessé ou énervé'. L'abattage d'un buffle par un chasseur, témoigne de la bravoure et de la puissance exceptionnelle de ce dernier sur le plan mystico magique. La viande de buffle est très appréciée par la population riveraine de la FCA. Autrefois, la chasse était pratiquée pour une autoconsommation de la viande mais actuellement, elle est pratiquée pour la commercialisation de la viande dans les restaurants des agglomérations riveraines de la FCA, à un coût variant entre 200.000 et 300.000 F CFA selon la taille de l'animal abattu.

Les organes et produits du buffle sont utilisés à diverses fins. Au total vingt-trois (23) utilisations ont été répertoriées dans la zone d'étude (Tableau 7, Annexe). L'os de buffle est l'organe le plus utilisé (31% des utilisations), suivi de la corne (15%), la peau (11%), le sabot (11%), des crottes (8%) et de la moelle épinière (8%). Les autres utilisations d'organes (i.e. sang, poils, cœur et queue) étant marginales (4% respectivement des utilisations). En outre, les connaissances des enquêtés sur le plan médico-magique, évaluées à travers l'Indice de Diversité des interviewés (ID) et l'Indice d'Équitabilité des interviewés (IE), donnent des valeurs moyennes de 0,072 et 0,375 ( $< 0,5$ ) respectivement ; ce qui démontre que la majorité des enquêtés ont une connaissance faible des utilisations médico-magiques (Tableau 8).

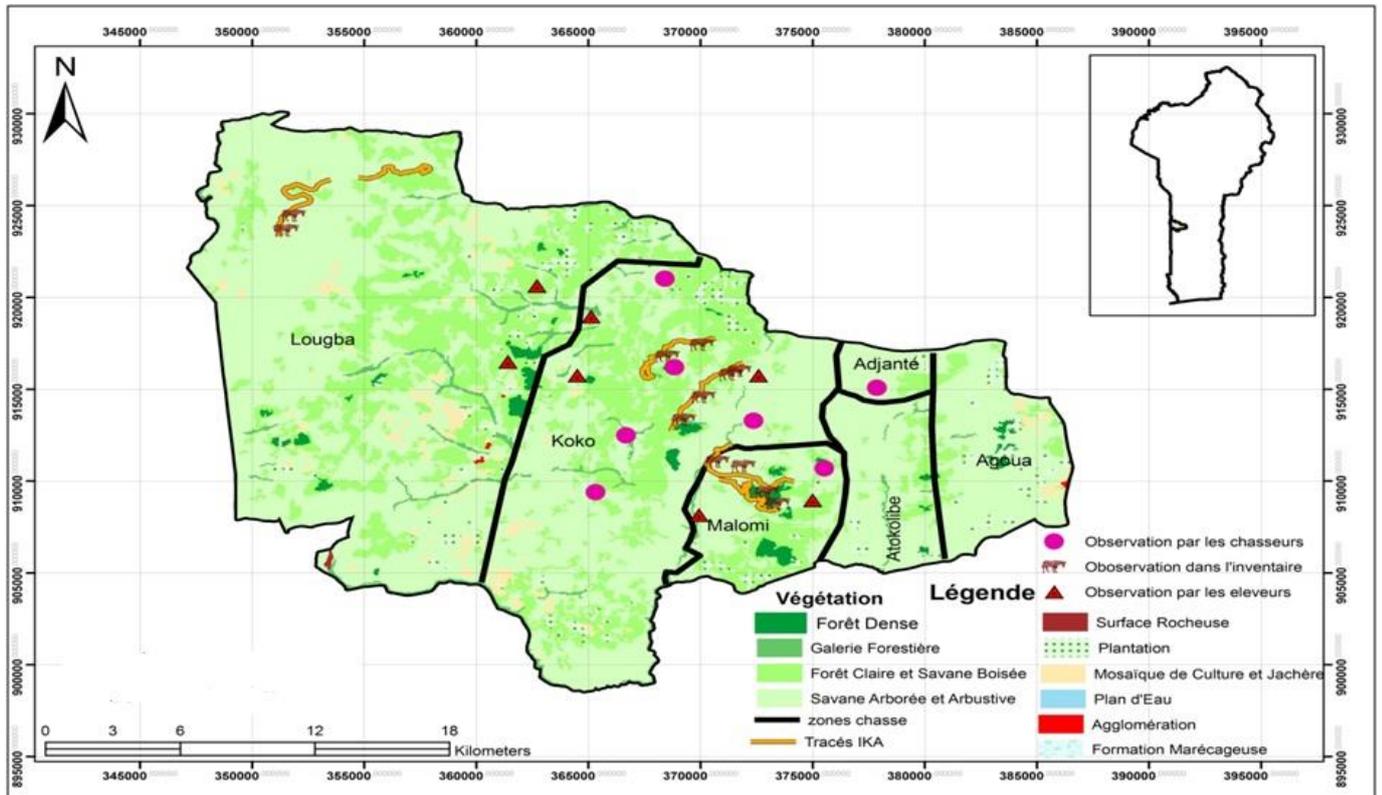


Figure 6: Présence physique et observations des groupes de buffles de forêt dans la forêt classée d'Agoua (mai 2013)

Tableau 7: Utilisations des organes et produits du buffle de forêt dans la Forêt classée d'Agoua

Utilisations	Organe utilisé	Préparation du médicament	Mode de consommation / Posologie
Morsure du serpent	Os de la tête	Mélanger avec d'autres ingrédients et calciner l'ensemble pour obtenir une poudre noire	Passer le produit sur la partie de la morsure
Pour avoir plus de force	Os du chanfrein	Mélanger avec d'autres ingrédients et calciner l'ensemble pour obtenir une poudre noire et faire son talisman	Attacher le talisman au bras
Maux de rein	Os du Bassin	Mettre dans un canari et y ajouter de l'eau pendant 24 heures	Boire la solution avant d'aller au champ pour labourer
Difficulté de marche chez personne âgée	Os (Rotule)	Mélanger avec d'autres ingrédients et calciner l'ensemble pour obtenir une poudre noire et y ajouter de beurre de karité	Utiliser ce produit pour masser le genou du malade
Manque de rigidité chez l'enfant et l'adulte	Côtes (os)	Mélanger avec les racines de plantes et faire tremper dans l'eau (macération) pendant au moins 24 heures	Utiliser la solution comme l'eau de bain pour le bébé ou l'adulte
Pour gagner une course de vitesse	Os du pied	Mélanger avec d'autres ingrédients dans un canari et ajouter de l'eau et laisser pendant 24 heures	Boire avant de faire la compétition de course
Fortifiant	Os	Mélanger avec les racines de plantes et faire tremper dans l'eau (macération) pendant au moins 24 heures	Utiliser la solution obtenue comme l'eau de bain pour le bébé
	Os (bras gauche)	Mettre dans un canari le mélange de l'os, du caillou (Boubouré), arbre (Akakaï) et de l'eau et laisser pendant au moins 24 heures	Utiliser la solution obtenue pour boire et se laver
	Cornes	Mélanger avec les racines des arbres (Akakaï, Kikiba et Atakla) et de l'eau qu'on conserve dans la corne pendant 24 heures	Boire la solution et se laver avec chaque jour
Fièvre	Cornes	Mélanger avec des ingrédients, calciner l'ensemble pour obtenir une poudre noire et mêler la poudre dans le savon noir	Se laver avec le savon chaque jour
Prophétie	Cornes	Préparer avec des produits qu'on conserve dans la corne	Avaler le produit de la corne
Pour être invisible	Cornes	Mélanger certains ingrédients dans la corne	Boire avant d'aller à la chasse
Rhumatisme	Moelle épinière	Mélanger avec des ingrédients et calciner	Utiliser la poudre noire pour la scarification du malade
Inflammation du pied	Moelle épinière	Mélanger avec des ingrédients	Passer le produit sur le pied
Crâne ouvert	Peau du chignon	Mélanger avec des ingrédients et y ajouter huile palmiste	Enduire de ce mélange le crâne de l'enfant malade
	Sabot	Calciner pour obtenir une poudre noire et ajouter de l'huile palmiste	Enduire le crâne de l'enfant malade avec ce mélange
Marcher sur n'importe quel objet	Sabot	Calciner pour obtenir une poudre noire et ajouter d'autres ingrédients	Passer le produit sur les pieds avant d'aller à la chasse
Pieds d'athlète	Sabot	Calciner pour obtenir une poudre noire et ajouter de l'huile palmiste	Enduire de ce mélange le pied du malade
Manque d'appétit	Crotte	Mélanger avec des ingrédients et calciner l'ensemble	Prendre le produit (poudre noire) avant de manger
Hémorroïde	Crotte	Mélanger avec des ingrédients et calciner l'ensemble	On met une quantité de poudre dans la bouillie non sucré pour consommer jusqu'à la guérison
Hémorragie	Peau	Mélanger avec des ingrédients et calciner l'ensemble	Passer le produit sur la partie où se trouve la blessure
Pour que quelqu'un te révèle son secret	Peau	Mélanger avec d'autres ingrédients et en faire le talisman	Mettre ce talisman dans la bouche et lui demander ses secrets
Anémie	Sang	Mélanger avec d'autres ingrédients	Faire avaler le produit à l'enfant
Lutte contre les mauvais esprits chez l'enfant	Poils des sourcils	Mélanger avec d'autres ingrédients et en faire un talisman	Mettre ce talisman au cou de l'enfant
Pour gagner une guerre	Cœur	Mélanger avec d'autres ingrédients que l'on fait bouillir	Manger le bouillon
Pour gagner une compétition	Queue	On l'attache avec d'autres ingrédients	Le chanteur le garde dans la main et prononce des incantations

Tableau 8: Indices de diversité et d'équité des interviewés

	Indice de Diversité des interviewés (ID)		Indice d'Équité des interviewés (IE)	
	m	CV%	m	CV%
Chasseur	0.072	0.62	0.375	0.62

## 4. Discussion

### 4.1. Structure du buffle de forêt

Les inventaires des populations des grands mammifères sont à la base de toute étude écologique et constituent un pré requis pour l'aménagement de la faune pour sa conservation ou pour les abattages réglementés du gibier. En effet, ils permettent de collecter des données écologiques fondamentales sur la structure, la dynamique, les taux de reproduction des populations. (Bousquet, 1981 ; Buckland et al., 1993 ; Brooks et al., 2004).

Le nombre d'espèces recensées (11) le long de six circuits et un effort pédestre de 288 km paraît faible pour une aire protégée ayant comme formations végétales dominantes les forêts denses sèches, les forêts claires et savanes boisées. Seule la présence du buffle de forêt est confirmée dans le milieu d'étude, avec un nombre (12) et une taille (2 à 16) des troupeaux, et un effectif total (102 individus) faibles au regard du potentiel de la région en habitats favorables et en pâturages. En effet, les circuits avaient été installés en 2006 et 2007 dans les zones les moins perturbées de cette forêt classée pour le suivi permanent de la faune à travers les contacts physiques et indices de présence (PAMF, 2006).

Les IKA constituent une méthode d'inventaire très indiquée pour le suivi de la faune dans la zone, car elle est beaucoup plus facile à mettre en place (légèreté, flexibilité et maniabilité de l'outil), moins coûteuse et plus facilement transférable aux populations riveraines, notamment dans cette région forestière, où la grande faune est quasi inexistante, la petite faune est appauvrie, très craintive et fuyarde avec un couvert dense. Les IKA effectués régulièrement dans une même zone et dans les mêmes conditions, sont un bon indicateur de la tendance des populations animales, car ils permettent de savoir si la population augmente, diminue ou stagne (Tsakem, 2006). Les valeurs des IKA, relativement faibles et variant selon les circuits pédestres et les zones de chasse, témoignent d'une sélectivité des habitats par l'espèce mais aussi de la pression humaine, à travers l'évolution de front agricole, l'expansion des plantations d'anacardières et de la chasse traditionnelle (encadrée ou incontrôlée). En outre, la fermeture du milieu associée à la capacité de camouflage de l'animal induit une faible visibilité et capacité de détection des animaux de loin et pourrait, de ce fait, expliquer le faible effectif dénombré, en particulier pour les jeunes buffles.

La population de buffles de forêt observée dans la FCA paraît vieillissante (90% d'adultes et subadultes) contre seulement 10% de jeunes. Ces groupes de buffles observés sont pour la plupart des harems constitués de femelles avec des jeunes et au moins un mâle, comme l'ont constaté Prins (1996) et Halley & Minagawa (2005) chez les buffles de savane. Contrairement à Molloy (1997) dans la réserve de la Lopé (Gabon), et par Kingdon (1997) en Afrique tropicale, les mâles isolés n'ont pas été observés dans la zone tout au long de nos investigations. Les raisons de la faible détection du buffle et des valeurs des variables clés de la structure (effectif, groupes, sex ratio, répartition spatiale, vie sociale) mériteraient d'être plus explicitées au regard des types de pressions et des potentialités de cette région, voisine de la République du Togo.

Les observations de buffles se concentrent préférentiellement dans deux zones de chasse peu perturbées par les activités anthropiques : Koko (aux abords de la colline), et Malomi (autour du cours d'eau Oti). Ces deux zones voisines constituent d'une part, un continuum écologique pour l'espèce et d'autre part, abritent un ranch naturel (i.e. la forêt de Tobé de 500ha, au sein de la FCA) protégé et géré de façon participative par un promoteur privé avec les confréries de chasseurs de la région. Cet espace, dédié à la conservation des buffles de forêt, des espèces médicinales, des valeurs culturelles et culturelles de la FCA, vise aussi à développer l'apiculture et l'écotourisme, avec les anciens chasseurs reconvertis comme des guides touristiques. La surveillance de cette forêt par la Confrérie Villageoise de Chasseurs de Koko a certainement contribué à la protection de la biodiversité dans la zone, et à la forte présence des populations de buffle de forêt qui s'y retrouve comme l'espèce emblématique.

Le géoréférencement des observations de buffle a permis d'établir une carte de répartition de l'espèce à l'échelle de la FCA. Cependant, puisque la zone n'a pas été inventoriée intégralement, aucune extrapolation à l'ensemble de la zone d'étude n'est possible. Afin de produire une représentation spatiale de l'abondance en surface continue (Mathot, 2006), nous préconisons une évaluation plus globale de la distribution du buffle de forêt dans l'ensemble des formations végétales de la FCA et de ses zones riveraines.

### 4.2. Traits ethnozoologiques

Les organes et produits du buffle sont mentionnés comme efficaces dans le traitement de plusieurs affections et maladies (Sogbohossou et al., 2010). D'autres auteurs ont documenté l'importance alimentaire, médicinale, culturelle, mystico-magique, des organes et produits de mammifères au Bénin (Kpété, 2009), et en Afrique de l'Ouest (Ajayi, 1978 ; Tou, 2010).

Le buffle par ses organes reste d'une grande utilisation dans la FCA, ce qui n'est pas favorable à la conservation de l'espèce. La viande de buffle représente un élément vital du régime alimentaire des villes environnantes de la FCA pour plusieurs raisons : manque d'autres sources de viande, con-

traintes financières, préférences et valeurs culturelles. Plusieurs produits de buffle sont utilisés dont la peau, les os, les graisses, les visères, les crottes, les cornes et entrent dans la composition des médicaments pour guérir l'inflammation des pieds, le rhumatisme et la gale. Les cornes, l'os de chanfrein et le sabot sont également utilisés pour certaines vertus mystico-magiques. D'après notre enquête, aucun chasseur converti n'a été témoin d'acte de braconnage sur l'espèce ces dernières années et le buffle ne représente qu'une source de conflit exceptionnelle avec les populations humaines vivant en périphérie de la forêt classée. Cependant, beaucoup d'organes ont des vertus mystico magiques, en particulier la peau est très recherchée sur les marchés des fétiches du sud du pays, de sorte que l'espèce est une cible prisée des braconniers (di Silvestre, 2002). Cependant, pour les Peulhs, chez qui l'animal n'est ni consommé ni tué en raison de sa forte ressemblance à leur bœuf domestique, la situation n'est pas reluisante en raison des conflits potentiels entre le buffle de forêt et les bovins en transhumance dans l'aire protégée.

#### 4.3. Conservation et valorisation des populations résiduelles de buffles de forêt au centre Bénin

Au regard de nos résultats, l'expérience de la gestion participative à but de conservation de la biodiversité expérimentée au Ranch naturel de Tobé, mériterait une évaluation critique à l'échelle de la Forêt Classée d'Agoua, notamment en ses volets : aménagement des points d'eau et des salines, protection contre le braconnage, les coupes de bois, la transhumance des animaux domestiques, la valorisation des espèces utiles à diverses fins, la promotion de l'apiculture, la préservation de la culture endogène, la promotion de l'écotourisme. Cependant, le faible nombre du buffle vivant dans la forêt classée d'Agoua et les caractéristiques du milieu et des troupeaux actuels rendent sa valorisation à des fins d'écotourisme de masse délicat. Aussi bien que les contacts du buffle de forêt avec le bétail n'aient pas été détecté, la présence de quelques troupeaux bovins transhumants dans le milieu d'étude fait-il courir un risque sanitaire important, tant pour les animaux domestiques que pour les buffles, comme déjà observé par Malonga (2005) au Congo Brazzaville.

En outre, la discrétion de cet animal et les habitats qu'il fréquente rendent difficile une estimation précise des populations. Sa conservation in situ est étroitement liée à la mosaïque forêts-savanes qui constitue les principaux habitats fréquentés par cet herbivore (Melletti *et al.*, 2006). Les régions forestières interrompues d'étendues de clairières forestières et de savanes incluses abritent de plus fortes densités de Buffle de forêt (Malonga, 2005). Si la réduction des habitats est inquiétante, la pression humaine à travers la chasse incontrôlée pour la viande et autres organes demeure la principale menace pesant sur le gros gibier en Afrique (Kingdon, 1997 ; Wood *et al.*, 2000).

Le Buffle de forêt peut être considéré comme une sous-espèce à grand risque dans notre milieu d'étude à

plusieurs titres : effectifs faibles, populations fragmentées, habitats préférentiels fragmentés, aire de répartition très localisée dans une portion de la forêt classée, individus craintifs, effets pervers du braconnage latent, mesures de protection légale absente, initiative locale intéressante mais aux effets limités, etc. Il est nécessaire de poursuivre et intensifier le suivi écologique des habitats et des populations résiduelles du buffle de forêt au Centre et Sud Bénin, avec la FCA comme site privilégié. Le renforcement du suivi de la sous-espèce permettra d'identifier la tendance évolutive des effectifs et de leur distribution dans cette région. Cet effort de suivi gagnerait à être appuyé par une formation spécifique des agents forestiers et des chasseurs reconvertis en pisteurs sur les techniques de suivi de l'éco-éthologie du buffle, la lutte anti braconnage, et autres menaces pesant sur sa survie. Les données additionnelles du monitoring, sur plusieurs années, pourraient aider à rehausser le statut du buffle de forêt (Sogbohossou *et al.*, 2010) en le dissociant de la sous-espèce de savanes qui a des effectifs beaucoup importants (3.506 individus en 2001) au Bénin, comme suggéré par Neuenschwander *et al.* (2011) pour certaines espèces forestières au Sud et Centre Bénin.

A côté des actions de conservation de cette faune, de multiples mesures d'accompagnement et gestion doivent être recherchées. Leur application suppose une approche plus globale des problèmes à l'échelle de l'ensemble des écosystèmes concernés (forêt dense sèche, savane, zone de pâturage, et espace agricole) en raison de l'interdépendance fonctionnelle de ces milieux. Le suivi écologique de l'espèce surtout dans ces zones où la population est réduite, le suivi écologique de leur milieu de vie, la maîtrise des zones de migration permettront d'avoir un ensemble de données dynamiques pour mieux comprendre la dynamique des populations, d'aboutir à une conservation efficace à long terme dans l'intérêt aussi bien des populations riveraines que de tout le pays.

## 5. Conclusion

L'étude de la structure et des traits ethno-zoologiques du buffle de forêt dans la Forêt Classée d'Agoua (FCA, Centre Bénin) a été faite, d'Avril à Mai 2013, à partir des enquêtes auprès d'un échantillon de 72 chasseurs et éleveurs, et par le suivi de la faune dans 06 circuits balisés selon la méthode des Indices Kilométriques d'Abondance (IKA). Onze (11) espèces de faune ont été recensées après un effort pédestre de 288 km. Tous les indices et contacts confondus, le Buffle de forêt vient en tête avec 55,26% de présence, suivi du Babouin (9,82%), du Guib harnaché (7,37%), de l'Aulacode (6,14%) et du Phacochère (4,91%). Concernant spécifiquement le buffle de forêt, les traces/empreintes dans la végétation dense représentent 39,36% de l'ensemble de ses observations, suivies des contacts physiques (32,38%) et la présence de crottes fraîches (18,41%). Au total 12 troupeaux, de taille variant entre 2 à 16 individus, et totalisant 102 individus ont été dénombrés. Les valeurs des IKA ont varié selon les zones de chasse et les circuits. Les adultes (mâles et

femelles) de l'espèce représentaient 90% de la population et les formations végétales denses de Koko et Malomi sont ses habitats privilégiés. Les connaissances sur le plan ethno zoologique, sont variées. Au total vingt-six (26) utilisations ont été répertoriées dans la zone d'étude, avec l'os comme l'organe le plus utilisé, suivi de la corne la peau et le sabot. Les valeurs des Indices de Diversité (ID) et d'Equitabilité des interviewés (IE), respectivement de 0,072 et 0,375, sont assez faibles, ce qui démontre que la majorité des enquêtés ont une connaissance faible des utilisations des organes et produits du buffle dans le milieu d'étude.

La connaissance de la population de buffles de forêt au Centre et Sud Bénin, à travers sa structure (i.e. effectifs, abondance, répartition spatiale, vie sociale, préférence d'habitat) et ses traits ethno zoologiques (i.e. représentation sociale, maladies/affections traitées, utilisations des organes et produits) est une source de données indispensables pour la conservation et la valorisation de cette sous espèce de buffle dans cette région. Au regard de la structure et des connaissances endogènes actuelles sur le buffle de forêt dans la FCA et des menaces qui pèsent sur l'espèce, nous proposons pour une conservation participative des populations résiduelles de la sous-espèce, sa valorisation à des fins d'écotourisme et la requalification de son statut au Bénin. En effet, les faibles valeurs des caractéristiques structurales du buffle de forêt dans cette région du pays, militent en faveur d'une révision du statut de l'espèce de 'quasi menacée' à 'menacée' (cf. Neuenchwander et al. 2011), et de la mise en place d'actions de conservation subséquentes en relation avec les populations riveraines.

## CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit

## RÉFÉRENCES

- Ajayi S.S. 1978. The utilisation of tropical forest wildlife: State of knowledge and research priorities. Proceedings of the eighth World Forestry Congress, Jakarta, Indonesia. 35-67.
- Bojő J., 1994. The economics of wildlife. Environmentally sustainable Development Division, Technical department, Africa Region (AFTES) of the World Bank. 8.
- Bousquet B. 1981. Manuel d'inventaire de la faune à l'usage des agents de la direction des parcs nationaux, des réserves de faune et des chasses de Haute Volta, 2ème version. Document de terrain N°2, PNUD/FAO, UPV/78/008. FAO Ouagadougou. 65.
- Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P. and Laake J.L. 1993. Distance sampling: Estimating abundance of biological populations. CHAPMAN & HALL, London & New York. ISBN 0-412-42660-9. 446p.
- Brooks T., Fonseca, G.A.B. and Rodrigues A.S.L. 2004. Species, data, and conservation planning. Conservation Biology 18: 1682-1688.
- Casparly H.-U. 2000. Faune sauvage et la filière viande de brousse au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Weissensee verlag. Berlin. 253 p.
- Chardonnet P. 1995. Faune sauvage africaine. La ressource oubliée. Commission Européenne, Fondation Internationale pour la sauvegarde de la Faune, CIRAD-EMVT. Tomes 1 et 2. Bruxelles, Luxembourg. 256p.
- Colyn M., Hulselmans, J., Sonet G., Oude P., de Winter J., Natta A., Nagy Z.T., Verheyen E. 2010. Discovery of a new duiker species (Bovidae: Cephalophinae) from the Dahomey Gap, West Africa. Zootaxa 2637: 1-30.
- Czudek R. 2001. Moyen de la conservation des ressources naturelles et de leur diversité biologique, de l'amélioration de la sécurité alimentaire et du développement rural. Document de travail sur la gestion de la faune sauvage, Numéro 1, 41p.
- Delvingt W. et Vermeulen C. 2007. Nazinga. Les presses agronomiques de Gembloux. ISBN 978-2-87016-083-1. 312 p.
- di Silvestre I. 2002. Dénombrement de grands carnivores au niveau de la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Rapport final de mission pour le Projet Pendjari. CENAGREF, Cotonou, Bénin. 59p.
- Djossa B.A., Kassa B., Kidjo F. Sinsin B. 2011. Antilopes et Buffles no. 23. pp 259-271. In: Neuenchwander, P., Sinsin, B. et G. Goergen (eds) 2011. Protection de la Nature en Afrique de l'Ouest : Une Liste Rouge pour le Bénin. Nature Conservation in West Africa: Red List for Benin. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria. 365 p.
- Fa J.E. 1995. Impact of Market Hunting on Mammal Species in Equatorial Guinea. Conservation Biology, 5: 1107-1115
- Geerling C. et Bokdam J. 1973. Fauna of the Comoé National Park, Ivory Coast. Biological Conservation 5 : 251-257.
- Halley D.J. & Minagawa M. 2005. African buffalo diet in a woodland and bush-dominated biome as determined by stable isotope analysis. Afr. Zool. 40 : 160-163.
- Happold D. 1987. The Mammals of Nigeria. Clarendon Press, Oxford. 402 p.
- INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique) 2013. Résultats provisoires du RGPH4. INSAE, Cotonou, Bénin, 8 p. www.insae-bj.org.
- Kingdon J. 1997. The Kingdon Field Guide of African Mammals. Academic Press, London. 75p.
- Kpétéré J. 2009. Valorisation éco touristique des mares aux hippopotames d'Affon : Forêt classée de l'Ouémé Supérieur (Bénin). Mémoire de fin de cycle B. Ecole de faune, Garoua, Cameroun. 85p.
- Lamarque F. 2004. Les grands mammifères du Complexe WAP. Ecopas, European Union, Bruxelles.
- Malaisse F. 1997. Se nourrir en forêt claire africaine: Approche écologique et nutritionnelle. Editions : Les Presses Agronomiques de Gembloux/CTA. pp. 95-105.
- Malonga R. 2005. Understanding the distribution of the forest buffalo (*Syncerus caffer nanus*) in relation to ecological correlates in the Nouabale Ndoki national park buffer zone: a first step in management, Republic of Congo Brazzaville. Master's thesis, University of Minnesota, USA. 90p.
- Mathot L. 2003. Etude des facteurs influençant les potentialités fauniques des concessions forestières. Le cas de la société

- forestière Pallisco au Cameroun. Mémoire de DES, FU-SAGx/ULg. 60 p.
- Melletti M., Penteriani V. and Boitani L. 2006. Habitat preferences of the secretive forest buffalo (*Syncerus caffer nanus*) in Central Africa. *Journal of Zoology*. 25p.
- Molloy L.M. 1997. Forest buffalo, *Syncerus caffer nanus*, and burning of savannas at Lope Reserve, Gabon. Master's thesis, University of Florida, USA.85p.
- Neu C. W., Byers C. R., and Peek J. M. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 38: 541-545.
- Neuenschwander P., Sinsin B. et G. Goergen (eds). 2011. Protection de la Nature en Afrique de l'Ouest : Une Liste Rouge pour le Bénin. *Nature Conservation in West Africa: Red List for Benin*. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria. 365 p.
- Onyeanusi A. E. 1996. The ecology of Hippopotamus in Nigeria's conservation areas with special reference to Kainji Lake National Park. Ph. D. Thesis, University of Ibadan, Nigeria. 202p.
- PAMF 2006. Plan d'Aménagement Participatif du complexe des forêts classées de Wari-Marou et des Monts Kouffè. *Projet d'Aménagement des Massifs Forestiers d'Agoua, des Monts Kouffè et de Wari-Marou* 242p.
- PAPFCA 2007. Plan d'Aménagement Participatif de la Forêt Classée d'Agoua. *Projet d'Aménagement des Massifs Forestiers d'Agoua, des Monts Kouffé et de Wari-Marou*. MEPN/DGFRN 266p.
- Prins H.H.T. 1996. Behaviour and Ecology of the African Buffalo: Social Inequality and Decision Making. Chapman & Hall, London. 26p.
- Steel E.A. 1994. Etude sur le volume et la valeur du commerce de la viande de brousse au Gabon. WWF Programme pour le Gabon. Libreville, Gabon. 78p. et 2 annexes.
- Sinsin B., Daouda I. et Ahokpe E. 1998. Abondance et évolution des populations des mammifères des formations boisées de la région des Monts Kouffé au Bénin. *Cahiers d'éthologie* 18 (2) : 261-281.
- Sinsin B. et Kampmann D. (eds.). 2010. Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome 1 Bénin. BIOTA. Cotonou & Frankfurt/Main. 725p. ISSN : 978-3-9813933-0-9.
- Sinsin B., Téhou A.C., Daouda I., et Saïdou A. 2000. Abundance and species richness of larger mammals in Pendjari National Park in Bénin. *Mammalia* 66, (3): 369-380.
- Sinsin B., Téhou A., Assogbadjo A., Sogbohossou E., Mama A., Gbangboché A., Yorou S., Ekué M., Teké O., Sinadouwirou T., Toko I., et Yayi A. 2001. Dénombrement de la faune sauvage dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari. *Projet Pendjari- GTZ/CENAGREF/MDR*. Cotonou, Bénin. 40p.
- Sinsin B., Akpona H. A., et Ahokpe E. 2006. Dénombrement aérien de la faune dans la Réserve de Biosphère de la pendjari (CENAGREF) (Rapport provisoire) PCGPN/Projet Pendjari-GTZ GAF Consulting. 35 p.
- Sogbohossou E.E., Azanlin M., et Sinsin B. 2010. Le buffle africain. pp 446-449. In: Sinsin B. & Kampmann D. (eds.): Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome 1 Bénin. BIOTA. Cotonou & Frankfurt/Main. 725p. ISSN : 978-3-9813933-0-9.
- Tou M. 2010. Contribution au suivi écologique de la population de cob de Buffon (*Kobus kob kob*) dans le ranch de gibier de Nazinga : tendances évolutives et perspectives de gestion. Mémoire de fin de cycle IDR. Option : Eaux & Forêts. Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso. IDR/UPB. 55 p.
- Tsakem S. C. 2006. Contribution à l'aménagement du Parc National de la Bénoué et au développement rural des zones d'intérêt cynégétique à cogestion (N° 1 et 4) au Nord-Cameroun. Mémoire de fin d'étude, Université de Liège, Belgique. 78p.
- Wood A., Stedman-Edwards, P. and Mang J. 2000. The Root Causes of Biodiversity Loss. London, UK: Earthscan. 124p.



# Variabilité de la qualité nutritionnelle et de la composition en acide gras de la viande d'aulacodes (*Thryonomys swinderianus*, Temminck, 1827) élevées au Sud-Bénin en relation avec la ration alimentaire

TOUGAN U. P<sup>1,2</sup>, POMALEGNI C. B<sup>3</sup>, NAGO S. G. A.<sup>1</sup>, THÉWIS A.<sup>2</sup>, MENSAH G. A<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université d'Abomey-Calavi, Bénin

<sup>2</sup>Unité d'Analyse, Qualité et Risques, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, Belgique

<sup>3</sup>Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Cotonou, Bénin

Reçu le 26 Octobre 2014 - Accepté le 10 Décembre 2014

## Variability of nutritional quality and fatty acid profile of meat from grasscutter (*Thryonomys swinderianus*, Temminck, 1827) reared in southern Benin according to the diet

**Abstract:** The aim of the study was to evaluate the impact of the diet on the physicochemical composition and the fatty acids profile of meat of grasscutters reared in captivity. Six diets were tested. It comes out from this study that the physicochemical composition of grasscutter meat differs significantly according to the diet ( $P < 0.01$ ). The meat of grasscutters fed diet 6 had the highest dry matter content (24.02%,  $p = 0.001$ ). The mineral contents of grasscutters fed diets 1, 2, 3 and 4 are similar but significantly lower ( $P < 0.001$ ) than the concentrations measured in lots 5 and 6. Grasscutter meat in lots 1 and 6 had recorded the greatest fat content with the respective values of 3.42% and 3.22% ( $P < 0.001$ ) to 2.61%; 2.69%; 2.04% and 1.25% measured respectively for the diets 2, 3, 4 and 5. The protein content was 21.05% in animals fed with diet 5 to 18.26%; 19.53%; 19.21%; 20.15% and 18.99% found in meat from grasscutter fed with diets 1, 2, 3 and 4 ( $P < 0.001$ ). The fatty acid composition of the meat was also affected by the diet with the highest concentrations of saturated fatty acids (40.60%), monounsaturated fatty acids (11.43%) and polyunsaturated fatty acids (51.33%) found respectively in lots 3, 4 and 5 ( $P < 0.01$ ). The ratios of polyunsaturated fatty acids to saturated fatty acids are between 1.19 and 1.34. Relatively, the dry matter content was positively and moderately associated with saturated fatty acids and monounsaturated fatty acids ( $0.31 \leq r \leq 0.37$ ,  $P < 0.01$ ), but negatively and moderately correlated with polyunsaturated fatty acid content ( $r = -0.35$ ,  $P < 0.01$ ). The fat content was negatively and strongly correlated with the protein content of the meat ( $r = -0.93$ ,  $P < 0.001$ ), positively and strongly associated with the saturated fatty acids and monounsaturated fatty acids rate ( $0.61 \leq r \leq 0.76$ ,  $P < 0.001$ ), but negatively and strongly correlated with the polyunsaturated fatty acids rate ( $r = -0.68$ ,  $P < 0.01$ ). The concentration in the protein was negatively and strongly correlated with the rates of saturated fatty acids and monounsaturated fatty acids ( $-0.58 \leq -0.53$ ,  $P < 0.001$ ).

**Key words:** Fatty acids ; grasscutter ; Benin ; nutritional quality ; diet ; meat.

**Résumé :** L'étude vise à évaluer l'impact de la ration alimentaire sur la composition physico-chimique proximale et le profil en acide gras de la viande d'aulacodes élevés en captivité. Six rations alimentaires ont été testées. Il ressort de cette étude que la composition physico-chimique proximale de la viande d'aulacodes diffère significativement en fonction de la ration alimentaire ( $P < 0,01$ ). En effet, la viande des aulacodes nourris avec la ration 6 a présenté la teneur en matière sèche la plus élevée (24,02% ;  $P < 0,001$ ). Les teneurs en minéraux des viandes des aulacodes nourris à base des rations 1, 2, 3 et 4 sont similaires mais significativement inférieures ( $P < 0,001$ ) aux concentrations mesurées au niveau des lots 5 et 6. La viande des aulacodes des lots 1 et 6 étaient les plus riches en matière grasse avec les valeurs respectives de 3,42% et 3,22% ( $P < 0,001$ ) contre 2,61% ; 2,69% ; 2,04% et 1,25% enregistrées respectivement au niveau des lots nourris avec les rations 2, 3, 4 et 5. Quant à la teneur en protéine, elle était de 21,05% chez les animaux nourris à base de la ration 5 contre 18,26% ; 19,53% ; 19,21% ; 20,15% et 18,99% mesurées respectivement chez les animaux nourris à base des rations 1, 2, 3 et 4 ( $P < 0,001$ ). La composition en acides gras de la viande a aussi été affectée par la ration alimentaire avec les concentrations les plus élevées en acides gras saturés (40,60%), mono-insaturés (11,43%) et polyinsaturés (51,33%) enregistrées respectivement au niveau des lots 3, 4 et 5 ( $P < 0,01$ ). Les ratios entre le taux d'acides gras polyinsaturés et le taux d'acides gras saturés sont compris entre 1,19 et 1,34. Sur le plan relationnel, le taux de matière sèche est positivement et moyennement associé aux taux d'acides gras saturés et d'acides gras mono-insaturés ( $0,31 \leq r \leq 0,37$  ;  $P < 0,01$ ), mais négativement et moyennement corrélé avec le taux d'acides gras polyinsaturés ( $r = -0,35$  ;  $P < 0,01$ ). La teneur en matière grasse est négativement et fortement corrélée avec la teneur en protéine de la viande ( $r = -0,93$  ;  $P < 0,001$ ), positivement et fortement associé aux taux d'acides gras saturés et d'acides gras mono-insaturés ( $0,61 \leq r \leq 0,76$  ;  $P < 0,001$ ), mais négativement et fortement corrélé avec le taux d'acides gras polyinsaturés ( $r = -0,68$  ;  $P < 0,01$ ). La teneur en protéine est négativement et fortement corrélée avec les taux d'acides gras saturés et d'acides gras mono-insaturés ( $-0,58 \leq r \leq -0,53$  ;  $P < 0,001$ ).

**Mots clés :** Acides gras ; aulacode ; Bénin ; qualité nutritionnelle ; ration ; viande.

## 1. Introduction

Les rongeurs en général et les aulacodes en particulier sont des animaux qui présentent de nos jours un intérêt en élevage et en nutrition humaine (Mensah et Ekue, 2002). L'élevage en captivité étroite des aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) se développe de plus en plus en Afrique au Sud du Sahara pour des raisons à la fois de spéculation alimentaire et de gestion des ressources fauniques. Dans ces régions, tout comme l'aviculture familiale, l'engraissement des aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) élevés en captivité étroite représente l'une des nombreuses activités intégrées et complémentaires du système fermier qui contribuent à son bien-être général et constitue une source de revenu complémentaire pour des petits éleveurs (Sodjinou et Mensah, 2007 ; FAO, 2011 ; Tougan *et al.*, 2013). Le grand aulacode est sans doute l'un des gibiers les plus consommés dans la plupart des pays d'Afrique au sud du Sahara. C'est un mammifère de forme massive, trapue et ramassée dont la viande, tout comme celle d'autres gibiers (Sodjinou *et al.*, 2003 ; Sodjinou et Mensah, 2007).

L'aulacode est un mammifère herbivore de l'ordre des rongeurs. Cette appartenance à l'ordre des rongeurs différencie l'aulacode du lapin (*Oryctolagus cuniculus*) qui appartient à l'ordre des Lagomorphes. Certains caractères morphologiques et anatomiques ont permis de classer les aulacodes dans le sous-ordre des Hystricomorphes (Wood, 1955) comme le porc épic (*Hystrix cristata*), le cobaye (*Cavia porcellus*) et l'agouti (*Drasypocta agouti*). Cette appartenance au sous-ordre des Hystricomorphes différencie également ce mammifère du rat (*Rattus rattus*) qui appartient au sous-ordre des Myomorphes. Le grand aulacode appartient à la famille des Thryonomyidae et au genre *Thryonomys*, désigné parfois dans la littérature sous les noms *Aulacodus*, *Triaulacodus* ou *Choeromys* (Rosevaer, 1969 ; Vaughan, 1972).

Au Bénin, l'offre d'aulacode est estimée à 201.829 têtes en 1991, soit environ 500 tonnes de viande d'aulacode (Igue, 1991). Cette production annuelle fournie en partie par la chasse est largement en dessous de la demande sans cesse grandissante. Cet engouement pour l'aulacodiculture est lié entre autres à l'absence de tabou et d'interdit alimentaire lié à la consommation de cette viande; d'où la nécessité de promouvoir et d'améliorer sa production et la qualité de la viande.

Plusieurs travaux ont été réalisés au Bénin sur l'élevage des aulacodes (Gbedo, 2000 ; Igue, 1991 ; Kamoyedji, 1999 ; Mensah et Sodjinou, 2002 ; Mensah *et al.*, 2001 ; Sodjinou et Mensah, 2003a ; Mensah *et al.*, 2005 ; Mensah, 2006). Néanmoins, les propriétés de la qualité de la carcasse, la

valeur nutritionnelle et la composition en acides gras de la viande des aulacodes produits localement en captivité restent mal connus.

L'objectif général de cette étude est de contribuer à la détermination des facteurs de variation de la valeur nutritionnelle de la viande des aulacodes élevés en captivité au Bénin en vue d'optimiser sa production.

De manière spécifique, il s'agit de :

- Déterminer la ration alimentaire à base de maïs blanc et jaune qui assure une meilleure qualité nutritionnelle de la viande
- Evaluer l'influence de la ration alimentaire sur le profil en acide gras de la viande des aulacodes élevés en captivité au Bénin.
- Identifier les relations qui existent entre les propriétés nutritionnelles et la composition en acide gras de la viande des aulacodes en relation avec la ration alimentaire.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Cadre de l'étude

L'étude a été réalisée à Abomey-Calavi au Centre de Recherche Agronomique d'Agonkanmey et au Laboratoire de Reproduction Animale et Contrôle Qualité des Produits Carnés de l'Université d'Abomey-Calavi.

La ville d'Abomey-Calavi, 1er arrondissement de la Commune d'Abomey-Calavi, est repérable selon les coordonnées géographiques 6 27' de latitude Nord et 2 21' de longitude Est, et s'étend sur une superficie de 650 km<sup>2</sup> avec une population de 307745 habitants (RGPH, 2010). La densité de la population d'Abomey-Calavi est de 473,5 habitants/km<sup>2</sup>.

La Commune d'Abomey-Calavi bénéficie des conditions climatiques de type subéquatorial de transition avec une inégale répartition spatio-temporelle des pluies. La pluviométrie régionale augmente d'Ouest en Est. La distribution temporelle des précipitations permet de déterminer quatre saisons plus ou moins marquées, dont deux pluvieuses et deux sèches, réparties comme suit :

- Une grande saison sèche de mi-novembre à fin mars ;
- Une grande saison pluvieuse du début avril à mi-juillet ;
- Une petite saison sèche de mi-juillet à mi-septembre ;
- Une petite saison pluvieuse de mi-septembre à mi-novembre.

La pluviométrie moyenne est voisine de 1200 mm/an. Les températures moyennes mensuelles varient entre 27 et 31 °C et l'humidité relative de l'air fluctue entre 65% de janvier à mars et 97% de juin à juillet.

\*Auteur correspondant : ulcaless71@yahoo.fr, 01 BP 521 Recette Principale Cotonou 01 Bénin, Tél : +229 9650 0750

Copyright © 2014 Université de Parakou, Bénin

## 2.2. Echantillonnage et collecte des données

L'étude a été réalisée sur 60 aulacodes répartis en 6 lots de 10 sujets. Ces animaux ont été tous élevés en cage et ont bénéficiés des mêmes conditions d'élevage. Les aulacodes des différents lots ont été nourris avec une ration à base de fourrages, de maïs de différentes variétés (blanche et jaune) et de minéraux. La composition des rations alimentaires utilisées pour chacun des 6 lots sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition de la ration alimentaire des aulacodes par traitement

Matières premières		Ration1	Ration2	Ration3	Ration4	Ration5	Ration6
<b>Fourrage</b> (%)	<i>Cynodon dactylon</i>	2	2,5	1,5	3	2	1,5
	<i>Paspalum vaginatum</i>	2	1,5	2	2	1	3
	<i>Panicum maximum</i>	2	2,5	2	2	3	2,5
	<i>Tiges de maïs</i>	1	1	1,5	0,5	1	0,5
	<i>Spates de maïs</i>	1	0,5	1	0,5	1	0,5
	<i>Leucaena leucocephala</i>	1	1	1	1	1	1
	<i>Moringa oleifera</i>	1	1	1	1	1	1
	Total 1	10	10	10	10	10	10
<b>Concentrés</b> (%)	Mais jaune	18	28	30	41	28	36
	Mais blanc	50	45	40	35	40	36
	Son de blé	20	15	18	12	20	16
	Total 2	88	88	88	88	88	88
<b>Matières</b> <b>Minérales</b> (%)	Sel de cuisine	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Coquille d'huitre	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	Total 3	2	2	2	2	2	2
<b>Totaux (%)</b>	Total 1 + Total 2 + Total 3	100	100	100	100	100	100

## 2.3. Abattage et découpe

Les aulacodes des 6 lots âgés de 8 mois avec un poids vif compris entre 2,5 et 3 kg ont subi une diète hydrique 8 h de temps avant l'abattage. Tous les animaux ont pesés et étourdis avant l'abattage et ensuite saignés par section de la veine jugulaire puis échaudés dans une eau chaude (60-70°C), plumés manuellement, éviscérés et nettoyés.

Après abattage, dépouillement, éviscération, et nettoyage, les pattes ont été sectionnées à l'articulation tibio-tarse-métatarsienne et la tête séparée du cou à la jonction crâne-atlas. Les organes des cavités abdominale et thoracique ont été ensuite enlevés, ainsi que la graisse abdominale. Une étude sur la composition et le rendement de la carcasse et la qualité technologique et sensorielle de la viande a été réalisé. Les muscle du bras et de la cuisse ont été prélevés et utilisé pour la collecte des données sur la qualité physico-chimique proximale de la viande.

## 2.4. Collecte des données sur la qualité nutritionnelle de la viande

Les teneurs en matières sèches, en cendres, en matières grasses et en protéines ont été déterminées selon les procédures normalisées recommandées par l'AOAC (2000).

La teneur en eau a été déterminée par gravimétrie aussi bien dans le muscle du bréchet et de la cuisse selon la méthode décrite par Oluwatosin *et al.* (2007) et conformément à la norme NF V 04-401 de Avril 2001. Pour chaque mesure, 3 répétitions ont été réalisées.

La teneur en matières grasses a été déterminée conformément à la norme NF V 04-402 de janvier 1968 (ISO 1443: 1973) par traitement de l'échantillon à l'HCl, filtration, extraction de la matière grasse et expression des résultats (Chueachaychoo, 2011; Oluwatosin *et al.*, 2007; Tougan *et al.*, 2013a). Pour chaque mesure, 2 répétitions ont été réalisées.

La Teneur en cendres totales a été déterminée selon la norme NF V 04-404 d'Avril 2001 (Leusink, 2010 ; Tougan *et al.*, 2013a).

Quant à la teneur en protéine, elle a été déterminée selon la méthode de Kjeldahl (Chueachaychoo, 2011 ; Leusink, 2010 ; Oluwatosin *et al.*, 2007), conformément à la norme NF V 04-407 de septembre 2002, selon le principe suivant:

- Minéralisation de la prise d'essai par l'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en présence d'un catalyseur (la pastille Kjeldahl) ;
- Alcalinisation des produits de réaction ;
- Distillation de l'NH<sub>4</sub> et recueillement dans H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> ;
- Titration de la solution par une solution d'HCl 1N ;
- Détermination de la teneur en azote (TN) et calcul de la teneur en protéine (TP = TN × 6,25).

Les proportions des acides gras saturés, mono-insaturés et polyinsaturés ont été déterminées ont été déterminées par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire conformément à la méthode écrite par Tougan *et al.* (2013b).

### 2.5. Analyses statistiques

Les données collectées ont été analysées avec le logiciel Statistical Analysis System (SAS 9.2, Copyright 2008). La procédure des modèles linéaires Généralisée (Proc GLM) a été utilisée pour l'analyse de variance. La ration alimentaire a été utilisée comme source de variation. La signification de l'effet ration a été déterminée par le test de F. Les moyennes ont été comparées deux à deux par le test t de Student.

Les corrélations entre les paramètres de la composition physico-chimique proximale de la viande et la composition en acide gras ont été déterminées à l'aide de la procédure proc corr du SAS.

## 3. Résultats

### 3.1. Variabilité de la composition physico chimique proximale des viandes en fonction de la ration alimentaire

La composition physico chimique proximale de la viande d'aulacodes a varié significativement en fonction avec la ration alimentaire ( $P < 0,01$  ; tableau 2). En effet, la viande des aulacodes nourris avec la ration 6 a présenté la teneur en matière sèche la plus élevée (24,02%) comparativement aux valeurs enregistrées chez les animaux des 5 autres lots ( $P < 0,001$ ). La plus faible valeur en matière sèche de la viande a été enregistrée chez les aulacodes du lot 1 (22,75%). Les teneurs en minéraux des viandes des aulacodes ayant été nourris à base des rations 1, 2, 3 et 4 sont similaires mais significativement inférieurs ( $P < 0,001$ ) aux concentrations mesurées au niveau des lots 5 et 6.

Les concentrations en matière organique de la viande des aulacodes des 6 lots d'étude varient entre 21,5% et 22,38% avec la plus grande teneur obtenue chez les sujets nourris avec les rations 5 et 6 ( $P < 0,001$ ).

La viande des aulacodes des lots 1 et 6 étaient les plus riches en matière grasse avec les valeurs respectives de 3,42% et 3,22% ( $P < 0,001$ ) contre 2,61% ; 2,69% ; 2,04% et 1,25% enregistrées respectivement au niveau des lots nourris avec les rations 2, 3, 4 et 5.

Quant à la teneur en protéine, elle était de 21,05% chez les animaux nourris à base de la ration 5 contre 18,26% ; 19,53% ; 19,21% ; 20,15% et 18,99% mesurées respective-

ment chez les animaux nourris à base des rations 1, 2, 3 et 4 ( $P < 0,001$ ).

Par ailleurs, la composition en acides gras de la viande a aussi été affectée par la ration alimentaire avec les concentrations les plus élevées en acides gras saturés (40,60%), mono-insaturés (11,43%) et polyinsaturés (51,33%) enregistrées respectivement au niveau des lots 3, 4 et 5 ( $P < 0,01$  ; tableau 2).

Les ratios entre le taux d'acides gras polyinsaturés et le taux d'acides gras saturés sont compris entre 1,19 et 1,34.

### 3.2. Relations entre les paramètres de la composition physico-chimique proximale et le profile en acides gras de la viande

Le tableau 3 présente les corrélations entre les paramètres de la composition physico-chimique proximale et le profile en acides gras de la viande des aulacodes ayant fait objet de la présente étude. Il en ressort que le taux de matière sèche est positivement et fortement corrélé avec le taux de matière organique de la viande ( $r = 0,92$  ;  $P < 0,001$ ), positivement et moyennement associé aux taux d'acides gras saturés et d'acides gras mono-insaturés ( $0,31 \leq r \leq 0,37$  ;  $P < 0,01$ ), mais négativement et moyennement corrélé avec le taux d'acides gras polyinsaturés ( $r = -0,35$  ;  $P < 0,01$ ).

La teneur en matière grasse est négativement et fortement corrélé avec la teneur en protéine de la viande ( $r = -0,93$  ;  $P < 0,001$ ), positivement et fortement associé aux taux d'acides gras saturés et d'acides gras mono-insaturés ( $0,61 \leq r \leq 0,76$  ;  $P < 0,001$ ), mais négativement et fortement corrélé avec le taux d'acides gras polyinsaturés ( $r = -0,68$  ;  $P < 0,01$ ).

La teneur en protéine est négativement et fortement corrélée avec les taux d'acides gras saturés et d'acides gras mono-insaturés ( $-0,58 \leq r \leq -0,53$  ;  $P < 0,001$ ).

En outre, le taux d'acides gras saturés est positivement et fortement associé au taux d'acides gras mono-insaturés ( $r = 0,85$  ;  $P < 0,01$ ) mais négativement et fortement corrélé avec le taux d'acides gras polyinsaturés ( $r = -0,98$  ;  $P < 0,01$ ).

Tableau 2 : Variabilité de la composition physico chimique proximale des viandes d'aulacodes en relation avec la ration alimentaire

Variables	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4	Ration 5	Ration 6	RSM	Effet Ration
	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne		
Teneur en matière sèche (MS)	22,75a	22,96ab	23,22bc	23,58c	23,85d	24,02d	0,28	***
<b>Teneur en minéraux</b>	1,22a	1,38a	1,27a	1,31a	1,53b	1,64b	0,15	***
Teneur en Matière Organique (MO)	21,53a	21,57a	21,95ac	22,28bc	22,32b	22,38b	0,38	***
Teneur en Matière Grasse (MG)	3,42a	2,61a	2,69a	2,04b	1,25b	3,22a	0,8	***
Teneur en Protéine	18,26a	19,53b	19,21b	20,15c	21,05c	18,99a	0,62	***
Taux d'acides gras saturés (AGS)	38,62a	39,02a	40,60b	40,15b	38,26a	40,27b	1,13	***
Taux d'acides gras mono-insaturés (AGMI)	10,8a	10,9a	11,3b	11,43b	10,4a	11,24b	0,71	**
Taux d'acides gras polyinsaturés (AGPI)	50,58a	50,07a	48,09a	48,41a	51,33b	48,48b	1,77	***
Ratio AGPI/AGS	1,31a	1,28ac	1,19b	1,21bc	1,34a	1,2b	0,08	***

\*\* : P&lt;0,01 ; \*\*\* : P&lt;0,001 ; RSM : P&gt;0,05.

Tableau 3 : Relations entre le paramètres de la composition physico-chimique proximale et le profil en acides gras de la viande

Variables	MS	CT	MO	MG	PROT	AGS	AGMI	AGPI
MS	1	0,32**	0,92***	0,02 <sup>NS</sup>	0,25*	0,31**	0,37**	-0,35**
CT		1	-0,07 <sup>NS</sup>	-0,18 <sup>NS</sup>	0,17 <sup>NS</sup>	0,17 <sup>NS</sup>	-0,13 <sup>NS</sup>	-0,07 <sup>NS</sup>
MO			1	0,1 <sup>NS</sup>	0,2 <sup>NS</sup>	0,25*	0,45***	-0,33**
MG				1	-0,93***	0,61***	0,76***	-0,68***
PROT					1	-0,53***	-0,58***	0,57***
AGS						1	0,85***	-0,98***
AGMI							1	-0,93***
AGPI								1

MS : Teneur en matière sèche ; CT : Teneur en minéraux totaux ; MO : Teneur en Matière Organique ; MG : Teneur en Matière Grasse ; PROT : Teneur en Protéine ; AGS : Taux d'acides gras saturés ; AGMI : Taux d'acides gras mono-insaturés ; AGPI : Taux d'acides gras polyinsaturés ; \* : P<0,05 ; \*\* : P<0,01 ; \*\*\* : P<0,001 ; NS : P>0,05.

## 4. Discussion

### 4.1. Variabilité de la composition physico chimique proximale des viandes d'aulacodes

La composition physico chimique proximale de la viande d'aulacodes a été significativement affectée par la ration alimentaire dans la présente étude. Les valeurs des paramètres de la qualité nutritionnelles enregistrées dans la présente étude sont comparables à celles rapportées par Abulude (2007) chez les aulacodes au Nigéria.

Des teneurs en eau plus faibles que celles enregistrées dans la présente étude ont été rapportés par Penda *et al.* (2009) sur la teneur en eau des muscles de la cuisse qui varie de  $72,61 \pm 3,2\%$  chez les mâles à  $78,45 \pm 0,3\%$  chez les femelles) dans l'étude sur la caractérisation de la composition chimique et de la couleur des muscles et du membre pelvien d'aulacode.

Selon Combes (2004) le taux de matière minérale de la viande d'aulacode est de 1,3% pour les muscles de la cuisse, similaire aux valeurs enregistrées dans la présente étude. Louw (2008) ont rapporté des valeurs du taux de protéine brute (22%) relativement plus élevé que celles de la présente étude et un taux de matière grasse de la viande d'aulacode de

4%. Par ailleurs, Penda *et al.* (2009) ont enregistré une variation significative du taux de matière minérale dans les muscles de la cuisse des aulacodes en fonction du sexe avec la valeur la plus élevée enregistrés chez les mâles ( $1,36 \pm 0,2\%$ ) contre  $0,84 \pm 0,1\%$  chez les femelles.

Selon Adeyeye et Jegede (2010), les muscles des membres d'aulacode (*Thryonomys swinderianus*) ont le taux de protéine brute le plus élevé tandis que la peau a présenté la valeur la plus faible du taux de protéines brutes. Selon les mêmes auteurs, des niveaux élevés d'acides aminés essentiels et non essentiels existent dans la viande d'aulacode (*Thryonomys swinderianus*).

Penda *et al.* (2009) ont cependant rapporté des valeurs du taux de protéines brutes de la viande d'aulacode de 19,11% chez la femelle contre 21,18% chez le mâle. Combes (2004) a également observé des valeurs plus élevées dans les muscles de la cuisse chez le lapin 21,3%. Gigaud *et al.* (2007) ont indiqué un taux de protéine de 20,1% dans la viande d'aulacode. Ces valeurs de concentration en protéine de la viande sont comparables aux résultats de la présente étude.

Dans la présente étude, les ratios entre le taux d'acides gras polyinsaturés et le taux d'acides gras saturés sont com-

pris entre 1,19 et 1,34. Ces valeurs sont largement au-delà de la valeur minimale recommandée de 0,45. Adeyeye *et al.* (2012) ont analysé le profil lipidique de la peau, des muscles et du foie des carcasses de *Thryonomys swinderianus* et ont constaté que ces trois parties de la carcasse contenaient tous des acides gras polyinsaturés (PUFA). L'étude a également montré que le rapport des PUFA aux acides gras saturés (SFA) était plus élevé que la valeur minimale recommandée de 0,45. Les valeurs de PUFA/SFA étaient de 0,86 pour la peau, 1,26 pour le muscle et 1,07 pour le foie.

Par ailleurs, Penda *et al.* (2009) ont enregistré une variation significative du taux de matière minérale dans les muscles de la cuisse des aulacodes en fonction du sexe avec la valeur la plus élevée enregistrés chez les mâles ( $1,36 \pm 0,2\%$ ) contre  $0,84 \pm 0,1\%$  chez les femelles.

#### 4.2. Relations entre le paramètres de la composition physico-chimique proximale et le profile en acides gras de la viande

Dans la présente étude, le taux de matière sèche est positivement et fortement corrélé avec le taux de matière organique de la viande, positivement et moyennement associé aux taux d'acides gras saturés et d'acides gras mono-insaturés, mais négativement et moyennement corrélé avec le taux d'acides gras polyinsaturés. La teneur en matière grasse est négativement et fortement corrélé avec la teneur en protéine de la viande, positivement et fortement associé aux taux d'acides gras saturés et d'acides gras mono-insaturés, mais négativement et fortement corrélé avec le taux d'acides gras polyinsaturés. Le taux d'acides gras saturés est positivement et fortement associé au taux d'acides gras mono-insaturés mais négativement et fortement corrélé avec le taux d'acides gras polyinsaturés.

Combes *et al.* (2008) ont étudié les relations entre les caractéristiques sensorielles et physico-chimiques de la viande de lapins de trois systèmes de production différents et ont rapporté de fortes corrélations entre les variables physico-chimiques et sensorielles. Bivolarski *et al.* (2011) ont observé que chez les lapins précocement sevrés, les teneurs en protéines et en matières grasses des muscles étudiés étaient corrélées négativement à la teneur en eau et positivement au pourcentage de matière sèche alors que chez les lapins normalement sevrés une relation inverse entre l'eau de la viande et la teneur en protéines a été observé avec la matière sèche positivement corrélée au taux de protéine brute.

### 5. Conclusion

Il ressort de cette étude que la composition physico-chimique proximale et le profile en acides gras de la viande d'aulacodes diffère significativement en fonction de la ration alimentaire. La viande des aulacodes nourris avec la ration 6 a présenté la teneur en matière sèche la plus élevée. Les teneurs en minéraux des viandes des aulacodes nourris à

base des rations 5 et 6 étaient le plus élevées. La viande des aulacodes des lots 1 et 6 étaient les plus riches en matière grasse. Quant à la teneur en protéine, elle était de 21,05% chez les animaux nourris à base de la ration 5 contre 18,26% ; 19,53% ; 19,21% ; 20,15% et 18,99% mesurées respectivement chez les animaux nourris à base des rations 1, 2, 3 et 4. La composition en acides gras de la viande a aussi été affectée par la ration alimentaire avec les concentrations les plus élevées en acides gras saturés, mono-insaturés et polyinsaturés enregistrées respectivement au niveau des lots 3, 4 et 5. Les ratios entre le taux d'acides gras polyinsaturés et le taux d'acides gras saturés étaient plus élevé que la valeur minimale recommandée de 0,45. Sur le plan relationnel, le taux de matière sèche est positivement et moyennement associé aux taux d'acides gras saturés et d'acides gras mono-insaturés, mais négativement et moyennement corrélé avec le taux d'acides gras polyinsaturés. La teneur en matière grasse est négativement et fortement corrélé avec la teneur en protéine de la viande, positivement et fortement associé aux taux d'acides gras saturés et d'acides gras mono-insaturés, mais négativement et fortement corrélé avec le taux d'acides gras polyinsaturés. La teneur en protéine est négativement et fortement corrélée avec les taux d'acides gras saturés et d'acides gras mono-insaturés. Il serait intéressant d'évaluer les aptitudes à la conservation et à la transformation de ce produit carné.

### CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

### RÉFÉRENCES

- Abulude, F.O., 2007. Determination of the chemical composition of bush meats found in Nigeria. *Am. J. Food Technol.*, 2: 153-160.
- Adeyeye, E.L. et Jegede, R.O., 2010. Muscle and Skin amino Acid Composition of the Greater Cane Rat (*Thryonomys swinderianus*). *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 3 (3).
- Adeyeye, E.L., Olaofe, O., et Ogunjana, K.E., 2012. Lipid profiles of the skin, muscle and liver of greater cane rat (*Thryonomys swinderianus*): dietary implications. *Elixir Food Science*, 53, 11749-11756.
- AOAC, 2000. Official methods of analysis, 17th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 25 p. Available from: <http://ps.fass.org/cgi/reprint/82/12/1829.pdf>.
- Bivolarski B. L., Ekaterina G., Vachkova and Stefan S. R. 2011. Effect of weaning age upon the slaughter and physicochemical traits of rabbit meat *VETERINARSKI ARHIV* 81 (4), 499-511.
- Chueachuaychoo, A., S. Wattanachant, S. Benjakul, 2011. Quality characteristics of raw and cooked spent hen Pectoralis major muscles during chilled storage: Effect of salt and phosphate. *International Food Research Journal* 18: 593-605.

- Combes S., 2004. Valeurs nutritionnelles de la viande de lapin. *INRA Prod. Anim.*, 2004,17 (5), 373-383.
- Combes S., Gonzales I., Dejan S., Baccini A., Lehl N., Cauquil L., Gabinaud B., Lebas F. and Larzul C., 2008. Relationships between sensory and physicochemical measurements in meat of rabbit from tree different breeding systems using canonical correlation analysis. *MeatSci.* 80, 835-841
- FAO, 2011. Family poultry communications. International Network for Family Poultry Development 20 (2), 57p, [www.fao.org/ag/againfo/themes/en/infpd/home.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/infpd/home.html).
- Gbédo L., 2000. Impact socio-économique de l'aulacodiculture sur les systèmes d'exploitation agricole dans les Départements du Mono et de Couffo. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, Abomey-Calavi, 86 p.
- Gigaud V. et Le Cren D., 2007. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin et influence du régime alimentaire sur la composition en acide gras. 12<sup>èmes</sup> journées cunicoles 27-28 novembre 2007.
- Igué J., 1991. Le commerce de l'aulacode et de sa viande au Bénin. GTZ/PPEAu, Cotonou, 48p.
- Kamoyedji S., 1999. Impact de l'élevage des aulacodes sur les revenus des éleveurs : cas de la commune d'Abomey-Calavi. Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme de Formation Supérieure, Planification Régionale et Aménagement du Territoire, DFS/PRAT, Ouagadougou, 65 p.
- Leusink, G., H. Rempel, B. Skura, M. Berkyto, W. White, Y. Yang, Y.J. Rhee, S.Y. Xuan, S. Chiu, F. Silversides, S. Fitzpatrick, M.S. Diarra, 2010. Growth performance, meat quality, and gut microflora of broiler chickens fed with cranberry extract. *Poultry Science* 89: 1514–1523, doi: 10.3382/ps.2009-00364.
- Louw C.H., 2008. The yield and nutritional value of meat from African ungulates, camelidae, rodents, ratites and reptiles. Elsevier Publishers; *Meat Science Journal*, 80, 94 - 100.
- Mensah E. R. C. K. D., 2006. Etude de la viabilité des exploitations aulacodicoles au Bénin : détection précoce des élevages d'aulacodes à risque. Mémoire de troisième cycle en agronomie. Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès/Royaume du Maroc, 100 p.
- Mensah G. A., Bembide C., Ogouma E., Kpehounton A. P., Missainhoun U., Azehoun-Pazou J. G., Pomalègni C. B., Silemehou J. A. S., Tobada P., Koudande O. D., Toleba S. S., Houinato M., Hounzangbe A. S., Salifou S., Biaou F., Adegbidi A., Dahouenon-Ahoussi E. et Kpéra G. N., 2005. Fiche technique : Résultats des nouvelles recherches obtenues sur l'élevage des aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) au Bénin. ISBN : 99919-57-46-4. 1 page Poster illustré en couleurs, format A2, en bilingue : français et anglais.
- Mensah G.A. et Ekué M.R.M., 2003. L'essentiel en aulacodiculture. ReRE/KIT/IUCN/C.B.D.D. - République du Bénin/Royaume des Pays-Bas, 160 p.
- Mensah G.A. et Sodjinou E., 2002. Analyse technico-économique et financière d'un complexe d'aulacodiculture, Gbahouété/Adja-Ouèrè/Bénin, 63 p.
- Mensah G.A., Gnimadi A. et Houngnibo G., 2001. Formulation d'un projet de promotion de la filière aulacode au Bénin – Volume I – Rapport principal : Diagnostic de la filière aulacode au Bénin. CBDD/Bénin, 116 p.
- Mensah R. M. O. B. A. D-G., 2006. Contribution des institutions de micro finance au financement des exploitations aulacodicoles au Bénin : Cas du PADME. Mémoire de fin d'études, ENEAM/UAC/Bénin, 80 p.
- Mensah, G.A. et Ékué, M.R.M., 2003. L'essentiel en aulacodiculture. *C.B.D.D./NC IUCN/KIT, République du Bénin/Royaume des Pays-Bas. ISBN: 99919-902-4-0, 168 p.*
- Oluwatosin O., E. Olawoyin, A. Agiang, C. De Neji, E. Iso, 2007. Nutritional evaluation of the thigh and breast muscles of four cockerel strains. *Africa Journal of Animal and Biomedical Sciences*, 2 (2): 26-31.
- Penda R.E., 2009. Contribution à l'étude de la qualité de la viande d'aulacodes (*Thryonomys swinderianus*, TEMMINCK, 1827) : caractérisation de la composition chimique et de la couleur des muscles du membre pelvien. Mémoire de Mater Qualité des Aliments de l'homme ; Université Cheik Anta Diop, Dakar, Sénégal. 40p
- Rosevear D.R. 1969. The rodents of West Africa. Trustees of the British Museum (Natural History), London.
- Sodjinou E. et Mensah G.A., 2007. Analyse technico-économique de l'aulacodiculture au Nord-Bénin : Déterminants d'adoption. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* Numéro 57.
- Sodjinou E. et Mensah G.A., 2003. Pour une meilleure organisation de la filière aulacodes au Bénin : Typologie des aulacodicultures installées au sud et centre du Bénin. PA-PA-PPEANC/INRAB, 13 p.
- Tougan, P.U., M. Dahouda, C.F.A. Salifou, G.S. Ahounou, M.T. Kpodekon, G.A. Mensah, D.N.F. Kossou, C. Amenou, C.E. Kogbeto, G. Lognay, A. Thewis, I.A.K. Youssao, 2013a. Assessment of nutritional quality of meat of local poultry population of *Gallus gallus* specie of Benin. *Journal of Animal and Plant Science, Journal of Animal and Plant Science*, 19(2): 2908-2922.
- Tougan, P.U., A.K.I. Youssao, M. Dahouda, C.F.A. Salifou, G.S. Ahounou, M. Kpodekon, G.A. Mensah, D.N. Kossou, C. Amenou, C. Kogbeto, A. Thewis, 2013b. Variability of carcass traits of local poultry populations of *Gallus gallus* specie of Benin by genetic type, breeding mode and slaughter age. *International Journal of Poultry Science* 12 (8): 473-483.
- Vaughan T.A., 1972. *Mammalogy*. W. B. Saunders Company Philadelphia; London and Toronto.
- Wood A.E., 1955. A revised classification of the rodents. *Journal of Mammalogy*, 36 : 165-187.



# Évaluation des performances de reproduction des lapins dans les conditions d'élevage du Centre Technique d'Aviculture et d'Élevage des Petits animaux (CETAVI)

Youssof TOUKOUROU<sup>1\*</sup>, Théodore S. VITOHEKPON<sup>1</sup>, Is-Haquou DAOUDA<sup>1</sup>, Traoré I. ALKOIRET<sup>1</sup>,  
Guy A. MENSAH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculté d'Agronomie, Université de Parakou (République du Bénin)

<sup>2</sup>Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (République du Bénin)

Reçu le 08 Août 2014 - Accepté le 20 Octobre 2014

## Evaluation of the breeding performance of rabbits in the rearing conditions of the Technical Center for Small Animals (CETAVI)

**Abstract:** In order to promote rabbit breeding in the Republic of Benin, a study on the evaluation of reproductive performance of 79 rabbits (22 primiparous and 57 multiparous) was conducted from 22 August to 20 December 2012 at the breeding farm "CETAVI" located in the commune of Abomey-Calavi in south-eastern Benin. Animals, all from local strain, were housed individually in wire mesh cages of dimensions 80 to 40 cm equipped with nestbox. The feed consisting of different types of roughage and concentrate presented in mash form is served at will. Drinking water was served without restriction to all animals. The average length of gestation and the interval between consecutive parturition were  $31.38 \pm 0.74$  and  $66.20 \pm 16.73$  days, respectively. The average birth size per rabbit was  $6.52 \pm 0.74$ . The average pre-weaning mortality after 35 days was  $24.85\% \pm 9.35$ . Primiparous showed a birth size significantly lower ( $p < 0.05$ ) and an interval between two parturitions significantly higher ( $p < 0.05$ ) than multiparous females. The parturition frequency had no significant effect ( $p > 0.05$ ) on the average mortality rate for young rabbits during the pre-weaning. These results, far from satisfactory, can still be improved.

**Key words:** Rabbit ; Reproductive ; Performances ; Republic of Benin.

**Résumé :** Dans le but de promouvoir l'élevage de lapin en République du Bénin, une étude sur l'évaluation des performances de reproduction de 79 lapines (22 primipares et 57 multipares) a été menée du 22 août au 20 décembre 2012 à la ferme d'élevage « CETAVI » localisée dans la commune d'Abomey-Calavi au Sud-Est du Bénin. Les animaux, tous de souche locale, ont été logés individuellement dans des cages grillagées de dimension 80 sur 40 cm de plancher équipées de boîte à nid. L'alimentation constituée de différents types de fourrages grossiers et de concentrés présentés sous forme farineuse a été servie à volonté. L'eau potable a été servie sans restriction à tous les animaux. La durée moyenne de gestation et l'intervalle entre deux mises bas consécutives étaient respectivement de  $31,38 \pm 0,74$  et  $66,20 \pm 16,73$  jours. La taille moyenne de portée par lapine était de  $6,52 \pm 0,74$  lapereaux. Le taux moyen de mortalité des lapereaux en pré sevrage de 35 jours était de  $24,85\% \pm 9,35$ . Les femelles primipares ont affiché une taille de portée nettement plus faible ( $p < 0,05$ ) et un intervalle entre deux mises bas consécutives nettement plus élevée ( $p < 0,05$ ) que les femelles multipares. La fréquence de parturition n'a eu aucun effet significatif ( $p > 0,05$ ) sur le taux moyen de mortalité des lapereaux en pré-sevrage. Ces résultats, loin d'être satisfaisants, peuvent encore être améliorés.

**Mots clés :** Lapin ; Performances de reproduction ; République du Bénin.

## 1. Introduction

L'élevage de lapin (*Oryctolagus cuniculus*) connaît depuis peu un essor spectaculaire dans presque toutes les contrées du Bénin. En effet, de plus en plus de consommateurs découvrent et apprécient la viande de lapin avec ses caractéristiques diététiques et nutritionnelles très avantageuses (Gigaud *et al.* 2007 ; Lecerc *et al.* 2009). La viande de lapin présente en effet un ratio protéine/énergie intéressant dans un contexte de limitation des apports caloriques (Combes & Dalle, 2005). Le lapin fait partie, en outre, de ces espèces animales dont l'élevage s'adapte plus facilement aux conditions modestes de la plupart des ménages ruraux, périurbains et parfois urbains. En plus d'être un herbivore strict capable de valoriser efficacement plusieurs types de fourrages sans importance pour l'homme, le lapin réunit les avantages d'un mammifère à cycle de reproduction extrêmement court et une capacité reproductive très élaborée. Les jeunes lapines primipares sont en effet capables d'avoir des tailles de portées allant jusqu'à huit lapereaux déjà à l'âge de 4 mois (Lebas & Coudert, 1986). Une lapine est capable en outre de mettre bas tous les 44 jours (Ouyed *et al.* 2007.), soit plus de 8 portées par an. Ces performances de reproduction quoiqu'exceptionnelles, peuvent cependant subir des altérations du fait des pratiques d'élevage inappropriées. Ainsi, Theau-Clément *et al.* (1990), Bourdillon *et al.* (1992) de même que Moumen *et al.* (2009), ont montré qu'en général la fréquence d'ovulation devenait plus faible chez les lapines saillies entre 0 et 48 heures post-partum. Dans le même temps, les femelles non allaitantes présentaient une fertilité appréciable de plus de 80%. En ce qui concerne les femelles primipares, elles éprouvent de sérieuses difficultés à assurer pour la première fois simultanément une gestation et une lactation (Chmitelin *et al.* 1990). Selon Lebas *et al.* (1996), la taille de portée croît en moyenne de 10 à 20% entre la première et la deuxième portée d'une lapine; elle subit un accroissement plus limité de la deuxième à la troisième portée ; elle reste stationnaire à la quatrième portée et peut décroître ensuite. Parmi les facteurs exogènes pouvant affecter les performances de reproduction des lapins, il convient de citer, en dehors de l'alimentation, les facteurs climatiques, notamment la température et l'éclairement. Cette influence a été mise en évidence par Questel (1984), qui a noté un effet significatif de ces facteurs sur la fertilité (64% en été vs 68% en automne). Dans les conditions tropicales, l'effet de la température semble dominant. On observe une réduction du taux de fertilité au cours de la saison humide quand la température est élevée et l'humidité ambiante forte (Lebas *et al.* 1996). En ce qui concerne l'effet de la photopériode, les travaux de Boussit (1989) ont montré que le taux d'acceptation du mâle est minimal sous 8 heures de lumière et maximal sous 16 heures. Par rapport aux influences de la

température, ce sont surtout les brusques variations de température qui exercent un impact négatif sur la fertilité des lapines (Lebas *et al.* 1996). Enfin, une humidité relative trop basse (moins de 50%) se traduit selon le même auteur par une réduction des performances de reproduction. La conséquence immédiate d'une réduction des performances de reproduction des lapines dans un élevage cunicole est sans doute la baisse du niveau de productivité numérique de cet élevage. Dans ce contexte, la conduite de la reproduction reste un élément central de tout le processus zootechnique. La productivité numérique tenant compte de la taille de portée, de l'intervalle entre les mises bas des lapines et de la mortalité des lapereaux, l'évaluation de ces paramètres dans la présente étude devra permettre d'apprécier la productivité numérique de l'élevage cunicole au Centre Technique d'Aviculture et d'Élevage des petits animaux (CETAVI au sud-est du Bénin. La question de recherche qui se dégage de cette réflexion est de savoir si les lapines dans les conditions d'élevage de CETAVI sont en mesure d'exprimer pleinement leur potentiel de reproduction.

## 2. Méthodes

### 2.1. Milieu d'étude

L'étude a été menée dans la commune d'Abomey-calavi située au sud du Bénin. Le climat, du type subéquatorial, est caractérisé par deux saisons sèches et deux saisons de pluies. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1200 mm environ dont 700 à 800 mm pour la première saison pluvieuse et 400 à 500 mm pour la seconde saison pluvieuse. Les températures moyennes mensuelles varient entre 27 et 31 °C. L'humidité relative de l'air, selon les mois, varie entre 65% (janvier-mars) et 95% (juin-juillet). Les maxima absolus atteints sont de 100% et sont enregistrés au cours des mois pluvieux. Les minima absolus tournent autour de 20% et correspondent à la grande saison sèche (période d'harmattan).

### 2.2. Période et durée de l'étude

L'étude a été menée pendant une durée de 4 mois allant du 22 août au 20 décembre 2012 correspondant à la fin de la petite saison des pluies et au début de la saison sèche. Le couvert herbacé à cette période de l'année devenait de moins en moins luxuriant et offrait une disponibilité fourragère moins abondante.

### 2.3. Matériel animal et conduite expérimentale

Au total, 79 lapines (22 primipares et 57 multipares) et 5 mâles reproducteurs de souche locale et désignée sous le terme « lapin commun » (Djago *et al.* 2007), ont été impliqués dans la présente étude. Les animaux sont issus du Centre Technique d'Aviculture et d'élevage des petits animaux (CeTAVI) situé dans la commune d'Abomey-calavi au Sud du Bénin. Le sex-ratio (1 mâle pour 16 femelles) visiblement déséquilibré illustre un déficit de mâles reproduc-

\*Auteur correspondant : [ytookourou@gmail.com](mailto:ytookourou@gmail.com), Tél. +229 9722 7585

01 BP 123, Parakou, Bénin

Copyright © 2014 Université de Parakou, Bénin

teurs dans ce centre. Il est habituellement recommandé un sex-ratio de 1 mâle reproducteur pour 8 à 9 femelles (Djago *et al.* 2007). Les animaux sont logés individuellement dans des cages grillagées de 80 cm de long, 40 cm de large et 40 cm de hauteur équipées de boîtes à nid. Ils sont quotidiennement nourris avec du fourrage grossier de différents types (*Panicum maximum essentiellement*), servis à volonté et complétés avec du concentré alimentaire sous forme farineuse fabriqué sur place dans le centre. Les animaux bénéficient d'une prophylaxie sanitaire et médicale conformément au calendrier pré établi L'eau potable, servie dans des abreuvoirs fabriqués avec du ciment et nettoyés quotidiennement, est rendue disponible en permanence à tous les animaux. Le système d'élevage à la ferme CETAVI s'apparente à un système semi-intensif (Bedieu *et al.* 2011).

Les différents paramètres analysés ont été déterminés de la manière suivante :

Taille moyenne de portée = Effectif total des lapereaux nés / effectif des lapines ;

Intervalle entre deux mises-bas consécutives : Date de mise-bas à l'instant (t) – date de mise-bas à l'instant (t+1). Intervalle moyen de mise-bas = somme des intervalles de mise-bas de toutes les lapines / l'effectif des lapines.

Durée de gestation = Date de mise-bas – date d'accouplement ou de saillie. Durée moyenne de gestation = somme des durées de gestations / l'effectif des lapines.

Taux de mortalité des lapereaux = Effectif des lapereaux morts / effectif total des lapereaux nés.

#### 2.4. Collecte de données

Les données collectées concernent : la taille de portée, l'intervalle entre deux mises bas consécutives, de même que la durée moyenne de gestation des lapines et le taux de mortalité au cours de la période d'allaitement des lapereaux.

#### 2.5. Analyse des données

L'analyse statistique des données collectées a été réalisée à l'aide du logiciel SAS version 9.2 (*Statistical Analysis*

*System*, 9.2). Les variables dépendantes retenues ont été préalablement soumises au test de distribution normale, afin de s'assurer de leur conformité à une analyse de variance qui a été effectuée à l'aide de la procédure *Proc GLM (General Linear Model)*.

### 3. Résultats

Les résultats des différents paramètres de reproduction analysés au cours de la présente étude sont reportés dans le tableau I ci-dessous. Il ressort de ce tableau que les lapines, toute catégorie confondue, ont affiché une taille de portée moyenne de 6,52 lapereaux. La taille de portée s'est révélée significativement ( $p < 0,05$ ) différente entre les lapines multipares et primipares. Avec 7,11 lapereaux par portée, les lapines multipares ont donné en moyenne 17% plus de lapereaux que les lapines primipares.

La durée moyenne de gestation enregistrée était de 31,38 jours (Tableau I). Aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'a été observée entre les femelles multipares et primipares. Cette durée a été en moyenne de 31,74 jours chez les femelles multipares contre 31,18 jours chez les femelles primipares. L'intervalle entre deux mises bas consécutives était en moyenne de 66,20 jours, soit un rythme de reproduction moyen annuel de 5,5 mises-bas. Il a été significativement ( $P < 0,01$ ) plus court chez les femelles multipares que chez les femelles primipares. En effet, avec 59,39 jours, les femelles multipares ont affiché en moyenne un rythme de parturition de 1,14 fois plus accéléré que les femelles primipares. Les taux de mortalité des lapereaux enregistrés jusqu'au sevrage étaient de 23,98% et 25,22% respectivement dans le lot des femelles primipares et multipares.

Tableau I : Performances de reproduction des lapines  
Table I : Reproduction performance of rabbits

Fréquence de parturition des lapines	Paramètres de reproduction			
	Taille moyenne de portée	Durée moyenne de gestation	Intervalle entre deux mises bas consécutives	Taux de mortalité des lapereaux
Primipares	5,90 <sup>a</sup> ± 2,73	31,18 <sup>a</sup> ± 1,60	67,72 <sup>a</sup> ± 19,54	23,98 <sup>a</sup> ± 10,80
Multipares	7,11 <sup>b</sup> ± 2,67	31,74 <sup>a</sup> ± 0,86	59,39 <sup>b</sup> ± 15,69	25,22 <sup>a</sup> ± 10,15
Moyenne totale	6,52 ± 1,89	31,38 ± 0,74	66,20 ± 16,73	24,85 ± 9,35

Les valeurs inscrites dans la même colonne avec des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

## 4. Discussion

#### 4.1. Taille moyenne de portée

La taille moyenne de portée de 6,52 lapereaux enregistrée avec l'ensemble des lapines dans la présente étude s'est révélée supérieure à celle de 5,9 obtenue par Kpodékon & Coudert(1993) au cours de la période de mai à septembre.

Elle est cependant relativement faible comparée à celle obtenue par Coudert&Lebas(1985) qui ont enregistré une taille de portée de 8,35 lapereaux chez les lapines primipares de type croisé « INRA. 1067 » rationnées à 150 g d'aliment par jour. Il ressort cependant que les femelles primipares de la présente étude se sont montrées nettement moins performantes que les multipares. Le même constat a été fait par Fellous *et al.* (2012) qui ont enregistré des tailles de portées

de 7,76 et 8,28 lapereaux respectivement pour les femelles primipares et celle qui mettent bas pour la 2<sup>ème</sup> fois. À partir de la 3<sup>ème</sup> mise-bas cependant, l'auteur a enregistré une légère baisse de la taille de portée. Dans l'étude menée par Parigi-Bini&Xicatto (1993), ce sont par contre les femelles multipares qui se sont révélées moins performantes. La taille de portée était de 9,3 et 8,5 lapereaux respectivement chez les lapines primipares et multipares. Lorsque l'on passe de la 1<sup>ère</sup> à la 2<sup>ème</sup> mise bas, Pujardieu&Theau-Clément(1995) ont estimé que les nés totaux augmentaient de 0,65 lapereaux et qu'au-delà de la 2<sup>ème</sup> mise-bas les augmentations cessaient d'être significatives. Cette tendance est confirmée par Lebas *et al.*(1996) qui signalent que la taille de portée croît en moyenne de 10 à 20% entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> portée d'une lapine. Elle subit ensuite un accroissement plus limité de la 2<sup>ème</sup> à la 3<sup>ème</sup> portée. À la 4<sup>ème</sup> portée, selon les mêmes auteurs, le nombre de lapereaux nés restait stationnaire et pouvait ensuite décroître. La taille de portée dépend intimement du taux d'ovulation qui serait, selon Lebas *et al.* (1996) liée à la race et à la taille corporelle des animaux. Ainsi, une moyenne de 3,97 ovules a été observée chez des races naines d'origine polonaises et 12,88 ovules pour les races géantes des Flandres. Les tailles des portées correspondantes étant respectivement de 3,24 et 10,17 lapereaux. Les paramètres environnementaux peuvent également expliquer les disparités enregistrées çà et là au niveau des tailles de portée des lapines. Selon Depreset *al.* (1994), la saison de naissance a un effet significatif sur la taille de la portée à la mise-bas. Ainsi, il a été observé un effet défavorable de la saison humide et chaude (mai à novembre) sur les tailles de lapereaux à la naissance. Pour Kpodékon&Coudert(1993), la taille moyenne des portées à la naissance est significativement plus élevée au cours de la période allant de mai à septembre, que pour le reste de l'année (5,9 vs 5,1 nés vivants par portée).

#### 4.2. Durée moyenne de gestation

La durée moyenne de gestation de la plupart des espèces animales est un paramètre de reproduction quasi invariable. Chez l'espèce cunicole elle tourne autour de 30 jours. Dans la présente étude la durée moyenne enregistrée est comprise entre 31 et 32 jours (Tableau I). Elle s'est révélée tendanciellement plus courte avec 31,18 jours chez les femelles primipares que chez les femelles multipares (31,74 jours). Il faut noter cependant que la détermination de la durée de gestation, qui est la différence entre le jour de la mise-bas et le jour de la fécondation, peut comporter une certaine imprécision du fait de la non maîtrise du moment exact de la fécondation. Dans l'étude menée par Prud'hon *et al.* (1969), la durée moyenne de gestation a semblé varier en fonction de l'intervalle entre la parturition et la saillie. Plus cet intervalle est court, plus la durée de gestation est allongée. Elle était de 32,48 ; 32,06 et 31,95 jours respectivement chez les lapines saillies entre 0 et 6 jours, 10 et 20 jours et plus de 30 jours après la mise-bas. La détermination exacte de la durée de gestation suppose de connaître avec précision le début de la

gestation. Chez la plupart des mammifères d'élevage cette période est marquée par un œstrus pendant lequel la femelle n'accepte plus la saillie, car la progestérone sécrétée durant la gestation inhibe totalement l'œstrus et la femelle en gestation refuse l'accouplement. Le début de gestation est d'autant plus difficile à observer chez la lapine qu'elle est en mesure d'accepter le mâle en étant gestante. Ce phénomène a été observé et documenté par Lebas (2011). La méthode de la palpation abdominale, une dizaine de jours après la saillie est habituellement utilisée dans les élevages pour diagnostiquer l'état gestatif de la lapine. Il s'ensuit alors, dans le cas d'un diagnostic positif, de procéder à une estimation approximative de la durée de gestation en remontant à la date de l'accouplement.

#### 4.3. Intervalle entre deux mises-bas consécutives

L'intervalle entre deux mises-bas consécutives est l'un des paramètres de reproduction qui influe considérablement sur le cycle de reproduction des mammifères d'élevage et donc sur la productivité numérique. Ce paramètre varie en fonction du mode d'élevage et plus précisément en fonction de la conduite de reproduction des femelles. L'intervalle entre deux mises-bas prend en compte en effet la durée de gestation, la durée d'allaitement et l'intervalle Mise-bas-saillie fécondante encore appelé IMSF. Si la durée de gestation est quasi invariable, il n'en est pas de même avec la durée d'allaitement et l'IMSF qui peuvent connaître des variations importantes. Avec 66,20 jours pour l'ensemble des femelles utilisées dans la présente étude, l'intervalle entre deux mises-bas consécutives (Tableau I) s'est révélé supérieur de 17,4 jours à celui observé par Fellous *et al.* (2012) avec des lapines de population locale algérienne élevées en station expérimentale et de plus de 22 jours à celui obtenu par Ouyed *et al.* (2007) avec des lapines californiennes croisées avec des Néo-Zélandais de race pure dans des conditions d'élevage assainies. Ceci laisse supposer que dans la présente étude, les femelles ont été saillies aussitôt après la période d'allaitement de 35 jours, conformément au mode d'élevage en vigueur. Ceci laisse également admettre que Fellous *et al.* (2012) et Ouyed *et al.* (2007) ont dû recourir à une saillie des lapines en pleine période d'allaitement, ce qui est courant en élevage cunicole. En effet, les auteurs ont procédé à une remise au mâle 10 à 12 jours après la mise-bas. Cette approche peut se révéler très avantageuse du point de vue « fréquence de mise-bas » et de raccourcissement du cycle de reproduction des femelles. Elle peut comporter cependant des risques liés à l'épuisement des femelles qui doivent assurer simultanément les contraintes de la gestation et de la lactation surtout dans un contexte de condition alimentaire défavorable, comme c'est souvent le cas dans les pays pauvres. Entre les deux catégories de femelles, les lapines multipares ont présenté un intervalle de mise-bas significativement plus court que les lapines primipares. Ceci illustre clairement que la fertilité des femelles augmente avec la parité. Ce phénomène peut être lié à la capacité d'ingestion réduite des femelles primipares. Une tendance similaire a été

observée par Fellous *et al.* (2012) qui ont noté une baisse continue de l'intervalle de mise-bas jusqu'à la 5<sup>ème</sup> portée pour remonter ensuite à la 6<sup>ème</sup> portée.

#### 4.4. Taux de mortalité des lapereaux

Le taux de mortalité moyen des lapereaux entre la naissance et le sevrage de près de 25% (Tableau I) indique que près d'un lapereau sur quatre meurt au cours de la période d'allaitement de 35 jours. Ce taux relativement élevé est sans aucun doute un facteur de réduction du niveau de productivité numérique du centre d'élevage, objet de la présente étude. Comparé aux taux de mortalité compris entre 3,85% et 4,19% enregistrés par Montessuy *et al.* (2005) avec des lapereaux de souche *Hyplus* sevrés 35 jours après la naissance, le taux de mortalité enregistré dans la présente étude apparaît fortement élevé. La quasi-totalité des mortalités ont été enregistrées au cours des deux premières semaines de vie pendant lesquelles les lapereaux étaient particulièrement fragiles. Ce sont essentiellement les sujets de poids vifs à la naissance moyennement faibles qui étaient touchés. La compétition pour l'accès au lait maternel au sein de la portée est probablement à l'origine de certains cas de mortalité. Selon Coureaud *et al.* (2007) près de 14% des lapereaux sous mères n'ont pas accès au colostrum qui constitue un moyen de survie indispensable pour les nouveaux nés. Il n'est pas non plus exclu que la pratique de l'alimentation qui ne tient pas compte des besoins spécifiques des lapereaux sous mère a pu occasionner des pertes, étant donné que les femelles reproductrices et les lapereaux avant le sevrage ont des besoins en énergie et en fibres antagonistes (Combes *et al.* 2013). Le rang de parturition des femelles n'a visiblement pas été à l'origine du taux de mortalité avant sevrage des lapereaux, bien que chez les femelles primipares le taux de mortalité a été de 1,24 point meilleur que chez les femelles multipares. Selon Montessuy *et al.* (2005), la mortalité sous la mère est pratiquement deux fois plus élevée au cours de la première portée par rapport aux suivantes. Par contre, Kpodekon *et al.* (2006) ont obtenu une augmentation de la mortalité entre la naissance et le sevrage de 11 à 19% de la 1<sup>ère</sup> portée à la 6<sup>ème</sup> portée et plus.

## 5. Conclusion

Il ressort de l'évaluation des performances de reproduction des lapins dans le Centre Technique d'Aviculture et d'Élevage des petits animaux (CETAVI) un centre d'élevage cunicole au sud du Bénin que les performances enregistrées, loin d'être satisfaisantes sont parfaitement améliorables. Il s'agit d'une part de l'intervalle entre deux mises-bas consécutives qui peut être considérablement raccourci en exploitant judicieusement les capacités reproductives exceptionnelles qu'offre l'espèce cunicole. En effet, il peut être envisagé de procéder à la saillie des lapines une semaine avant le sevrage. Ceci nécessite bien évidemment de rééva-

luer le besoin nutritionnel de la femelle qui devra continuer à allaiter les lapereaux et assurer le développement des embryons. Il s'agit d'autre part du taux de mortalité des lapereaux excessivement élevé au cours de la période d'allaitement. La survie des lapereaux dépend d'abord de la capacité des lapines à produire suffisamment du lait pour nourrir toute la portée. Ainsi, l'amélioration du statut nutritionnel des lapines allaitantes doit être considérée comme un préalable pour limiter le taux de mortalité des lapereaux au strict minimum. La forme farineuse de l'aliment concentré, qui peut affecter les voies respiratoires des lapereaux, et parfois des animaux adultes, doit pouvoir être remplacée par une forme granuleuse beaucoup plus indiquée pour l'espèce cunicole. La réduction substantielle de ces deux paramètres contribuera sans aucun doute à une amélioration notable du niveau de productivité numérique de cet élevage.

## CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

## RÉFÉRENCES

- Bourdillon A., Chmettellen F., Jarrin D., Parez V., Rouillere H., 1992. Effect of a PMSG treatment on breeding results of artificially inseminated rabbits. *5<sup>th</sup> World Rabbit Congress, July 25-30, 1992, Corvallis, USA, Vol A, 530-537.*
- Boussit F., 1989. Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. Rambouillet : Association française de cuniculture, pp 46-82.
- Chmitelin F., Rouillere R., Bureau J., 1990. Performances de reproduction des femelles en insémination artificielle en post-partum. *5<sup>ème</sup> journées de la Recherche Cunicole, 12-13 Décembre, Paris, France, Tome I, Communications N°4.*
- Combes S., DalleZotte A. 2005. La viande de lapin : valeur nutritionnelle et particularités technologiques. 11<sup>ème</sup> journée de la recherche cunicole, 29-30 novembre 2005. Paris.
- Combes S., Gidenne T., Boucher S., Fortun-Lamothe L., Bolet G., Coureaud G. 2013. Lapereaux de la naissance au sevrage : quels outils pour des lapereaux plus robustes ? 15<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, 19-20 novembre 2013, Le Mans, France.
- Coudert P., Lebas F. 1985. Production et morbidité des lapines reproductrices. I. - Effet du rationnement alimentaire avant et pendant la première gestation (1). *Annales de zootechnie, 1985, 34 (1), pp.31-48.*
- Coureaud G., Fortun-Lamothe L., Langlois D., Schaal B. 2007. The reactivity of neonatal rabbits to the mammary pheromone as a probe for viability. *Animal, 1, 1026-1032.*
- Dedieu B., Aubin J., Duteurtre G., Alexandre G., Vayssieres J., Bommel P., Faye B. 2011. Conception et évaluation de systèmes d'élevage durables en régions chaudes. *INRA Prod. Anim., 2011, 24 (1), 113-128*
- Depres E., Theau-Clément M., Lorvelec O. 1994. Productivité des lapines en Guadeloupe : influence du type génétique, de l'allongement de la durée d'éclaircissement de la saison et du stade physiologique. In: *Proc. 5<sup>èmes</sup> Journées de la Re-*

*cherche Cunicole en France, tome I, communications N°6 et 7.*

- Fellous N.; Bereksi Reguig k.; Ain Baziz h. 2012. Evaluation des performances zootechniques de reproduction des lapines de population locale Algérienne élevées en station expérimentale. *Livestock Research for Rural Development* 24 (3) 2012.
- Gigaud V., Combes S. 2007. Les atouts nutritionnels de la viande de lapin: comparaison avec les autres produits carnés. 12<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, France
- Kpodekon M., Youssao A.K.I., Koutinhouin B., Djago Y., Houezo M., Coudert P., 2006 : Influence des facteurs non génétiques sur la mortalité des lapereaux au Sud du Bénin. *Ann. Med. Vet.*, 150 (2), 197-201.
- Kpodékou M., Coudert P., 1993. Impact d'un centre cunicole de recherche et d'information sur la recherche et le développement de la cuniculture au Bénin. *World Rabbit Science* 1 (1): 25-30.
- Lebas F. 2011. Biologie du lapin. 7.3 Reproduction : La femelle. Révision très partielle le 11 janvier 2011 (lactation).
- Lebas F., Coudert P., deRochambeau H., Thibault R. 1996. Le lapin: élevage et pathologie. *Collection FAO : Production et Santé Animales, N19, FAO, Rome, pp 40-120.*
- Lebas F. ; Coudert P. 1986. Production et morbidité des lapines reproductrices. II. Effet de l'âge à la première fécondation chez des lapines de deux souches. *Ann. Zootech.* 1986, 35 (4), 351-362.
- Lecerf J. M., Clerc E. 2009. Étude nutritionnelle de la viande de lapin. Lapin de France. Comité Interprofessionnel pour la promotion des produits.
- Montessuy S., Ferchaud N., Mousset J-L., Reys S. 2005. Effets d'une stratégie alimentaire associant deux aliments énergétiques sur les performances des lapines et de leurs portées. 11<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 novembre 2005, Paris.
- Moumen S., Ain Baziz H., Temim S. 2009. Effet du rythme de reproduction sur les performances zootechniques des lapines de population locale Algérienne (*Oryctolagus cuniculus*) *Livestock Research for Rural Development. Volume 21, Article #123.* from <http://www.lrrd.org/lrrd21/8/moum21123.htm>
- Ouyed A. ; Lebas F. ; Lefrançois M. ; Rivest J. 2007. 12<sup>ème</sup> journée de la recherche cunicole, 27-28 novembre 2007, Le Mans, Paris.
- Parigi-Bini R. ; Xiccato G. 1993. Recherches sur l'interaction entre alimentation, reproduction et lactation chez la lapine. Une Revue. *World Rabbit Science.* (1993) 1 (4) 155-161.
- Poujardieu B., Theau-Clément M. 1995. Productivité de la lapine et état physiologique. *INRA. Ann Zootech.* (1995) 44, 29-39.
- Prud'hon M., Rouvier R., Cael J., Bell. 1969. Influence de l'intervalle entre la parturition et la saillie sur la fertilité et la prolificité des lapins. *Annales de zootechnie*, 1969, 18 (3), pp.317-329.
- Questel G., 1984. Contribution à l'étude de la fertilité chez le lapin domestique. *Mémoire de fin de formation, INRA Paris-Grignon, France, 65p.*
- Theau-Clément M., Bolet G., Roustant A., Mercier P., 1990. Comparaison de différents modes d'induction de l'ovulation chez les lapines multipares en relation avec leur stade physiologique et la réceptivité au moment de la mise à la reproduction. 5<sup>ème</sup> journée de la Recherche Cunicole, 12-13 Décembre, 1990. Paris, France, Tome 1, Communications N°6.



## Instructions aux auteurs

### 1 Ligne éditoriale

La revue Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie » est une revue scientifique à comité de lecture et en accès libre. Elle est destinée à un public diversifié constitué entre autres de professionnels du développement (techniciens et ingénieurs), chercheurs, enseignants, étudiants et agriculteurs. Les articles, rédigés en français ou en anglais, doivent être originaux, constituer un apport scientifique ou technique important pour ce public et intéresser un lectorat international.

La revue publie des travaux pluridisciplinaires de recherche (expérimentations, enquêtes, modélisations, simulations, méta-analyses, etc.) et des synthèses sur tous les domaines des sciences naturelles, agronomiques et environnementales. Elle s'intéresse en particulier à la rationalisation de la production, l'amélioration des systèmes de production, ainsi qu'à la valorisation et à l'exploitation durable des ressources naturelles.

Plus précisément, la revue est ouverte à des travaux concernant :

- Les sciences et techniques de production végétale (phytotechnie, horticulture, biotechnologie et protection des végétaux, stockage et conservation des produits de récolte) ;
- Les sciences et techniques de productions animales (zootechne, santé animale, pêche, aquaculture, amélioration génétique des animaux, domestication et exploitation des espèces non conventionnelles) ;
- Les sciences agroalimentaires, la nutrition et la sécurité alimentaire, notamment la transformation et l'utilisation des produits animaux et végétaux dans l'alimentation ou l'industrie ;
- L'aménagement et la gestion des ressources naturelles (forêt, faune, eau) et des territoires ruraux, y compris la sylviculture, l'écologie, les impacts environnementaux, la conservation de la biodiversité, la gestion des aires protégées, l'écotourisme, les aménagements hydro-agricoles ;
- L'économie et la sociologie des systèmes de production et des ressources naturelles ;
- Le développement agricole en général et les innovations techniques, institutionnelles et politiques dans tous les domaines ci-dessus.

A partir de 2017, la revue paraîtra semestriellement (deux fois par an) et passera de la publication au format papier à une diffusion électronique uniquement et sans abonnement. Le comité de rédaction a pour ambition d'accélérer le processus de traitement des articles soumis en privilégiant notamment la communication et la publication en format électronique.

Chaque parution est composée d'articles soumis spontanément par leurs auteurs. En outre, des numéros spéciaux peuvent être initiés par le comité de rédaction autour de thématiques d'actualité et constitués d'articles suscités ou d'actes de réunions scientifiques (conférences, colloques, ateliers...) à l'initiative des organisateurs desdits événements ou sur invitation de la rédaction.

Les articles soumis pour publications, y compris dans le cadre de colloques scientifiques, sont examinés par le Comité de lecture des Annales de l'Université de Parakou et des relecteurs anonymes chargés d'apprécier les manuscrits en fonction de :

- L'adéquation à l'objectif de la revue ;
- L'intérêt du sujet traité pour le public de la revue ;
- La rigueur du raisonnement et la clarté de la rédaction.

La décision finale d'acceptation ou de rejet de l'article est prise par le Comité de Publication.

## **2 Soumission et évaluation des manuscrits**

Les articles sont soumis sous forme électronique (.doc, .docx ou .rtf). La soumission se fera exclusivement par e-mail à l'adresse unique suivante : [revue.sna.annaes-up@fa-up.bj](mailto:revue.sna.annaes-up@fa-up.bj). Aucune attention ne sera accordée à un manuscrit envoyé sous une autre forme ou à une autre adresse.

Chaque soumission comprend :

- le manuscrit de l'article en un seul fichier « .doc », « .docx » ou « .rtf » (obligatoire)
- une lettre d'accompagnement (obligatoire)
- les autorisations de reproduction d'illustrations réalisées par des tiers (si applicable)

L'auteur correspondant doit attester dans la lettre d'accompagnement que le document soumis a été approuvé par tous les auteurs et qu'il n'a pas été proposé à d'autres revues. Il doit également impérativement proposer à la revue trois évaluateurs, sans lien professionnel ou institutionnel avec les auteurs, et le cas échéant, déclarer tout conflit d'intérêt potentiel.

Le processus d'évaluation par les pairs se fera en protégeant autant que possible l'anonymat des auteurs vis-à-vis des évaluateurs et vice versa. À ce titre, les auteurs et évaluateurs doivent éliminer leur identité des propriétés du fichier (menu Fichier dans Word), en cliquant sur les commandes suivantes dans les versions récentes de Word: Fichier > Info > Inspecter le document > Supprimer les informations personnelles du fichier lors de l'enregistrement > Enregistrer (ou OK).

Les manuscrits soumis à la revue passent successivement par (1) une analyse de recevabilité du manuscrit (texte complet, lettre d'accompagnement, et anonymisation » des fichiers) ; (2) une analyse de conformité à la ligne éditoriale de la revue et d'originalité des résultats ; (3) une évaluation anonyme par des experts internationaux choisis parmi ceux qui sont proposés par les auteurs et par les membres du comité de rédaction. A chacune de ces étapes, l'article pourra être renvoyé à l'auteur s'il n'est pas conforme aux instructions et à la ligne éditoriale de la revue ou s'il est jugé de qualité insuffisante.

Les épreuves sont adressées par l'éditeur à l'auteur correspondant par e-mail. En cas de demande de révisions, la version modifiée doit être renvoyée par l'auteur dans un délai de deux semaines pour des révisions mineures et un mois pour des révisions majeures. Toutes les recommandations des relecteurs sont à prendre en compte. En cas de désaccord avec certaines remarques des relecteurs, l'auteur argumente clairement les raisons pour lesquelles elles ne sont pas intégrées au nouveau manuscrit. Un courrier récapitulatif toutes les modifications faites en réponse aux commentaires des relecteurs est joint à la version révisée.

Après corrections et acceptation définitive de l'article, celui-ci sera publié en ligne en version pdf téléchargeable. Dans le même temps, l'auteur recevra par email la version finale au format pdf en guise de tiré à part.

### **3 Frais de publication**

Les auteurs doivent payer des frais de publication de 25 000 FCFA (soit 40 Euros) par article accepté, dans un délai de 7 jours suivant l'acceptation de l'article.

### **4 Présentation des manuscrits**

Tous les manuscrits doivent être conformes aux instructions suivantes avant d'être examinés.

- La longueur souhaitée d'un manuscrit est au plus 8 000 mots. La revue peut toutefois admettre, à titre exceptionnel, des textes plus longs, notamment pour les articles synthèse comportant de nombreuses références bibliographiques. La longueur de l'article s'entend pour des textes complets incluant titre, résumés en français et en anglais, mots clés, texte, références bibliographiques, tableaux et illustrations avec leurs titres et légendes bilingues ;
- Les éléments constituant l'article (titre, résumés en français et en anglais, mots clés, texte, références bibliographiques, tableaux et illustrations avec leurs titres et légendes bilingues) devront être regroupés dans un seul fichier rendu anonyme ;
- Le titre, le résumé, et l'introduction de l'article doivent comporter tous les éléments permettant de saisir l'intérêt scientifique de l'article, son originalité et sa pertinence, en donnant envie de le lire ;
- Les manuscrits seront rédigés dans un logiciel de traitement de texte compatible avec Windows, au format A4, police « Times New Roman 12 » et paginés, avec une marge normale (2,54 cm) sur tous les bords et interligne simple;
- Les sous-titres sont limités à trois niveau au plus et le texte doit être rédigé en caractère normal sans gras, et sans aucun mot souligné (à l'exception des liens URLs);
- Les notes en bas de page ne sont pas acceptées ;
- Les illustrations seront limitées au minimum nécessaire pour la compréhension de l'article (en général 5 à 6 tableaux et/ou figures) et seront fournies avec leurs titres et légendes bilingues (français et anglais) ;
- Le texte doit être rédigé dans un langage simple et compréhensible. Les abréviations internationales sont acceptées (FAO, DDT, etc.).
- Seules les unités de mesure, les symboles et équations usuels du système international (SI) sont acceptés ;
- Les fractions seront présentées sous la forme "7/25" ou "(a + b)/c".
- Les auteurs des noms scientifiques seront cités seulement la première fois que l'on écrira un nom scientifique dans le texte (et pas dans le titre de l'article).
- Dans le texte, utiliser avec modération les termes techniques très spécialisés, les abréviations et sigles peu connus, et les expliciter systématiquement lors de leur premier emploi dans le résumé et le corps du texte.
- Les manuscrits seront subdivisés en plusieurs parties sur des pages séparées et dont les contenus sont décrits ci-après.

#### 4.1 Page 1 : Titre et affiliations des auteurs

Cette page doit indiquer clairement :

- Le titre de l'article (20 mots au maximum) : il comporte l'objet et le taxon s'il y en a avec les noms scientifiques sans auteur (s) ;
- Les noms des auteurs de l'article précédés de leurs prénoms ;
- Les affiliations des auteurs de l'article (nom de l'université ou de l'institution suivi du nom du laboratoire ou du département, et enfin l'adresse postale et l'adresse email) ;
- Le contact de l'auteur correspondant : adresse email et numéro de téléphone.

#### 4.2 Page 2 : Résumé et abstract

Un bref résumé (300 mots maximum) dans la langue de l'article est nécessaire. Ce résumé sera précédé d'un résumé détaillé dans la seconde langue (français ou anglais selon le cas), le titre sera traduit dans cette seconde langue. Les sections devant être résumées comprennent l'introduction (contexte, problématique et objectifs), la méthodologie, les résultats et la conclusion.

Six (6) mots clés suivront chaque résumé, décrivant l'article le plus complètement possible, et indexés dans le thésaurus Agrovoc de la FAO (<http://aims.fao.org/standards/agrovoc/functionalities/search>). Les mots clefs seront séparés par des virgules. Indiquer d'abord l'espèce ou l'objet au centre de l'étude et terminer par le pays où a eu lieu l'étude. Exemple : Iroko, *Milicia excelsa*, variation génétique, RAPD, structure des populations, Bénin.

#### 4.3 Texte

Tous les articles originaux doivent être structurés de la manière suivante : Introduction, Matériel et méthodes, Résultats, Discussion, Conclusion, Remerciements (si nécessaire) et Références bibliographiques. Si l'auteur le désire, Résultats et Discussion peuvent être combinés.

**Introduction** : L'introduction présente la nature et importance du problème et le place dans le contexte de ce qui est déjà connu (revue de la littérature). Elle permet de justifier le choix de l'hypothèse et de la démarche scientifique. Les objectifs, les questions ou les hypothèses de l'étude doivent être clairement énoncés et découler logiquement de la problématique et du point des connaissances présentés.

**Matériel et Méthodes** : Cette section présente les méthodes employées pour arriver aux résultats et permet de juger de la valeur scientifique des travaux. La description du protocole expérimental doit contenir (Dagnelie, 2012): les conditions de réalisation de l'expérience ou de la recherche ; les individus qui ont été observés (population, échantillonnage...) ; l'organisation de l'expérimentation (durée, traitements, nombre d'observations, d'échantillons, de répétitions...) ; les observations qui ont été réalisées (variables dépendantes et indépendantes) et les méthodes (techniques, instruments...) de collecte de ces observations ; les outils statistiques d'analyse des observations ; l'incertitude relative et la précision des instruments. Pour un protocole déjà bien décrit dans la littérature, une description brève avec un renvoi à une référence sont suffisantes.

**Résultats** : Cette section sert à présenter les principaux résultats de l'étude (sous forme de chiffres, de tableaux et/ou de figures), sans interprétation ou discussion et en relation avec la question ou l'hypothèse centrale de la recherche. Un ordre de présentation logique représentant le raisonnement de l'auteur doit être employé, afin d'aider le lecteur à comprendre ce raisonnement.

**Discussion** : Dans cette partie, la réponse à la question ou l'hypothèse centrale doit être apportée. Il faut faire référence aux résultats, sans les reprendre, et expliquer comment ces nouveaux résultats améliorent la connaissance scientifique. La discussion doit aussi apporter une explication sur les résultats, y compris ceux non attendus, en lien avec les recherches précédentes, et présenter au besoin les limites de la recherche réalisée.

**Conclusion** : Elle précise les implications théoriques et pratiques importantes de l'étude ainsi que les perspectives et/ou recommandations en lien avec résultats présentés. Elle est différente du résumé et ne doit pas être une reprise de celui-ci.

**Remerciements** : Introduire si nécessaire une section « Remerciements » pour les contributeurs techniques, financiers ou institutionnels.

#### 4.4 Références bibliographiques

Les auteurs sont responsables de l'orthographe des noms cités dans les références bibliographiques. Dans le texte, les références sont citées en précisant les noms des auteurs (sans les prénoms ou initiales des prénoms) et la date de publication de la manière suivante : Dupont (1995) ou Dupont & Dupont (1990) ou dans le cas de plus de deux (2) auteurs, Dupont et al. (1978). Dans les cas de plusieurs citations d'auteurs-date, les séparer par un point-virgule. Si un auteur donné ou plusieurs mêmes auteurs ont publié la même année, ajouter les lettres a, b, c, etc. après l'année de publication. Il est déconseillé de citer des documents non publiés (à l'exception des textes officiels) ou difficiles à trouver.

Dans la liste des références bibliographiques, les noms d'auteurs seront rangés par ordre alphabétique des noms des auteurs. Citer tous les auteurs jusqu'à 6 ; au-delà de 6, maintenir les 6 premiers, suivis de et al. Lorsqu'un article ou un document est téléchargeable ou au moins consultable sur Internet, indiquer entre parenthèses, à la fin de la référence, l'URL correspondante. Il est aussi recommandé de préciser le DOI d'une référence bibliographique, lorsqu'il existe.

Les noms des revues scientifiques ou des titres de conférences peuvent être abrégés. Le cas échéant, utiliser les standards internationalement reconnus. Voir par exemple :

- [https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/A\\_abrvjt.html](https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/A_abrvjt.html)
- [http://www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/office/abk\\_EN](http://www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/office/abk_EN)
- <http://library.stanford.edu/guides/find-journal-abbreviations>

Selon les types de publications, les références bibliographiques seront présentées de la manière suivante :

\* Pour les revues

- Adjanohoun E. 1962. Etude phytosociologique des savanes de la basse Côte-d'Ivoire (savanes lagunaires). *Vegetatio* 11 : 1-38.
- Grönblad R. Prowse G. A. & Scott A. M. 1958. Sudanese Desmids. *Acta Bot. Fenn.* 58: 1-82.
- Thomasson K. 1965. Notes on algal vegetation of lake Kariba. *Nova Acta R. Soc. Sc. Upsal.*, ser. 4, 19 (1) : 1-31.
- Poche R. M. 1974a. Notes on the roan antelope (*Hippotragus equinus* (Desmarest) in West Africa. *J. Applied Ecology*, 11: 963-968.
- Poche R. M. 1974b. Ecology of the African elephant (*Loxodonta africana*) in Niger, West Africa. *Mammalia*, 38: 567-580.

\* Pour les contributions dans les livres

- Whitton B.A. & Potts M. 1982. Marine littoral: 515-542. In: Carr N.G. & Whitton B. A. (eds.), The biology of cyanobacteria. Oxford, Blackwell.
- Annerose D. & Cornaire B. 1994. Approche physiologie de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées pour l'amélioration de la production en zones sèches: 137-150. In Reyniers F. N. & Netoyo L. (eds). Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. Ed. John Libbey Eurotext. Paris.

\* Pour les livres

- Zryd J. P. 1988. Cultures des cellules, tissus et organes végétaux. Fondements théoriques et utilisations pratiques. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, Suisse.
- Stuart S. N., Adams R. J. & Jenkins M. D. 1990. Biodiversity in sub-Saharan Africa and its islands. IUCN- The World Conservation Union, Gland, Switzerland.

\* Pour les thèses

- Batonon D. I. 2014. Systèmes d'alimentation alternatifs pour le développement des filières volaille en régions chaudes. Thèse de Doctorat, Université François Rabelais, Tours, France, 160 p.

\* Pour les communications

- Viera da Silva J. B., Naylor A. W. & Kramer P. J. 1974. Some Ultrastructural and enzymatic effects of water stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaves. Proceedings of Nat. Acad. Sci. USA: 3243-3247.
- Lamachere J. M. 1991. Aptitude du ruissellement et de l'infiltration d'un sol sableux fin après sarclage. Actes de l'Atelier sur Soil water balance in the Sudano-Sahelian Zone. Niamey, Niger, IAHS n°199 : 109-119.

\* Pour les abstracts

- Takaiwa F. & Tanifuji S. 1979. RNA Synthesis in embryo axes of germination pea seeds. Plant Cell Physiol., 20 (5): 875-884. In: Crop Physiology Abstracts, 1980, 4533.

\* Pour les sites web

- Heuzé V., Tran G., Bastianelli D., Hassoun P. & Renaudeau D. 2015. Sweet potato (*Ipomoea batatas*) tubers. Feedipedia, INRA, CIRAD, AFZ, FAO, [www.feedipedia.org/node/745](http://www.feedipedia.org/node/745) (consulté le [jour mois année]).

#### 4.5 Logiciel de gestion des références bibliographiques et styles applicables

Pour faciliter la préparation de votre manuscrit, nous vous recommandons fortement d'utiliser un logiciel de gestion des références bibliographiques. Il en existe plusieurs gratuits sur Internet dont les plus populaires sont Mendeley ([www.mendeley.com](http://www.mendeley.com)) et Zotero ([www.zotero.org](http://www.zotero.org)). Les fichiers de styles pour ces deux logiciels (et aussi Papers2) s'appuient sur un langage appelé « Citation Style Language (CSL) » et peuvent donc être utilisés indifféremment avec l'un ou l'autre des logiciels. Les paragraphes ci-après expliquent la procédure d'installation du style de la revue Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie » dans Mendeley et dans Zotero.

**Installation du style SNA-UP dans Mendeley :** Le style propre aux Annales de l'Université de Parakou – Série Sciences Naturelles et Agronomie est téléchargeable à l'adresse suivante : <http://csli.mendeley.com/styles/14860463/harvard-AnnalesUP-SNA-1>. Pour l'installer dans Mendeley, aller dans le menu : View >> Citation Styles >> More Styles (aller sur l'onglet Get More Styles). En bas de la boîte de dialogue, ajouter le lien ci-dessus et cliquer sur Download. Le style est automatiquement installé et vous pouvez dès cet instant le choisir pour mettre en forme vos références.

**Installation du style SNA-UP dans Zotero :** Avec l'application Zotero standalone, vous devez d'abord télécharger le style sur votre ordinateur (avec l'extension « .csl ») depuis l'adresse : <http://csli.mendeley.com/styles/14860463/harvard-AnnalesUP-SNA-1>. Pour l'installer, faites ensuite un clic-double sur le fichier téléchargé pendant que l'application Zotero est ouverte et confirmez l'installation.

#### 4.6 Illustrations : tableaux et figures

Tous les tableaux et figures doivent être numérotés en chiffres arabes (tableau 1 ; figure 2) et cités dans le manuscrit avec leur numéro dans un ordre chronologique. Chaque tableau ou figure doit avoir un titre. Leurs titres et légendes doivent être clairs, concis et bien préciser le contenu pour être compréhensibles sans recours au texte. Les schémas, cartes et photos sont uniformément désignées comme des figures.

Les titres des tableaux seront écrits en haut de chaque tableau de données, et ceux des figures seront écrits en bas des illustrations. Les figures et les tableaux seront positionnés immédiatement après leur première citation dans le texte ou sur la page suivant immédiatement (et non en fin de l'article).

Pour les tableaux et les figures comprenant du texte, utiliser une police de taille 11 ou 12 ; autrement ils deviendraient illisibles, après réduction. Dans les figures, éviter les trames et préférer des figurés plus grossiers (points, hachures...) et utiliser une résolution minimum de 600 dpi environ pour les schémas contenant des lignes et 400 dpi pour les images tramées, photos ou graphiques avec nuances de gris pour que les figures soient lisibles. Les figures (schémas, cartes, photos, ...) en couleur sont acceptées mais les tableaux seront présentés de préférence en noir et blanc.

Pour les tableaux, les bordures des colonnes seront rendues invisibles et seules les bordures de la première ligne et de la dernière ligne seront visibles.

Dans l'hypothèse où certaines des illustrations seraient réalisées par des tiers, qu'elles aient déjà été publiées ou non, l'auteur s'engage à obtenir auprès de ces derniers l'ensemble des autorisations nécessaires à l'intégration de ces illustrations dans son article et à leur exploitation sous cette forme. Il fournira ces autorisations de reproduction avec son manuscrit. Les actes officiels (lois, décrets, décisions...) ne sont pas concernés.

#### 4.7 Matériel supplémentaire

Des éléments non essentiels à la compréhension du travail, mais dont les auteurs pensent qu'ils peuvent avoir un intérêt pour les lecteurs, peuvent être annexés à l'article ; ils sont présentés à sa suite (après les références) comme « matériel supplémentaire ». Les matériels supplémentaires sont indiqués dans le texte par des appels : « (matériel supplémentaire I)... ».

## 5 Politique de droits d'auteurs

Les droits d'auteurs sur le contenu des articles publiés dans les Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie » demeurent à leurs auteurs. Ceux-ci garantissent que le contenu de ces articles est original, qu'ils sont bien titulaires des droits et que l'article n'a pas déjà été publié dans une autre revue ou sur tout autre type de support. Les auteurs garantissent également que l'article ne contient aucun emprunt à une œuvre de quelque nature que ce soit. Dans le cas contraire, les auteurs fournissent les autorisations signées des titulaires des droits de ces œuvres pour cette nouvelle exploitation.

Les auteurs autorisent la revue à publier leurs articles en ligne. Ils sont libres de reproduire l'article, à en distribuer des exemplaires, à présenter, représenter ou communiquer les articles au public par tout procédé technique.

## 6 Conseils généraux

- Conseils méthodologiques : Pochet B. (2015). Comprendre et maîtriser la littérature scientifique. Accessible aux adresses suivantes : <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/186181> et <http://infolit.be/CoMLiS>.
- Logiciels gratuits pour l'édition des images : <https://www.webpagefx.com/blog/web-design/10-excellent-open-source-and-free-alternatives-to-photoshop/> et <http://www.archimag.com/vie-numerique/2016/03/02/3-outils-gratuits-retoucher-photos-pro>
- Logiciels gratuits de gestion des citations et références bibliographiques : [https://www.mpl.ird.fr/documentation/download/ENW\\_Zotero\\_Mendeley\\_AperoDoc.pdf](https://www.mpl.ird.fr/documentation/download/ENW_Zotero_Mendeley_AperoDoc.pdf) et <http://espacechercheurs.enpc.fr/fr/lgrb>
- Logiciels anti-plagiat gratuits : <http://www.archimag.com/bibliotheque-edition/2017/03/01/plagiat-3-outils-reperer-copies-colles> ; <https://www.redacteur.com/blog/logiciel-anti-plagiat-gratuit/> et <http://www.precisement.org/blog/Logiciels-anti-plagiat-gratuits-et-payants-une-selection.html>.

La rédaction remercie les auteurs de l'attention qu'ils porteront à suivre ces instructions. Leur strict respect facilitera grandement la publication de leur article et réduira les délais de parution.