



Annales de l'Université de Parakou

ISSN 1840-8494 / eISSN 1840-8508

Parakou, Bénin

**Série « Sciences Naturelles et Agronomie »
Juin 2018, Volume 8, Numéro 1**



Crataeva adansonii (Capparaceae) en fleur dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari (Commune de Tanguiéta, Bénin). Photo : Eméline S. P. ASSEDE (2015).

Plusieurs parties de l'espèce s'utilisent en médecine traditionnelle africaine et les jeunes feuilles sont vendues comme légume au Ghana.

Annales de l'Université de Parakou

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

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

Email : revue.sna.annales-up@fa-up.bj

ISSN 1840-8494 ; Dépôt légal N°9802 du 24/11/2017, Bibliothèque Nationale, 4e trimestre

eISSN 1840-8508 ; Dépôt légal N°9803 du 24/11/2017, Bibliothèque Nationale, 4e trimestre

Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

Comité d'édition

Président : Dr Prosper GANDAHO, Professeur titulaire

Vice-Président : Dr O. Holden FATIGBA, Maître de Conférences Agrégé

Membres :

Dr Ibrahim ALKOIRET TRAORE,
Maître de conférences

Dr C. Ansèque GOMEZ, Maître de
Conférences

Dr Diane GANDONOU, Assistante

Comité d'impression :

Dr Eric Virgil AZANDO, Maître
Assistant

Dr Moutawakilou GOMINA, Maître
Assistant

Dr Sosthène AHOTONDI, Assitant

Mr B. Ahmed KIMBA

Mr Kayodé Roland CHABI

Mr Wilfried ETEKA

Comité de Publication, Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

Directeur de Publication : Dr Ibrahim ALKOIRET TRAORE, Maître de
Conférences

Secrétaire de publication : Dr Youssouf TOUKOUROU, Maître Assistant

Membres :

Dr Samadori S. Honoré BIAOU,
Maître de Conférences

Dr Franck HONGBETE, Maître
Assistant

Dr Gilles NAGO, Assistant

Comité de lecture :

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

Comité scientifique

Prof A. AHANCHEDE (Malherbologie, Bénin)	Prof J.C.T. CODJIA (Zoologie, Bénin)
Prof A. AKOEGNINOU (Botanique, Bénin)	Prof K. AKPAGANA (Ecologie Végétale, Togo)
Prof A. FANTODJI (Biologie de la reproduction, Côte d'Ivoire)	Prof L. J. G. VAN der MAESEN (Botanique, Pays-Bas)
Prof A. SANNI (Biochimie et de Biologie Moléculaire, Bénin)	Prof M. BOKO (Climatologie, Bénin)
Prof B. BIAO (Economie, Bénin)	Prof M. C. NAGO (Biochimie Alimentaire, Bénin)
Prof B. SINSIN (Ecologie Végétale et Animale, Bénin)	Prof M. OUMOROU (Ecologie Végétale, Bénin)
Prof D. KOSSOU (Phytotechnie, Bénin)	Prof N. FONTON (Biométrie, Bénin)
Prof E. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin)	Prof P. ATACHI (Entomologie, Bénin)
Prof F. A. ABIOLA (Ecotoxicologie, Bénin)	Prof Ph. LALEYE (Hydrobiologie, Bénin)
Prof G. A. MENSAH (Zootchnie, Bénin)	Prof R. GLELE KAKAI (Biométrie et Statistiques, Bénin)
Prof G. BIAOU (Economie Rurale, Bénin)	Prof R. MONGBO (Sociologie Rurale, Bénin)
Prof J. HOUNHOUNGAN (Technologie Alimentaire, Bénin)	Prof S. A. AKPONA (Biochimie, Bénin)
Prof J. LEJOLY (Ecologie Tropicale, Belgique)	Prof S. ADOU-HOUNZANGBE (Parasitologie, Bénin)
Prof J. ZOUNDJIEKPON (Génétique, Bénin)	Prof S. ALIDOU (Sciences de la Terre, Bénin)
Prof J.C. GANGLO (Foresterie, Bénin)	Prof V. AGBO (Sociologie, Bénin)

Annales de l'Université de Parakou

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

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

Email : revue.sna.anales-up@fa-up.bj

ISSN 1840-8494 ; Dépôt légal N°9802 du 24/11/2017, Bibliothèque Nationale, 4e trimestre

eISSN : 1840-8508 ; Dépôt légal N°9803 du 24/11/2017, Bibliothèque Nationale, 4e trimestre

Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

Sommaire - Volume 8, Numéro 1 (Juin 2018)

Contenu et auteurs	Pages
Gestion et contribution des résidus de récolte à la réduction du déficit alimentaire des élevages traditionnels de petits ruminants dans la zone soudanienne du Nord Bénin Rodrigue V. C. DIOGO, Saliou ADEDIGBA, Mélanie DJEDJE, Luc Hippolyte DOSSA	1-12
Évaluation de la qualité des semences issues des taureaux de races Borgou, Azawak et Girolando utilisés au Centre National d'Insémination Artificielle Bovine au Bénin Yao AKPO, Cossi. Ghilchris Louis MEHOUEYOU, Roland Eric YESSINOU, Ibrahim ALKOIRET TRAORE	13-21
Circuits de distribution de viandes et trophées braconnés autour de la Réserve de Biosphère de la Pendjari au Bénin D. S. CHABI-BONI, A. K. NATTA, S.G. A. NAGO, G. A. MENSAH	23-35
Opportunité de valorisation de l'écotourisme à Boukoumbé au Nord Bénin, Afrique de l'Ouest Stella M. B. F. SOKPON, Samadori S. H. BIAOU, Eméline S. P. ASSEDE	37-44
Evaluation de la viabilité des exploitations cunicoles de la Commune Parakou au Nord du Bénin Dansinou Silvère TOVIGNAN, Koladé Raoul ADEGUELOU, Paul HOUNTONDJI, Amoudane BOURAIMA YACOUBOU	45-56
Common hippopotamus (<i>Hippopotamus amphibius</i>) habitat suitability modeling in Southwestern Benin Etienne M. DOSSOU, Laurent G. HOUSSOU, Toussaint O. LOUGBEGNON, Jean T. Claude CODJIA	57-64

Vulnérabilité des activités pastorales à la variabilité hydro-climatique à Founougo dans la commune de Banikoara	65-76
Tom K. HOUNGNIBO, Ernest AMOUSSOU, Henri S. TOTIN VODOUNON	
Activités enzymatiques et mutations génétiques au sein des populations de <i>Anopheles gambiae</i> sensu lato (diptera: culicidae) dans la commune de Natitingou au nord du Bénin	77-84
A. YADOLETON, S. G. A. NAGO, E. V. B. AZANDO, F. SANOUSSI, A. AGOLINOU, F. AHISSOU, G. HOUNDETON, A. SIDICK, M. AKOGBETO	
Diversité des pratiques paysannes de gestion de la matière organique dans les exploitations productrices de coton biologique à Kandi	85-93
ASSOGBA S. Claude-Gervais, TOSSOU Rigobert Cocou, LEBAILLY Philippe	
Caractéristiques sociodémographiques et conditions de vie des jeunes agriculteurs et agricultrices : Quelles perspectives au Bénin ?	95-104
Judicaël ALLADATIN, Ismaïl MOUMOUNI, Mankponsè Augustin GNANGUENON, Lucien Médard DAHOUE	
Analyse de la mise en œuvre de systèmes d'innovation au sein de la filière soja dans la commune de Dassa-Zoumé au Centre du Bénin	105-116
Esdras OBOSSOU, Kassim LABO GOUMBI, Latifou IDRISOU	
Instructions aux auteurs	117-124



Gestion et contribution des résidus de récolte à la réduction du déficit alimentaire des élevages traditionnels de petits ruminants dans la zone soudanienne du Nord Bénin

Rodrigue V. C. DIOGO^{1,2}, Saliou ADEDIGBA², Mélanie DJEDJE³, Luc Hippolyte DOSSA⁴

¹ Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Département des Sciences et Techniques de Production Végétale, BP 123, Parakou, Bénin

² Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Département des Sciences et Techniques de Productions Animales et Halieutiques, Parakou, Bénin

³ Protection et Réhabilitation des Sols pour améliorer la Sécurité Alimentaire (ProSOL-GIZ), 08 BP 1132 Cotonou, Bénin

⁴ Ecole des Sciences et Techniques de Production Animale, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 03 BP 2819 Cotonou Jéricho, Bénin.

Reçu le 23 Décembre 2017 - Accepté le 4 Juin 2018

Management and contribution of crop residues to the reduction of feed deficit in traditional small ruminant farms in the Sudanian zone of North Benin

Abstract: Feeding small ruminants during the dry season remains a major concern for livestock farmers in Northern Benin. Hence, crop residues may represent a good alternative to conventional animal feed resources. This study has analyzed the management and use of crop residues in 110 traditional small ruminant farms owning 3,305 sheep and goats in the municipality of Gogounou. A typology of these farms was performed using multiple correspondent analysis (MCA) followed by an ascending hierarchical classification (AHC). In order to evaluate the management of crop residues and their contribution to animal live weights in the identified farm types, a survey based on a semi-structured questionnaire was conducted followed by a 4-week animal monitoring in 20 farms selected according to the agreement of the small ruminant farmers and the availability of the animals. Three types of livestock farms were identified based on the characteristics of farmers, their herds, and their farm management system. These included: (i) extensive sedentary herders; (ii) rural agro-pastoralists and (iii) peri-forestry agro-pastoralists. Crop residues were consistently and widely used by the farmers in the three groups. Due to their higher digestibility, farmers were more inclined to store cowpea or peanut leaves (89.91%) and rice straws (75.35%) compared to maize straws (40.9%) and soybean hays (19.09%). The latter were generally grazed by animals after harvest in the three farm types. These were also supplemented with crop by-products, ligneous species and salts. The residues are mostly stored in sheds (100%) and on trees (38.18%). Their use for animal feeding resulted in significant average daily gains (ADG, $p < 0.05$) irrespective of farm type. However, the ADG obtained in sedentary farms were significantly lower (45.3 ± 1.05 g for goats and 48.1 ± 0.33 g for sheep) compared to those obtained in rural agropastoral farms (53.5 ± 4.16 g for goats and 54.4 ± 4.79 g for sheep) and in peri-forestry agropastoral farms (54.7 ± 5.17 g for goats and 55.1 ± 3.10 g for sheep). Crop residues contribute to feeding small ruminants during the dry periods but need to be supplemented to ensure substantial increase in animal performance.

Keywords: Animal performance, crop residues, small ruminants, typology, Gogounou, Benin.

Résumé : L'alimentation des petits ruminants reste un problème majeur pour les éleveurs du Nord Bénin confrontés aux insuffisances alimentaires en saison sèche. Face à cette situation, les résidus de récolte représentent une alternative aux ressources alimentaires conventionnelles. Cette étude a analysé les modes de gestion et d'utilisation des résidus de récolte dans 110 élevages traditionnels de petits ruminants disposant d'un effectif de 3305 têtes de petits ruminants dans la commune de

Gogounou. Une typologie de ces élevages a été réalisée en utilisant la méthode d'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM) suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). Afin d'évaluer les modes de gestion et la contribution des résidus de récolte aux performances pondérales des animaux dans les types d'élevage identifiés, une enquête sur la base d'un questionnaire semi-structuré a été réalisée et un suivi de 4 semaines dans 20 élevages choisis selon l'accord de l'éleveur et la disponibilité des animaux. Trois types d'élevages ont été mis en évidence à partir des caractéristiques des éleveurs, des troupeaux et du mode d'élevage. Il s'agit des élevages de type : (i) extensif sédentaire, (ii) ; agropastoral rural et (iii) agropastoral péri-forestier. Les résidus de récolte étaient utilisés par les trois groupes d'éleveurs avec une forte proportion de stockage des fanes de niébé ou d'arachide (89,91%) et des pailles du riz (75,35%); ces résidus étaient les plus disponibles et perçus par les éleveurs comme ayant une forte digestibilité. Par contre, un faible stockage des pailles de maïs (40,9%) et des fanes de soja (19,09%) a été enregistré. Ces résidus étaient en général pâturés par les animaux après récolte dans les trois types d'élevage sus-décrits. Ils étaient aussi complétés par les co-produits céréaliers, les ligneux fourragers et le sel de cuisine dans tous les élevages étudiés. Les résidus sont pour la plupart stockés dans des hangars (100%) et sur les troncs d'arbres (38,18%). Leur utilisation dans l'alimentation des animaux a permis d'obtenir des gains moyens quotidiens (GMQ) à 4 semaines très significatifs ($p < 0,05$) entre les trois types d'élevage étudiés. Les GMQ obtenus dans les élevages sédentaires étaient inférieurs avec $45,3 \pm 1,05$ g (Caprins) et $48,1 \pm 0,33$ g (Ovins) comparativement aux élevages agropastoraux ruraux : $53,5 \pm 4,16$ g (Caprins) et $54,4 \pm 4,79$ g (Ovins) et agropastoraux péri-forestiers : $54,7 \pm 5,17$ g (Caprins) et $55,1 \pm 3,10$ g (Ovins). Eu égard aux performances obtenues, les résidus de récolte contribuent à l'alimentation des petits ruminants pendant les périodes de soudure mais nécessitent l'apport de compléments alimentaires pour assurer de meilleures performances des animaux.

Mots clés : Petits ruminants, performances animales, résidus de récoltes, typologie, Gogounou, Bénin.

1. Introduction

Au Bénin, beaucoup d'efforts restent à faire pour assurer l'autosuffisance en produits animaux (MAEP, 2007). Cette autosuffisance ne pourrait être possible, sans le développement de l'élevage des petits ruminants qui reste encore traditionnel et bien marqué par des contraintes d'alimentation des animaux surtout dans la partie septentrionale du Bénin. Selon Djenontin et al. (2004), la question de gestion de l'alimentation des animaux reste un défi à relever en raison d'une insuffisance alimentaire sévère qui s'observe de plus en plus dans cette partie du pays surtout pendant les périodes chaudes (Février-Avril). La mauvaise qualité nutritionnelle des fourrages et les variations spatio-temporelles de leur disponibilité sont les principales contraintes de la baisse de productivité animale en Afrique de l'Ouest (Tarawali et al., 2002). Le développement de l'élevage passe alors inévitablement par la mise au point de solutions viables à ces pénuries alimentaires saisonnières et visant à améliorer la qualité des aliments du bétail (Diogo et al., 2010). Les pâturages naturels constituent la base et, le plus souvent la totalité des ressources alimentaires des ruminants en milieu tropical (Rivière, 1991). En saison sèche, lorsque les parcours se réduisent, l'alimentation du troupeau est influencée par la

disponibilité dans le temps des ressources fourragères. Ainsi, les éleveurs et les agro-éleveurs ont de plus en plus recours aux résidus de récolte qui sont mis en stock (Djenontin et al., 2004). Dans ce contexte, l'agriculture et l'élevage bénéficient d'une association à travers une valorisation des résidus de récolte utilisés comme fourrages et des sous-produits agro-industriels (Djenontin et al., 2004). Il peut s'agir du simple stockage des fanes, de leur conditionnement pour le transport, ou encore l'amélioration de leur valeur fourragère par l'utilisation de simples technologies. Les résidus de récolte n'en demeurent pas moins dans certaines régions d'Afrique où ils couvrent jusqu'au quatre cinquième de l'alimentation pendant les périodes critiques (Delgado et al., 1998). Globalement, malgré quelques variations selon les pays, les disponibilités en résidus de céréales ont connu une forte progression au cours de la dernière décennie (Gouro et al., 2014). Au Bénin, ils représentent avec les jachères, la principale source d'alimentation des ruminants domestiques pendant la majorité de la période sèche (Djenontin et al., 2004). Pour pallier à ces pénuries d'aliment en période sèche et d'augmenter la productivité animale à un niveau optimal, il convient alors de mettre en œuvre une politique rigoureuse de gestion des résidus de récolte.

Cette étude s'insère dans ce cadre et vise à (i) identifier les périodes d'utilisation et les modes de stockage des principaux résidus de récolte dans les élevages de la commune de Gogounou; et (ii) d'évaluer leur contribution dans l'alimentation et la productivité des petits ruminants à partir d'une typologie de ces systèmes d'élevage.

* Auteur Correspondant : rodrique.diogo@fa-up.bj
Copyright © 2018 Université de Parakou, Bénin

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

La commune de Gogounou, située dans la zone soudanienne du Nord Bénin et à l'entrée Sud du Département de l'Alibori entre 10°33' et 10°57' de latitude Nord et 2°15' et 3°15' de longitude Est, a été choisie pour cette étude de cas. Elle couvre une superficie de 4910 km² et représente plus de 18 % de la superficie du département de l'Alibori et près de 4,5 % de la superficie totale du Bénin (PDCG, 2003). De type tropical, le climat est marqué par une saison pluvieuse de mai à octobre et une saison sèche de novembre à avril (PDCG, 2003). La pluviométrie moyenne annuelle calculée sur une période de dix ans est de 1051 ± 212 mm. Les moyennes annuelles de la température et de l'humidité relative au cours de la même période ont été respectivement de 28,2 ± 0,6 °C et de 56,4 ± 9 % (PDCG, 2003). La région est soumise à deux types de vents : l'alizé maritime qui souffle d'avril à octobre et le harmattan qui souffle de novembre à mars (PDCG, 2003).

2.2. Collecte de données

L'étude a été conduite de juillet à novembre 2016. L'unité d'échantillonnage est un élevage de petits ruminants. Pour constituer l'échantillon, nous avons d'abord procédé à une catégorisation des élevages de ruminants. A cet effet, deux (02) critères de classification ont été utilisés : un élevage disposant de têtes de petits ruminants caprins et ovins et utilisant des résidus de récolte dans l'alimentation des animaux. Un échantillon de 110 éleveurs possédant au total 2834 têtes de bovins, 1698 têtes d'ovins et 1607 têtes de caprins soit 3305 têtes de petits ruminants a été enquêté à l'aide d'un questionnaire semi-structuré (Tableau 1). Les questions ont porté sur l'éleveur (localisation, ethnie, sexe, superficies emblavées, main d'œuvre utilisée, intégration agriculture-élevage et utilisation des superficies non-cultivées) ; les animaux (effectifs de bovins, ovins, caprins, races et origine) et les pratiques d'élevage (mode d'élevage, de gestion des résidus de récolte et de reproduction, suivi sanitaire, disponibilité alimentaire et résultat d'élevage).

Tableau 1 : Répartition des éleveurs enquêtés et effectifs des animaux par arrondissement à Gogounou, Nord Bénin

Arrondissement	Nombre d'enquêtés	Effectif caprins	Effectif ovins	Effectif bovins
Bagou	12	202	261	521
Gogounou	37	669	629	1016
Sori	21	131	128	153
Wara	16	210	259	317
Zougou-pantrossi	24	395	421	827
Total	110	1607	1698	2834

Le Tableau 2 résume les 18 variables contenues dans le questionnaire. Pour estimer la disponibilité des résidus en termes de quantité agricole dans les élevages, des placettes ont été installées dans les champs de culture après récolte en octobre. Vingt de ces élevages ont été retenus pour l'évaluation des gains moyens quotidiens des petits ruminants.

2.3. Traitement des données

L'analyse des données d'enquête a été réalisée à l'aide du logiciel R version 3.2.3. Une Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM) a permis d'obtenir une représentation des élevages sous forme de projection sur des plans définis par les premiers axes factoriels (Escofier, 1990). Puis, une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a permis de regrouper les exploitations suivant leur proximité les unes par rapport aux autres. L'ensemble des individus étant représenté sous forme d'arbre (dendrogramme), les différents types correspondant aux principales branches de l'arbre peuvent être constitués (Bourzat, 1986). Ensuite, les données sur les modes de gestion des résidus ont été exportées dans Excel pour réaliser des graphiques. Les gains moyens quotidiens (GMQ, g/j) des animaux ont été calculés par la différence entre le poids moyen final et le poids moyen initial divisée par la durée de l'expérimentation (30 jours). Les paramètres démographiques et de croissance des troupeaux ont été soumis à l'analyse de la variance à un critère de classification (Type d'élevage) après vérification de la distribution du résiduel. Dépendamment de la situation, la comparaison des moyennes a été effectuée avec le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis ou ANOVA (test de Tukey). Les résultats sont présentés sous formes de moyennes ± écarts types.

3. Résultats

3.1. Typologie et caractérisation des élevages traditionnels de petits ruminants à Gogounou

Les fréquences d'observation des 18 variables utilisées pour caractériser les élevages traditionnels de petits ruminants à Gogounou sont représentées dans le Tableau 2. La majorité des éleveurs enquêtés sont des hommes (96,36%) dont l'âge est compris entre 35 et 55 ans (62,73%). Ils intègrent l'agriculture à l'élevage et emblavent des superficies autour de 10 ha (50,91%) avec majoritairement une main d'œuvre familiale (83,64%). Ils élèvent aussi bien les petits ruminants que les bovins. Quel que soit l'espèce de petits ruminants, la race Djallonké (100% caprins et 69,09% ovins) est dominante.

L'étude des corrélations entre les diverses variables considérées a permis de retenir pour l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM) un ensemble de 15 variables actives donnant 39 modalités.

Tableau 2 : Variables décrivant les éleveurs enquêtés et des modes d'élevage de la commune de Gogounou au Nord du Bénin

Variables	Définition	Modalités	Fréquences d'observation (%)
Arr	Arrondissement de localisation de l'éleveur	1=Gogounou	33,64
		2=Wara	14,55
		3=Bagou	10,91
		4=Sori	19,09
		5=Zougou-pantrossi	21,82
Eth	Ethnie de l'éleveur	1=Bariba	48,18
		2=Peulh	51,82
Sex	Sexe de l'éleveur	1=Homme	96,36
		2=Femme	3,64
Age	Age de l'éleveur	1= Age≤ 35ans	12,73
		2=35<Age≤55 ans	62,73
		3=Age>55 ans	24,55
Sup	Superficie emblavée	1=Superficie≤10 ha	50,91
		2=Superficie>10 ha	49,09
Int	Intégration agriculture-élevage	1=Fumier+Résidu+Traction+Parcage	26,36
		2=Résidu+Traction+Parcage	30,00
		3= Résidu+Traction	24,55
		4=Fumier+Résidu+Traction	19,09
Mao	Main d'œuvre	1=Familiale	83,64
		2=Familiale+salariale	16,36
Sat	Satisfaction de l'éleveur	1=Satisfaisant	96,36
		2=Insatisfaisant	03,64
Bov	Effectif des bovins	1=Bovins≤20	49,09
		2=20<Bovins≤40	31,82
		3=Bovins>40	19,09
Ovi	Effectif des ovins	1=Ovins≤10	40,00
		2=10<Ovins≤20	35,45
		3=Ovins>20	24,55
Cap	Effectif des caprins	1=Caprins≤10	41,82
		2=10<Caprins≤20	37,27
		3=Caprins>20	20,91
Modovi	Mode d'élevage des ovins	1=Pâturage	64,55
		2=Pâturage+divagation	35,45
Mod cap	Mode d'élevage des caprins	1=Divagation	43,64
		2=Attache+divagation	56,36
Ori	Origine des animaux	1=Achat	49,09
		2=Héritage	50,91
Racovi	Race des ovins	1=Djallonké	69,09
		2=Métis	16,36
		3=Sahélienne	14,55
Rac cap	Race des caprins	Djallonké	100
Disp	Disponibilité en résidus en saison sèche	1=Disponible	36,36
		2=Non disponible	63,64
Suiv	Suivi sanitaire	1=Régulier	53,64
		2=Parfois	46,36
		3=Aucun	00,00

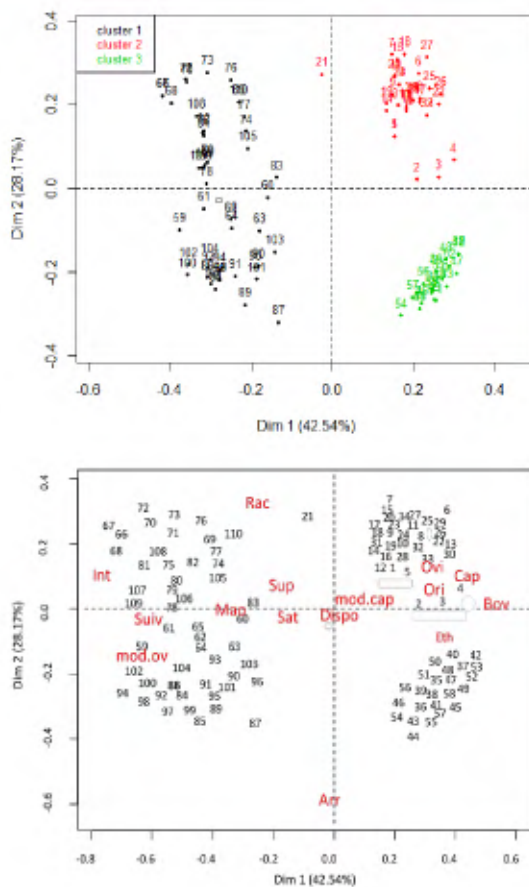


Figure 1 : Projection des élevages enquêtés sur les axes factoriels 1 & 2 (graphe en haut) et leurs corrélations avec les variables utilisées (graphe en bas)

Le Tableau 3 montre que la contribution à l'inertie totale des différentes variables est de 77,58 % si l'on considère les trois premiers axes extraits de l'AFM. Les fréquences des différentes modalités des variables relatives aux 3 groupes de la typologie sont présentées dans le tableau 4 et leur représentativité est illustrée par la Figure 1.

Tableau 3 : Contribution cumulée à l'inertie totale des axes factoriels

Dimensions	Dim.1	Dim.2	Dim.3
Variance	0,065	0,043	0,011
% de variance	42,538	28,166	6,880
Cumulée de % variance	42,538	70,704	77,584

Trois types distincts d'élevage ont été identifiés à savoir : extensif sédentaire, agro-pastoral rural et agro-pastoral péri-forestier (Tableau 4).

• **Groupe 1 : Elevage extensif sédentaire**

Il est constitué de 52 élevages, soit 47,27% du total des élevages enquêtés. Les éleveurs de ce groupe sont presque exclusivement des hommes, de groupe socio-culturel Bariba (98,08%) et utilisant relativement plus de main d'œuvre salariée que ceux des deux autres groupes. Ils possédaient les plus petits effectifs ($p < 0,05$) de bovins (12,7±19,33 têtes), de caprins (8,3±7,32 têtes) et d'ovins (10,3±11,01 têtes) et cultivaient des superficies de terre plus élevées que les autres groupes (13,3±9,91 ha, $p > 0,05$). La majorité des troupeaux ovins (75% des élevages) de ce groupe était nourrie de pâturages et de quelques compléments et ceux des caprins élevés presque exclusivement (92,31% des troupeaux) en divagation en toute période de l'année. Les éleveurs de ce groupe (38,5%) pratiquaient une intégration moyenne avec usage partiel du fumier (14,7%) du fait qu'ils faisaient très peu le parcage (9,61%). Les résidus de récolte servaient pour l'alimentation animale et les bovins étaient utilisés pour la traction animale (100%) dans les champs. Aussi, 51,9% d'éleveurs pratiquaient une faible intégration combinant uniquement l'usage des résidus et la traction animale. Contrairement aux éleveurs des deux autres groupes, la quasi-totalité (98,08%) des éleveurs de ce groupe avait constitué leurs troupeaux de départ par achat d'animaux et le suivi sanitaire est très irrégulier (Tableau 4).

Groupe 2 : Elevage agropastoral de type rural

Il est constitué de 34 élevages, soit 30,91% du total des élevages enquêtés dont 76,47% de ceux de Gogounou. Les éleveurs, exclusivement des hommes, étaient en majorité des peulhs (94,12%) et cultivaient des superficies de terre moins élevées que les autres groupes (10,4±6,65 ha). Plus de la moitié des élevages de ce groupe détenaient les plus grands troupeaux d'ovins et de caprins avec des effectifs moyens de 21,9±16,88 et 22,9±14,52 têtes respectivement. Les ovins de ce groupe vivaient exclusivement des pâturages et de quelques compléments tandis que les caprins étaient tous en divagation en période sèche et attachés en période humide à des piquets ou dans des jachères. Contrairement aux élevages extensifs sédentaires, tous les troupeaux ont été constitués avec des animaux acquis par héritage. Les éleveurs de ce groupe entretiennent tous des relations de complémentarité entre l'agriculture et l'élevage où 85,29% pratiquent une intégration moyenne avec parcage des animaux dans les champs et seulement 11,76% s'investissent dans une intégration totale (Tableau 4). Les aliments sont en majorité insuffisants en période sèche au niveau des élevages (70,59%) expliquant les départs pour la transhumance.

• **Groupe 3 : Elevage agropastoral de type péri-forestier**

Il est constitué de 24 élevages représentant 21,81% des éleveurs enquêtés et rassemble uniquement des élevages de Zougou-Pantrossi. Les éleveurs de ce groupe sont uniquement des hommes âgés de 52,6±12,98 ans, de groupe ethnique peulh et emblavant des superficies plus grandes que ceux du groupe 2 (12,1±10,91 ha). La main d'œuvre familiale y est exclusivement utilisée. La taille moyenne des troupeaux bovins était de 34,5±18,92 têtes avec des effectifs moyens de caprins et ovins, respectivement de 16,5±6,32 et 17,5±10,79 têtes. Les ovins de ce groupe vivaient exclusivement de pâturages et de quelques compléments tandis que les caprins étaient tous en divagation en période sèche mais attachés en période humide au piquet ou dans des jachères. La nutrition animale à base des résidus de récolte, la traction animale, l'apport du fumier dans les champs et le parcage des animaux en saison sèche sont de véritables complémentarités agriculture-élevage exploitées par tous les éleveurs de ce groupe (100%). La plupart des troupeaux étaient hérités (87,5%) contre 12,5% constitués avec des animaux acquis par achat. Les petits ruminants élevés étaient exclusivement de race Djallonké (Tableau 4).

3.2. Production et utilisation des principaux résidus de récolte dans les différents types d'élevage

3.2.1. Production et stockage des résidus de récolte

La figure 2 présente la production moyenne en résidus de récolte des principales cultures par type d'élevage. En raison de la prédominance de la production de maïs et sorgho, les pailles de maïs et du sorgho étaient les résidus de récolte les plus abondants dans tous les types d'élevage, avec une moyenne de 15,2 tonnes de pailles constitués des tiges et quelques feuilles souvent sèches consommées par les animaux pâturant sur les champs de culture.

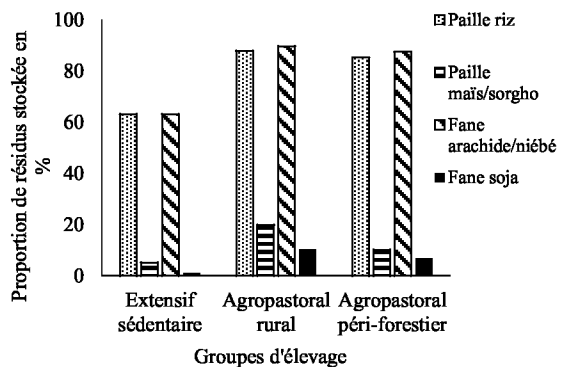


Figure 2 : Production en résidus de récolte par type d'élevage de petits ruminants de Gogounou et par culture durant la période de juillet à novembre 2016.

Tableau 4 : Proportions (%) des différentes modalités décrivant les éleveurs enquêtés selon les groupes typologiques

Variables	Modalités	Extensif sédentaire (n=52)	Agro-pastoral rural (n=34)	Agro-pastoral péri-forestier (n=24)	P-value
Arr	Gogounou	21,15	76,47	00	0,00
	Wara	25,00	08,82	00	
	Bagou	13,46	14,71	00	
	Sori	40,38	00	00	
	Zougou-pantrossi	00	00	100	
Eth	Bariba	98,08	5,88	00	0,00
	Peulh	01,92	94,12	100	
Age	Age ≤ 35ans	15,38	14,71	4,17	0,24
	35 < Age ≤ 55 ans	65,38	58,82	62,50	
	Age > 55 ans	19,23	26,47	33,33	
Sup	Superficie emblavée (ha)	13,3± 9,91	10,4±6,65	12,1±10,91	0,69
Int ^x	Intégration totale	01,92	11,76	100	0,00
	Intégration moyenne+Parcage	07,69	85,29	00	
	Intégration faible	51,92	00	00	
	Intégration moyenne+Fumier	38,46	02,94	00	
Mao	Familiale	76,92	82,35	100	0,04
	Familiale+salariale	23,08	17,65	00	
Bov	Bovins ≤ 20	98,08	5,88	4,17	0,00
	20 < Bovins ≤ 40	01,92	61,76	54,17	
	Bovins > 40	00	32,35	41,67	
Ovi	Ovins ≤ 10	76,92	00	16,67	0,00
	10 < Ovins ≤ 20	23,08	41,18	54,17	
	Ovins > 20	00	58,82	29,17	
Cap	Caprins ≤ 10	84,62	00	8,33	0,00
	10 < Caprins ≤ 20	15,38	52,94	62,50	
	Caprins > 20	00	47,06	29,17	
Modovi	Pâturage+compléments	25,00	100	100	0,00
	Pâturage+divagation	75,00	00	00	
Mod cap	Divagation	92,31	00	00	0,00
	Attache+divagation	07,69	100	100	
Ori	Achat	98,08	00	12,50	0,00
	Héritage	01,92	100	87,50	
Racovi	Djallonké	71,15	44,12	100	0,00
	Métis	11,54	35,29	00	
	Sahélienne	17,31	20,59	00	
Disp	Disponible	57,69	29,41	00	0,00
	Non disponible	42,31	70,59	100	
Sat	Satisfaisant	92,31	100	100	0,10
	Insatisfaisant	07,69	00	00	
Suiv	Régulier	09,62	88,24	100	0,00
	Parfois	90,38	11,76	00	
	Aucun	00	00	00	

^xIntégration totale = utilisation de fumier + résidus de récolte + traction + parcage ; Intégration moyenne avec parcage = utilisation de résidus + traction + parcage ; Intégration moyenne avec fumier = utilisation de résidus + traction + fumier ; Faible intégration = utilisation de résidus + traction uniquement.

Les quantités moyennes de pailles de riz, de fanes de niébé/arachide et de soja produites par élevage étaient estimées respectivement à 2237 kg, 1203 kg et 1197 kg. Ces résidus sont distribués après stockage ou par vaine pâture (Figure 3), assurait la nutrition des animaux durant la période sèche.

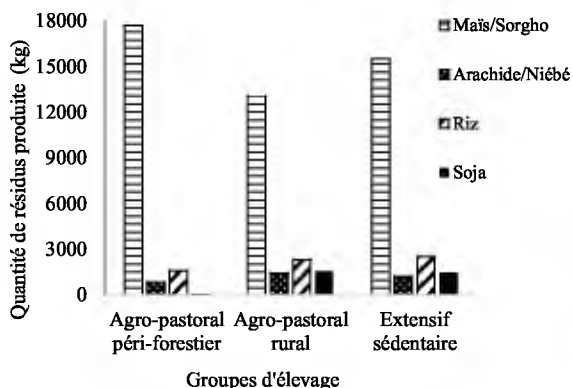


Figure 3 : Proportion de résidus stockée par élevage et par culture durant la période d'octobre à novembre 2016.

3.2.2. Période d'utilisation et modes de stockage des principaux résidus de récolte dans les différents groupes d'élevage étudiés

Contrairement aux pailles de maïs ou de sorgho et des fanes du soja, qui étaient utilisées durant la première moitié de la période sèche fraîche, les pailles du riz et les fanes de niébé ou d'arachide étaient utilisées dans la plupart des élevages durant la seconde moitié de la période sèche (période sèche chaude) (Figure 4A et 4B). Les élevages agropastoraux péri-forestiers en particulier utilisent les pailles de maïs ou sorgho et les fanes de soja durant toute la période sèche. Aussi, les élevages sédentaires extensifs utilisent les fanes de soja durant la même période (Figure 4C et 4D). Les appartams sont utilisés dans tous les élevages enquêtés comme principaux supports de stockage des résidus de récolte, mais parfois certains se servent aussi des troncs d'arbre en plus des appartams avec des proportions variables ; 65,38% des élevages sédentaires, 11,76% des agropastoralistes ruraux et 16,67%, des agropastoralistes péri-forestiers (Figure 5).

3.3. Productivité des élevages traditionnels de petits ruminants

3.3.1. Composition des troupeaux selon les différents groupes identifiés

La composition des troupeaux de petits ruminants enquêtés selon les groupes d'élevage identifiés a été présentée dans le tableau 5. Il ressort de l'analyse de ce tableau que les troupeaux étudiés sont en règle générale composés d'un cinquième de mâles et d'un tiers de femelles et du reste des jeunes animaux. Quel que soit

l'espèce et le type d'élevage, les femelles adultes et les jeunes étaient les catégories d'animaux les plus dominantes dans les troupeaux. Toutefois, des différences significatives ($p < 0.05$) ont été observées entre types d'élevage en ce qui concerne la structure du troupeau ovin. Les proportions des jeunes ovins étaient plus élevées dans les troupeaux des élevages agropastoraux ruraux que dans ceux sédentaire extensif et agropastoral forestier. Celles des femelles adultes étaient plus élevées dans les élevages de type agropastoral péri-forestier que dans les deux autres et les mâles plus représentés dans les élevages de type sédentaire.

Tableau 5 : Structure (%) des troupeaux caprins et ovins dans les différents types d'élevage de petits ruminants à Gounou

Catégories d'animaux	Elevage extensif sédentaire	Elevage agropastoral rural	Elevage Agropastoral péri-forestier	Probabilité P
Caprins				
Jeune (<1 an d'âge)	34,8±23,21	40,3±10,69	36,5±11,8	0,580
Mâle adulte	18,8±20,47	18,1±4,62	18,8±6,25	0,593
Femelle adulte	44,4±26,98	41,6±8,59	44,7±12,54	0,553
Ovins				
Jeune (<1 an d'âge)	25,6±19,42 ^a	42,5±16,92 ^b	26,7±18,4 ^a	0,000
Mâle adulte	24,0±26,76 ^a	14,9±22,49 ^a	8,0±4,96 ^a	0,000
Femelle adulte	50,4±24,04 ^a	42,6±15,91 ^a	65,2±19,72 ^b	0,000

Les valeurs moyennes avec différentes lettres sur une même ligne diffèrent significativement entre les différents groupes d'élevage au seuil de 5% (Test de Tukey). Là où aucune lettre n'apparaît les moyennes ne sont pas significatives entre les groupes. Jeune=entre la naissance et la mise à la reproduction ; mâle et femelle adultes=animaux reproducteurs.

Le mode d'élevage n'a pas eu d'effet significatif ($p > 0,05$) sur les proportions de caprins dans les différents groupes d'élevage identifiés. Mais les proportions de femelles ont été supérieures à celles des jeunes et celles-ci supérieures à celles des mâles quel que soit le type d'élevage.

3.3.2. Gain de poids des animaux par groupe

L'analyse du tableau 6 révèle que le mode d'élevage a un effet significatif ($p < 0,05$) sur le gain moyen quotidien à 4 semaines au niveau des deux espèces de petits ruminants. Les élevages agropastoral rural et péri-forestier alimentant les animaux en grande partie avec les résidus et des ligneux ont des gains moyens quotidiens (GMQ) supérieurs à ceux des élevages sédentaires caractérisés par la divagation des animaux dans lequel les animaux ne reçoivent que partiellement des résidus. Toutefois, des GMQ élevés étaient obtenus dans les élevages agropastoraux péri-forestiers au niveau des caprins et ovins.

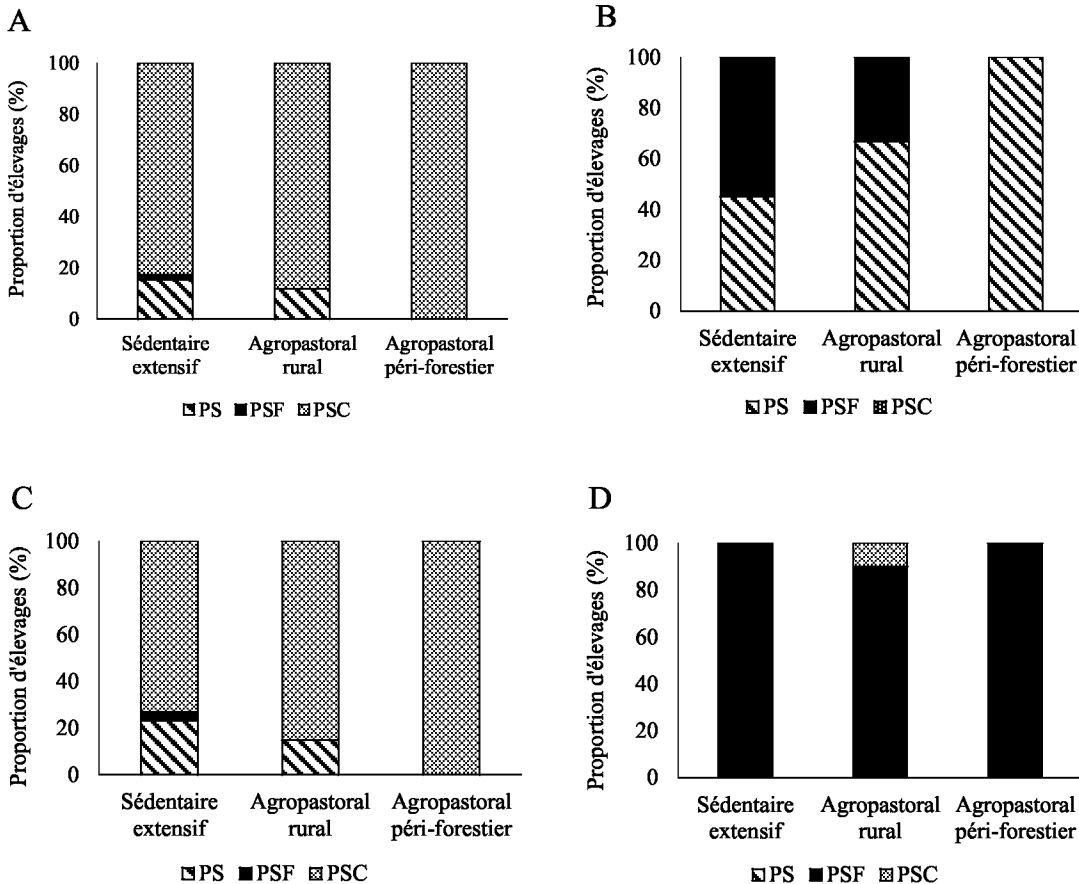


Figure 4 : Période d'utilisation A) des pailles du riz, B) des pailles du maïs/sorgho, C) des fanes de niébé/arachide et D) des fanes de soja stockées pour l'alimentation des animaux dans les élevages traditionnels de Gogounou. *PS= Période sèche PSF= Période sèche froide ;PSC= Période sèche chaude*

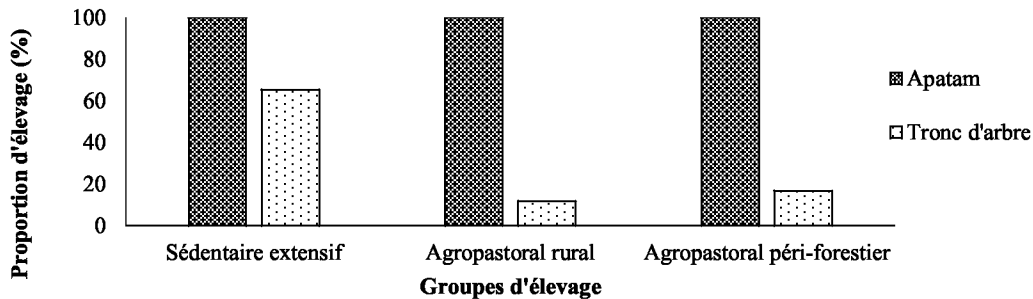


Figure 5 : Mode de stockage des résidus de récolte dans les élevages traditionnels de petits ruminants de Gogounou

Tableau 6 : G Gain moyen quotidien des caprins et ovins (GMQ en g/j) par groupe d'élevage

Groupe	Extensif sédentaire	Agropastoral rural	Agropastoral péri-forestier	Probabilité P
Mode de conduite	Divagation	Pâturage	Pâturage	
		Caprins		
Poids initial (kg)	12,38±1,38	10,9±1,39	11,48±1,44	
Poids final (kg)	13,64±1,35	12,39±1,56	13,02±1,47	0,004
GMQ (g/j)	45,31±1,05 ^b	53,51±4,16 ^a	54,73±5,17 ^a	
		Ovins		
Poids initial	10,54±2,37	11,93±1,26	09,68±0,87	
Poids final	11,88±2,38	13,45±1,17	11,22±0,89	0,022
GMQ (g/j)	48,14±0,33 ^b	54,36±4,79 ^a	55,05±3,10 ^a	

Les valeurs moyennes avec différentes lettres sur une même ligne diffèrent significativement entre les différents groupes d'élevage au seuil de 5% (test de Tukey).

4. Discussion

4.1. Typologie des élevages traditionnels de petits ruminants à Gogounou, Nord Bénin

L'inégalité de la répartition géographique des élevages dans la commune de Gogounou peut s'expliquer par les atouts géographiques dont disposent certains arrondissements. En effet, l'arrondissement de Bagou est couvert à plus de 60 % par la forêt de l'Alibori supérieur, utilisée comme aire de pâturage par les éleveurs.

L'arrondissement de Zougou-Pantrossi, en plus d'être faiblement habité, jouit de la proximité de la forêt des trois Rivières d'où la prédominance des éleveurs-agriculteurs péri-forestiers. Les autres arrondissements de la commune, situés le long de l'axe principal la traversant, sont fortement peuplés et ne sont pas prédisposés à l'élevage de grands troupeaux (Alkoiret et al., 2009). L'élevage, activité principale des tribus peulhes (Destrait, 2006), est devenu au fil des années l'apanage de nombreux baribas des zones urbaine et péri-urbaine autrefois considérés comme agriculteurs. Ceux-ci considèrent l'élevage des petits ruminants comme une source secondaire de revenu en saison sèche et profitent des résidus de récolte très souvent laissés dans les champs pour entretenir leurs animaux (groupe 1). Ces éleveurs du groupe socio-culturel bariba élèvent quelques têtes de caprins ou ovins laissés à leur propre survie aux alentours des cases. Les groupes 2 et 3 sont constitués en majorité d'éleveurs peulhs qui disposent de grands effectifs d'animaux et qui vivaient aupara-

vant du pastoralisme. Mais face à la rareté des ressources fourragères due aux changements climatiques, ceux-ci se sont installés dans les régions périphériques afin d'exploiter les ressources naturelles du milieu et ont développé des stratégies d'adaptation à travers la production agricole. Ils ont ensuite développé une association des deux activités à travers l'usage des résidus de récolte pour la nutrition animale, la traction animale pour les activités agricoles et le parcage et l'utilisation de la fumure organique afin de maintenir la fertilité des terres (Tableau 4).

La présence des structures d'accompagnement d'éleveurs favorise l'adoption des soins vétérinaires par les éleveurs qui accordent une attention particulière à la santé de leurs animaux. L'absence d'enclos, d'un plan de prophylaxie et des bâtiments d'élevage dans les trois groupes entraînent la vulnérabilité des animaux surtout en période humide et sont la cause de fortes mortalités surtout des jeunes animaux. Les trois types d'élevages identifiés ici sont similaires à ceux mentionnés par Missohou et al. (2016) dans sa synthèse sur les élevages caprins en Afrique de l'Ouest où l'élevage joue un rôle de subsistance et de sécurisation des systèmes agraires. Aussi, Jemaa et al. (2013) ont trouvé trois types d'élevage ovin dans le gouvernorat de Siliana en Tunisie (élevage intégré à l'arboriculture, l'élevage mixte associé aux bovins et l'élevage naisseur). Mais cette différence serait relative aux variables considérées dans la typologie et au niveau d'intensification de cette activité dans cette zone.

4.2. Modes de gestion des résidus de récolte dans les élevages identifiés

L'indisponibilité alimentaire en saison sèche et la présence d'animaux transhumants en période post-récolte constituent un véritable problème pour les élevages en particulier les tribus peulhes qui disposent de grands effectifs d'animaux. Ainsi, pour pallier à ce déficit surtout chez les petits ruminants, les vaches laitières et les veaux qui ne vont pas en transhumance, un stockage important de résidus de récolte est fait. Particulièrement, les pailles de riz et les fanes de légumineuses (arachide et niébé) sont stockées en grande quantité voire la totalité produite des champs par les élevages enquêtés dans les hangars et traitées avec du sel pour être servies en profonde période sèche, en raison de leurs qualités et de leurs digestibilités. Par contre, les pailles de maïs ou de sorgho et les fanes de soja sont pour la plupart pâturées par les animaux après récolte. Ce résultat corrobore les travaux de Djenontin et al. (2003) qui ont trouvé que les résidus de récolte utilisés pour l'alimentation des ruminants domestiques dans les départements de l'Alibori et du Borgou sont les pailles de céréales (maïs, sorgho, mil et riz) et les fanes des légumineuses vivrières (niébé et arachide). Lawal et al. (2017) ont également rapporté l'utilisation et la gestion

des résidus de récolte dans l'alimentation des animaux dans les zones urbaine et péri-urbaine de Niamey au Niger en période sèche. Cette pratique est fréquente chez les baribas des milieux urbain ou péri-urbain qui ne transhumant pas en période de déficit. Les études de Djenontin et al. (2004) au Bénin rapportent que les résidus de récolte représentent avec les aliments des jachères et l'exploitation des arbres fourragers des réserves forestières, la principale source d'alimentation des ruminants pendant la grande partie de la période sèche. Ils sont complétés par les sous-produits agricoles, les ligneux fourragers et le sel de cuisine dans tous les élevages. Plusieurs autres auteurs ont trouvé aussi de fortes contributions des résidus de récoltes en période sèche. Les travaux de Delgado et al. (1998) ont montré que les résidus de récolte couvrent jusqu'à quatre cinquième de l'alimentation pendant les périodes critiques dans certaines régions d'Afrique. Les fanes de légumineuses sont très utilisées dans ces élevages en raison à leurs valeurs alimentaires supérieures aux pailles mais la proportion des terres consacrée à ces cultures influence le disponible fourrager pendant la saison sèche. Une étude sur les systèmes de production au Nord du Bénin montre que 30 à 40 % des terres sous cultures dans les exploitations agricoles sont allouées aux céréales et moins de 12 % aux légumineuses vivrières (Amidou et al., 1998). Tous les élevages procèdent à un stockage des résidus dans les hangars et quelques-uns en plus sur les troncs d'arbres. Lawal et al. (2017) ont également trouvé les mêmes procédés de stockage dans les zones urbaine et péri-urbaine de Niamey avec une part importante du stockage dans les hangars. Ces résultats corroborent ceux de Kassouma (2009) et Ali et al. (2003) qui ont rapporté que le stockage du fourrage est fait sur abris conçus avec des toitures en paille sur fourches ou sur hangars en chaume. L'utilisation des fanes de niébé et d'arachide et de paille de riz est plus importante pendant la saison sèche chaude au cours de laquelle les pâturages se raréfient et la végétation disparaît même dans les bas-fonds. Contrairement aux pailles de maïs ou sorgho, ces résidus gardent également leur valeur alimentaire. Les fanes de soja et les pailles sont en général disponibles en début de saison sèche où la plupart des éleveurs font pâturer les champs par les animaux, période pendant laquelle les éleveurs profitent pour constituer leur stock d'aliment (Djenontin et al., 2004; Gouro et al., 2014). Les proportions non-stockées de ces résidus sont laissées dans les champs et pâturées par les animaux transhumants qui les valorisent. Les résidus non-consommables sont ensuite restitués au sol pendant les prochains labours afin de fertiliser les terres. Mais, la jachère, la fertilisation organique et minérale et la rotation des cultures constituent les types de pratiques en cours quelle que soit la zone. Le paillage des champs avec les résidus de récolte surtout les pailles de sorgho

et de maïs, suivi ou non du parcage rotatif direct et l'apport de fumure, contribue au maintien de la fertilité des sols. La compensation des résidus stockés pour la nutrition animale par rapport au fumier et parcage des animaux est très faible au niveau des élevages sédentaires extensifs ; ce qui entraîne la pauvreté des sols et nécessite un apport organique et minéral pour soutenir toute production. Contrairement aux élevages agropastoral péri-forestier et rural, le stockage des résidus pour l'alimentation animale est moins prononcé que dans les élevages sédentaires extensifs et la fertilisation organique est très élevée ce qui améliore la fertilité des sols et la durabilité du système de production.

4.3. Productivité des élevages de petits ruminants à Gogounou

La composition des troupeaux de caprins des trois groupes est en moyenne de 37,19% de jeunes, 18,55% de boucs et 43,56% de chèvres. Ce résultat est contraire à celui obtenu par Djalal et al. (2006) au Tchad qui avaient reporté 68,7% de femelles et 23,8% de mâles dans les troupeaux étudiés. Ces différences peuvent s'expliquer par la zone d'étude, où une quasi-absence d'activité d'embouche caprine a été rapportée couplée avec une forte commercialisation des mâles et la conservation des femelles pour la reproduction. Ces différences existent aussi dans la population ovine. Cette dominance des mâles dans le type sédentaire s'explique par une absence des activités d'embouche dans les zones urbaine et péri-urbaine. Par contre, la dominance des femelles dans le type agropastoral péri-forestier est liée à une importante commercialisation des mâles et une conservation de quelques-uns pour la reproduction. La dominance des jeunes dans le type agropastoral rural pourrait s'expliquer par le fait que beaucoup de reproducteurs sont en fin de carrière et doivent être commercialisés et remplacés par les jeunes animaux, d'où la nécessité de garder les jeunes animaux. Ces résultats sont différents de ceux trouvés par Djalal et al. (2006), sur les ovins Mossi au Tchad. Quel que soit l'espèce, les différences des gains moyens quotidiens obtenus ont été significatives ($p < 0,05$) entre les groupes. Les systèmes agropastoraux ont obtenu des GMQ supérieurs aux élevages extensifs sédentaires. Le mode d'alimentation au niveau de chaque système d'élevage explique cette différence entre les groupes suivant les espèces. Ces résultats moyens trouvés corroborent ceux obtenus par Gbangboché et al. (2005) au Bénin qui ont rapporté des GMQ inférieurs à 50g au-delà de 60 jours de naissance dans les élevages extensifs. Le GMQ supérieur à 50g obtenu dans les autres élevages s'explique par le mode d'alimentation des animaux caractérisé par la conduite aux pâturages dans les champs ne dépensant ainsi pas assez d'énergie pour trouver des aliments consommables contrairement aux animaux en divagation dans les élevages extensifs sédentaires. Toutefois, ces résultats sont inférieurs à ceux obtenus dans d'autres

systèmes d'élevage sur les races Oudah au Tchad par Ly et al. (1998). Ceci pourrait être dû à l'insuffisance des résidus à accroître la productivité des animaux. Malgré cela, la contribution des résidus pourrait s'accroître s'ils sont complétés par d'autres aliments et sont disponibles toute l'année. Les performances des ovins obtenues dans les élevages agropastoraux (rural et péri-forestier) sont comparables à celles déterminées pour le mouton Djallonké en embouche herbagère à Kolokopé au Togo complété avec un mélange de graines de coton plus le son cubé avec un GMQ de 55,9±28,5g/j (Pitala et al., 2012). De plus, ces GMQ sont comparables à ceux des ovins Djallonké ayant reçu des compléments de blocs multi-nutritionnels dans la commune de Gogounou au Bénin ou une moyenne de 58g/j est obtenue (Montcho et al., 2016). Ils sont également comparables aux GMQ de 53g/j obtenus dans les élevages intensifs ovins-caprins de Niamey pendant la saison des pluies où les animaux sont nourris aux fourrages verts et résidus de récolte plus quelques compléments de son de mil, de sorgho, de riz, de maïs, de blé et des tourteaux de coton (Diogo et al., 2010). Ceci dénote de l'importance des résidus dans l'alimentation des petits ruminants et la production animale en Afrique de l'Ouest. Il est donc nécessaire d'augmenter la production des cultures et de mobiliser une partie des résidus pour les périodes de soudure. Pour mieux valoriser les résidus de récolte, on peut les coupler avec les légumineuses arbustives ou fourragères surtout qu'elles sont disponibles en toute période de l'année et améliorent également la fertilité des sols en production.

5. CONCLUSION

Cette étude nous a permis dans un premier temps d'élaborer une typologie des élevages traditionnels de petits ruminants à Gogounou et d'évaluer les modes de gestion des résidus de récolte au sein des groupes identifiés. Il nous a aussi permis de faire une évaluation de quelques paramètres zootechniques au niveau des groupes d'élevages identifiés et d'analyser l'influence des résidus de récolte dans la nutrition des animaux. Ainsi, trois groupes d'élevages sont mis en évidence. Ils diffèrent significativement par les races des ovins, l'effectif du cheptel bovin, ovin et caprin, le type de main d'œuvre utilisée, la disponibilité en résidus de récolte, les formes d'association agriculture-élevage, le suivi sanitaire, l'origine des animaux, la localisation des éleveurs et le groupe ethnique des éleveurs. A partir des différents groupes identifiés, nous avons mis en évidence les modes de gestion des résidus de récolte à Gogounou. Les résultats ont montré que, les pailles du riz et les fanes de légumineuses sont de véritables ressources alimentaires disponibles durant la saison sèche. Complémentées par des ligneux fourragers, d'autres sous-produits agricoles et du sel de cuisine, ils permettent d'éviter les pertes de poids vif durant la période de

soudure. Les effets de ces résidus de récolte ont été significatifs par rapport aux groupes d'élevage étudiés et révèlent la contribution substantielle des résidus dans la production des petits ruminants en saison sèche. Une bonne politique de sensibilisation des agro-éleveurs et une meilleure politique de gestion des résidus sont indispensables pour une meilleure durabilité et la résilience de ces systèmes de production.

REMERCIEMENTS

Nos sincères remerciements au Programme Protection et Réhabilitation des Sols pour améliorer la sécurité alimentaire (ProSOL) de l'Agence Allemande pour la Coopération Internationale (GIZ) pour avoir soutenue financièrement cette recherche.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Ali L. Van den Bossche P. & Thys E. 2003. Enjeux et contraintes de l'élevage urbain et périurbain des petits ruminants à Maradi au Niger : quel avenir ? *Revue d'Élevage et Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* 56 (1-2) : 73-82.
- Alkoiret I.T. Awouhouedji D.Y.G., Gbangboche A.B. & Bosma R.H. 2010. Productivité des systèmes d'élevage bovin de la commune de Gogounou au Nord-Est du Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques* 14 (2), ISSN 1659-5009. 145-163p.
- Bourzat D. 1986. Enquêtes et analyses multidimensionnelles : application à un cas concret de recherche-développement. *Revue d'Élevage et Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* 39(1): 13-20.
- Delgado C. Ooubois C. & Rosegrant M. 1998. «Global food demand and the contribution of livestock as we enter the new millenium». Édité par Gill E. M. Smith T. Pollot G. Oven E. Food, land and livelihoods selling Research Agendas of Animal Science. *Proceeding BSAS/CTA International Conference*. 12p.
- Diogo R.V.C. Buerkert A. & Schlecht E. 2010. Resource use efficiency in urban and peri-urban sheep, goat and cattle enterprises. *Animal* 4(10):1725-1738.
- Djalal A.K. Sawadogo L. & Boly H. 2006. Caractéristiques de l'élevage ovin périurbain de la zone sahélienne et soudanienne du Tchad. *Agri*. 39: 39-55.
- Djenontin J.A. Amidou M. & Baco N. M. 2004. Gestion du troupeau : gestion des ressources pastorales dans les départements de l'Alibori et du Borgou au nord Bénin. *Bul. Rech. Agro*. 43 : 30-45.

- Djenontin J.A. Nasser M. B. & Moutaharou A. 2003. Gestion de la fertilité des sols dans le nord du Bénin et incidences économiques pour les exploitations agricoles. (eds.) J.-Y. Amin, L. Seiny Boukar, C. Floret., Cirad - Prasac, 7p.
- Djenontin A.J. Amidou M. & Wennink B. 1999. Diagnostic rapide des pratiques de gestion de la fertilité des sols dans les terroirs de Sokka, Kokey et Birni-Lafia. Rapport technique, RD Borgou/CRA-Nord/INRAB, 27 p
- Destrait F. 2006. Les marchés de bétail autogérés : un exemple Béninois. Dynamiques Paysannes. N° 10, 8 p.
- Escofier B. & Pages J. 1990. Analyses factorielles simples et multiples. Objectifs, méthodes et interprétation, 2ème ed. Paris, France, Bordas, 267 p.
- Gbangboche A.B. Hornick J.L. Adamou-N'diaye M. Etorh A.P. Farnir F. Abiola F. A. & Leroy P.L. 2005. Caractérisation et maîtrise des paramètres de la reproduction et de la croissance des ovins Djallonké (*Ovis aon aries*). Ann. Méd. Vét. 149: 148-160.
- Gbangboche A.B. Hounzangbe-Adote S.M. Doko S.Y. Farnir F. Detilleux J. & Leroy P.L. 2004. Production des ovins Djallonké en station dans la zone guinéenne au Bénin : Performances de reproduction et influence des facteurs non génétiques. Rev. Afric. Santé Prod. Anim. 2: 49-55.
- Gouro S.A. Ly C. & Makkar H. 2014. Résidus agricoles et sous-produits agro-industriels en Afrique de l'Ouest : Etat des lieux et perspectives pour l'élevage. FAO, Rome, Italie. 60p.
- Jemaa T. Najar T. Huguenin J. & Moulin C.-H. 2013. Typologie des systèmes d'élevage ovin dans le gouvernorat de Siliana. Options Méditerranéennes, Série A, no. 108, 7p.
- Kossoumna L.N. 2009. De la mobilité à la sédentarisation : gestion des ressources naturelles et des territoires par les éleveurs m'bororo au nord du Cameroun. Thèse de Doctorat en Géographie, Université Paul Valéry Montpellier III, Montpellier, France, 284p.
- Lawal A.M. Chaibou M. Garba M.M. Mani M. & Gouro A.S. 2017. Gestion et utilisation des résidus de cultures pour l'alimentation animale en milieu urbain et périurbain : cas de la communauté urbaine de Niamey. Journal of Applied Biosciences 115: 11423-11433.
- Ly C. Fall B. Camara B. & Ndiaye C.M. 1998. Le transport hippomobile urbain au Sénégal-Situation et importance économique dans la ville de Thiès. Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux 51(2) : 165-172.
- MAEP, Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche. 2007. Annuaire Statistique du Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche. 205p.
- Missohou A. Nahimana G. Ayssiwede S. B. & Sembene, M. (2016). Élevage caprin en Afrique de l'Ouest: une synthèse. Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 69(1): 3-18.
- Montcho M. Babatoundé S. Houndonougbo M. F. Guédou A. Chrysostome A. A. M. C. Aboh B.A & Mensah G. A. 2016. Performances zoo-économiques en milieu réel des ovins Djallonké complémentés par les Blocs Multi-Nutritionnels (BMN) au Bénin. Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé, 18(4): 9-22.
- PDCG. 2003. Programme de Développement de la Commune de Gogounou. Mairie de Gogounou/MISP, Bénin 48 p.
- Pitala W. Yaokorin Y. Bonfoh B. Boly H. & Gbeassor M. 2012. Evaluation de la réponse du mouton Djallonké à l'embouche herbagère à Kolokopé au Togo. Livestock Research for Rural Development, 24(1). Accédé le 22.05.18 sur: <http://www.lrrd.org/lrrd24/1/pita24005.htm>.
- Rivière R. 1991. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Paris : Ministère de la Coopération et du Développement. Manuels et précis d'élevage : IEMVT, 9. 529p.
- Tarawali G. & P. Hiernaux, éd. 2002. Improving crop-livestock systems in the dry savannas of the West and Central Africa. Reports from the Workshop on crop-livestocks systems in the dry savannas of West and Central Africa (IITA), 181p.



Évaluation de la qualité des semences issues des taureaux de races Borgou, Azawak et Girolando utilisés au Centre National d'Insémination Artificielle Bovine au Bénin

Yao AKPO¹, Cossi Ghilchris Louis MEHOUEYOU¹, Roland Eric YESSINO², Ibrahim ALKOIRET TRAORE¹, Marc T. KPODEKON²

¹ Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou, Laboratoire d'Ecologie, de Santé et de Productions Animales (LESPA), BP 123 Parakou, Bénin

² Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LARBA), 01 BP 2009 Cotonou, Bénin

Reçu le 14 Décembre 2017 - Accepté le 4 Juin 2018

Evaluation of the semen's quality of Borgou, Azawak and Girolando bulls reared at the Benin National Center of Artificial Insemination

Abstract: The present study was conducted at the Benin National Center of Artificial Insemination (CNIAB) on Borgou, Azawak and Girolando bulls. The aim of this work is to evaluate the quality of the semen's produced by the various breeds of bulls reared at the CNIAB. The seeds were collected very early in the morning (7h) at the CNIAB in twelve animals of each breed with a weight ranging between 260 and 605 kg. Qualitative data such as seed color were subjected to direct observation and quantitative data such as ejaculate volume were analyzed statistically. Phenotypic characterization, selected by examination of the genitals and then trained for semen collection was performed on animals. Macroscopic examination of the sperm of Borgou, Azawak and Girolando has given respectively in terms of volume: 3.62 ± 0.80 ml; 5.16 ± 2.06 ml and 4.25 ± 1.07 ml. The dominant colors are milky white for the Borgou; yellowish white for the azawak and whitish for the Girolando. Microscopic examinations of sperm collected from Borgou, Azawak and Girolando yielded mass motility of 4.50 ± 0.67 respectively; 4.58 ± 0.51 and 4.33 ± 0.88 . The percentages of abnormal spermatozoid obtained on Borgou, Azawak and Girolando are respectively 10.42 ± 3.65 ; 8.41 ± 3.29 and $5.75 \pm 2.73\%$. No significant variation was observed between fresh semen obtained from the sperms of the different breeds in terms of concentration, motility and progressivity. The sperm parameters of the breeds studied conform to the standards required for semen cryopreservation in order to preserve the genetic purity of the offspring.

Keywords: Cattle, spermatozoid, semen, biotechnology, Okpara, Benin.

Résumé : La présente étude a été menée au Centre National d'Insémination Artificielle Bovine (CNIAB) du Bénin sur des taureaux de races Borgou, Azawak et Girolando. L'objectif du travail est d'évaluer la qualité des semences produites par les différentes races de taureaux élevés au CNIAB. Les semences ont été collectées très tôt le matin (7h) au CNIAB chez douze animaux de chaque race ayant un poids variant entre 260 et 605 kg. Les données qualitatives comme la couleur des semences ont été soumises à l'observation directe et les données quantitatives comme le volume de l'éjaculat ont fait l'objet d'une analyse statistique. Une caractérisation phénotypique, une sélection par examen des organes génitaux et un dressage pour la collecte de sperme ont été réalisés sur les animaux. L'examen macroscopique du sperme des Borgou, Azawak et Girolando a donné respectivement en terme de volume: $3,62 \pm 0,80$ ml ; $5,16 \pm 2,0$ ml et $4,25 \pm 1,07$ ml. Les couleurs dominantes ont été du blanc laiteux pour les Borgou ; du blanc jaunâtre pour les Azawak et blanchâtre pour les Girolando. Les examens microscopiques du sperme des Borgou, Azawak et Girolando récoltés ont donné des motilités massales respectivement de $4,50 \pm 0,67$; $4,58 \pm 0,51$ et $4,33 \pm 0,88$ Les pourcentages de spermatozoïdes anormaux obtenus sur les Borgou, Azawak et Girolando

étaient respectivement de $10,42 \pm 3,65$; $8,41 \pm 3,29$ et $5,75 \pm 2,73\%$. Aucune variation significative n'a été observée entre la semence fraîche obtenue à partir des spermatozoïdes des différentes races en termes de concentration, de motilité et de progressivité. Les paramètres spermatozoïdes sont conformes aux normes requises pour une cryoconservation des semences en vue de préserver la pureté génétique des descendants.

Mots clés: Bovin, spermatozoïde, semence, biotechnologie, Okpara, Bénin.

1. Introduction

Au Bénin, l'élevage constitue la principale activité socio-économique des populations rurales et la deuxième ressource du secteur primaire, participant jusqu'à 44% au Produit Intérieur Brut Agricole (MAEP, 2011). Il contribue pour 5,9% au Produit Intérieur Brut Agricole national et se révèle être une source de revenus pour plus de 70% de la population active (FAO, 2008). Depuis plusieurs années, malgré l'importance et le développement de l'élevage au Bénin, les productions de lait et de viande restent toujours faibles. La satisfaction de la demande en viande, lait et produits laitiers demeure tributaire des importations (Kabera, 2008). Plusieurs initiatives ont été entreprises pour favoriser le développement de la production laitière et de la viande face à cette forte demande due à l'accroissement du taux d'urbanisation associé à une forte croissance démographique. C'est ainsi qu'à travers différents projets de développement (Projet de Développement de l'Élevage (PDE), Projet d'Appui aux Filières Lait et Viande (PAFILAV), des programmes d'amélioration génétique ont été mis en place. L'une des biotechnologies les plus utilisées lors des croisements chez les bovins est l'Insémination Artificielle (IA). Cette technique de l'IA a été utilisée pour augmenter le potentiel génétique du bétail en utilisant des taureaux génétiquement supérieurs (Morell & Rodriguez-Martinez, 2010). Le succès d'un programme d'IA dépend de la gestion appropriée de la collecte, du stockage et de la qualité du sperme (Correa *et al.*, 1997). La viabilité et la capacité fertilisante du sperme éjaculé sont principalement jugées par la motilité progressive (Hossain *et al.*, 2011) et des spermatozoïdes morphologiquement normaux (Enzar *et al.*, 2011). Historiquement, l'évaluation de la fertilité bovine a été axée sur la quantité et la qualité du sperme fourni par le taureau. Oloveira *et al.* (2014) ont montré la relation entre la quantité et la qualité du sperme, en suggérant que la fécondité augmente avec le nombre croissant de spermatozoïdes viables inséminés. Udeh & Oghenesode (2011) ont rapporté que le nombre minimum de spermatozoïdes mobiles requis pour une fertilité maximale diffère d'un taureau à l'autre

et d'une race une autre, tandis que Kastelic (1998) a rapporté que les taureaux diffèrent par leur taux maximum de non-retour et par la vitesse à laquelle ils approchent de ce maximum lorsque le nombre de spermatozoïdes par dose augmente. Le taux de non-retour, défini par Rycroft (1992) «comme le pourcentage de vaches qui ne sont pas régénérées dans une période donnée après une insémination, généralement entre 60 et 90 jours», a été utilisé par le passé par l'industrie laitière comme mesure indirecte de la fertilité. En ce qui concerne la qualité du sperme, Castellini *et al.* (2011) ont rapporté que la fécondité augmente avec le nombre croissant de spermatozoïdes structurellement intacts et mobiles. La mise en œuvre d'un programme d'IA rendrait possible l'amélioration la production de lait et de viande des races bovines Ouest Africaines (Gbangboghé & Alkoiret 2011) alors l'IA est l'un des outils les plus efficaces dont disposent les producteurs de bovins laitiers pour améliorer la productivité et la rentabilité des troupeaux. Alors que plus de 80% des vaches laitières sont inséminées artificiellement, en Amérique du Nord ou en Europe (Colazo & Mapletoft 2015), cette technologie est moins développée en Afrique. Dans l'optique de mettre à la disposition des éleveurs les bienfaits de cette technologie et de réduire le coût de revient de l'IA au Bénin, le Centre National d'Insémination Artificielle Bovine (CNIAB) a été mis en place en 2016. Bien que des efforts soient consentis pour que cette technique soit adoptée par les éleveurs, certains paramètres restent à maîtriser pour la réussite de cette opération. Il s'agit des types de croisements possibles, de la qualité des semences produites et des conditions d'élevage. C'est ce qui justifie cette étude dont l'objectif est de déterminer la qualité des semences produites par les taureaux de races Azawak, Borgou et Girolando élevés au CNIAB.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

La présente étude a été menée entre août 2016 et février 2017 au CNIAB installé dans la ferme d'élevage de l'Okpara, département du Borgou. Le CNIAB est situé dans la Commune de Tchaourou, arrondissement de Kika, à 15 km à l'est de la ville de Parakou entre 2° 39' et 2° 53' longitude Est, 9° 6' et 9° 21' latitude. Elle

* Auteur Correspondant : yao.akpo@gmail.com, Tél : (+229) 95533374

Copyright © 2018 Université de Parakou, Bénin

s'étend sur 33 000 hectares dont 5 000 sont exploités. Le climat est de type tropical avec une alternance de saison pluvieuse (juin à septembre) et de saison sèche (décembre à mars). Le passage d'une saison à l'autre est marqué par une période de transition (avril à mai et octobre à novembre). Les moyennes annuelles des précipitations varient entre 857,9 et 1400,1 MM. Les températures moyennes (25,3 et 30,5 °C) varient très peu au cours de l'année, élevées en mars et en avril, basses en décembre et en janvier (Djohy *et al.*, 2015).

2.2. Choix des animaux

Le matériel animal utilisé pour la collecte des spermés était constitué de taureaux reproducteurs de races Azawak, Borgou et Girolando à raison de six taureaux par race. Le poids des animaux varie entre 260 et 605 kg et l'âge varie entre 36 et 60 mois. Aucun de ces animaux n'a fait auparavant objet de récolte de sperme. Ces taureaux expérimentaux ont été choisis dans des troupeaux constitués de bovins de race pure sur la ferme d'élevage de l'Okpara. La conformité phénotypique des individus aux standards de la race, l'intégrité physique des organes génitaux externes, des membres et des aplombs ont été les principaux critères de choix des animaux. Les taureaux caractérisés phénotypiquement ont été soumis aux examens des organes génitaux. L'examen de l'appareil génital mâle a consisté à palper les testicules, le scrotum et les épидидymes, afin de détecter la présence de kystes. Ensuite, il a été procédé à un contrôle de la température des testicules et des mensurations testiculaires. Les mensurations ont porté sur la longueur et la largeur des testicules (gauche et droit) et sur la circonférence scrotale à l'aide d'un mètre ruban. Après la palpation du contenu scrotal, les testicules ont été positionnés fermement au fond des bourses testiculaires à l'aide d'une main appliquée au niveau des cordons testiculaires sans que l'un ou l'autre doigt ne se place entre les testicules conformément aux techniques décrites par Thibier et Colchen-Bourlaurd (1972). La pression exercée ne doit pas être excessive, afin d'éviter un écartement anormal des testicules. Le mètre ruban est alors placé autour du plus grand diamètre des testicules et serré de manière telle qu'il assure un simple contact avec le scrotum. De la même manière, l'opérateur fait descendre complètement les testicules dans les bourses à l'aide d'une main et de l'autre main, il relève la longueur et la largeur de chaque testicule. La température testiculaire a été mesurée à l'aide d'un thermomètre électronique. Le thermomètre a été placé en ligne médiane séparant les deux testicules. Des vaches présentant les chaleurs ont été utilisées comme boute-en-train au cours de la préparation sexuelle des taureaux et lors des séances de collecte du sperme.

2.3. Alimentation

L'alimentation des animaux a été essentiellement basée sur les graminées qu'ils broutent dans les pâturages

naturels de la station. Durant la saison pluvieuse (août à mi-novembre), le fourrage est très abondant et de bonne qualité dans la station. Pendant la saison sèche (à partir de mi-novembre), en plus du pâturage, un complément de tourteau est distribué. En dehors du temps passé au pâturage, les animaux par race sont maintenus libres dans des enclos. Ils n'ont reçu aucune complémentation alimentaire, autre que les minéraux apportés par les pierres à lécher (phosphate bi-calcique, chlorure de sodium et de potassium, carbonate de zinc, sulfate de cuivre, soufre) et également un apport en vitamine A, D3, et E par mois durant la période de l'étude.

2.4. Suivi sanitaire et zootechnique

Les animaux de races Azawak, Borgou et Girolando choisis pour l'étude, ont été vaccinés contre la péripneumonie contagieuse bovine (PPCB), la pasteurellose et traités contre la trypanosomose. Des tests de dépistage de la brucellose et de la tuberculose bovine ont été effectués. Les taureaux ont été régulièrement vermifugés et traités contre les parasites externes. Aucun traitement spécial n'a été fait aux bovins de race exotique. L'évolution pondérale des animaux a été régulièrement suivie. Tous les animaux ont été identifiés avec des boucles auriculaires numérotées.

2.5. Technique de collecte du sperme

La technique de collecte a consisté à mettre très tôt le matin (7h) tous les taureaux sélectionnés dans des box individuels de 16 m², munis d'abreuvoir et de mangeoire. La collecte du sperme a été faite deux fois par semaine et ceci pendant trois mois. Un suivi sanitaire rapide des taureaux a été fait suivi du nettoyage de l'extrémité des appareils génitaux. Les animaux, de façon individuelle, subissaient un exercice dans la cour du CNIAB pendant 15 à 30 minutes dans le but de les amener à s'habituer au collecteur. Une fois cet exercice terminé, le taureau est introduit dans la salle de collecte où est disposé le boute-en-train. Au cas où un taureau ne réagit pas dans les 5 mn après son entrée dans la salle de monte, il est soumis à un autre exercice qui consiste à l'inciter à faire des tours dans la salle puis à le présenter de nouveau au boute-en-train. Si aucune réaction n'est obtenue après ces tours, on le fait sortir de la salle et ramené 30 mn après. Au cas où il réagit et monte sur le boute-en-train, le collecteur lui fait dévier sa verge et lui présente le vagin artificiel déjà préparé puis le taureau enfonce sa verge et y dépose le sperme. Toutes ces opérations se sont déroulées dans le calme, la patience et avec une habileté exceptionnelle sans porter de coups à l'animal.

2.6. Examens macroscopiques et microscopiques du sperme

L'examen macroscopique du sperme a porté sur le volume et la couleur de l'éjaculat. Ces deux paramètres ont été rapidement appréciés sur l'aire de collecte. Les

données récoltées ont été enregistrées sur des fiches individuelles de suivi. Quant aux examens microscopiques, ils ont été faits au moyen d'un microscope triloculaire à contraste de phase couplé de plaque chauffante. Seuls les éjaculats répondant aux normes décrites dans le tableau 1 ont été retenus pour le conditionnement.

Tableau 1: Seuil d'acceptabilité des éjaculats au CNIAB

Caractères	Seuil d'acceptation	
Bactériologique	< 500 UFC / dose (500 – 5000 UFC/ dose)	
Biologique	Couleur	Blanc crèmeux, Blanc jaunâtre, Blanc laiteux et Blanchâtre
		Volume de l'éjaculat
	Mobilité massale	≥ 3
	Mobilité individuelle	≥ 3 ou à 60%
	Anomalies	< 20%
	Concentration en spz de l'éjaculat	0,5 milliard par ml
	Concentration en spz de la dose d'IA	Au moins 20 millions

Source : Kabera, 2008

2.7. Phase de dilution du sperme

Après la collecte initiale, l'éjaculat est conservé dans un bain-marie à +37° C, une pré-dilution de l'éjaculat (tamponnage) a été faite. L'éjaculat a été tamponné délicatement au bain-marie à raison d'un volume de semence pour un volume de milieu (1:1) directement dans le tube de récolte. La dilution des éjaculats a été faite en deux phases successives avec deux types de dilueurs I et II de composition suivante (Laminou, 1999): dilueur (I) : 3 % de glycérol (faiblement toxique pour les spermatozoïdes à 30°C) et à réfrigérer de façon progressive à 5°C et le dilueur (II) : 11 % de glycérol (ou 14 % si la première dilution n'en contient pas). Le glycérol se trouve alors à un volume de 7 %. Le taux final de glycérol ajouté à la solution est fixé, pour éviter des problèmes de toxicité à 7%. Les dilueurs ont été incorporés pour éviter les chocs osmotiques et homogénéisés par un mouvement lent. La semence a été incubée à +37° C pendant 10 minutes environ. Pour la dilution finale de la semence, le volume de dilueur nécessaire a été calculé et ajusté. La dilution obtenue et versée dans un autre tube, a été replacée dans le bain-marie à +37° C. Pour la semence fraîche, après dilution de l'éjaculat et son séjour pendant 10 minutes dans le bain-marie, le flacon de semence diluée a été placé dans un récipient maintenu dans une vitrine à 4°C. Le flacon de semence diluée a été gardé pendant 3-5 heures avant son conditionnement. Le conditionnement de la semence fraîche a été réalisé à l'aide d'une machine à remplissage et sertissage automatique des paillettes installées dans la vitrine réfrigérée. Elles ont été ensuite disposées sur une rampe pour la congélation dans de l'azote liquide à

-196° C. Le lendemain de cette opération, une évaluation de la semence a été faite en sélectionnant quelques paillettes décongelées à 37° C.

2.8. Caractéristiques des semences fraîches et congelées

Afin de déterminer les caractéristiques des semences fraîches et congelées des différents taureaux, quelques gouttes des différentes semences ont été prélevées et soumises à une observation microscopique. La concentration en spermatozoïdes qui traduit le nombre de spermatozoïdes en millions par millilitre de semence a été calculée avec un compteur électronique. Le pourcentage de spermatozoïdes motiles dans la semence c'est-à-dire vivants et faisant des mouvements ; le pourcentage de spermatozoïdes progressant qui traduit l'aptitude de la semence à féconder. La progressivité montre l'aptitude des spermatozoïdes à se déplacer le plus rapidement possible et de manière rectiligne et le pourcentage de spermatozoïdes ayant une morphologie normale et ceux des différentes anomalies majeures rencontrées. La morphologie est appréciée sur des frottis de sperme colorés (encre de Chine, Giemsa, Eosine-aniline ou bleu de bromophénol). Pour être admissible, le sperme doit contenir moins de 25% de spermatozoïdes anormaux et plus de 60 % de spermatozoïdes vivants.

2.9. Analyses statistiques

Le logiciel statistique Minitab 17 a été utilisé pour l'analyse de variance à un facteur. Les résultats ont été exprimés en moyenne ± écart-type et les différences entre les moyennes sont considérées comme significatives au seuil de 5%. Les comparaisons deux à deux des données en fonction des races ont été faites à l'aide du test t de Fisher.

3. Résultats

3.1. Examens externes des organes génitaux des animaux

Pour ces examens, aucune anomalie ni kyste n'a été observé au niveau des organes génitaux (testicules, épидидymes, scrotum) des taureaux soumis à la palpation. Leur absence est indispensable pour le choix des animaux de récolte. Les dimensions des différents paramètres testiculaires des trois races étudiées sont consignées dans le tableau 2. Il n'y a pas de différence significative ($P > 0,05$) entre la longueur du testicule droit des races bovines d'une part et celle du testicule gauche d'autre part. Il en est de même pour la largeur du testicule droit et du testicule gauche. En ce qui concerne la circonférence scrotale, les mesures ont révélé des différences significatives ($P < 0,05$) entre les trois races étudiées.

Tableau 2: Mensurations testiculaires chez les différentes races bovines

Race	Mensuration (cm)				C.S
	L.T.G	L.T.D	l.T.G	l.T.D	
Borgou	15 ± 2,83 ^a	16 ± 0,0 ^a	7 ^a	7 ^a	29,75 ± 3,18 ^{ab}
Azawak	15 ± 1,41 ^a	15,5 ± 0,71 ^a	6,5 ^a	6,5 ^a	27,5 ± 2,12 ^b
Girolando	17 ± 0,0 ^a	19 ± 1,41 ^a	7 ^a	7 ^a	36,5 ± 2,12 ^a

a, b : les moyennes affectées de la même lettre et appartenant à la même colonne ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% ; L.T.G= Longueur du Testicule Gauche, L.T.D. = Longueur du Testicule Droit, C.S.= Circonférence Scrotale, l.T.G. = largeur du Testicule Gauche, l.T.D.= largeur du Testicule Droit.

3.2. Prises de température

Les températures testiculaires moyennes relevées sont inférieures à la température normale du reste du corps (37 °C - 38 °C) de l'ordre de 03 °C - 05 °C (Tableau 3). Aucune différence significative n'existe entre les températures moyennes des différentes races (P>0,05).

Tableau 3: Température en °C des testicules chez les différentes races bovines

Race	Borgou	Azawak	Girolando
T.moy ± E.T	35,3 ± 2,12 ^a	34,05 ± 0,64 ^a	35,15 ± 0,49 ^a
T.max	36,8	33,6	35,5
T.min	33,8	34,5	34,8

a : les moyennes de la même colonne affectée de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%. T. max = Température maximale, T. min = Température minimale, T.moy ± E.T. = Température moyenne ± Ecart- type.

3.3. Caractéristiques macroscopiques des spermés collectés

Les éjaculats récoltés sur les taureaux de race Borgou sont de couleur blanc laiteux, blanc jaunâtre et de couleur blanchâtre. Par contre, chez les Azawak, ils sont de couleur blanc jaunâtre, de couleur blanchâtre et de couleur blanc laiteux. Les éjaculats récoltés chez les Girolando ont des couleurs blanchâtres, blanc laiteux et blanc jaunâtre. Seuls les spermés de couleur blanc laiteux, blanc crémeux ou blanchâtre sont retenus pour la préparation des paillettes. Le volume moyen des éjaculats est présenté dans le tableau 4. Il a été observé une différence significative entre le volume de l'éjaculat émis par les taureaux de race Azawak et celui recueilli chez les Borgou (P< 0,05). Aucune différence significative n'a été observée entre les volumes de sperme émis par les taureaux de race Borgou et Girolando (P> 0,05) d'une part et entre les taureaux de race Azawak et Girolando d'autre part (P> 0,05).

Tableau 4: Volumes moyens d'éjaculat des différentes races

Race	N	Volume des éjaculats (ml)
Borgou	36	3,62 ± 0,80 ^a
Azawak	36	5,16 ± 2,06 ^b
Girolando	36	4,25 ± 1,07 ^{ab}

a, b : les moyennes suivies de lettres différentes, diffèrent significativement au seuil de 5%, N : nombre de collectes.

3.4. Caractéristiques microscopiques des spermés collectés

3.4.1. Motilités massales et individuelles

Les motilités massales et individuelles moyennes des différentes races sont présentées dans le tableau 5. Toutes les notes observées sont supérieures ou égales à 3. La motilité massale moyenne observée a varié en fonction des races de 4,33 à 4,58. En ce qui concerne la motilité individuelle moyenne, elle a varié de 4,58 à 4,75. Les différentes motilités moyennes ne diffèrent pas significativement entre les races.

Tableau 5 : Motilités massales et individuelles

Race	N	Motilité individuelle moyenne	Motilité massale moyenne
Borgou	36	4,58 ± 0,51 ^a	4,50 ± 0,67 ^a
Azawak	36	4,75 ± 0,45 ^a	4,58 ± 0,51 ^a
Girolando	36	4,58 ± 0,51 ^a	4,33 ± 0,88 ^a

a : les moyennes appartenant à la même colonne et affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%.

3.4.2. Concentration des éjaculats en spermatozoïdes et pourcentage d'anomalies

Le pourcentage d'anomalies et le nombre de spermatozoïdes par éjaculat des différentes races sont présentés dans le tableau 6. La concentration en spermatozoïdes des Borgou est nettement supérieure à celle des Azawak et Girolando (P < 0,05). Il n'y a pas eu de différence significative entre la concentration de l'éjaculat émis par les Azawak et les Girolando (P < 0,05). Aucune différence significative n'a été observée entre les différentes races pour le nombre de spermatozoïdes par éjaculat. Le pourcentage d'anomalies a été inférieur à 20 % quelle que soit la race.

Tableau 6: Concentration, nombre de spermatozoïdes et pourcentage d'anomalies par éjaculat.

Race	N	Concentration en spz x 10 ⁹ /ml	Nombre de spz par éjaculat x 10 ⁹	Pourcentage d'anomalie en %
Borgou	36	1,34 ± 0,40 ^a	4,82 ± 1,743 ^a	10,42 ± 3,65
Azawak	36	0,74 ± 0,33 ^b	4,20 ± 3,69 ^a	8,41 ± 3,29
Girolando	36	0,75 ± 0,40 ^b	3,25 ± 2,21 ^a	5,75 ± 2,73

a, b : les moyennes suivies de lettres différentes diffèrent significativement au seuil de 5%.

3.5. Préparation de semence

Les volumes de la semence, du dilueur, ainsi que le nombre de paillettes par éjaculat sont résumés dans le tableau 7.

Tableau 7: Volume de semence, volume de dilueur et nombre de paillettes

Race	Sperme			Semence		
	Volume de l'éjaculat en ml	Concentration en $\times 10^9$ spz /ml	Concentration souhaité par doses $\times 10^6$ spz	Volume total de semence en ml	Volume de dilueur en ml	Nombre de paillettes
Borgou	3,625 \pm 0,80	1,34 \pm 0,40	20 \pm 0,00	48,94 \pm 15,34	45,36 \pm 14,91	242,4 \pm 115,80
Azawak	5,167 \pm 2,060	0,745 \pm 0,33	20 \pm 0,00	44,6 \pm 38,40	39,4 \pm 36,70	196,8 \pm 165,00
Girolando	4,25 \pm 1,077	0,754 \pm 0,40	20 \pm 0,00	30,70 \pm 24,34	26,45 \pm 23,90	137,3 \pm 104,30

3.6. Caractéristiques des semences

Les différents résultats obtenus après analyse des semences fraîches et congelées sont présentés dans les tableaux 8 et 9.

• Semences fraîches

Les résultats issus de l'examen microscopique des semences fraîches à 4° C ont révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre les différentes races ($P > 0,05$) en ce qui concerne la concentration et la motilité. La progressivité quant à elle, a montré une différence entre les races ($P < 0,05$). La progressivité des spermatozoïdes chez les Girolando est inférieure aux autres races. Le pourcentage des spermatozoïdes à morphologie normale diffère significativement entre les races. Le pourcentage des spermatozoïdes normaux des Girolando est supérieur à ceux des Borgou et Azawak et les anomalies majeures rencontrées sont les spermatozoïdes à flagelle enroulé en proportions importantes surtout chez les Azawak et les Borgou ; les spermatozoïdes à anomalie de la tête et à flagelle coupé ont été en faible proportion. Aucune différence significative n'a été observée entre les races en ce qui concerne les anomalies ($P > 0,05$).

• Semences congelées pendant 24h et 30 jours

Les résultats de l'examen microscopique des semences congelées et décongelées au bout de 24h n'ont révélé aucune différence significative entre les différentes races ($P > 0,05$), en ce qui concerne la concentration en spermatozoïdes et le pourcentage des spermatozoïdes motiles. Les spermatozoïdes ayant une morphologie normale au niveau de chaque race sont supérieurs à ceux ayant des formes anormales. Par contre, les résultats obtenus à l'issue de l'examen microscopique des semences congelées pendant 30 jours ont révélé une différence significative entre les races en ce qui concerne la concentration en spermatozoïdes. Quant aux pourcentages de spermatozoïdes motiles et progressant, il n'a été noté aucune différence significative entre les différentes races. Les anomalies majeures rencontrées sont identiques à celles des semences congelées et conservées pendant 24 h.

Tableau 8: Caractéristiques des semences

Types de semences	Race	Concentration $\times 10^6$ /ml	Motilité %	Progressivité %
Semence fraîche	Borgou	0,11 \pm 0,04 ^a	80,22 \pm 14,62 ^a	21,93 \pm 11,66 ^a
	Azawak	0,10 \pm 0,03 ^a	73,64 \pm 23,11 ^a	21,88 \pm 9,73 ^a
	Girolando	0,11 \pm 0,09 ^a	79,70 \pm 16,23 ^a	13,97 \pm 3,12 ^b
Semence congelée et décongelée au bout de 24 h	Borgou	0,07 \pm 0,02 ^a	56,29 \pm 14,48 ^a	16,14 \pm 6,90 ^a
	Azawak	0,07 \pm 0,02 ^a	62,06 \pm 18,3 ^a	13,36 \pm 4,89 ^a
	Girolando	0,07 \pm 0,04 ^a	60,95 \pm 14,21 ^a	11,07 \pm 4,24 ^a
Semence congelée pendant 30 jours	Borgou	0,07 \pm 0,011 ^b	65,57 \pm 11,81 ^a	12,82 \pm 4,05 ^a
	Azawak	0,06 \pm 0,00 ^a	58,99 \pm 7,99 ^{ab}	14,56 \pm 5,49 ^a
	Girolando	0,06 \pm 0,00 ^{ab}	55,15 \pm 12,0 ^b	12,58 \pm 3,92 ^a

a, b : les moyennes de la même colonne et affectées de lettres différentes sont significatives au seuil de 5%.

Tableau 9: Morphologie des spermatozoïdes des différentes semences

Types de semences	Race	Morphologie normale %	% de Spz à flagelle enroulé	% de Spz à flagelle coupé	% anomalie de la tête
Semence fraîche	Borgou	59,35 ± 28,63 ^b	37,51 ± 21,24 ^a	2,97 ± 2,10 ^a	1,28 ± 1,43 ^a
	Azawak	63,75 ± 22,52 ^b	32,51 ± 26,82 ^a	3,97 ± 2,68 ^a	0,51 ± 0,69 ^a
	Girolando	88,33 ± 13,15 ^a	10,33 ± 10,56 ^b	2,37 ± 2,66 ^a	0,45 ± 0,86 ^a
Semence congelée	Borgou	65,63 ± 24,29 ^a	29,95 ± 21,65 ^a	3,62 ± 3,24 ^a	1,00 ± 1,19 ^a
	Azawak	58,75 ± 18,54 ^a	34,34 ± 16,80 ^a	5,69 ± 4,12 ^a	1,31 ± 1,162 ^a
	Girolando	66,97 ± 15,81 ^a	26,98 ± 13,67 ^a	5,61 ± 4,88 ^a	0,55 ± 0,73 ^a

a, b : les moyennes de la même colonne et affectées de lettres différentes sont significatives au seuil de 5%.

4. Discussion

4.1. Examens externes des organes génitaux des animaux

Les circonférences scrotales des Borgou et Azawak sont respectivement de 29,75 ± 3,18 cm et 27,5 ± 2,12 cm. Elles sont sensiblement égales à celles trouvées par Coulibaly (1988) sur le taurin Baoulé avec 27,16 ± 0,84 cm; 27,2 ± 0,8 cm et âgé de 5 ans en moyenne. Les travaux réalisés par Soudre *et al.* (2002) sur le zébu Azawak ont montré des circonférences scrotales de 26,30 ± 5,31 cm avec une moyenne d'âge de 4,67 ans. La circonférence scrotale des Girolando qui est de 36,5 ± 2,12 cm est égale à celles de 34,63 cm et 36,73 cm sur le Normand et la Holstein de 15 mois par Thibier et Colchen-Bourlaurd (1972). La longueur des testicules droits et gauches des différentes races est conforme à celles rapportées par Soudre *et al.* (2002) sur les Azawak qui est de 12,87 ± 1,67 et 13,21 ± 1,82 respectivement pour les longueurs des testicules droits et gauches. Elle est cependant plus élevée que celle rapportée par Coulibaly (1988) sur le taureau Baoulé. Les résultats obtenus sont semblables à ceux de Coulibaly (1988), Chicoteau (1989) qui ont trouvé d'une part qu'il n'y a pas de différence significative entre la longueur du testicule droit et celle du testicule gauche.

4.2. Technique de collecte des taureaux au CNIAB

La technique de dressage et de collecte de sperme utilisée dans cette étude est différente de celle décrite dans d'autres centres de collecte. Pour Gérard & Khirredine (2002), avant chaque collecte, les taureaux sont amenés dans la salle de monte et attachés dans les stalles d'attente où ils peuvent voir la collecte de sperme des autres taureaux. Lors de la préparation passive, la libido des taureaux est stimulée par voyeurisme et par le conditionnement : la reconnaissance des bruits, des odeurs propres à la salle de monte. Au CNIAB, les taureaux sont enfermés dans des box individuels à l'extérieur de la salle de collecte pour éviter tout contact

avec le boue-en train dans le but de ne pas faire baisser la libido chez ces taureaux avant la collecte.

4.3. Examen macroscopique des spermés collectés

La couleur blanc jaunâtre, blanchâtre et blanc laiteux observée chez les Azawak, les Borgou et les Girolando, traduit la variabilité de la couleur du sperme au sein d'une même race. La couleur blanc jaunâtre peut être due soit à une forte concentration en spermatozoïdes, soit à la présence d'un lipochrome provenant des vésicules séminales (Parez & Duplan, 1987), soit aux sécrétions des glandes annexes. Du point de vue de la couleur, les éjaculats analysés peuvent faire l'objet d'une congélation. En effet, la couleur du sperme normal de bovin varie du blanc clair au jaune brillant (Parez & Duplan, 1987). Le volume moyen de l'éjaculat enregistré chez le Borgou, l'Azawak et le Girolando diffère de celui trouvé par Barone (2001) chez le Zébu de 6 ans. Le volume obtenu chez les Azawak est pratiquement le même que celui trouvé par Soudre *et al.* (2002) sur le Zébu Azawak. Le volume de l'éjaculat enregistré avec le Borgou est proche de celui rapporté par Gbangboché *et al.* (2011) et Adamou-N'Diaye (1994) chez la même race. Les aspects de l'éjaculat telles que la couleur, la viscosité sont analysés par simple observation de l'éjaculat dans le tube de collecte ; un sperme normal est de couleur blanchâtre à blanc-jaunâtre et de consistance laiteuse à lactocrémeuse. Cette observation permet le plus souvent la détection d'anomalies, comme la présence de sang ou de pus.

4.4. Examens microscopiques des spermés collectés

Les éjaculats obtenus sont conformes aux normes de Bishop (1961) et peuvent être utilisés pour l'insémination artificielle en semence fraîche suivant les caractéristiques rapportées par Jondet (1980). Les taureaux Borgou, Azawak et Girolando ont présenté de meilleures concentrations et motilités que celles rapportées pour les taureaux N'Dama x N'Damance et Zébu Angoni (Tamboura *et al.*, 1992) et corroborent celles enregistrées par Gbangboché *et al.* (2011) sur le Borgou.

En effet, selon Parez & Duplan (1987), le sperme congelable doit renfermer au moins $0,7 \times 10^9$ spz/ml et contenir au moins 60% de spermatozoïdes vivants. Outre l'effet du rang de collecte mis en exergue par Cloe *et al.* (1989) et qui n'est pas observé dans cette étude, d'autres facteurs susceptibles d'influencer la production spermatique sont évoqués en milieux tropicaux, comme le mode de collecte (Salisbury & Vandermark, 1961), le poids des animaux (Cloe *et al.*, 1989), l'âge des animaux (Salisbury & Vandermark, 1961), l'hygrométrie (Cloe *et al.*, 1989), la température (Igboeli *et al.*, 1987 ; Coulibaly, 1988 ; Cloe *et al.*, 1989), l'insolation et la pluviométrie (Coulibaly, 1988), les saisons (Igboeli *et al.* 1987 ; Cloe *et al.*, 1989), la température (Fagnemi & Adegbité, 1982), l'hygrométrie (Cloe *et al.*, 1989) et la trypanosomose (Boly *et al.*, 1991).

Les valeurs de la longévité et de la motilité des semences obtenues sont supérieures à celles rapportées sur des éjaculats en milieux tropicaux (Kumidiaka *et al.*, 1981; Tamboura *et al.*, 1992).

4.5. Caractéristiques des semences congelées en 24 heures et 30 jours

En technologie de sperme, les dilueurs de par leur composition et leur nature (Quin & White, 1966), de même que le plasma séminal (Bishop, 1961), sont susceptibles d'avoir une action favorable ou défavorable sur les spermatozoïdes. La diminution de la motilité et de la viabilité ou de la progressivité des spermatozoïdes dans cette étude peut être la conséquence de l'altération de leur structure et leur état fonctionnel, de la baisse de la viscosité des milieux de conservation, réduisant ainsi le métabolisme des spermatozoïdes, même si ces facteurs n'ont pu être pris en considération dans cette étude. Les taux d'anomalies enregistrés sur les Borgou, Azawak et Girolando sont nettement inférieurs à ceux rapportés chez le Zébu Azawak par Soudre *et al.* (2002) et chez le taurin Baoulé par Coulibaly (1988). Le pourcentage d'anomalies observées sur les Borgou peut être lié à un taux de consanguinité élevé au niveau de cette race. D'une manière générale, par rapport aux semences, il est remarqué une baisse de la concentration après congélation, ainsi qu'en ce qui concerne les pourcentages de spermatozoïdes motiles et progressant. Aucune variation significative du pourcentage des spermatozoïdes motiles n'a été observée entre les semences congelées pendant 24h et 30 jours. En effet, selon plusieurs auteurs (Salisbury *et al.*, 1961 cités par Adamou-N'Diaye (1994), lorsqu'on soumet du sperme pur à un refroidissement brusque, en portant sa température de $+37$ à $+4^\circ$ C, la vitalité des spermatozoïdes est annihilée. Lorsqu'ils sont réchauffés, ils ne recouvrent pas leur motilité, leur activité respiratoire et leur activité métabolique initiale. Les paillettes produites sont de bonne qualité et peuvent ainsi être conservées pour l'utilisation ultérieure en insémination artificielle. Le nombre

de spermatozoïdes vivants par paillette, après congélation pour les différentes races est d'au moins $55,15 \pm 12,0$ millions. Comparés aux normes qui sont de 8 à 10 millions de spermatozoïdes mobiles après décongélation au moment de l'insémination, ces valeurs sont très satisfaisantes.

5. CONCLUSION

Ce travail a permis de déterminer les mensurations testiculaires chez les taureaux de races Azawak, Borgou et Girolando, de décrire la technique de récolte de sperme, d'examiner les spermatozoïdes recueillis, d'évaluer la qualité des semences produites au CNIAB. Les différentes races ont des spécificités qui méritent d'être étudiées. Les caractéristiques des spermatozoïdes et semences issus de ces taureaux sont conformes aux normes admises en insémination artificielle. Ainsi, les semences produites au CNIAB sont de bonne qualité et peuvent être utilisées en insémination artificielle bovine.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Adamou-N'Diaye M. 1994. Technologie du sperme de taureau de race Borgou. Thèse de doctorat. Université de Montpellier II. 226 p.
- Anzar M. Kroetsch T. & Boswall L. 2011. Cryopreservation of bull semen shipped overnight and its effect on post-thaw sperm motility, plasma membrane integrity, mitochondrial membrane potential and normal acrosomes. *Anim Reprod Sci.* 126:23–31
- Barone R. 2001. Appareil génital mâle : Anatomie Comparée des Mammifères Domestiques (3rd edn). (ed). Vigot, Paris, France 105–209.
- Bishop D.W. 1961. Biology of spermatozoa. Sex and internal secretions. Department of Genetics, Trinity College, Dublin. 2:707–796.
- Castellini C. Dal Bosco A. Ruggeri S. & Collodel G. 2011. What is the best frame rate for evaluation of sperm motility in different species by computer-assisted sperm analysis? *Fertil Steril.* 96:24–27
- Cloe L. Chicoteau P. Coulibaly M. & Bassinga A. 1989. Caractéristiques spermatiques du taureau Baoulé (*Bos taurus taurus*) au Burkina Faso. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux.* 42: 457–462.
- Correa J. Pace M. & Zavos P. 1997. Relationships among frozen-thawed sperm characteristics assessed via the routine semen analysis, sperm functional tests and fertility of bulls in an artificial insemination program. *Theriogenology.* 48:721–731

- Coulibaly M. 1988. Recherche d'une base physiologique au saisonnement de la reproduction des Baoulé (*Bos taurus*). Mémoire d'ingénieur en élevage. Université de Ouagadougou, IDR.43 p.
- Djohy G. L. Edja A. H. & Nouatin G. S. 2015. Variation climatique et production vivrière : la culture du maïs dans le système agricole péri-urbain de la commune de Parakou au Nord-Bénin. *Afrique Science*. 11 :6.
- FAO. 2008. Données statistiques de la FAO (FAO-STAT). Retrieved August 23, 2010, from <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor>
- Fayemi O. & Adegbite O. 1982. Seasonal variations in sperm abnormalities in bulls in a tropical climate. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. 35 : 69–72.
- Gauthier D. & Varo H. 1985. Caractéristiques spermatisques des taureaux en Guadeloupe. Variations avec la race et la saison. *Ann. Zootech*. 34 : 463–470.
- Gbangboché A.B. Alkoiret T.I. Chrysostome C. Dossou-Bodjrenou J. Aissi E. Adjovi A. Adamou-N'diaye M.S. & Bister J.L. 2011. Effet de la fréquence de récolte et des milieux de dilution sur la qualité du sperme de taureau de race Borgou. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 5, 1871–1882.
- Gbangboché A.B. & Alkoiret T.I. 2011. Reproduction et production de lait des bovins de race Borgou et N'Dama au Bénin. *J. Appl. Biosci*.46: 3185-3194.
- Gerard O. & Khirredine. B. 2002. Production de semence bovine - Didacticiel de Maîtrise de la reproduction des bovins. 73 p.
- Hossain M. Johannisson A. Wallgren M. Nagy S. Siqueira A. & Rodriguez-Martinez H. 2011. Flow cytometry for the assessment of animal sperm integrity and functionality: state of the art. *Asian J Androl*.13:406–419
- Igboeli G. Nwakalor L.N. Orji B.I. & Onuora G.I. 1987. Seasonal variation in the semen characteristics of Muturu (*Bosbrachyceros*) bulls. *Animal Reproduction Science*. 14 : 31–38.
- Jondet R. 1980. Contribution à l'amélioration de la technologie du sperme de taureau. U.E.R. Sciences biologiques, Université de Rennes, France. 66 p
- Kabera F. 2008. Appréciation de la qualité de la semence bovine produite au centre national d'amélioration génétique (CNAG) de Dahra au Sénégal.42p.
- Kastelic J.P. 2013. Male involvement in fertility and factors affecting semen quality in bulls. *Anim Front*. 3:20–5.
- Kumi-Diaka J. Nagaratnam V. & Rwuaan J.S. 1981. Seasonal and age-related changes in semen quality and testicular morphology of bulls in a tropical environment. *The Veterinary record*. 108 : 13–15.
- Laminou M.I. 1999. L'Amélioration génétique par la biotechnologie de l'insémination artificielle bovine: bilan et perspectives. Cas du PAPEL au Sénégal Thèse: Méd. Vét.: Dakar. 9p.
- MAEP (Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche).2011. Plan Stratégique De Relance Du Secteur Agricole (PSRSA), Cotonou, République du Bénin, P 108.
- Morell J.M. & Rodriguez-Martinez H. 2010. Practical Applications of Sperm Selection Techniques as a Tool for Improving Reproductive Efficiency. *Vet Med Int*.2011:894767.
- Oliveira B.M. Arruda R.P. Thorné H.E. Filho M.M. Oliveira G. & Guimarães C. 2014. Fertility and uterine hemodynamic in cows after artificial insemination with semen assessed by fluorescent probes. *Theriogenology*.82:767–72.
- Parez M. & Duplan J.M. 1987. L'insémination artificielle bovine: reproduction, amélioration génétique. Institut technique de l'élevage bovin et Union nationale des coopératives d'élevage et d'insémination artificielle.258 p.
- Quinn P.J. & White I.G. 1966. The effect of cold shock and deep-freezing on the concentration of major cations in spermatozoa. *Journal of reproduction and fertility*. 12: 263–270.
- Rycroft H. 1992. Factors influencing non return data. In: Proc. Nat'l Assoc. Anim. Breeders 14thTech. Conf. on Artif. Insem. and Reprod., Columbia, MO. 43-46p.
- Salisbury G.W. Vandemark N.L. & Lodge J. R., 1961. Physiology of reproduction and artificial insemination of cattle. Physiology of reproduction and artificial insemination of cattle.2d ed. A Series of books in animal science.798p.
- Soudre A. Zongo M. Boly H. Leroy P. & Sawadogo L. 2002. Comportement sexuel et paramètres spermatisques du zébu "azawak" (*Bos indicus*) en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Mémoire de DEA en génétique et reproduction. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, IDR, Burkina Faso. 24 p.
- Tamboura H. Tahiri-Zagret C. & Coulibaly M. 1992. Influence du climat tropical humide sur les caractéristiques spermatisques de races taurines en Côte d'Ivoire. Bulletin of animal health and production in Africa= Bulletin de la santé et de la production animales en Afrique. 40 :185-196.
- Thibier M. & Colchen-Bourlaud M.A. 1972. Choix du jeune taurillon sur sa fonction sexuelle. *Elevage insemination*. 127: 3-23 p.
- Udeh I. & Oghenesode B. 2011. "Effects of Type of Extender and Storage Conditions on the Motility of Goat Spermatozoa," *International Journal of Animal and Veterinary Advances*. 3 (5): 282-286.



Circuits de distribution de viandes et trophées braconnés autour de la Réserve de Biosphère de la Pendjari au Bénin

D. S. CHABI-BONI¹, A. K. NATTA¹, S.G. A. NAGO¹, G. A. MENSAH²

¹ Laboratoire d'Ecologie, de Botanique et de Biologie végétale (LEB), Université de Parakou, BP 123 Parakou, Bénin

² Institut National des Recherches Agricoles du Bénin

Reçu le 15 Janvier 2018 - Accepté le 18 Juin 2018

Distribution circuits of poached meats and trophies around the Pendjari Biosphere Reserve in Benin

Abstract: Poaching and commercialization of wildlife remain a general concern for the Pendjari Biosphere Reserve and its surrounding areas. Although conservationists and nature conservation NGOs continue to invest in wildlife conservation in this reserve, the distribution of poached meats and trophies continues in the surrounding towns and thus curbs wildlife conservation efforts. . This research aims to identify the actors involved in the distribution of poached meats and trophies, the flows and distribution channels, to determine the quantities of products sampled and to suggest ways to better manage the reserve. Eight villages were carefully selected and 140 people were sampled through the snowball method, including forty (40) poachers and one hundred (100) traders. Ten (10) resource people were involved in collecting the information. Descriptive statistics allowed data processing. The results showed that 1631 animals of all species were poached in 2014. The most poached species are large ungulate species (71%): 321 buffaloes (*Syncerus caffer savanensis*), 227 hyppotragues (*Hyppotragus equinus*), 211 Warthogs (*Phacochoerus aethiopicus*), 206 Bubals (*Alcelaphus buselaphus*) and 37 Damalisques (*Damaliscus korrigum*). The Elephant (*Loxodonta africana*) is by far the most slaughtered species for trophies (17 elephants in 2014) by 4 poachers or 10%. The actors in this trade are poachers, wholesalers, retailers and consumers. Three types of circuits including short circuits, national and international circuits drain many flows of trophies and poached meats. These circuits allow the distribution of trophies and poached meats through the Communes of Matéri, Tanguéta, Natitingou, Cotonou and even the countries of the sub-region. The study suggests a management model focused on economic methods of customary conservation of wildlife (the GAMEC / Fauna).

Keywords: Poached meats, Trophies, Distribution, Biosphere Reserve of Pendjari, Benin.

Résumé : Le braconnage et la commercialisation de la faune sauvage restent une préoccupation générale pour la Réserve de Biosphère de la Pendjari et ses environnants. Bien que les conservateurs et les ONG de la protection de la nature continuent d'investir pour la préservation de la faune dans cette réserve, la distribution de viandes et trophées braconnés continue dans les villes environnantes et freine ainsi tous les efforts de conservation de la faune. Cette recherche se propose d'identifier les acteurs impliqués dans la distribution de viandes et trophées braconnés, les flux et circuits de distribution, de déterminer les quantités de produits prélevées et de proposer des pistes pour mieux gérer la réserve. Huit villages ont été choisis de façon raisonnée et 140 personnes ont été échantillonnées par la méthode de boule de neige dont quarante (40) braconniers et cent (100) commerçants (es). Dix (10) personnes ressources ont été mises à contribution pour la collecte des informations. La statistique descriptive a permis le traitement des données. Les résultats ont montré que, 1631 animaux de toutes espèces confondues ont été braconnés en 2014. Les espèces les plus braconnées sont des espèces d'ongulées de grandes tailles (71 %) : 321 buffles (*Syncerus caffer savanensis*), 227 hyppotragues (*Hyppotragus equinus*), 211 phacochères (*Phacochoerus aethiopicus*), 206 Bubales (*Alcelaphus buselaphus*), 37 Damalisques (*Damaliscus korrigum*). L'Eléphant (*Loxodonta africana*) est de loin l'espèce la plus abattue pour les trophées (17 éléphants en 2014) par 4 braconniers soit 10 %. Les acteurs de ce commerce sont des braconniers, des grossistes, des détaillants et des consommateurs. Trois types de circuits dont les circuits courts, nationaux et les circuits internationaux drainent de nombreux flux de trophées et viandes braconnés. Ces circuits

permettent la distribution des trophées et viandes braconnés à travers les Communes de Matéri, Tanguiéta, Natitingou, Cotonou et voire les pays de la sous-région. L'étude suggère un modèle de Gestion Axée sur les Méthodes Economiques de Conservation Coutumière de la Faune (le GAMEC/ Faune).

Mots clés: Viandes braconnées, Trophées, Distribution, Réserve de Biosphère de la Pendjari, Bénin.

1. Introduction

De nos jours, l'exploitation de la faune sauvage constitue une préoccupation majeure pour les conservateurs et scientifiques soucieux de la conservation de la biodiversité animale (Abernethy *et al.*, 2013; Maxwell *et al.*, 2016, van Vliet *et al.*, 2018). Pour eux, la chasse et le commerce des produits de chasse exercent une forte pression sur les espèces de faunes (Dirzo *et al.*, 2014; Ripple *et al.*, 2016; Benítez-López *et al.*, 2017; van Velden *et al.*, 2018). Pour atténuer cette pression, et malgré des liens séculaires qui existent entre la faune et les hommes sur la planète Terre (Bobo *et al.*, 2015; Alves et Albuquerque, 2018), certains amoureux de la biodiversité animale ont préconisé des mesures protectionnistes strictes interdisant ainsi les activités de chasse autour des réserves de faunes (Cooney *et al.*, 2017; Marijnen, 2018). Pour les communautés locales habituées à l'utilisation de la faune (Alves et van Vliet, 2018), ce sentiment d'exclusion attise en eux des comportements prédateurs et la persistance de la chasse commerciale en dehors du cadre réglementaire dans la plupart des périphéries des réserves de faune des pays tropicaux (McManara *et al.*, 2015; Taylor *et al.*, 2015; Petrozzi *et al.*, 2016; Luiselli *et al.*, 2017). Sur la plupart des zones périphériques, les communautés locales revendiquent leur droit d'usage de la faune pour la consommation et la commercialisation (O'Neill, 2018). Elles mettent en avant le droit à l'alimentation et la protection de leurs identités culturelles (Bordeleau *et al.*, 2016; Hoover *et al.*, 2017; van Vliet *et al.*, 2017a, b).

Cette chasse commerciale des espèces de faune est rentable financièrement et entretient des réseaux de trafiquants qui se ramifient jusqu'au niveau des communautés locales (Maisels *et al.*, 2013; Wittemeyer *et al.*, 2014). En réalité le braconnage de la faune pour la viande et les trophées est un système qui implique une multitude d'acteurs liés entre eux par des avantages tirés des transactions au sein des différents circuits de distribution (Wiafe, 2018). Des braconniers en passant par les différents intermédiaires jusqu'aux consommateurs finaux, la chaîne de commercialisation des trophées et viandes de brousse est bien organisée en circuits courts et circuits longs. Ces circuits et flux de viandes sauvages quittent des villes africaines via les aéroports pour atteindre les centres urbains européens

(Chaber *et al.*, 2010; Wood *et al.*, 2014). La distribution des viandes et trophées s'internationalise, avec des flux de viandes et trophées des espèces de faunes objets de transaction sont diverses (Taylor *et al.*, 2015).

En général, dans la chaîne de la chasse commerciale, les braconniers occupent une place de choix car ce sont eux qui choisissent les spécimens d'espèces à abattre. Les espèces de grande taille très rentables sont particulièrement recherchées par les braconniers (Doughty *et al.*, 2014). Ce sont généralement les espèces d'ongulées pour leur viande et les espèces emblématiques comme l'éléphant pour leurs ivoires (Maisels *et al.*, 2013; Wittemeyer *et al.*, 2014; Fonkwo *et al.*, 2018). Les espèces de petite et de taille moyenne sont braconnées pour la consommation des communautés locales (Wilkie *et al.*, 2016). Les prélèvements de ces espèces se font en fonction de la demande au sein des circuits de commercialisation (Dufour *et al.*, 2013, Wiafi, 2018)

D'ordinaire, les quantités prélevées sont fonction de l'abondance de la faune au niveau des territoires de chasse, mais aussi de la nature de la demande de viande et des trophées sur le terrain (Bitty *et al.*, 2014). Dans un passé récent, les prélèvements se faisaient avec des quantités raisonnables et acceptables d'espèces de faunes (Weinbaum *et al.*, 2013; Ceballos *et al.*, 2017). Mais de nos jours, l'explosion démographique et l'avènement des armes à feu entraînent une augmentation des captures pour la satisfaction des besoins (Brashares, *et al.*, 2011, Cawthorn et Hoffman, 2016). Cette augmentation des prises entraînent une chasse commerciale non durable à laquelle il faut apporter des solutions (Ripple *et al.*, 2016; Ripple *et al.*, 2017).

Cette situation décrite, se rencontre au Bénin où les activités de chasse sont courantes (Djagoun *et al.*, 2018, Ahmadi *et al.*, 2018) autour des aires protégées. La faune dans cette partie du monde offre de multiples usages (Natta *et al.*, 2014, Kpetere *et al.* 2015; Daouda *et al.*, 2017). Les prélèvements de faunes autour des aires protégées du Bénin ne sont pas réglementaires et alimentent les réseaux de commercialisation de viandes et trophées (Chabi-Boni, 2014). Cette étude se fonde sur l'hypothèse selon laquelle, la commercialisation des viandes et trophées braconnés ne profite pas aux braconniers, et demeure le principal problème de la gestion de la RBP. Il est donc urgent de mieux connaître les ramifications des circuits de commercialisation des trophées et viandes braconnés. La connaissance de ces circuits permettra de proposer les initiatives efficaces

qui garantiront des pratiques de chasse durables à long terme et les valeurs sociales et économiques de la viande de brousse dans la région. Les arguments théoriques sur lesquels se fonde ce travail trouvent leurs sources dans le fait que les populations locales vivant autour des aires protégées possèdent des moyens et méthodes de gestion de la faune au niveau local (Ostrom, 1990).

A travers cette étude, nous nous proposons d'identifier les acteurs impliqués dans la distribution de viandes et trophées braconnés, les flux et les circuits de distribution, les quantités d'espèces prélevées et échangées et les implications sur la gestion de la Réserve de Biosphère de la Pendjari.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

Cette étude s'est déroulée dans la périphérie de la réserve de Biosphère de la Pendjari et ses territoires riverains. La Zone périphérique de la Réserve de Biosphère de la Pendjari comprend les territoires des communes de Matéri, de Tanguiéta et de Kérou dans le département de l'Atacora et est comprise entre les latitudes 10°30 et 11°30 N et les longitudes 0°50 et 2°00 E (PAPE, 2014). Les Territoires riverains comprennent les communes de Natitingou, Kouandé, Cobly et Boukombé qui entourent la zone périphérique et exercent de loin une pression sur les ressources Naturelles de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (PAPE, 2014 ; CENAGREF, 2015). La périphérie de la Réserve de Biosphère de la Pendjari et ses territoires riverains constituent la région d'étude (Figure 1). Cette région se situe dans un espace bioclimatique tropical de type soudanien caractérisé par une saison sèche plus longue allant de mi-octobre à mi-mai et une saison pluvieuse courte de mi-mai à mi-octobre. Sa température oscille entre 18°C à 37°C pendant l'année en fonction des localités et des mois (PAPE, 2014 ; CENAGREF, 2015) et les hauteurs de pluies varient entre 900 et 1200 mm (ASECNA, 2013). Sa végétation est faite de forêt galerie, de forêt claire, de savane boisée ou arborée ou encore arbustive ou savane marécageuse par endroits (Natta et al., 2010). La région abrite plus de 21 espèces de faune sauvage dont la majorité a comme habitat naturel le Parc National de la Pendjari (PAPE, 2014). La région supporte une population estimée à 654 266 habitants dont 288 830 personnes installées dans les trois communes jouxtant la réserve et 365 436 personnes ré-

Malheureusement les 93 107 ménages vivant tout autour de la réserve et ses territoires riverains (INSAE, 2013), se comptent parmi les plus pauvres du Bénin (INSAE, 2013).

2.2. Méthode de collecte des données

Les activités de chasse illicite communément appelées braconnage, constituent une plateforme remplie de secrets dont les braconniers doivent préserver pour la défense de leurs intérêts. Il est donc difficile, voire impossible de rencontrer directement les acteurs afin de leur poser des questions. Pour obtenir les informations à peu près justes et véridiques, la méthode d'échantillonnage par boules de neige a été utilisée pour cette étude. Cette méthode s'est fondée sur le principe de la construction de réseaux de contacts personnels, afin de remonter le monde des acteurs et les sujets concernés (Johnston et Sabin, 2010).

L'échantillonnage des villages a été fait de façon aléatoire (Tableau I). Au total 8 villages riverains de la réserve (Porga, Dassari, et Pouri dans la commune de Matéri et Tanongou, Batia, Sangou, Tiélé et Mamoussa, dans la commune de Tanguiéta) ont été tirés au sort.

Des enquêtes individuelles ont été réalisées du 1^{er} juin au 31 décembre 2014 auprès de 150 personnes dont quarante (40) braconniers, cent (100) commerçants (es), et 10 personnes ressources (Tableau I). Un réseau d'informateurs couvrant l'ensemble des villages a été mis en place. Les informateurs ont été identifiés sur la base de leur connaissance de la chasse illégale et du commerce de la viande braconnée, de leur personnalité et de leur statut social dans les villages. Les membres de ce réseau restent ceux qui connaissent la localité notamment les instituteurs affectés dans les villages ainsi que les étudiants originaires de ce milieu. Quant aux commerçants et commerçantes, ce sont celles ou ceux qui vendent dans les villes ou dans les restaurants.

La collecte des informations a nécessité l'utilisation des outils appropriés. Il s'agit des guides d'entretien, des questionnaires, un appareil photographique, la grille d'observation, une balance pour peser les brochettes et les morceaux de viande. Ces outils de collecte ont permis de collecter les données qui ont été traitées et analysées.

* Auteur Correspondant : danielchabiboni@gmail.com

Copyright © 2018 Université de Parakou, Bénin

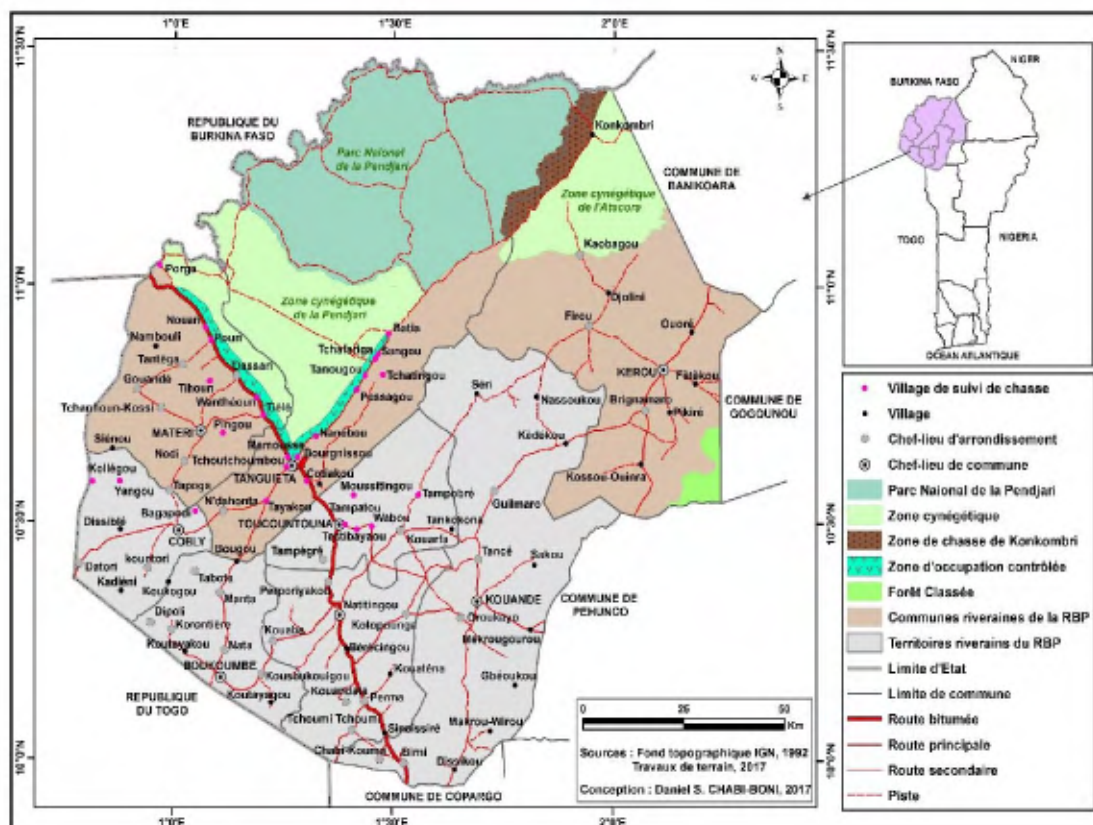


Figure 1 : Situation géographique du secteur d'étude

Figure 1: Geographical location of the study area

Tableau I : Répartition des personnes interrogées

Table I: Distribution of respondents

Axes d'enquête	Villages enquêtés	Nombre de braconniers enquêtés	Nombre de commerçants (es) enquêtés	Nombres de Consommateurs	Nombre d'autorités locales interrogées
Tanguiéta- Batia	Tanongou	05			
	Batia	05			
	Sangou	05	50	100	10
	Dassari	05			
Tanguiéta- Porga	Pouri	05			
	Mamoussa	05			
	Tiéélé	05			
	Porga	05			
Total	08	40	50	100	10

Au niveau des braconniers, les données collectées restent, le statut socioéconomique, les lieux d'échange de la viande braconnée et des trophées, la nature des clients, les types d'espèces abattus, le nombre d'espèce abattu, les différentes ramifications des circuits, les liens entre les acteurs. Les données comme, le lieu d'approvisionnement, les espèces commercialisées, la provenance géographique des clients, le prix d'achat, le prix de vente, l'heure de la vente, les circuits de commercialisation et les acteurs impliqués dans ce commerce sont collectées auprès des commerçants. L'étude a été conduite en utilisant des techniques quantitative et qualitative, afin de pouvoir expliquer certains faits d'ordre institutionnel, sociologique et culturel.

Les données dépouillées ont été enregistrées sous forme de maquette dans le tableur Excel. Le logiciel Statistical Package of Social Sciences (SPSS16.0) a permis la construction des graphes et des courbes.

3. Résultats

3.1. Acteurs impliqués dans les prélèvements et distribution de viandes et trophées braconnés

La commercialisation de la viande braconnée dans l'espace périphérique de la Réserve de Biosphère de la Pendjari, met en exergue plusieurs acteurs. Il s'agit d'une chaîne plus ou moins structurée dont les maillons restent les chasseurs braconniers, les porteurs, les grossistes trafiquants ou exportateurs, les commerçants et commerçantes (les détaillants), les consommateurs et les acteurs opportunistes ou cachés. Le tableau II présente les types d'acteurs, leurs caractéristiques, leur rôle et les objectifs qu'ils poursuivent.

Tableau II : Types d'acteurs impliqués dans le commerce de viandes et trophées braconnés

Table II: Types of actors involved in the trade of poached meats and trophies

Acteurs	Caractéristiques	Rôle	Objectifs
Chasseurs braconniers	111 hommes de sexe masculin Age : de 18 à 50 ans autochtones, maîtrise parfaite de la Réserve	-Responsable des bandes de chasse -Bons tireurs de fusils, auteurs des prélèvements	Vendre la viande et les trophées, avoir de l'argent, entretenir la chasse commerciale
Porteurs/ intermédiaires	225 Jeunes gens de sexe masculin Age : de 18 à 50 ans autochtones, maîtrise parfaite de la Réserve	-évacuer les viandes des sites de battues -assurer la liaison entre chasseurs, grossistes et détaillants	-avoir des revenus de la chasse
Grossistes ou trafiquants exportateurs	femmes et hommes ayant les moyens financiers, commanditaires	Distribution et exportation de la viande braconnée et des trophées	Alimentent et entretiennent la filière viande de brousse et des trophées
Commerçantes ou détaillants	Femmes et hommes des restaurants populaires, cabarets et buvettes	Distribuent la viande braconnée en détails (brochettes et morceaux)	Avoir des profits et forts revenus
Consommateurs	Ménages, clients des chasseurs	Acheter la viande braconnée, entretenir la chaîne	Avoir de la viande braconnée moins chère/ entretien la chasse commerciale
Acteurs opportunistes ou cachés	Fonctionnaires du public et privé, chômeurs, pas régulier au sein des acteurs	Pas un grand rôle dans la chaîne	Profit / opportunistes, avoir de l'argent

Plusieurs types d'acteurs du braconnage sont constatés tout autour de la réserve (Tableau II). Des populations des villes de Tanguiéta et de Matéri en passant par les agents et autorités en charge de la gestion de la Réserve et les commanditaires, chacun apporte son lot dans la construction de l'édifice du braconnage dans la Réserve. Les chasseurs braconniers sont les éléments très importants dans les circuits car ce sont eux qui abattent les espèces. Une fois leur boulot terminé, les intermédiaires prennent le relais dans la chaîne de commercialisation. Les chasseurs braconniers ne connaissent pas tous les autres acteurs, qui sont souvent cachés dans l'ombre à cause de la nature clandestine de l'activité. Plus de la moitié (58%) des chasseurs ont déclaré ne pas connaître nommément les grossistes et les autres acteurs comme les consommateurs. Tout ceci est soutenu par une organisation de l'activité qui alimente des flux de viandes et trophées au sein des divers circuits.

3.2- Flux et Circuits de distribution de viande et trophées braconnés

Le commerce de la viande braconnée est une transaction commerciale illégale au sein des populations de la périphérie de la réserve. Les acteurs du commerce de la viande braconnée traqués par les agents de la surveillance de la Direction du parc, ont développé plusieurs circuits clandestins de distribution.

La figure 2 résume les différents circuits de distribution de viandes et trophées braconnés dans la périphérie de la réserve. Ce schéma, montre qu'en dehors du cas de troc dans un circuit court, où le braconnier livre lui-même de la viande à la communauté, il existe toujours un ou plusieurs intermédiaires entre les braconniers et les consommateurs. Il montre également que le circuit international peut être un circuit court ou long selon les cas et que les bénéficiaires finaux sont des populations des pays voisins comme le Togo, le Nigéria, le Burkina, le Ghana et mêmes les pays asiatiques et européens.

Au niveau de ces circuits, les chasseurs clandestins ou braconniers sont les éléments importants de la chaîne en amont de tous les circuits.

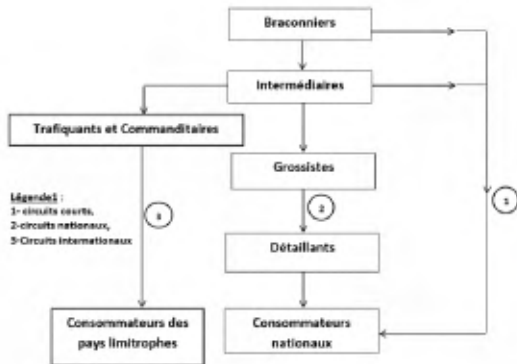


Figure 2 : Circuits de commercialisation de la viande braconnée

Figure 2: Marketing Circuits for Poached Meat

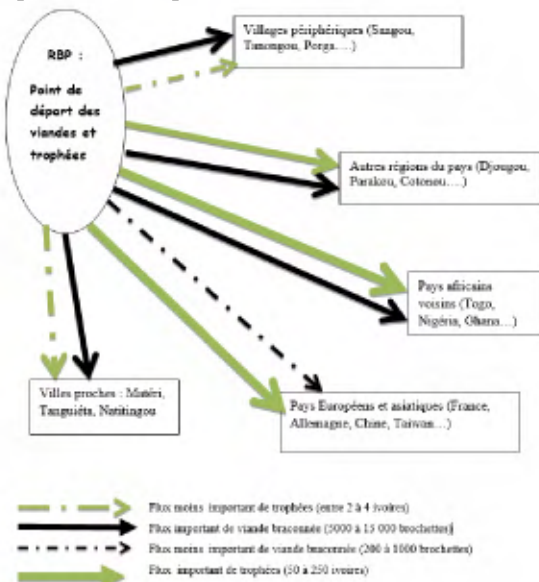


Figure 3 : Estimation des flux sortants de la viande braconnée et des trophées dans la réserve

Figure 3: Estimated outflows of braced meat and trophies in the reserve

Ces différents circuits drainent des flux de viande et/ou de trophées. La figure 3 présente une estimation des flux sortants de la viande braconnée et des trophées dans la périphérie.

Les plus grandes quantités de viandes braconnées et des trophées appartiennent aux flux qui atteignent les espaces autres que l'espace périphérique de la réserve. Ce constat indique que les grandes quantités de viande et/ou de trophées atteignent des pays ou espaces lointains via les divers circuits.

3.3. Quantités et espèces de viandes et trophées braconnés

Dans le but de déterminer et d'estimer la quantité de biomasse prélevée en 2014, chacun des 40 chasseurs illicites a accepté de déclarer le nombre d'espèces qu'il a prélevé illicitement en 2014. La figure 4 présente l'ampleur des prélèvements d'espèces. Les espèces d'ongulées de grande taille, restent les plus en danger avec de forts prélèvements (buffle, hippotrague, bubale, cobe defassa...).

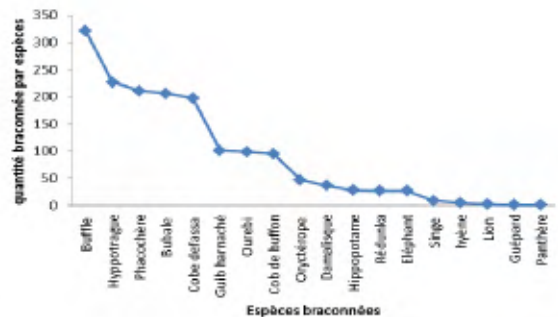


Figure 4 : Quantité des espèces braconnées en 2014

Figure 4: Quantity of poached species in 2014

On remarque que le phacochère est très braconné (67%) bien qu'il soit de petite taille, cela s'explique par la bonne saveur de sa viande, recherchée par de nombreux consommateurs non musulmans. Pour la chasse aux trophées tout autour de la Réserve de la Pendjari, peu de braconniers s'investissent dans le domaine. Seulement ceux qui s'investissent le font avec un élan effroyable selon les déclarations des braconniers rencontrés. Le tableau III présente le nombre d'espèces abattues pour leurs trophées en 2014.

Des espèces abattues pour leurs trophées, on en déduit que l'Eléphant (*Loxodonta africana*) (photo 1) est de loin l'espèce la plus abattue pour ses défenses (17 éléphants en 2014) par seulement 4 braconniers soit 10 % de l'échantillon des braconniers enquêtés (Tableau 4). Mais ce chiffre ne donne pas une très bonne appréciation de la pression exercée sur les éléphants car la population initiale d'éléphants de la réserve n'est pas connue. Si l'éléphant est plus recherché à cause de ses défenses qui alimentent le florissant marché de l'ivoire,

les autres espèces de grande taille sont recherchées parce qu'elles sont économiquement rentables.

Tableau III : Espèces abattues pour leurs trophées par les braconniers enquêtés en 2014

Table III: Species killed for trophies by poachers surveyed in 2014

Espèces	Noms communs	Nombre d'animaux abattus	Nombre de braconniers	Proportion des braconniers enquêtés en %
<i>Loxodonta africana</i>	Eléphant	17	4	10
<i>Panthera leo</i>	Lion	2	2	5
<i>Acinonyx jubatus</i>	Guépard	1	3	7,5
<i>Panthera pardus</i>	Panthère	1	7	17,5
<i>Hyaena hyaena</i>	Hyène	5	6	15



Photo 1 : Eléphant abattu par les braconniers pour l'ivoire près de la mare Tiabiga. Prise de vue : DPNP, septembre, 2014

Photo 1: Elephant shot by poachers for ivory near Tiabiga pond. Shooting: DPNP, September, 2014

Pour la plupart des braconniers rencontrés au cours de l'enquête, ils chassent pour avoir de l'argent (95%). Ils recherchent les espèces de grande taille et donc rentables. Leur cible reste alors les animaux qui peuvent fournir beaucoup de viande et par conséquent beaucoup de brochettes. Chaque espèce d'animal adulte fournit un nombre de brochettes connues par les braconniers interrogés. Le tableau IV présente les quantités de brochettes que fournit chaque animal abattu.

L'éléphant, l'hippopotame, le buffle, l'hyppotrague, le cobe defassa, le cobe de buffon, le bubale, l'oryctérope, le damalisque, le guib harnaché et le phacochère, fournissent plus de brochettes de viande aux chasseurs.

Pour les chasseurs, ces animaux sont donc économiquement rentables à cause de leur taille et de leur viande et par conséquent sont plus recherchés par les chasseurs.

Tableau IV : Quantités de brochettes que fournit chaque animal abattu

Table IV: Skewer quantities provided by each animal slaughtered

Nom commun	Nom scientifique	nombre de brochettes	Poids adulte en kg
Buffle	<i>Syncerus caffer savanensis</i>	450	600
Cobe de buffon	<i>Adenota kob</i>	80	120
Hippotrague	<i>Hyppotragus equinus</i>	200	300
Cobe defassa	<i>Kobus defassa</i>	90	250
Phacochère	<i>Phacochoerus aethiopicus</i>	50	70
Bubale	<i>Alcelaphus buselaphus</i>	70	150
Hippopotame	<i>Hippopotamus amphibius</i>	600	3200
Redunca	<i>Redunca redunca</i>	17	50
Damalisque	<i>Damaliscus korrigum</i>	65	175
Ourébi	<i>Ourebia ourebi</i>	10	22
Eléphant	<i>Loxodonta africana</i>	1000	6000
Guib harnaché	<i>Tragelaphus scriptus</i>	55	80
Singe vert	<i>Cecopithecus aethiopus</i>	15	25
Oryctérope	<i>Orycteropus afer</i>	70	100

3.4. Rentabilité et marges bénéficiaires

L'unité de vente dans la région est la brochette de viande boucanée. Elle est composée de quatre morceaux de viande le tout rattaché par un bâtonnet taillé à cet effet. Dans le village, les braconniers livrent la viande moins chère aux intermédiaires à 1000 FCFA la brochette. Les intermédiaires livrent la brochette aux grossistes à 1500 FCFA dans les villes proches de Tanguéta et Matéri. Les grossistes livrent la brochette de viande à 2500 FCFA aux trafiquants. Les trafiquants livrent la brochette à leur tour à 3000 FCFA dans les villes béninoises comme Cotonou, Porto Novo et Parakou. Le coût de la brochette devient 5000 FCFA dans les pays voisins tels que le Togo, le Nigéria et le Ghana. Comme on le constate, le chasseur est l'acteur qui profite le moins de la viande braconnée que les autres acteurs qui font des profits importants de ce commerce. La même situation est observée au niveau des échanges de trophées dont le plus vendu est l'ivoire. Les différents prix de l'ivoire sont consignés dans le tableau V.

Le prix du kilogramme d'ivoire d'éléphants varie en fonction du poids entier de la défense d'éléphant, c'est-à-dire de l'âge de la bête ou de sa maturité (Tableau V). Plus l'éléphant est plus âgé, plus ses défenses sont recherchées, car elles pèsent et leur prix au kilogramme est souvent élevé. A partir de 80 kg, les défenses sont fortement recherchées et peuvent se vendre à 120 000 FCFA le kilogramme le prix du chasseur et jusqu'à 1000000 FCFA par les trafiquants. Dans la périphérie, d'autres trophées comme les peaux du lion, les peaux du guépard, les peaux du buffle sont fortement recherchés. Les chasseurs les livrent à 10000 FCFA au plus aux trafiquants qui revendent ces peaux à des prix qui peuvent atteindre 150 000Fcfà dans les pays de la sous-région comme le Ghana et le Nigéria. Ces peaux de lion et de guépard sont recherchées à Savè, au Nigéria et au Ghana pour des cérémonies d'intronisation des rois et pour des cérémonies de mariage. La majorité des braconniers (91%) ont reconnu qu'ils bradent leurs produits de chasse et que ce sont les autres acteurs qui en profitent notamment les trafiquants. De plus, ils reconnaissent que le revenu du braconnage ne durait pas à leur niveau, car pour eux cet argent est fuyant et pas tellement rentabilisé pour des besoins essentiels.

Tableau V: Variation du prix de l'ivoire dans le commerce au niveau des acteurs en FCFA.

Table V: Variation in the price of ivory in trade at the level of actors in FCFA.

Tranche de poids de la défense	Prix par kg au Chasseur en FCFA	Prix par kg au trafiquant en FCFA
Moins de 10 kg	50 à 70 000	300 à 500000
10 à 15 kg	80 à 90 000	500000 à 800000
80 kg et plus	120 000	800000 à 1000000

4. Implications pour la conservation

4.1. Persistance du commerce de la viande braconnée et des trophées

Les espèces d'ongulées de grande taille, restent les plus en danger avec de forts prélèvements (Buffle, Hippopotame, bubale, cobe defassa...). De plus, plusieurs animaux braconnés se retrouvent sur la liste des espèces d'animaux intégralement protégées au Bénin par la loi 2002-16 du 18 octobre 2004 portant régime de la faune, le décret 2011-394 du 28 mai 2011 fixant les modalités de conservation, de développement et de gestion durable de la faune et de ses habitats en République du Bénin. Il s'agit de l'éléphant, de l'oryctérope, du damalisque, du guépard, et de la panthère. Le buffle, l'hippopotame, l'hippopotame bubale, le cobe defassa (cobe onctueux ou waterbuck), le cobe de buffon, le cobe redunca, le guib hanarché, le lion, le singe, et l'ourebi sont quant à eux bien présents sur la liste des espèces

partiellement protégées au Bénin. Cet état des choses ne favorise pas la conservation des ressources de faune.

Les auteurs des prélèvements brandissent le fait qu'ils vivent en majorité dans la pauvreté monétaire et la précarité. Dans ces conditions, il est urgent de plus cerner les voies de la diversification des sources de revenus et si possible une organisation/formation des braconniers ou d'une frange plus grande de la population en producteurs de viandes de brousse par l'installation de game-ranching. Cela aura plus d'intérêt car on ne saurait interdire de force la commercialisation de la viande braconnée vu que les consommateurs ont un certain intérêt pour cette viande.

L'atteinte de cet objectif, passe par la connaissance parfaite des différents circuits non officiels mais bien structurés du commerce de trophées et viandes braconnés. Ces réseaux très rentables, qui génèrent de l'argent liquide aux différents acteurs, fonctionnent exactement comme les réseaux de la mafia. Ils ont parfois à leur sommet des commanditaires puissants qui tirent des ficelles et entretiennent ce vilain commerce.

En somme, la commercialisation de la viande braconnée et des trophées actuelle n'est pas contrôlable et pose un problème de conservation de la diversité biologique dans la Réserve de la Pendjari. Il est aujourd'hui question de gérer la ressource gibier de manière raisonnable tout en préservant son potentiel pour les générations futures. C'est à ces efforts que s'exerce la Direction de la réserve.

4.2. Proposition d'une Gestion Axée sur les Méthodes Economiques de Conservation Coutumière de la Faune (le GAMEC/ Faune)

Pour une bonne sensibilisation, cette étude propose un modèle de Gestion Axée sur les Méthodes Economiques Coutumières (GAMEC) de conservation de la faune. La GAMEC fait partie intégrante de la Cogestion en vigueur dans la périphérie de la réserve (Figure 5). Ce modèle met ensemble l'autorité en charge de la gestion de la réserve, les populations riveraines. Les échanges entre les deux parties vont se fonder sur les savoirs traditionnels et les connaissances scientifiques en matière de gestion de la faune. Les partenaires techniques et financiers vont intervenir et soutenir les activités génératrices de revenus au sein des communautés locales par l'octroi des crédits. L'application de ce modèle va occuper les ménages chasseurs et atténuer la pression sur la faune. L'avantage de la GAMEC/faune, est que les populations locales seront les gardiens de la Réserve, avec des prélèvements contrôlés dans les normes qu'elles-mêmes se sont prescrites. La GAMEC/Faune mettra alors sur pied des normes de prélèvement de la faune avec au centre la naissance d'une association des acteurs de commercialisation de la viande et des trophées légaux.

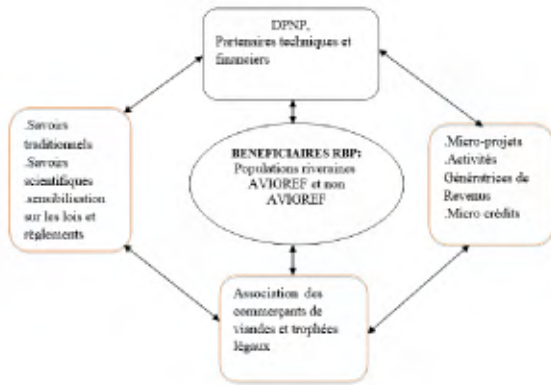


Figure 5 : Cadre de Gestion Axé sur les Méthodes Economiques Coutumières de conservation (GAMEC / faune).

Figure 5: Management Framework Focused on Conservation Customary Economic Methods (GAMEC / fauna).

5. Discussion

5.1. Acteurs impliqués dans la commercialisation de viandes et trophées braconnés

Cette étude montre que le commerce de viandes et de trophées braconnés est constitué d'un système d'acteurs dont les braconniers, les porteurs, les grossistes, les commerçants et les consommateurs. Ces résultats sont voisins de ceux de Wiafe (2018), où dix-sept braconniers arrêtés dans une forêt protégée au Ghana décrivent d'autres acteurs tels que les commerçants, les intermédiaires et les consommateurs. De même, Kämpel *et al.* (2010), décrit une filière de viande braconnée composée de plusieurs acteurs d'Afrique Centrale et Occidentale dont il est difficile de différencier car les limites entre la chasse commerciale et la chasse de subsistance est floue au niveau des chasseurs locaux.

L'un des résultats de ce travail est que le commerce de la viande braconnée dans la périphérie est tenu et soutenu par des commanditaires ou parrains, provenant, des hommes socialement bien positionnés et ayant une forte influence financière (opérateurs économiques), politique ou administrative. Les résultats obtenus par Paul *et al.* (2014) et M'Bété (2012) indiquent que dans n'importe quelle société humaine, les filières en général, quelles qu'elles soient, sont protégées par des personnes ou des milieux influents couramment dénommés "lobbies". Ces lobbies soufflent à la fois du chaud et du froid, un double « le double langage de cette composante – protectrice de la biodiversité en apparence mais commanditaire dans la réalité ». Fargeot *et al.* (2017), parle des acteurs « non identifiés » qui approvisionnent des centres urbains en Afrique Centrale. Pour Wicander et Coad (2018), la filière viande de chasse semble reposé sur des personnages clés de certaines localités. Pour cette étude, les chasseurs sont conscients

du fait qu'ils bradent en fait les viandes et trophées au profit des autres acteurs impliqués dans les circuits de distribution des produits de chasse. En réalité, les commanditaires offrent parfois aux braconniers des fusils performants et des cartouches pour faciliter des prélèvements. En retour, ils achètent les produits, les ivoires, les peaux et les viandes à des couts très réduits et eux ils vont les revendre à des prix élevés au niveau des autres villes voire d'autres pays environnant. Ces pratiques font des trafiquants des acteurs qui profitent plus de ce commerce et des chasseurs, ceux qui en profitent moins aux niveaux de tous les acteurs. De façon concrète, les principaux acteurs qui profitent de ce commerce sont les trafiquants qui engrangent de fortes marges bénéficiaires. Cet aspect de la rentabilité des produits braconnés est décrit par McNamara *et al.* (2016) au Nigéria et Maisels *et al.* (2013) en Afrique Centrale. Les braconniers ont indiqué également que l'argent que leur procure le braconnage n'était pas bénéfique et bien investi pour des biens nécessaires, mais que cet argent était fuyant et volatile. Cette remarque a été notée au niveau des résultats de plusieurs études au Gabon, en Guinée Équatoriale et au Cameroun (Kämpel *et al.*, 2010 ; Coad *et al.*, 2013).

5.2. Flux et natures des circuits commerciaux dans la périphérie de la réserve

Au terme de cette étude, il a été montré qu'il existe trois principaux circuits clandestins dont les circuits locaux ou circuits courts, des circuits longs et les circuits internationaux. Ce résultat rejoint ceux de ceux de Lesucuyer et Nasi (2016) où le commerce de la viande de brousse fait intervenir plusieurs acteurs. Pour cet auteur, la méconnaissance de tous les acteurs constitue une grande difficulté dans l'estimation de la chaîne de valeur du secteur chasse et commercialisation de la viande de brousse. Pour les chercheurs Fargeot *et al.* (2017), le circuit intercontinental concerne le commerce de l'ivoire, ce qui rejoint les résultats de cette étude où les circuits internationaux véhiculent plus les trophées en direction des pays étrangers.

La grande différence qu'il faut mentionner au niveau de circuits commerciaux décrits pour ce travail d'avec les autres résultats publiés par les divers chercheurs (Abernethy *et al.* 2013, McNamara *et al.* 2015), c'est que les acteurs des circuits commerciaux de la viande braconnée ont un grand engouement pour ce commerce qui brasse vraiment d'importantes sommes d'argent d'une part et d'autre part les circuits commerciaux de viande braconnée fonctionnent vraiment comme la mafia. Il est vraiment difficile de pénétrer les circuits des réseaux de façon aisée et quand on y pénètre par les diverses négociations et stratégies, c'est qu'on signe un grand pacte de non-retour car il est vraiment difficile d'en ressortir sans séquelle. Les réseaux traqués par les garde faunes, craignant d'être dénoncé ne vous laissent pas du tout du répit. On vous poursuit et à moindre

souçon, les intéressés font l'objet de représailles (Lindsey *et al.* 2013, Wilfred and Maccoll, 2015). Enfin, ces résultats sont intéressants car, ils permettent de montrer que la viande braconnée et des trophées voyagent loin et très loin et au-delà des frontières nationales du Bénin.

5.3. Quantités et espèces les plus braconnées et commercialisées

Au total 14 espèces ont été identifiées comme faisant l'objet de chasse illicite et de commercialisation de leurs viandes ou trophées dans la périphérie. Sur les 14 espèces chassées et commercialisées par les braconniers autour de la Réserve de la Pendjari, dix (10) espèces appartiennent à la classe des mammifères et sont plus précisément des espèces d'ongulées. Cette conclusion converge de façon partielle à celle de Gonedélé Bi *et al.* (2017), qui trouvent dans une étude des espèces chassées et commercialisées dans une forêt côtière de Côte d'Ivoire que les espèces de mammifères sont les plus chassées et échangées au niveau des restaurants échantillonnés. La divergence avec nos résultats, c'est que, parmi ces mammifères, Gonedélé Bi *et al.* (2017) indiquent que les espèces de rongeurs sont les plus dominantes. Cela peut s'expliquer quelque part, par le fait que cette chasse se déroule au niveau d'une forêt côtière dégradé par les activités cynégétiques où les espèces de grande taille ont disparu, et que seules, les espèces résilientes de petite taille abondent. De même, on peut penser que le braconnage pratiqué ici est un braconnage de subsistance où les prises sont échangées localement pour satisfaire la consommation locale de viande de brousse. Contrairement à notre cas présent où les quantités de viandes et de trophées des espèces de grande taille s'échangent hors des frontières béninoises. Au Ghana, Wiafe (2018) a décrit des cas de figure semblables à notre cas au Bénin avec douze espèces de mammifères identifiées sur un total de 69 gibiers abattus par les braconniers dans une aire protégées. La seule différence avec les résultats présents, c'est la forte dominance des espèces de primates avec particulièrement le singe de Lowe. De même McManara *et al.* (2015) mentionnent 254 espèces d'animaux sauvages prélevés par les chasseurs du Nord est du Ghana avec 57,5% d'espèces d'ongulées. Même si ces études sont des études de marchés et où les informations sont recueillies chez les commerçants, elles corroborent les résultats de la présente étude. Sur cette même lancée et toujours en Afrique de l'Ouest, Duffour *et al.* (2013) concluent que les artiodactyles et les rongeurs occupent une place de choix dans les captures des braconniers de subsistance. Ce résultat trouvé en Afrique occidentale est beaucoup proche de cette étude car les braconniers de subsistances et les braconniers commerciaux proches de la grande filière de venaison et d'ivoire sillonnent les périphéries des aires protégées de cette partie de l'Afrique.

Le cas critique des résultats de cette étude, est le braconnage des éléphants avec 17 éléphants braconnés. Maisels *et al.* (2013) et Breuer *et al.* (2016) ont déploré le même type de braconnage des pachydermes d'Afrique Centrale, de l'Ouest et de Madagascar. Pour Maisels *et al.* (2013), le braconnage pour le commerce d'ivoire a réduit les populations d'éléphants de forêts (*Loxodonta cyclotis*) de 62 % entre 2002 et 2011. Ce braconnage commercial, dans la périphérie de la Réserve de Biosphère de la Pendjari est le plus pernicieux et porte un coup aux différents systèmes de gestion mis sur pied pour soutenir la cogestion. Il interpelle tous ceux qui aiment la biodiversité animale, le monde des conservateurs et surtout les autorités en charge de la gestion de cette réserve. Il est urgent d'identifier les causes réelles de la persistance de la chasse commerciale dans la zone périphérique de la Réserve de Biosphère de la Pendjari et ses Territoires riverains. On se demande, à la manière de Duffy *et al.* (2016) et de Knapp *et al.* (2017) si la pauvreté n'est pas le socle de la persistance de ce phénomène de braconnage autour de cette aire protégée.

5. CONCLUSION

La commercialisation de viandes et trophées braconnés au sein des populations riveraines de la Réserve de Biosphère de la Pendjari est soutenue par quatre types d'acteurs tels que les chasseurs braconniers, les porteurs ou intermédiaires, les grossistes ou trafiquants ou commanditaires qui sont en réalité des commerçants et les consommateurs. Ces différents acteurs entretiennent des réseaux de distribution de viandes et trophées braconnés d'animaux, ramifiés en trois catégories de circuits clandestins de distribution dont les circuits courts, les circuits longs et les circuits internationaux. Les circuits internationaux étalent ses ramifications hors des frontières béninoises en alimentant la filière viande de brousse et des trophées.

Les espèces d'ongulées de grande taille, restent les plus en danger avec de fortes quantités de prélèvements pour la viande de brousse (*Syncerus caffer savanensis*, *Adenota kob*, *Hypotragus equinus*, *Kobus defassa*, *Phacochoerus aethiopicus*, *Hippopotamus amphibius*, *Redunca redunca*, *Damaliscus korrigum*, *Ourebia ourebi*, *Tragelaphus scriptus*, *Cecopithecus aethiopus*, *Orycteropus afer*) et les trophées d'ivoires (*Loxodonta africana*). Les grandes quantités des espèces de grande taille notées pour alimenter les circuits de commercialisation ont montré que le braconnage commercial est présent dans et autour de la Réserve de Biosphère de la Pendjari.

Les circuits de la chasse commerciale et ses ramifications décrits dans l'étude influencent négativement la gestion de cette réserve. Les autorités en charge de cette gestion recherchent des solutions adéquates pour freiner ce commerce de viandes et trophées braconnés et

mieux conserver les espèces de cette réserve. L'étude suggère d'utiliser le modèle de Gestion Axée sur les Méthodes Economiques Coutumières (GAMEC) de conservation de la faune. Cette méthode prend en compte les savoirs traditionnels en gestion de faune des peuples autochtones vivant autour de la réserve et toutes les connaissances scientifiques de ces derniers siècles sur la problématique de conservation de la faune.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient tous les chasseurs qui ont accepté participer à cette recherche et les responsables de l'Union des Associations Villageoises de Gestion des Réserves de Faune (U-AVIGREF) pour la réussite de cette recherche. De même que les commerçants de viandes de brousse qui ont accepté témoigner reçoivent ici les sincères reconnaissances.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Abernethy, K. A., L. Coad, G. Taylor, M. E. Lee, and F. Maisels. 2013. Extent and ecological consequences of hunting in Central African rainforests in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 368:20120303.
- Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA) du Bénin, 2013. Rapport d'activités pour l'année 2013 au Bénin.
- Ahmadi, S.; Maman, S.; Zoumenou, R.; Massougbojji, A.; Cot, M.; Glorennec, P.; Bodeau-Livinec, F. Hunting, 2018. Sale, and Consumption of Bushmeat Killed by Lead-Based Ammunition in Benin. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018, 15, 1140.
- Alves, R. R. N., and Barboza, R. R. D., 2018. "The role of animals in human culture," in *Ethnozoology*, eds R. R. N. Alves and U. P. Albuquerque (Oxford, UK: Elsevier), 277–301.
- Benítez-López, A., Alkemade, R., Schipper, A. M., Ingram, D. J., Verweij, P. A., Eikelboom, J. A., *et al.*, 2017. The impact of hunting on tropical mammal and bird populations. *Science* 356, 180–183. doi: 10.1126/science.aaj1891
- Bitty, E.A. & Kadjo, Blaise & Koffi, Jean-Claude & Kouassi, P.K., 2014. Bushmeat survey an indicator of wildlife disappearance in Soubre Region, Côte d'Ivoire. *Livestock Research for Rural Development*. 26.
- Bobo, K. S., T. O. W. Kamgaing, E. C. Kamdoum & Z. C. B. Dzefack. 2015. Bushmeat hunting in south-eastern Cameroon: magnitude and impact on duikers (*Cephalophus* spp.). *African Study Monographs* 51: 119-141.
- Breuer, T., F. Maisels, and V. Fishlock. 2016. The consequences of poaching and anthropogenic change for forest elephants. *Conservation Biology* 30: 1019-1026.
- Bordeleau, S., Asselin, H., Mazerolle, M. J., and Imbeau, L., 2016. "Is it still safe to eat traditional food?" Addressing traditional food safety concerns in aboriginal communities. *Sci. Total Environ.* 565, 529–538. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.04.189
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., & Dirzo, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(30), E6089-E6096.
- Centre National de Gestion des Réserves de Faune, 2015. Plan d'Aménagement et de Gestion Participatif de la Réserve de Biosphère de la Pendjari. PAPE-Composante 2. Cotonou, 154 pages.
- Chaber A. L, Allebone-Webb S., Lignereux Y., Cunningham A.A, Rowcliffe J. M. 2010. The Scale of Illegal Meat Importation from Africa to Europe via Paris. *Conservation Letters* 3: 317–321
- Chabi-Boni S.D., 2014. Commercialisation de viandes et trophées braconnés et gestion de la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Mémoire de DEA, Université de Parakou, 102 p.
- Brashares, Justin & Golden, Christopher & Z Weinbaum, Karen & Barrett, Christopher & V Okello, G., 2011. Economic and geographic drivers of wildlife consumption in Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 108. 13931-6. 10.1073/pnas.1011526108.
- Cawthorn, D.M. and Hoffman, L. C., 2016. Controversial cuisine: A global account of the demand, supply and acceptance of "unconventional" and "exotic" meats. *Meat science*.
- Coad, L., J. Schleicher, E.J. Milner-Gulland, T.R. Marthews, M. Starkey, A. Manica, A. Balmford, *et al.* 2013. Social and ecological change over a decade in a village hunting system, central Gabon. *Conservation Biology* 27(2): 270-280.
- Cooney, R., Roe, D., Dublin, H., Phelps, J., Wilkie, D., Keane, A., *et al.*, 2017. From poachers to protectors: engaging local communities in solutions to illegal wildlife trade. *Conserv. Lett.* 10, 367–374. doi: 10.1111/conl.12294
- Daouda A. I. H. Nago, S. G. A. Djego-Djossou, S., Hennou A., da Silva J.-R., Oumorou O., Ayo O. R., Migan M. E-A. Offin, G., Tayewo O., Mensah G. A. et Sinsin B. A. 2017. Aires d'occurrence et ethnozoologie du daman des rochers (*Procavia capensis kerstingii*) dans la partie septentrionale du Bénin, in *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, ISSN : 1025-2355. pp.20-30.

- Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J., and Collen, B., 2014. Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345, 401–406. doi: 10.1126/science.1251817
- Djagoun, C. A., Sogbohossou, E. A., Kassa, B., Ahouandjinou, C. B., Akpona, H. A., & Sinsin, B., 2018. Effectiveness of Protected Areas in Conserving the Highly Hunted Mammal Species as Bushmeat in Southern Benin. *The Open Ecology Journal*, 11(1). <http://>
- Doughty, Hunter & Karpanty, Sarah & Wilbur, Henry. 2014. Local hunting of carnivores in forested Africa: A meta-analysis. *Oryx*. 49. 88-95. 10.1017/S0030605314000179
- Duda R., Gallois S., Reyes-García V. 2017. Hunting techniques, wildlife offtake and market integration. A perspective from individual variations among the Baka (Cameroon), *African Study Monographs* 38(2): 1-30.
- Duffy, Rosaleen and Freya A. V. St John, 2013. Poverty, Poaching and Trafficking: What are the links? Consultancy Report for DFID, (June 2013).
- Dufour, S., Bikouyah, G., Gautier, M., Nganga, P.Y., Ohlsen, A., Bah, C., Ouendeno, B.D.F., Ansoumane, Moussa, Gamys, A., Aissatou. , 2013. Etude de la chasse et de la filière gibier dans le corridor du Chemin de fer-Projet SIMAN-DOU/Rio-Tinto, 217p.
- Fargeot C., Drouet-Hoguet N., Le Bel S., 2017. The role of bushmeat in urban household consumption: Insights from Bangui, the capital city of the Central African Republic; BOIS ET FORÊTS DES TROPIQUES, 2017, N° 332 (2)
- Fonkwo S., Nguedem & Mpoame, Mbida & Angwafo, Tsi Evaristus & Ebua Valentine, Buh., 2018. Hunting of Preuss red colobus (*Procolobus preussi*) in Korup National Park, Cameroon. *International Journal of Biodiversity and Conservation*. 10. 100-105. 10.5897/IJBC2017.1110.
- Hoover, C., Parker, C., Hornby, C., Ostertag, S., Hansen-Craik, K., Pearce, T., *et al.*, 2017. Cultural relevance in Arctic food security initiatives. *Sustain. Food Futures* 2, 17–18.
- Institut National de la statistique et d'analyse économique (INSAE), 2013. Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation du Bénin
- Johnston L. G., Sabin K., 2010. Échantillonnage déterminé selon les répondants pour les populations difficiles à joindre. *Methodological Innovations Online*, 5 (2): 38-48.
- Knapp E.J, Peace N, Bechtel L., 2017. Poachers and Poverty: Assessing Objective and Subjective Measures of Poverty among Illegal Hunters Outside Ruaha National Park, Tanzania. *Conservat Soc* 2017;15:24-32
- Kpetere J., Nago S. G. A., Natta A. K., Houessou L., Keita N. T. 2015. Connaissances ethnozoologiques et importance de l'hippopotame commun (*Hippopotamus amphibius amphibius* Linné, 1758) pour les populations du Nord-Est Bénin: Implication pour sa conservation et valorisation durable, in *Annales de l'Université de Parakou, Série « Sciences Naturelles et Agronomie, Volume 5, Numéro 1, ISBN/ISSN : 678-99919-62-55-9*
- Kümpel, N.F., Milner-Gulland, E.J., Cowlshaw, G., & Rowcliffe, J.M., 2010. Incentives for hunting: the role of bushmeat in the household economy in rural Equatorial Guinea. *Human Ecology*, 38(2), 251-264.
- Lescuyer, G., Nasi, R. 2016. Financial and economic values of bushmeat in rural and urban livelihoods in Cameroon: Inputs to the development of public policy. *International Forestry Review*, 18 (Supplement 1): 93-107. <http://dx.doi.org/10.1505/146554816819683726>
- Lindsey, P. A., G. Balme, M. Becker, C. Begg, C. Bento, C. Bocchino, A. Dickman, R. W. Diggle, H. Eves, P. Henschel, and others. 2013. The bushmeat trade in African savannas: Impacts, drivers, and possible solutions. *Biological Conservation* 160:80-96.
- Luiselli, L., Petrozzi, F., Akani, G.C., Di Vittorio, M., Amadi, N., Ebere, N. *et al.*, 2017. Rehashing bushmeat – interview campaigns reveal some controversial issues about the bushmeat trade dynamics in Nigeria. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 72, 3–18.
- Maisels, F., Strindberg, S. & Blake, S. *et al.* (2013) “Devastating decline of forest elephants in central Africa”, *PLoS ONE*, 8(3), p. e59469. doi: 10.1371/journal.pone.0059469
- Manfredo, M. J., Bruskotter, J. T., Teel, T. L., Fulton, D., Schwartz, S. H., Arlinghaus, R., *et al.* (2017). Why social values cannot be changed for the sake of conservation. *Conserv. Biol.* 31, 772–780. doi: 10.1111/cobi.12855
- M'bete P., Ngokaka C., Akouango F., Bonazebe N., Vouidibio J., 2011. Evaluation des quantités de gibiers prélevés autour du Parc National d'Odzala-Kokoua et leurs impacts sur la dégradation de la biodiversité ; in *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2010. Vol. 8, Issue 3: 1061- 1069. ISSN 2071 - 7024
- McNamara, J., J. Kusimi, J. Rowcliffe, G. Cowlshaw, A. Brenyah, and E. Milner-Gulland. 2015. Long-term spatio-temporal changes in a West African bushmeat trade system. *Conservation Biology*.
- Maxwell, Sean & Fuller, Richard & Brooks, Thomas & Watson, James. 2016. Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature*. 536. 143-145. 10.1038/536143a.
- Natta A. K., Nago S. G. A., Keke P. J.-C., 2014. Structure et traits ethnozoologiques du buffle de forêt (*Syncerus caffer nanus*) dans la forêt classée d'Agoua (Centre Bénin) ; in *Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie »*, Vol.4 (No.1) : 39-52, ISBN/ISSN : 678-99919-62-55-9
- Natta, A., R., Sogbegnon, F., Tchobo, 2010. Connaissances Endogènes et Importance du *Pentadesma butyracea* (Clusiaceae) pour les Populations Autochtones au Nord Ouest Bénin. *Fruit, Vegetable, and Cereals Science and Biotechnology*, 4, 18-25. Global Science Books; Special issue I

- O'Neill, K., 2018. Traditional beneficiaries: trade bans, exemptions, and morality embodied in diets. *Agric. Hum. Values* 35, 1–13. doi: 10.1007/s10460-017-9846-0
- Ostrom E., 1990. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, New York, Cambridge University Press.
- Paul J., Hamerlynck O., Duvail S. 2014. La participation des communautés locales à la marchandisation de la Nature », *Civilisations*, 63 | 2014, 255-271.
- Petrozzi, F., Amori, G., Franco, D., Gaubert, P., Pacini, N., Eniang, E.A. *et al.*, 2016. Ecology of the bushmeat trade in West and Central Africa. *Tropical Ecology*, 57, 547–557.
- Programme d'Appui aux Parcs de l'Entente (PAPE) Composante 2 Bénin. 2014 : Dénombrement pedestre de la faune dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W-Bénin. CENAGREF. 127 pages.
- Ripple W. J., Chapron G., López-Bao J. V., Durant S. M., Macdonald D. W., Lindsey P. A., ... Zhang L. 2017. Conserving the world's megafauna and biodiversity: The fierce urgency of now. *BioScience*, 67, 197–200.
- Ripple, W. J., Abernethy, K., Betts, M. G., Chapron, G., Dirzo, R., Galetti, M., *et al.*, 2016. Bushmeat hunting and extinction risk to the world's mammals. *R. Soc. Open Sci.* 3:160498. doi: 10.1098/rsos.160498
- Taylor, G., J. Scharlemann, M. Rowcliffe, N. Kämpel, M. Harfoot, J. Fa, R. Melisch, E. MilnerGulland, S. Bhagwat, and K. Abernethy. 2015. Synthesising bushmeat research effort in West and Central Africa: A new regional database. *Biological Conservation* 181:199-205.
- van Velden, J., Wilson, K., and Biggs, D., 2018. The evidence for the bushmeat crisis in African savannas: A systematic quantitative literature review. *Biological Conservation*, 221, 345–356. doi: 10.1016/j.biocon.2018.03.022
- van Vliet N., 2018. "Bushmeat Crisis" and "Cultural Imperialism" in Wildlife Management? Taking Value Orientations into Account for a More Sustainable and Culturally Acceptable Wildmeat Sector. *Front. Ecol. Evol.* 6:112. doi: 10.3389/fevo.2018.00112
- van Vliet, N. van, Muhindo, J., Nyumu, J. K., Mushagala, O., & Nasi, R., 2018. Mammal Depletion Processes as Evidenced From Spatially Explicit and Temporal Local Ecological Knowledge. *Tropical Conservation Science*. <https://doi.org/10.1177/1940082918799494>
- van Vliet, N., Cornelis, D., Nguingiri, J. C., Le Bel, S., Nasi, R., and Ratiarison, S., 2017a. "Les piliers d'avenir pour la gestion durable de la chasse villageoise en Afrique central," in *Communautés Locales et Utilisation Durable de la Faune en Afrique centrale*. eds N. van Vliet, J.-C. Nguingiri, D. Cornelis and S. et Le Bel (Bogor: CIFOR), 169–171.
- van Vliet, N., Moreno, J., Gomez, J., Zhou, W., Fa, J. E., Golden, C., *et al.*, 2017b. Bushmeat and human health: Assessing the Evidence in tropical and subtropical forests. *Ethnobiol. Conserv.* 6, 1–45. doi: 10.15451/ec2017-04-6.3-1-45
- Weinbaum Z., Karen & Brashares, Justin & Golden, Christopher & Getz, Wayne & Worm, Boris. 2013. Searching for sustainability: Are assessments of wildlife harvests behind the times? *Ecology letters*. 16. 10.1111/ele.12008.
- Wilfred, P. & Maccoll A. 2015. Local perspectives on factors influencing the extent of wildlife poaching for bushmeat in a game reserve, western Tanzania. *International Journal of Conservation Science* 6.
- Wilkie, D. S., Wieland, M., Boulet, H., Le Bel, S., Vliet, N., Cornelis, D., *et al.*, 2016. Eating and conserving bushmeat in Africa. *Afr. J. Ecol.* 54, 402–414. doi: 10.1111/aje.12392
- Wiafe, E.D., 2018. Hunted species and hunting equipment used by rainforest poachers in Ghana. *Journal of Threatened Taxa* 10(2): 11285 11289; <http://doi.org/10.11609/jott.3416.10.2.11285-11289>
- Wicander S, Coad L., 2018 .Can the Provision of Alternative Livelihoods Reduce the Impact of Wild Meat Hunting in West and Central Africa?. *Conservat Soc* 2018; 16:441-58
- Wood K. L, Tenger B., Morf NV, Kratzer A, 2014. Report to CITES: CITES-Listed Species at Risk from the Illegal Trafficking of Bushmeat; Results of a 2012 study in Switzerland's International Airports. An Unpublished Report to CITES, Switzerland, 127 pages.



Opportunité de valorisation de l'écotourisme à Boukoubé au Nord Bénin, Afrique de l'Ouest

Stella M. B. F. SOKPON^{1,*}, Samadori S. H. BIAOU^{1,2}, Eméline S. P. ASSEDE^{1,2}

¹ Laboratoire d'Ecologie, de Botanique et de Biologie Végétale (LEB), Université de Parakou, 03 BP 125, Parakou, Bénin

² Département d'Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles (DAGR), Faculté d'Agronomie, BP 123, Université de Parakou, Bénin

Reçu le 23 Octobre 2017 - Accepté le 31 Mai 2018

Résumé : L'écotourisme est un moyen efficace d'intégration des intérêts de conservation et de développement économique des populations rurales. Au Bénin, le potentiel écotouristique des régions de l'Atacora serait un atout aussi bien pour la conservation des ressources naturelles que pour l'amélioration du mieux-être économique des populations locales. Cette étude a pour objectif d'évaluer le potentiel écotouristique de la commune de Boukoubé au Nord Bénin. Un inventaire systématique de potentiels sites écotouristiques a été conduit à travers une enquête de terrain. L'inventaire des potentialités nous a permis de réaliser une carte écotouristique de la commune. L'analyse descriptive des données indique un total de 41 potentialités écotouristiques dans la commune de Boukoubé, avec une moyenne de 5 potentialités par arrondissement. Elles sont réparties en trois catégories suivant leur nature : les potentialités de type naturel (22), les potentialités de type culturel (16), et les potentialités classées dans la catégorie des petites activités socioéconomiques à intérêt écotouristique (3). Pour Boukoubé qui est l'une des communes les plus pauvres du Bénin, l'écotourisme constitue donc une opportunité à saisir et un levier potentiellement important de développement.

Mots clés: Ecotourisme, population locale, potentialités, sites écotouristiques, Boukoubé.

Opportunity to promote ecotourism in Boukoubé, North Benin, West Africa

Abstract: Ecotourism is an effective way for integrating the conservation and economic development interests of rural people. In Benin, the ecotourism potential of the Atacora regions would be an asset both for the conservation of natural resources and the improvement of the economic well-being of local populations. This study aims to evaluate the ecotourism potential of the commune of Boukoubé in northern Benin. A systematic inventory of potential ecotourism elements was conducted through field investigations. The ecotourism map of the commune was established based on the inventoried ecotourism elements. A descriptive analysis of the data shows a total of 41 ecotourism potentials in the commune of Boukoubé, with an average of 5 potentialities per district. They are organized into three categories according to their nature: natural-type potentialities (22), cultural-type potentialities (16), and potentialities classified as small socio-economic activities with ecotourism interest (3). As one of the poorest communes in Benin, proper management of the existing ecotourism potential could be an important shortcut for a rapid development of Boukoubé.

Keywords : Ecotourism, local population, potentialities, ecotourism sites, Boukoubé.

1. Introduction

Le tourisme contribue pour 10% au Produit Intérieur Brut international (UNWTO, 2015). Il constitue 9%

d'emplois sur le plan international, 6 % des exportations mondiales et 30 % des exportations de services. Il est hissé au deuxième rang au plan mondial des activités après le secteur pétrolier (CES, 2010). C'est également un secteur à très forte croissance, même devant l'agriculture. Les entrées internationales de touristes

ont connu une augmentation presque ininterrompue, passant de 25 millions en 1950, à 940 millions en 2010. Les voyages à destinations des économies émergentes ont connu une avancée plus rapide que ceux des destinations des économies avancées. Les dix pays ayant les taux de croissances les plus élevés dans le secteur des voyages et tourisme en 2011 étaient des pays émergents. Ainsi, le marché des économies émergentes est passé de 30% en 1980 à 47% en 2010 (CNUCED, 2013).

Le tourisme s'accompagne de plus en plus d'un tourisme écologique, l'écotourisme qui est une forme de voyage responsable dans les espaces naturels et qui contribue à la protection de l'environnement et au bien-être des populations locales (TIES, 1991). L'écotourisme est en effet présenté comme un moyen efficace d'intégration des intérêts de conservation et de développement économique des populations locales (Norris, 1992 ; Wallace, 1992 ; Weber, 1998).

Dans le contexte actuel d'intérêts accrus de la communauté internationale pour la gestion durable des ressources, l'écotourisme pourrait constituer un important moyen de valorisation durable des ressources (Gosling 1999; Wunder, 2000; Tisdell, 2001). Lorsqu'il est bien pratiqué, l'écotourisme constitue le secteur économique privilégié du développement durable (Vaughan, 2000; World Bank, 2003). De fait, en contribuant à la création d'emploi et de revenus pour plusieurs composantes vulnérables des sociétés rurales (BIT, 2011), l'écotourisme peut aussi participer à la réduction de la pauvreté, et à l'assurance de la sécurité alimentaire (Chaboud et al., 2003). L'écotourisme, pour jouer pleinement le rôle de développement, de conservation et d'appui à l'assurance de la sécurité alimentaire, nécessite l'analyse des potentialités et des possibilités de valorisation de ces dernières. L'étude des potentialités écotouristiques est cruciale car elle est la première étape pour la valorisation des potentialités écotouristiques.

Au Bénin il existe plusieurs potentialités touristiques voir écotouristiques non encore exploitées. Les plus connues sont le Musée da Silva de Porto-Novo, le Palais royal de Kétou, la route de l'esclave, le village souterrain d'Agongointo, la Grotte mariale de Dassa, les mamelles de Savè, le palais royal de Parakou, la chute d'eau de Kota, la cascade de Tanougou, les belvédères de Koussoungou à Boukoumbé, le parc national de la Pendjari et le parc national du W. Pourtant, le Bénin accueille environ 200 000 touristes par an pour des recettes d'environ 58 milliards de francs CFA (CES, 2010). Et ce secteur contribue jusqu'à 3% au PIB national du Bénin (Principaud, 2004). Dans le contexte actuel de décentralisation, le développement local est

largé promu et basé sur les ressources propres à la localité. Il s'agit de la valorisation de toutes les potentialités au niveau local. Il est donc capital de connaître ces potentialités, et d'en faire la typologie afin que cela puissent servir d'outils d'aide à la décision aux autorités communales. Le Bénin n'est pas en marge de cette politique et actuellement, du fait de la décentralisation, chaque commune doit s'auto développer afin d'assurer le bien-être de sa population sur tous les plans. C'est dans ce cadre qu'il est important d'inventorier les ressources écotouristiques de chaque commune. La présente étude vise à faire l'inventaire et la typologie des potentialités écotouristiques de la commune de Boukoumbé.

La commune de Boukoumbé a la particularité d'avoir un relief accidenté qui rend les activités agricoles contraignantes et conduit à un exode rural vers la commune voisine de Natitingou et vers d'autres communes hors du département de l'Atacora. Boukoumbé fait partie des zones agro-écologiques vulnérables du Bénin (PANA, 2008).

Face à la difficulté d'impulser réellement le développement de la commune de Boukoumbé par l'agriculture, il serait intéressant de trouver le levier de son développement ailleurs, une raison de plus pour étudier ses potentialités écotouristiques.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

Située dans le département de l'Atacora, au Nord-Ouest du Bénin, la commune de Boukoumbé s'étend sur une superficie de 1.036 Km². Elle se trouve en zone soudanienne entre 10° et 10°30' de latitude Nord puis 0°50' et 1°25' de longitude Est (Figure 1). La commune de Boukoumbé bénéficie d'un climat de type soudanien caractérisé par une saison sèche (novembre à avril) et une saison pluvieuse (mai à octobre). Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 1.011mm en 69 jours de pluie. La température moyenne annuelle oscille autour de 25°C et 29°C. La chaîne de l'Atacora qui traverse la commune du Nord-Est au Sud-Ouest lui confère un relief assez accidenté, d'aspect touristique unique dans tout le pays (Ekué et al., 2008). Le réseau hydrographique est constitué de vingt-deux (22) rivières réparties dans les différents arrondissements. A cela s'ajoutent deux fleuves et quelques mares, habitats d'une diversité floristique et faunique exceptionnelle (Akoègninou et al., 2006). La population de Boukoumbé compte 82 450 habitants (RGPH4, 2013). La diversité socio-culturelle associée à cette région se lit à travers des paysages soutenus par des constructions architecturales variées et typiques.

* Auteur Correspondant : stellasokpon@gmail.com

Copyright © 2018 Université de Parakou, Bénin

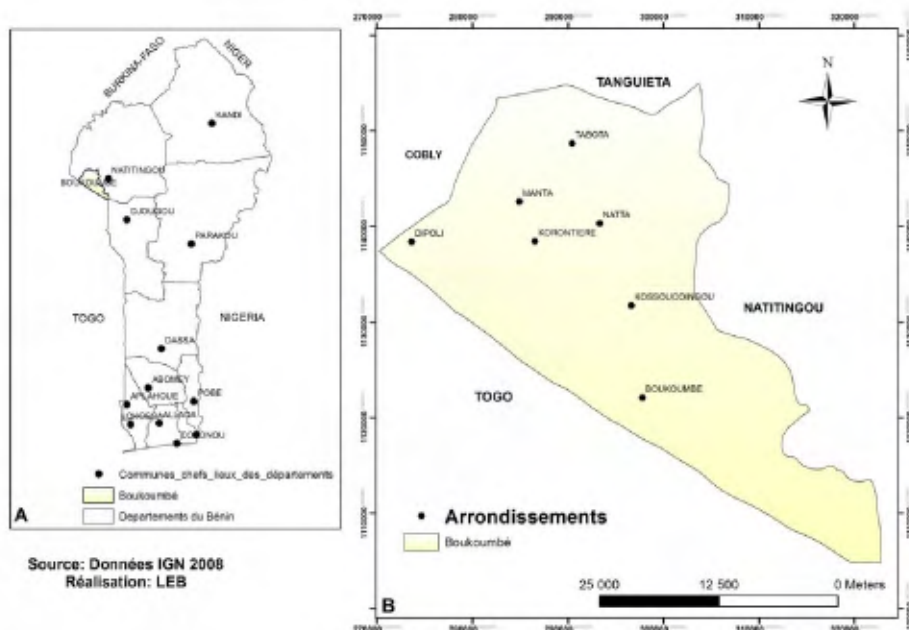


Figure 1 : Carte du milieu d'étude montrant la localisation de la commune de boukoubmé au Bénin (A) et les arrondissements de la Commune de Boukoubmé (B).

Figure 1: Map of the study area showing the location of the Boukoubmé Commune in Benin (A) and the districts of the Boukoubmé Commune (B).

Le groupe socioculturel majoritaire est celui des Otammari. Il représente 92,4% de la population. Les autres groupes socioculturels (Lamba, Gangamba, Bèberbè ou Yindé, Djerma, Peulhs, Fon, Adja, Bariba, Dendi, Yoruba et Cocoli) représentent 7,6 %.

2.2. Collecte des données

2.2.1. Inventaire des potentialités

Un recensement exhaustif des sites répertoriés auprès de la Direction Départementale du Tourisme et l'ONG Eco-Bénin a été fait. Il a été complété par des observations directes sur le terrain. L'identification d'éventuels sites à potentialités écotouristiques non officiellement répertoriés a été conduite dans tous les sept arrondissements de Boukoubmé. Il s'agit des arrondissements de Koussouingou, Boukoubmé-centre, Manta, Natta, Tabota, Dipoli et Korontière. Pour le faire, un questionnaire semi structuré a été administré aux chefs d'arrondissement et chefs de villages sur l'existence de sites touristiques dans leur village. Les chefs d'arrondissement et de village enquêtés ont été sélectionnés de façon systématique. Les populations locales autour de ses sites potentiels ont été enquêtées sur

la présence des sites touristiques. Elles ont aussi aidés à l'identification de ces sites. Au total, soixante (60) individus ont été enquêtés dans les sept arrondissements. Pour tous les sites visités, des photos ont été prises avec un appareil photo-numérique de marque Samsung.

2.2.2 Caractérisation et cartographie des sites à potentialités écotouristiques

Les coordonnées GPS de tous les potentiels sites écotouristiques recensés et identifiés ont été prises avec un GPS (Global Positioning System) GARMIN 64. Ceci a permis d'établir la carte écotouristique de la commune.

2.3. Analyse des données

2.3.1. Inventaire des potentialités

Une analyse descriptive (localité, particularités, état et niveau de conservation de la potentialité) des potentialités écotouristiques recensées dans la commune de Boukoubmé a été faite. Pour chaque arrondissement, la liste exhaustive de toutes les potentialités a été faite avec leurs descriptions.

2.3.2 Caractérisation et cartographie des sites à potentialités écotouristiques

La caractérisation des potentialités écotouristiques a suivi les critères de Akoha (2012). Trois principales catégories ont été retenues : les potentialités physiques et naturelles, les potentialités relatives à l'héritage historique et culturel, et les activités socio-économiques d'intérêt touristique. L'écotourisme pour assurer sa durabilité doit s'inspirer de la pureté de l'environnement (Leroux, 2010). Ceci passe par la réduction de la pollution de l'air, de l'eau, du sol et de la production de déchets par les entreprises touristiques et les visiteurs. Nous nous sommes basées sur ces critères pour définir la qualité des potentiels sites écotouristiques inventoriés. La qualité étant retenue dans cette étude comme ce qui rend une marchandise ou un service plus ou moins appréciable pour le consommateur ou l'utilisateur. La norme de référence du vocabulaire qualité des systèmes de management de la qualité, la définit comme l'« aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques d'un objet (produit, service,) à satisfaire des exigences » (Forman et Gourdon, 2003). Ce terme peut être utilisé avec des qualificatifs tels que médiocre, bon ou excellent.

Dans cette étude, les sites à potentialités écotouristiques ont été classés comme de qualité très bonne, bonne et moyenne. Un site est de qualité très bonne lorsque la ressource visée est véritablement à l'état naturel et n'a pas subi de réelles pressions anthropiques. La qualité est dite bonne lorsque la ressource a subi des pressions anthropiques modérées. Elle est dite moyenne lorsque la ressource n'est plus à son état naturel, à cause des pressions subies et nécessite de grands aménagements pour sa restauration.

Pour ce qui est des potentialités culturelles, elles ont été classées comme très bonnes lorsqu'elles sont caractéristiques de la culture Otammari. La culture Otammari est caractérisée par un habitat atypique appelé tata somba, et des objets d'arts qui lui sont propres. Pour établir la carte écotouristique de la commune de Boukoubé nous avons utilisé le logiciel ArcGIS 10.6.1.

3. Résultats et discussions

3.1. Potentialités écotouristiques de la commune de Boukoubé

Au total 41 sites (respectivement 25 et 16 géo-référencés et non géo-référencés) ont été recensés à travers les sept arrondissements de Boukoubé (Tableau 1). Le potentiel touristique d'une bonne partie (40%) des sites géo-référencés est déterminé par une hydrologique telles que les chutes et les cascades.

En moyenne (5) cinq potentialités ont été recensées par arrondissement. Les arrondissements les plus riches en sites écotouristiques sont les arrondissements de Manta (8 potentialités), de Korontière (7 potentialités)

et de Koussoucoingou (7 potentialités). L'arrondissement le moins riche en sites écotouristiques est l'arrondissement de Tabota (4). Les arrondissements qui disposent de potentialités de très bonne qualité sont les arrondissements de Manta, Korontière, Boukoubé et Dipoli. Ils disposent tous de quatre potentialités de qualité très bonne. Les types de potentialités écotouristiques qui dominent dans la région de Boukoubé sont les potentialités naturelles avec les arrondissements de Manta, Korontière et Natta qui sont plus riches en potentialités naturelles.

Pour l'ensemble de la commune de Boukoubé vingt-quatre (24) sites sont de qualité très bonne, onze (11) de qualité bonne et trois (03) de qualité moyenne. Le site Idimi de Tadouota dans l'arrondissement de Manta est un site de qualité très bonne. Il s'agit d'une chute unique en son genre dont la berge est protégée par des pierres naturelles. Ce site, marqué par l'absence de toute perturbation anthropique se trouve actuellement dans un bon état de conservation. C'est un véritablement élément touristique naturel sans aucun aménagement, ni action de l'homme, avec tout autour une végétation verdoyante toute l'année. En général, les potentialités touristiques sont conservées et entretenues par les populations locales pour des fins de cérémonies et rituels traditionnelles. Cependant, les potentialités culturelles et culturelles sont en voie de disparition du fait de la modernisation, et d'un manque de vision touristique de ces ressources.






3.2. Caractérisation et cartographie des potentialités écotouristiques de la commune de Boukoubé


Trois catégories de potentialités ont été différenciées (Tableau 1). La première catégorie concerne les potentialités naturelles qui regroupent vingt-deux (22) potentialités comprenant des chutes, cascades, mares, rivières, forêts, montagnes, collines, paysages et espèces naturelles telles que l'arbre fétiche de Dipoli et le Baobab à trou de Koussoucoingou. La deuxième catégorie, les potentialités culturelles regroupe seize (16) potentialités dont les danses traditionnelles, les habitats Tata Somba, les greniers, la forge, et le Tam-tam «Fabouounfa». La troisième catégorie, les petites activités socio-économiques d'intérêt écotouristique, regroupe trois (3) potentialités dont la sculpture de Kouyngou, les objets d'art des artisans de Koussou (paniers, éventails et autres), et l'artisanat de Boukoubé-centre à travers les poteries des femmes et les objets d'art.

La carte écotouristique met en exergue les différentes potentialités écotouristiques des sept arrondissements de la commune de Boukoubé et leur localisation (Figure 2).

Tableau 1: Caractéristiques des sites écotouristiques par arrondissement et qualité de leurs potentialités touristiques

Table 1: Characteristics of ecotourism sites per district and quality of their touristic potential

Arrondissements	Illustration photographique	Potentialités	Genre	Etat	Qualité
Koussoucoingou		Les habitats Tatas Somba de Koussoucoingou	DR	Valorisé	Très bonne
		Relief composé de montagnes et de chaînes de montagnes	DR	Valorisé	Très bonne
		Le grand baobab à trou	DR	Valorisé	Bonne
		La source d'eau intarissable de Koussoucoingou	DR	Valorisé	Très bonne
		Les greniers sous les grottes de Koussoucoingou	DR	Valorisé	Bonne
		La forge de Takouanta	N	Non valorisé	Moyenne
		Les objets d'art des artisans de Koussou (paniers, éventails et autres)	N	Non valorisé	Bonne
		Source d'eau intarissable de Kougnagou			
Boukoumbé centre		Le pic d'est (montagne fétiche)	DR	Non valorisé	Très bonne
		Les habitats Tatas Somba de Boukoumbé-centre	DR	Valorisé	Très bonne
		L'artisanat de Boukoumbé centre : les poteries des femmes et les objets d'art	N	Non valorisé	Très bonne
		Danse traditionnelle	DR	Organisé	Très bonne
Pic d'est Odendé et Tata à Boukoumbé centre					
Natta		La petite cascade de Kounagnigou	DR	Non valorisé	Très bonne
		La rivière Kùmagù	N	Non valorisé	Très bonne
		La petite chute Kùtamagù de Kounacougou	DR	Non valorisé	Bonne
		La forêt communautaire de Natta	N	Non valorisé	Moyenne
		Les Tatas de Natta	DR	Non valorisé	Bonne
		Le paysage de Natta	N	Non valorisé	Très bonne
Cascade de Kounagnigou					
Manta		Le plus grand barrage de Boukoumbé Koukùangou	N	Non valorisé	Moyenne
		La forêt sacrée de Tachadjjéta	N	Non valorisé	Très bonne
		Les anciens greniers au niveau des falaises à Tadouota	N	Non valorisé	Non évalué
		La chute Kobouokù de Tachadiéta	N	Non valorisé	Très bonne
		La sculpture de Kouyingou	N	Non organisé	Non évalué
		La cérémonie et la danse « Tachata »	N	Non organisé	Non évalué
		La chute d'eau « Idimi » de Tadouota	N	Non valorisé	Très bonne
		Petite chute Kounapomponù issue d'une faille	N	Non valorisé	Très bonne
Chute d'eau Idimi					
Tabota		Les habitats Tatas Somba de Tabota	N	Non valorisé	Bonne
		Le Tata sacré de Koubentiégou	DR	Non valorisé	Très bonne
		Le Tata tombé du ciel	N	Non valorisé	Bonne
		Le tam-tam « Fabounfa »	N	Non valorisé	Très bonne
Tata sacré Koubentiégou					

<p>Korontière</p>  <p>Paysage de Korontière</p>	La montagne de Okouarù	N	Non valorisé Très bonne
	Les greniers de Korontière	N	Non valorisé Bonne
	La montagne Ounnantchantanoun (chez le chef)	DR	Non valorisé Très bonne
	Les habitats Tata Somba de Korontière	N	Non valorisé Bonne
	La faille de Kouya	DR	Non valorisé Bonne
	La mare à crocodile Koumpoata de Okouarou	N	Non valorisé Très bonne
	Le paysage de Korontière à travers ses nombreuses collines	N	Non valorisé Très bonne
	<p>Dipoli</p>	Les habitats de Tatas Somba de Dipoli	N
Le paysage de Dipoli		N	Non valorisé Très bonne
La petite rivière de Dimansari		N	Non valorisé Très bonne
L'arbre fétiche au niveau du marché de Dipoli		N	Non valorisé Très bonne
Les greniers de Dipoli		N	Non valorisé Très bonne

Légende : DR= Déjà répertorié ; N= Nouveau



Figure 2: Carte écotouristique de Boukoubé montrant les différentes ressources écotouristiques.

Figure 2: Ecotourism map of Boukoubé showing the different ecotourism resources

La commune de Boukoubé dispose d'une richesse importante de potentialités écotouristique à travers ses sept arrondissements. Du Sud-Est au Nord-Ouest de la commune (Figure 2), nous avons l'arrondissement de Koussoucoingou dont les ressources phares sont le baobab à trou de Koussoucoingou, la source d'eau intarissable de Kougnangou et l'une des plus grandes montagnes de Boukoubé à Kougnangou. Ensuite nous avons l'arrondissement de Boukoubé-centre dont la ressource phare est le Pic d'est Odendé, une montagne

fétiche. Du côté Est nous avons l'arrondissement de Natta où l'on retrouve une chute Kùtamagù, une cascade et une forêt communautaire. Au Nord-Est sur le même alignement l'on a l'arrondissement de Manta avec aussi deux chutes, un barrage et une forêt sacrée. Du côté Ouest de l'arrondissement de Manta se trouve l'arrondissement de Korontière avec une mare à crocodiles et des montagnes. A l'Ouest de la commune, l'arrondissement de Dipoli est caractérisé par son arbre sacré et sa rivière Dimansari.

3.3. Implications pour le développement de l'écotourisme

Les activités génératrices de revenus sont assez faiblement représentées dans la commune de Boukoubé. L'agriculture est plus déficitaire qu'excédentaire et la production animale dans la commune de Boukoubé est peu développée. La pêche souffre de son statut d'activité économique marginale et d'une faible valorisation des ressources en eau disponibles. La chasse est informelle et n'a véritablement pas une place économique dans les activités productrices de revenus des populations de Boukoubé. Par contre, la commune de Boukoubé a une riche culture en terme de tourisme et d'hôtellerie, qui a survécu à toutes les influences externes (la colonisation, le christianisme et l'islam) et un paysage pittoresque unique au Bénin. Mais le manque à gagner est assez important compte tenu de l'insuffisance d'infrastructures de haut standing, mettant ainsi la commune en insécurité alimentaire (MAEP, 2014).

L'inventaire des ressources écotouristiques d'une région est important car il permet d'apprécier à juste titre toutes les potentialités de cette région et constitue une force à exploiter vu qu'aujourd'hui le tourisme compte pour près de 10% du PIB international. Au total, nous avons identifié 41 potentialités écotouristiques pour la commune de Boukoubé constituées de 22 potentialités naturelles, 16 potentialités culturelles et 3 potentialités classées dans les catégories des petites activités socio-économiques à intérêt écotouristique. Cette typologie peut varier selon les objectifs de l'étude. Dans notre cas la typologie est influencée par notre volonté de catégoriser les potentialités à des fins touristiques et écotouristiques. Mais une autre typologie peut être par exemple sur la base de la sensibilité des ressources naturelles aux variables climatiques. Vu toutes les potentialités dont regorge Boukoubé, et son paysage unique, on est à même d'affirmer que la commune constitue à elle seule une destination uniquement pour le Bénin. Elle peut valablement compléter les circuits touristiques ou écotouristiques du Nord Bénin déjà existants. Les possibilités de l'inscription du paysage de Boukoubé comme aires protégées de la catégorie V (paysage terrestre ou marin protégé) de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature) pourraient être explorées. En effet les aires protégées de catégories V sont des aires protégées où l'interaction hommes-nature a produit au fil du temps une aire qui possède un caractère distinct avec des valeurs écologiques, biologiques, culturelles et panoramiques considérables. La sauvegarde de l'intégrité de cette interaction est vitale pour protéger et maintenir l'aire, la nature associée ainsi que d'autres valeurs pas forcément visibles. L'objectif premier de cette catégorie est de protéger d'importants paysages terrestres ou marins, la nature qui y est associée, ainsi que d'autres valeurs créées par des interactions avec les pratiques de gestion traditionnelles. Boukoubé se prête bien à ces critères et

cette classification pourra aider à la sauvegarde de son paysage unique composé de Tatas, de la culture Otamari, des montagnes, falaises et habitats d'espèces animales et végétales.

Pour mieux conserver une ressource il faudrait la connaître. Cette étude nous permet donc de connaître les ressources écotouristiques de la commune de Boukoubé pour une meilleure conservation de celle-ci tout en permettant à la population locale d'en tirer profit pour un mieux-être économique et social. Cela permet de se rendre compte de l'importance des potentialités à travers ce que cette activité est susceptible de générer, de mieux planifier le plan de développement communal et d'ériger l'écotourisme comme véritable socle de développement de la commune. Bien que le tourisme soit une solution pour l'amélioration des revenus des populations locales (McCool et Martin, 1994; Perdue et al., 1990) et une meilleure possibilité d'emploi (Gilbert et Clark, 1997; Johnson et al., 1994), l'écotourisme est aussi vu aujourd'hui comme une alternative plus intéressante qui assure la conservation et la protection des milieux visités par rapport au tourisme de masse qui favorise la destruction des écosystèmes, la pollution des espaces et leur dénaturalisation.

5. CONCLUSION

L'écotourisme est une forme de voyage responsable, dans les espaces naturels qui contribue à la protection de l'environnement et au bien-être des populations locales. S'il est bien pratiqué, il constitue une richesse très importante. Sa mise en œuvre ne peut toutefois se faire sans la connaissance des richesses écotouristiques de la région concernée. Notre étude nous a permis de connaître effectivement les opportunités de valorisation de l'écotourisme à Boukoubé. La valorisation de ses potentialités permettra à l'écotourisme d'être le socle du développement de cette commune et permettra sans doute une amélioration des conditions de vie des populations locales. Une bonne politique communale est ainsi nécessaire pour la valorisation des potentialités de cette région. Cependant une chose est d'inventorier et de faire la typologie des potentialités écotouristiques d'une région pour un mieux-être de la population locale, encore faut-il s'assurer que celles-ci sont hors de danger dans le contexte de changement climatique qui impacte fortement d'autres secteurs comme l'agriculture et l'élevage. Du fait que la majorité des potentialités écotouristiques de Boukoubé sont à dépendance hydrologique, il urge d'évaluer les risques qu'encourent ces dernières face au développement effectif de l'écotourisme et aux changements climatiques.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Akoègninou, A. & S. Lisowski. 2004. Un *Ipomoea* (Convolvulaceae) nouveau et un *Thunbergia* (Acanthaceae) nouveau du Bénin. *Systematics and Geography of Plants* 74 (2): 337-340.
- Akoha, P.C. 2012. Potentialités touristiques du Bénin et opportunités d'emplois. [http://anpe-bj.org/le-blog/images/communications/Métiers de l'hotellerie et du tourisme/Potentialités touristiques du Bénin et opportunités d'emplois](http://anpe-bj.org/le-blog/images/communications/Métiers_de_l'hotellerie_et_du_tourisme/Potentialités_touristiques_du_Bénin_et_opportunités_d'emplois) (consulté le 13/02/2016).
- BIT. 2011. Outils sur la Réduction de la pauvreté par le Tourisme en Zone Rurale. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/ed_emp/documents/instructionalmaterial/wcms_176291.pdf. Organisation Internationale du Travail (consulté le 15/12/2015).
- CES. 2010. La contribution du secteur du tourisme à l'économie béninoise. http://cesbenin.org/public/images/ressource/cesbenin-11092012142141-rapport_ces_benin_tourisme.pdf. Conseil Economique et Social (consulté le 15/11/2016).
- Chaboud, C., Méral, P., & Andrianambinina, D. 2004. L'écotourisme comme nouveau mode de valorisation de l'environnement: diversité et stratégie des acteurs à Madagascar. *Mondes en Développement*, 32(1) :11-32.
- CNUCED. 2013. Tourisme durable. Contribution à la croissance économique et au développement durable. http://unctad.org/meetings/fr/SessionalDocuments/ciem5d2_fr.pdf. Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement (consulté le 5/3/2016).
- Ekué, M. R. M., Codjia, J. T. C., Fonton, B. K., & Asogbadjo, A. E. 2008. Diversité et préférences en ressources forestières alimentaires végétales des peuples Otammari de la région de Boukoumbé au Nord-Ouest du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 60.
- Froman, B. & Gourdon, C. 2003. Dictionnaire de la qualité.
- Gilbert, D., & Clark, M. 1997. An exploratory examination of urban tourism impact, with référence to residents attitudes, in the cities of Canterbury and Guildford. *Cities*, 14(6): 343-352.
- Gossling, S. 1999. Ecotourism: a means to safeguard biodiversity and ecosystem functions?. *Ecological Economics*, 29(2): 303-320.
- Johnson, J. D., Snepenger, D. J., & Akis, S. 1994. Residents' perceptions of tourism development. *Annals of Tourism Research*, 21(3): 629-642.
- Leroux, E. 2010. Vers un Tourisme Durable ou un écotourisme. *Management & Avenir*, 34,(4) : 234-238. doi:10.3917/mav.034.0234.
- MAEP. 2014. Rapport de Performance du Secteur Agricole, Gestion 2013. http://www.agriculture.gouv.bj/IMG/pdf/rapport_performance_maep_2013.pdf. (consulté le 26/1/2016)
- McCool, S.F., & Martin, S.R. 1994. Community attachment and attitudes toward tourism development. *Journal of Travel research*, 32(3), 29-34.
- Norris, R. 1992. Can ecotourism save natural areas. *National Parks*, 66(1-2):30-34.
- PANA. 2008. Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques du Bénin. <http://unfccc.int/resource/docs/napa/ben01f.pdf> (consulté le 8/10/2015).
- Perdue, R. R., Long, P.T., & Allen, L. 1990. Resident support for tourism development. *Annals of Tourism Research*, 17(4) : 586-599.
- Principaud, J. P. 2004. Le tourisme international au Bénin: une activité en pleine expansion. *Les Cahiers d'Outre-Mer. Revue de géographie de Bordeaux*, 57(226-227) : 91-216.
- RGPH4. 2013. Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation. <http://bethesdaaues.org/documents/Effectif%20de%20la%20population,RGPH%204.pdf>. (Consulté le 25/1/2016).
- TIES. 1991. Tardif, J. 2003. Écotourisme et développement durable. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 4(1).
- Tisdell, C. 2001. Tourism economics, the environment and development: analysis and policy. Edward Elgar Publishing.
- UNWTO. 2015. Tourism Highlights, 2015 Edition. <http://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284416899>. United Nations World Tourism Organization (consulté le 20/1/2016).
- Vaughan, D. 2000. Tourism and biodiversity: a convergence of interests? *International Affairs*, 76(2): 283-297.
- Wallace, G. N. 1992. Real ecotourism: assisting protected area managers and getting benefits to local people. In *4th World Congress on National Parks and Protected Areas. Caracas, Venezuela, February*. 10-21.
- Weber, W. 1998. Conservation des primates et écotourisme en Afrique. Wildlife Conservation Society, Bronx.
- World Bank. 2003. Sustainable Development in a Dynamic World. World Development Report 2003. World Bank and Oxford University Press. Washington DC. New-York.
- Wunder, S. 2000. Ecotourism and economic incentives—an empirical approach. *Ecological Economics*, 32(3):465-479.



Evaluation de la viabilité des exploitations cynicoles de la Commune Parakou au Nord du Bénin

Dansinou Silvère TOVIGNAN, Koladé Raoul ADEGUELOU, Paul HOUNTONDJI,
Amoudane BOURAIMA YACOUBOU

Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Bénin

Reçu le 3 Janvier 2018 - Accepté le 25 Juin 2018

Viability Assessment of Rabbit farms of Parakou in Northern Benin

Abstract: The development of rabbit breeding offers an entrepreneurial opportunity to youth in urban and peri-urban areas and ensures the accessibility of meat to a rapidly growing population. This study assesses the viability of rabbit farms in the municipal area of Parakou in Northern Benin. Then, data on the technical conduct of livestock, zootechnical and economic parameters were collected from 49 randomly selected farms. The hierarchical ascending classification with Ward criterion, applied to 9 relevant zootechnical variables (farm size and cleanliness, operation rate, average litter, number of breeding female, mortality rate, real growth, sanitary prophylaxis, provender quality) served to evaluate the technical viability. As for economic viability, production costs, gross income, profitability margins, and cost-benefit ratio were calculated. The viability classes obtained were differentiated using descriptive statistics (mean, frequency), the Chi-square independence and the mean comparison tests (ANOVA1 and Kruskal-Wallis). The results showed that 22.4% and 49% of farms are respectively technically and economically viable. In addition, 66.66% of economically viable farms are not technically viable and only 16.3% are both technically and economically viable. These results suggest that very few breeders respect technical standards, which has a negative impact on the economic viability. It is therefore important that the extension services increase their intervention with rabbit breeders. In addition, actions must be taken to improve their sanitary and food conditions.

Keywords: Rabbit farms, technical viability, economic viability, urban agriculture, Parakou, Benin.

Résumé : Le développement de la cyniculture offre une opportunité entrepreneuriale aux jeunes en milieu urbain et périurbain et assure l'accessibilité en protéine animale. Cet article évalue la viabilité des exploitations cynicoles de Parakou au Nord-Bénin. Les données relatives aux caractéristiques de l'exploitant, à la conduite de l'élevage et aux paramètres zootechniques et économiques ont été collectées auprès d'un échantillon aléatoire de 49 chefs d'exploitations cynicoles. La classification ascendante hiérarchique avec le critère de Ward, appliquée à 9 variables zootechniques pertinentes (taille et propreté de l'exploitation, taux d'exploitation, portée moyenne, nombre de femelles reproductrices, taux de mortalité, croît réel, prophylaxie sanitaire, qualité de la provende) a permis d'évaluer la viabilité technique. Quant à la viabilité économique, les coûts de production, le revenu brut, les marges de rentabilité et le ratio bénéfice-coût ont été calculés. Les classes de viabilité obtenues ont été différenciées à l'aide de statistiques descriptives (moyenne, fréquence), du test d'indépendance de Khi deux et des tests de comparaison de moyennes (ANOVA1, Kruskal-Wallis). Les résultats montrent que 22,4% et 49% des exploitations sont respectivement techniquement et économiquement viables. De plus, 66,66% des exploitations économiquement viables ne le sont pas techniquement et seulement 16,3% sont à la fois techniquement et économiquement viables. Il ressort de ces résultats que très peu de cyniculteurs respectent les normes techniques d'élevage, ce qui se répercute négativement sur la viabilité économique. Il importe donc que les services d'encadrement technique accroissent leur intervention auprès des éleveurs cynicoles. De plus, des actions doivent être prises pour améliorer leurs conditions sanitaires et alimentaires.

Mots clés: Exploitation cynicole, viabilité technique, viabilité économique, agriculture urbaine, Parakou, Bénin.

1. Introduction

Le sous-secteur de l'élevage au Bénin crée non seulement de la richesse intérieure mais surtout fournit de la protéine animale pour l'alimentation humaine (MAEP, 2016). Les productions animales contribuent à hauteur de 14,8% au PIB agricole (FAO, 2018). Elles contribuent à la sécurisation des familles, la capitalisation de ressources, la diversification des activités, l'intégration économique et sociale et jouent un rôle économique indirect notamment par la fertilisation organique qu'elle procure aux sols ainsi que par la culture attelée (Gbangboché et al., 2005). La contribution du sous-secteur élevage au PIB agricole a augmenté de 2,88 points passant de 15,50% en 2011 à 18,5% en 2014. Le niveau atteint en 2014 est supérieur à la cible de 2015 qui est de 16% (FAO, 2018; MAEP, 2016).

Malgré les efforts menés par le gouvernement pour promouvoir l'élevage ces dernières années, les potentialités locales existantes demeurent faiblement valorisées (MAEP, 2016). L'élevage, peu développé et peu organisé, constitue une activité secondaire caractérisée par une très faible productivité au Bénin (Mensah, 2006). Ce qui fait que malheureusement la demande en produits carnés est aujourd'hui satisfaite majoritairement par les importations (MAEP, 2016). Les productions sont en dessous des besoins en protéines animales d'une population en pleine expansion démographique (MAEP, 2011). Le niveau élevé des importations de viande traduit l'ampleur du déficit de l'offre intérieure qui est estimée à 52% pour la viande, 34% pour le lait et 62% pour les œufs (FAO, 2018). Au cours des trois dernières décennies, le volume total de viande importée de l'Union Européenne et des Etats-Unis a représenté le 1/3 de la production totale (Gbangboché et al., 2005). Ceci entraîne une situation alimentaire préoccupante dont le déficit protéique demeure l'un des aspects les plus graves. Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture en 2008 le niveau de consommation de protéines d'origine animale au Bénin a été estimé à 9 kilogrammes par habitant et par an. C'est un niveau de consommation qui est inférieur au seuil de consommation minimale recommandé, fixé par la FAO à 20 kilogrammes de protéines par an.

Pour pallier à cette situation et combler le déficit de plus en plus croissant en protéines animales, l'un des enjeux de la politique sectorielle dans le domaine de l'élevage est d'accorder une attention particulière aux espèces d'élevage non conventionnel dont le lapin (FAO, 2018; Gbangboché et al., 2005; MAEP, 2016).

Dans cette perspective, la cyniculture pourrait jouer un rôle important, notamment en améliorant la situation nutritionnelle très préoccupante (Tiemoko et al., 2018).

La cyniculture est pratiquée sur toute l'étendue du territoire et de nombreuses conditions favorables au développement rapide de son élevage existent (Kpodékon et Coudert, 1993). Mammifère très prolifique, le lapin est l'espèce animale qui donne le plus de viande en peu de temps (1,3 kg de carcasse en 4 mois dans nos conditions climatiques) (Tiemoko et al., 2018). Son élevage nécessite peu d'investissement initial et peut être pratiqué partout, sur quelques mètres carrés, le long d'un mur ou sous un arbre (Djago, 1998). Il est donc adapté aux personnes à revenus modestes et aux sans-terres, car sa pratique ne nécessite pas de grande superficie de terre (Tiemoko et al., 2018). Le lapin est un animal domestiqué qui vit facilement en élevage à proximité de l'homme et tout est utilisable dans les produits issus du lapin (carcasse, déjections) (Djago et Kpodékon, 2000). La cyniculture permet à la population de satisfaire ses besoins essentiels et également aux éleveurs de réaliser des investissements sur d'autres activités génératrices de bénéfices et leur assure un certain prestige social (Mensah, 2006). Il s'agit d'une activité relativement simple capable de procurer un revenu substantiel et contribuer à l'amélioration du régime alimentaire des ménages urbains et ruraux (Gnimadi, 1998).

Sur le plan alimentaire, la viande de lapin entre de plus en plus dans les habitudes alimentaires des Bénéinois (Goudjo, 2010). En effet, elle a des qualités exceptionnelles qui la distinguent des autres. Sa chair est savoureuse et ressemble à celle du poulet. Elle est digeste, riche en eau, en protides, en acides aminés essentiels, en fer et en vitamines (Djago et al., 2010). Elle est riche en protéines, car selon les travaux de (Djago and Kpodékon, 2007), 100 g de partie comestible de lapin prêt à cuire contient de protéines allant de 18,1 à 21,9 g puis de lipides oscillant entre 4,3 et 12,2 g. Les qualités nutritives du lapin en font une espèce dont la vulgarisation pourrait contribuer à l'amélioration du statut nutritionnel des familles béninoises. C'est une viande pauvre en lipides et peu calorifique, très bonne source de protéines de bonne qualité, riche en acides gras oméga 3, excellente source de vitamines (B3 et B12), de minéraux (phosphore, potassium) et d'oligoéléments (sélénium) (Lecerf and Clerc, 2009).

Malgré ces atouts et la forte demande tant nationale que sous-régionale en viande de lapin, la production cynicole tarde à décoller véritablement et est loin de satisfaire la demande locale (FAO, 2018; Kpodékon et al., 2008). De plus, les petites entreprises cynicoles qui naissent un peu partout dans le pays n'arrivent pas à exister sur plusieurs années.

Tout ceci est la résultante de nombreuses contraintes technico-économiques entravant le développement de la cyniculture. Ces contraintes comprennent entre

* Auteur Correspondant : tsilver@yahoo.fr, Tel: +22997281138
Copyright © 2018 Université de Parakou, Bénin

autres le faible accès aux intrants spécifiques et services d'appui-conseil et vétérinaires, le besoin en fond de roulement, le coût élevé de la provende, la cherté et la qualité parfois douteuse des aliments granulés disponibles sur le marché, les faibles productivité et production cynicoles, le faible niveau de maîtrise technique et de gestion des exploitations de lapin, les pathologies, le taux de mortalité élevé, l'insuffisance de formation des cyniculteurs et du contrôle de la qualité des viandes et aliments cynicoles (FAO, 2018; Kpodékon et al., 2008; Tiemoko et al., 2018).

Dans un tel contexte il est nécessaire de mieux maîtriser et améliorer les performances de la cyniculture dans les régions du pays afin d'en produire suffisamment et de façon durable. Les performances technico-économique sont primordiales dans la formation du revenu du cyniculteur (Amprou, 2007). Le développement de systèmes d'élevage cynicole plus durables est donc aujourd'hui une priorité (Fortun-Lamothe, 2007). C'est dans cette optique que la présente étude vise à évaluer la viabilité des exploitations cynicoles dans la Commune de Parakou. Elle s'inscrit dans le cadre de l'objectif d'amélioration de la productivité et de la production des produits animaux au Bénin à l'horizon 2025 (MAEP, 2016). De plus, elle permettra de fournir aux décideurs des éléments utiles qu'ils peuvent considérer et/ou améliorer pour assurer le développement et la durabilité des exploitations cynicoles dans la commune de Parakou.

Dans la suite, la structuration de l'article est axée sur les sections suivantes : les matériels et méthodes ; les résultats empiriques ; la discussion ; la conclusion et recommandations.

2. Matériel et méthodes

2.1. Zone d'étude

La commune de Parakou s'étend sur une superficie d'environ 441 km² et est limitée au Nord par la commune de N'dali, au Sud, à l'Est et à l'ouest par la commune de Tchaourou (Figure 1). Elle bénéficie d'un climat tropical humide de type Sud soudanien caractérisé par l'alternance d'une saison de pluies (Mai à Octobre) et d'une saison sèche (Novembre à Avril). C'est en Décembre-Janvier que l'on enregistre les températures les plus basses à Parakou. La précipitation moyenne annuelle de Parakou est de 1200 mm et la consommation animale représente environ 40% de la consommation départementale. Le problème principal qui hypothèque le développement du secteur de l'élevage est la forte prévalence des épizooties surtout sur les espèces à croissance rapide (PRODECOM, 2006). Sur le plan cynicole, la demande en lapins existe à Parakou mais elle n'est pas couverte par l'offre.

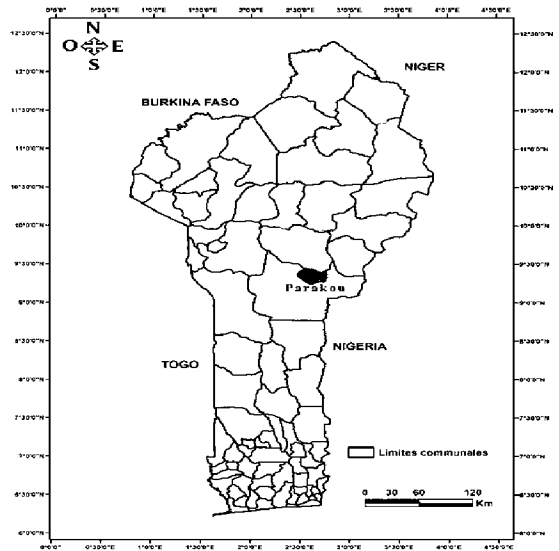


Figure 1 : Localisation du milieu d'étude

Figure 1 : Location of the study area

2.2. Echantillonnage et collecte des données

Compte tenu de l'inexistence d'une liste actualisée sur le nombre de cyniculteurs dans la ville de Parakou, un recensement des cyniculteurs a été effectué. Ceci a permis de dénombrer au total 70 exploitations cynicoles. Grâce à un échantillonnage aléatoire, 49 exploitations cynicoles ont été enquêtées compte tenu du temps et des moyens, soit un taux de représentativité de 70 %. L'enquête a consisté à administrer un questionnaire (validé après une pré-enquête) à chaque exploitant cynicole afin de recueillir des données relatives aux caractéristiques socio-économiques des cyniculteurs, à la conduite technique de l'élevage, aux paramètres zootechniques des exploitations, aux infrastructures, au travail humain, aux coûts et revenu, à l'hygiène et l'alimentation.

2.3. Approche théorique et stratégie d'estimation

2.3.1. Approche théorique d'évaluation de la viabilité des exploitations cynicoles

La durabilité des exploitations combine l'efficacité économique et la gestion rationnelle et prudente de l'environnement et du tissu social (Larochelle, 2011; Tisdell, 1996). Elle s'appuie sur l'évaluation des trois dimensions économique (viabilité), sociale (vivabilité) et environnementale (reproductibilité et transmissibilité), considérées indissociables, et dont chacune possède sa propre dynamique (Amprou, 2007; Larochelle, 2011). Cadhilou et al. (2006) rappellent que « l'agriculture doit être économiquement viable, écologiquement saine et

socialement équitable » pour être durable (Larochelle, 2011). Le secteur économique est considéré comme étant un aspect incontournable de la durabilité en milieu agricole. Un développement agricole mal planifié sur le plan économique, pour ne prendre que cet aspect, peut se faire au détriment de la durabilité de l'ensemble des trois aspects à long terme (Jean-Gagnon, 2016; Larochelle, 2011; Tisdell, 1996). Van Calker et al. (2005) associent la durabilité économique à « l'habilité que possède un exploitant de poursuivre ses activités d'entreprise agricole, en d'autres termes, à obtenir une viabilité économique de son entreprise ». Cet énoncé fait référence à la poursuite de ses activités agricoles à long terme en assurant une productivité stable d'une année à l'autre (Hassen, 1996; Larochelle, 2011). Ainsi la viabilité économique est une condition de la durabilité sans équivoque que ce soit à court ou à long terme (Larochelle, 2011; Tisdell, 1996). Sous cet angle, les résultats économiques de l'exploitation sont corrélés à la maîtrise technico-économique (productivité, conditions sanitaires, coûts de production, alimentation, reproduction, maîtrise sanitaire...) qu'elle génère (Amprou, 2007; Mensah, 2006). La notion de viabilité est prise dans cet article sous sa dimension économique. Elle concerne l'efficacité du système de production et la sécurisation des sources de revenus du système de production agricole face aux aléas du marché et aux incertitudes (Fortun-Lamothe, 2007; Landais, 1998). Elle dépend essentiellement du niveau moyen de revenu tiré de la production, qui lui repose sur la sécurisation du système de production dans le temps (performances technico-économiques, souplesse d'adaptation aux changements, degré de diversification, etc.) ainsi que sur la sécurisation des prix et des débouchés (référer surtout à l'autonomie des exploitants face aux négociations avec les agents en aval de la filière) (Jean-Gagnon, 2016).

La viabilité économique s'assimile ainsi à l'efficacité ou à la rentabilité économique (Mensah, 2006). La disponibilité des coûts moyens et du revenu moyen pour différentes gammes de l'activité permet de déterminer les niveaux de rentabilité économique. Quant à la viabilité technique, elle cherche à savoir comment l'élevage de lapins est conduit dans l'exploitation, quelles sont les performances zootechniques et si les autres facteurs de production (à part le capital animal) sont adéquats et durables (Mensah, 2006).

Dans le présent article, les facteurs de production, les paramètres zootechniques et les indicateurs de rentabilité permettront d'analyser les exploitations cynicoles.

2.3.2. Stratégies d'estimation

• Estimation de la viabilité technique

Des indicateurs ont été calculés pour évaluer la viabilité technique des exploitations cynicoles de Parakou. Les indicateurs considérés dans cet article concernent le taux de mortalité, l'hygiène, la qualité des aliments

et l'entretien (vaccination) des lapins, les femelles reproductrices, le croit réel des femelles, la taille de l'exploitation, le taux d'exploitation, la portée moyenne des femelles. Les différentes formules pour calculer ces différents paramètres de production des exploitations cynicoles sont renseignées dans le tableau 1 ci-dessous. De façon concrète, une classification ascendante hiérarchique (CAH) appliquée à ces variables pertinentes de la performance technique a permis de catégoriser les exploitations cynicoles en deux groupes : exploitations techniquement viables et exploitations non viables techniquement. La classification est une méthode d'analyse de données visant à regrouper en classes homogènes un ensemble d'observations. Selon (Boubou, 2007), la CAH permet de construire une hiérarchie entière des objets sous la forme d'un "arbre" dans un ordre ascendant. On commence en considérant chaque individu comme une classe et on essaye de fusionner deux ou plusieurs classes appropriées (selon une similarité) pour former une nouvelle classe. Le processus est itéré jusqu'à ce que tous les individus se trouvent dans une même classe. Cette classification génère un arbre que l'on peut couper à différents niveaux pour obtenir un nombre des classes plus ou moins grand. Dans cet article, la distance euclidienne a été utilisée comme mesure de distance entre les individus (exploitations cynicoles) et le critère de Ward comme critère d'agrégation. Pour Boubou (2007), ce critère ne s'applique que dans un espace euclidien et consiste à choisir à chaque étape le regroupement de classes tel que l'augmentation de l'inertie intra-classe soit minimale. Dans ce cas, la distance entre 2 classes C_1 et C_2 est donnée par :

$$D(C_1, C_2) = (nC_1nC_2/nC_1 + nC_2) * d^2 * (gC_1, gC_2)$$

Avec : nC_1 = cardinal de C_1 , nC_2 = cardinal de C_2 , d = distance euclidienne, gC_1 = centre de gravité de C_1 et gC_2 = centre de gravité de C_2 .

• Estimation de la viabilité économique

L'évaluation de la viabilité économique des exploitations cynicoles enquêtées a été faite en calculant des indicateurs comme le coût variable moyen (CVM), le coût fixe moyen (CFM), coût total moyen de production de lapin (CTM), le revenu brut par tête de lapin (RBTL), la marge brute et la marge nette moyenne par tête de lapin ainsi que le ratio bénéfice-coût (B/C). Le tableau 2 ci-dessous renseigne sur les différentes formules pour calculer ces différents paramètres économiques. Un seul indicateur notamment le ratio bénéfice-coût a permis de classer les cyniculateurs en deux catégories : ceux viables économiquement ($B/C > 1$) et ceux qui ne sont pas viables économiquement ($B/C < 1$). Le ratio B/C est un indicateur d'analyse financière par excellence. En analyse de rentabilité économique, il exprime le gain financier total obtenu par l'investissement d'une unité monétaire (1 FCFA).

Tableau 1 : Indicateurs de la viabilité technique

Table 1 : Technical viability indicators

Indicateurs	Formules
Taille d'exploitation	Taille d'exploitation = Nombre de lapins entretenus durant l'année = Effectif en début d'année + nombre total de lapereaux nés + nombre de lapins achetés
Hygiène, qualité des aliments et entretien des aliments	La fréquence (%) des cuniculteurs qui appliquent ces techniques (propreté de la lapinière, prophylaxie sanitaire, qualité de la provende (importé, acheté au songhaï ou autoproduit), etc.) est calculé.
Femelles	Nombre de femelles reproductrices
Portée moyenne des lapines du troupeau	Nombre de lapereaux que les lapines mettent bas en une fois
Taux d'exploitation (%)	Probabilité ou taux instantané qu'un animal soit exploité durant une période de temps donnée Taux d'exploitation = (nombre de lapin commercialisé/effectif moyen du cheptel)*100
Taux moyen de mortalités (%)	Variable numérique calculée par la moyenne des taux de mortalité annuels. Il s'agit de la mortalité entre naissance et sevrage. C'est le pourcentage moyen de la mortalité observée pour les lapereaux nés vivants entre la naissance et le sevrage.
Croît réel	Il s'agit du taux d'augmentation moyenne annuelle des femelles dans le troupeau. La formule est la suivante : Croît réel = $(F_f / F_i)^{1/n} - 1$ Avec F_f = effectif des femelles au démarrage de l'élevage, F_i = effectif des femelles à la dernière année d'exploitation et n = nombre d'années d'exploitation. Ce taux (croît réel) peut être négatif.

Source : Réalisé à partir de Mensah (2006)

- Caractérisation des systèmes d'élevage des différentes classes de viabilité

Les systèmes d'élevage pratiqués par les différentes classes de viabilité obtenues ont été explorés à l'aide de statistiques descriptives (moyenne, fréquence relative), du test non paramétrique d'indépendance de Khi deux (variables qualitatives) et des tests de comparaison de moyennes (ANOVA 1 et Kruskal-Wallis selon la distribution des variables continues). L'analyse de la variance est réalisée sous les conditions de normalité et donne par défaut un résultat supposant que les variances des groupes observés sont homogènes (Adégué-lou, 2011; Dagnelie, 1998). Le test de Kruskal-Wallis basé sur les rangs est l'équivalent non paramétrique de l'ANOVA. Il est souvent utilisé comme une alternative dans le cas où l'hypothèse de normalité n'est pas vérifiée.

Tableau 2 : Indicateurs de la viabilité économique

Table 2 : Economic viability indicators

Indicateurs	Formules
Coût variable moyen de production d'un lapin (CVM)	$CVM = \frac{\text{coût variable}}{\text{taille}}$ Coûts variables = charges de fonctionnement (frais d'alimentation, soins vétérinaires, achat de lapin (pour augmentation du cheptel), entretien et nettoyage, l'eau de production, l'électricité, frais du personnel, réparation du matériel, location de matériels de production, carburant, frais divers de gestion, frais exceptionnels).
Coût fixe moyen de production d'un lapin (CFM)	$CFM = \frac{\text{cout fixe}}{\text{taille}}$ Coûts fixes = dotations aux amortissements des investissements (études du terrain, terre, infrastructures, matériels et équipements d'élevage, géniteurs de démarrage, formation) + cotisation (de membre d'association) + intérêts des emprunts
Coût total moyen de production d'un lapin (CTM)	$CTM = CFM + CVM$
Revenu brut par tête de lapin (RBTL)	$RBTL = \frac{\text{Revenu brut}}{\text{taille}}$ RBTL = Revenu brut (RB)/taille = (Somme de toutes les recettes imparties à la cuniculture + valeur de l'autoconsommation)/taille $RB = (PV + PAC + PNV) \times PU$ Avec PV = production cunicole vendue (en nombre de lapin), PAC = production autoconsommée, PNV = production non encore vendue et PU = prix unitaire de vente (en FCFA/lapin)
Marge brute moyenne (MBM)	$MBM = \frac{RB - CV}{\text{taille}}$
Marge nette moyenne (MNM)	$MNM = \frac{MB - CF}{\text{taille}} = MBM - CFM$ $MNM = RBTL - CTM$
Ratio bénéfice-coût (B/C) brut	$B/C = \frac{MB}{CV}$ ou $\frac{MBM}{CVM}$ Si $B/C > 1$, indique qu'un franc CFA investi génère plus de 1 franc CFA comme bénéfice brut alors la production cunicole est économiquement viable. Au cas contraire ($B/C < 1$), alors 1 franc investi génère moins de 1 franc CFA comme bénéfice brut, ce qui suggère que le cuniculteur gagne moins qu'il n'investit. et ainsi l'activité cunicole n'est pas économiquement viable

Source : Réalisé à partir de Mensah (2006)

3. Résultats

3.1. Analyse de la viabilité technique

Neuf variables zootechniques pertinentes tels que la taille de l'exploitation, le taux d'exploitation du troupeau, le taux de mortalité, la portée moyenne du troupeau, le croît réel, la propreté de l'exploitation, la qualité des provendes utilisées, le nombre de femelles reproductrices, la prophylaxie sanitaire ont été utilisés pour classer les exploitations cunicoles en exploitations techniquement viables et en exploitations non viables techniquement viables. La méthode de classifi-

cation ascendante hiérarchique (CAH) a permis de dé-gager deux classes d'exploitations cynicoles à partir de la partition de l'ensemble des 49 exploitations enquê-tées (figure 2). Il ressort de l'analyse de la figure 2 que dans l'échantillon total étudié, 11 sur 49 exploitations cynicoles sont dans la classe I, soit un pourcentage de 22,4 % contre 77,6% des exploitations cynicoles qui sont dans la classe II.

Les résultats des statistiques descriptives des diffé-rentes variables pertinentes, des tests de comparaison de moyenne (ANOVA1 ou Kruskal Wallis selon la dis-tribution des variables) et d'indépendance de Khi-deux (tableau 3) montrent que :

- Les exploitations cynicoles de la classe I ont une bonne conduite de l'élevage, une taille d'exploita-tion de 697 lapins, un faible taux de mortalité (10%), un taux d'exploitation de 37,27%, 45 femelles re-productrices, un croît réel positif (0,67) et une portée moyenne de 6 lapereaux par mise-bas. Concernant la conduite de l'élevage, 54,5% des exploitations de la classe I ont une lapinière propre, 36,4% d'entre elles utilisent des provendes de bonne qualité et 72,7% utilisent des moyens hygiéniques. Il s'agit des ex-ploitations techniquement viables.
- La classe II regroupe par contre les exploitations cynicoles caractérisées par une taille de 113 lapins, un taux de mortalité très élevé (48,26%), un taux d'exploitation de 12,37%, un faible nombre (13) de femelles reproductrices, un croît réel négatif et une portée moyenne faible de 2 lapereaux par mise-bas. De plus, 55,3% des exploitations de cette classe II ont une lapinière propre, seulement 18,4% d'entre elles utilisent des provendes de bonne qualité et 34,2% utilisent des moyens hygiéniques. Cette deuxième classe est celle des exploitations non viables techni-quement.

Les tests de comparaison de moyenne révèlent l'exis-tence de disparités statistiquement significatives entre les moyennes des indicateurs techniques au seuil de 1% (nombre de femelle reproductrice, taux de mortalité, taux d'exploitation, portée moyenne des femelles, croît réel) et 5% (taille de l'exploitation) d'une classe de via-bilité à une autre. Quant au test de Khi deux, il indique qu'il existe au seuil de 5% une relation entre la prophylaxie sanitaire et la classe de viabilité technique. Ce qui confirme que les exploitations pratiquant la prophylaxie sont plus viables techniquement.

3.2. Analyse de la viabilité économique

Le ratio bénéfice-coût (B/C) a été utilisé pour déter-miner les exploitations cynicoles viables économiquement ($B/C > 1$) et celles qui ne le sont pas ($B/C < 1$). Le tableau 4 ci-dessous renseigne sur les valeurs moyennes des paramètres économiques des exploita-tions cynicoles enquêtées. Il ressort de l'analyse dudit tableau que pour l'ensemble des exploitations, la pro-duction cynicole est économiquement rentable car la

marge nette est supérieure à zéro (1839,46 FCFA/tête de lapin). De plus ces exploitations sont viables écono-miquement avec un ratio B/C supérieur à l'unité (1,74). Cette tendance observée cache des disparités selon les classes de viabilité économique. Ces disparités se sont révélées statistiquement significatives sur la base du test de comparaison de moyenne (Kruskal-Wallis) pour les différents paramètres économiques calculés à l'ex-ception du coût fixe moyen. Ils existent donc de diffé-rences significatives au seuil de 1% (coût variable moyen, revenu brut par tête de lapin, marges de rentabi-lité par tête, ratio brut B/C) et 5% (coût total moyen) entre les valeurs moyennes observées pour les exploi-tations viables et celles non viables économiquement. Il faut noter que les exploitations non viables économi-quement font face à des charges plus élevées que celles des exploitations économiquement viables. Les charges variables s'élèvent à 3059,91 FCFA/tête de lapin pour les exploitations non viables économiquement contre 1468 FCFA/tête de lapin pour celles viables. S'agissant du ratio bénéfice-coût, les exploitations économiqu-ement viables ont un ratio qui s'élève à 3,26 contre 0,29 pour celles non viables. Ces résultats suggèrent que 100 FCFA investis dans la production de lapin génèrent 326 FCFA pour les exploitations économiquement viables contre seulement 29 FCFA pour les exploitations non viables économiquement. Ainsi, le gain est plus intéres-sant pour les exploitations viables économiquement.

Tableau 4 : Paramètres de viabilité économique des exploi-tations cynicoles enquêtées

Tableau 4 : Economic viability parameters of surveyed rab-bit farms

Indicateurs économiques	Viables	Moyenne Non via- bles	Ensem- ble	Test statistique
Coût variable moyen	1468,41	3059,91	2280,40	10,054***
Coût fixe moyen	720,81	1019,13	873,01	0,020
Coût total moyen	2189,22	4079,05	3153,42	5,200**
Revenu brut par tête de la- pin	6459,91	3584,53	4992,88	6,815***
Marge brute Moyenne	4991,50	524,6148	2712,47	23,137***
Marge nette moyenne	4270,69	-494,52	1839,46	25,302***
Ratio B/C brut	3,26	0,29	1,74	36,004***

* Significatif à 10 % ; ** Significatif à 5 % ; *** Significatif à 1%

Source : Nos enquêtes 2014

La répartition des cyniculteurs viables économiquement selon la viabilité technique est illustrée par la fi-gure 3. Il ressort de son analyse que 48,98% (24 sur 49) des exploitations cynicoles enquêtées sont viables éco-nomiquement contre 51,02% (25 sur 49) qui ne le sont pas.

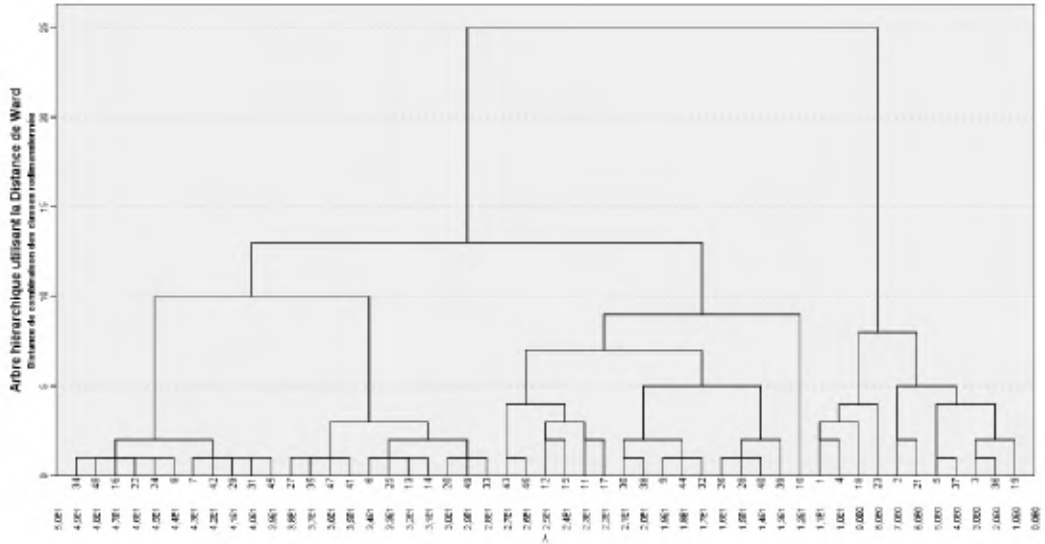


Figure 2 : Classification ascendante hiérarchique (avec critère de Ward) des 49 exploitations cynicoles

Figure 2 : Hierarchical ascending classification of rabbit farms

Source : Nos enquêtes 2014

Tableau 3 : Paramètres de viabilité technique des exploitations cynicoles enquêtées

Tableau 3 : Technical viability parameters of surveyed rabbit farms

Indicateurs techniques		Classe I : Viab- bles	Classe II : Non viabiles	Ensemble	Tests statistiques
		Moyenne des variables continues			
Taille de l'exploitation		697,27	113,79	244,78	6,020**
Nombre de femelle reproductrice		45,55	13,71	20,86	11,385***
Taux de mortalité (%)		10,09	48,26	39,69	25,171***
Taux d'exploitation (%)		37,27	12,37	17,96	89,870***
Portée moyenne des femelles		6,09	2,39	3,22	26,068***
Croît réel		0,67	-1,53	-1,04	19,910***
		Fréquence relative (%) des variables qualitatives			
Propreté de l'exploitation	Oui	54,5	55,3	55,1	0,002
	Non	45,5	44,7	44,9	
Qualité de la provende	Bonne	36,4	18,4	22,4	1,577
	Mauvaise	63,6	81,6	77,6	
Prophylaxie sanitaire	Oui	72,7	34,2	42,9	5,168**
	Non	27,3	65,8	57,1	

* Significatif à 10 % ; ** Significatif à 5 % ; *** Significatif à 1 %

Source : Nos enquêtes 2014

Aussi bien pour la viabilité économique que pour la viabilité technique, la proportion d'individus non viables est supérieure à celle d'individus viables. La figure 3 indique également que parmi les 24 exploitations viables économiquement, 16 ne le sont pas techniquement. Ainsi, 66,66% des exploitations économiquement viables ne le sont pas techniquement. Il faut noter en plus que seulement 16,3% (8 sur 49) des exploitations cynicoles sont à la fois techniquement et économiquement viables.

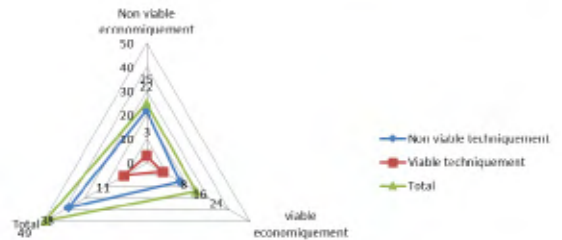


Figure 3 : Répartition des cyniculteurs viables économiquement selon la viabilité technique

Figure 3 : Distribution of economically viable' rabbit breeders according to technical viability

Source : Nos enquêtes 2014

3.3. Caractérisation des systèmes d'élevage des différentes classes de viabilité

Après le regroupement des élevages selon la classification ascendante hiérarchique et la détermination de la viabilité économique, il est nécessaire de rechercher l'influence des autres variables non prises en compte dans la détermination des différents groupes de viabilité sur l'appartenance à une classe donnée. Les résultats des tests statistiques (khi-deux et Kruskal-Wallis) réalisés sur les différentes variables sont présentés dans le tableau 5. Il ressort de son analyse que :

- L'appartenance à une classe de viabilité technique est déterminée au seuil de 1% par le type de matériau de construction des cages et au seuil de 5% par le nombre de mise bas par an et l'aération de la lapinière. En effet, les exploitations non viables techniquement font 402 mises bas par an, utilisent plus (83,9%) les cages en bois, et ont en majorité (63,2%) des lapinières non aérées comparées aux exploitations viables techniquement.
- S'agissant de la viabilité économique, le coût alimentaire moyen, le coût moyen des soins vétérinaires et le type d'accouplement respectivement aux seuils de 1%, 5% et 10% sont les principaux déterminants. En effet, les exploitations non viables économiquement font 395 mises bas par an, 40% pratiquent l'accouplement en permanence, dépensent plus pour l'alimentation (2615 FCFA/tête de lapin) et pour les soins vétérinaires (444 FCFA/tête de lapin) comparées aux exploitations viables économiquement.

4. Discussion

La classification ascendante hiérarchique et le ratio-bénéfice-coût ont permis de dégager deux classes de viabilité d'élevages cynicoles à Parakou aussi bien sur le plan technique qu'économique. L'analyse de la viabilité technique a révélé que la majorité des exploitations cynicoles n'est pas viable. Cette faible performance serait due aux principaux paramètres de production. Des études antérieures se sont basées déjà un certain nombre de paramètres technico-économiques pour évaluer les performances d'élevages. Il est donc intéressant de discuter les résultats obtenus dans la présente étude avec ces connaissances antérieures.

En moyenne, l'effectif de lapins des exploitations non viables techniquement (113 lapins) est nettement inférieur à l'effectif moyen (430 lapins) dans les élevages en Tunisie (Bergaoui, 1992). S'agissant des femelles reproductrices, le nombre de mise bas par an détermine l'appartenance à une classe de viabilité technique. Chez le lapin, comme chez les autres espèces de mammifères domestiques producteurs de viande, la productivité numérique annuelle des femelles est un facteur important de rentabilité de l'élevage mesurée au

niveau du couple mère-produits (Matheron and Rouvier, 1977). Fortun-Lamothe et Bolet (1995) ont trouvé 34 et 47 lapins/femelle/unité de temps respectivement pour le rythme de reproduction semi-intensif (saillie 11 à 12 jours après la mise bas) et le rythme extensif (saillie après le sevrage). Les exploitations non viables techniquement ont en moyenne 13 femelles reproductrices. Ceci est largement inférieur à la taille de 72 cheptels reproducteurs auladicoles au Bénin pour les plus gros élevages (Sodjinou et al., 2001) et similaire à celui de 10-12 reproducteurs dans les élevages auladicoles en Côte d'Ivoire (Goué et Yapi, 2015).

Selon les travaux de (Djago et Kpodékon, 2000), dans les conditions tropicales, une lapine produit en moyenne 6,4 lapereaux par portée. De même, Akpo et al. (2008) dans leur étude sur l'analyse des performances reproductives des lapins au sud-Bénin ont trouvé que la taille de la portée est de 5,7 lapereaux à la naissance. Dans le document de stratégie nationale de développement de la cyniculture au Bénin (SNDC), les élevages cynicoles ont été différenciés en trois systèmes: (i) le système familial, élevage naisseur-engraisseur (portée de 4-5 lapereaux/) lapine-mère, (ii) le système d'élevage semi-intensif, élevage naisseur-engraisseur (portée de 6-7 lapereaux); (iii) le système d'élevage intensif, spécialisé ou en voie de spécialisation (engraissement, multiplication de reproducteurs performants), avec une portée de 7-8 lapereaux (FAO, 2018). Ailleurs, la taille moyenne de la portée à la naissance varie entre 6 et 10 (Zoubéida et al., 2015), entre 5 et 8 (Djellal et al., 2006) en Algérie et de 7,2 par naissance (Jaouzi et al., 2006). Ces différentes valeurs corroborent celles des exploitations viables techniquement (6,09). Par contre, elles sont nettement au-dessus de la portée moyenne des exploitations cynicoles non viables techniquement (2,39). Ceci s'expliquerait par les conditions techniques (type de bâtiment et conduite d'élevage) adoptées. En effet, 83,9% des exploitations non viables techniquement utilisent des cages en bois et 63,2% d'entre elles ne sont pas aérées (tableau 4).

En ce qui concerne le taux de mortalité, il varie d'une exploitation à une autre, même si l'alimentation et le suivi sanitaire des lapereaux sont identiques (Baba, 2004; Djogbénou, 2004). En moyenne, les taux de mortalité de 10,09% et 48,26% ont été obtenus respectivement dans les exploitations cynicoles viables et non viables techniquement. Au Bénin, Kpodékon et Couderc (1993) ont trouvé des taux de mortalité naissance-sevrage de 40%, 18%, 17% et 16% respectivement en 1988, 1989, 1990 et 1991. Les taux de mortalité varient entre 12,5% et 16,7% chez les lapereaux nourris à un aliment témoin ou à différentes rations (Kpodékon et al., 2010).

Tableau 5 : Caractérisation des systèmes d'élevage de classes de viabilité

Tableau 5 : Livestock systems characterization of viability classes

Caractéristiques		Viabilité technique			Viabilité économique		
		Viables	Non viables	Tests statistiques	Viables	Non viables	Tests statistiques
Moyenne des Variables continues							
Age		30,36	27,16	0,281	27,88	27,88	0,876
Nombre de mise bas par an		1538,18	402,74	4,979**	930,33	395,84	1,774
Nombre d'année d'expérience		2,55	3,34	0,068	3,21	3,12	0,413
Coût alimentaire moyen		1525,37	2064,26	0,197	1243,30	2615,26	9,561***
Coût moyen des soins vétérinaires		246,22	363,43	0,571	225,10	444,65	3,971**
% des variables qualitatives							
Type accouplement	Discontinu	54,5	76,3	1,981	83,3	60	3,267*
	Permanent	45,5	23,7		16,7	40	
Castration	Oui	18,2	34,2	1,032	25	36	0,698
	Non	81,8	65,8		75	64	
Formation cunicole	Oui	81,8	57,9	2,101	70,8	56	1,159
	Non	18,2	42,1		29,2	44	
Race élevée	Métissée	100	97,4	0,296	100	96	0,980
	Locale	0	2,6		0	4	
Matériau de construction	Cage en fer et en bois	20	12,9	19,051***	23,8	5	3,359
	Cage en fer	60	3,2		19	15	
	Cage en bois	20	83,9		57,1	80	
Exposition au soleil	Oui	18,2	26,3	0,305	16,7	32	1,557
	Non	81,8	73,7		83,3	68	
	Non	59,2	76,3		75	72	
Aération	Oui	81,8	36,8	6,928**	50	44	0,177
	Non	18,2	63,2		50	56	
Membre d'une association	Oui	36,4	48,6	0,515	45,8	45,8	0,000
	Non	63,6	51,4		54,2	54,2	
Problème financier	Oui	9,1	10,5	0,019	12,5	8	0,271
	Non	90,9	89,5		87,5	92	
Reconnaissance par l'État	Oui	18,2	7,9	0,985	16,7	4	2,144
	Non	81,8	92,1		83,3	96	

* Significatif à 10 % ; ** Significatif à 5 % ; *** Significatif à 1%

Source : Nos enquêtes 2014

En Algérie pour Belhadi et al. (2002), les taux de mortalité les plus importants s'observent de la naissance au sevrage avec des proportions pouvant atteindre 60%. Par contre, des taux de 9,9% et 10,7% (en périodes printanières et estivales) ont été obtenus par Zerrouki et al. (2003). Ainsi les taux de mortalité des exploitations non viables techniquement sont élevés et sont similaires à ceux de Kpodékon and Coudert (1993) pour l'expérience de 1988 au Bénin. Ceci pourrait s'expliquer par la faible connaissance des cuniculteurs sur l'activité cunicole, la qualité de la provende et les conditions d'ambiance. En effet, 42,1% de ces cuniculteurs n'ont pas reçu une formation en cuniculture (tableau 4) et 81,6% d'entre eux utilisent des provendes de mauvaise qualité (tableau 3). Dans ce sens, des entretiens

réalisés en 2013 montraient que d'importantes mortalités de lapins sont dues à la mauvaise qualité de l'aliment (FAO, 2018). Selon Xiccato et al. (2008) et Kpodékon et al. (2010), le taux de mortalité augmente lorsque l'aliment est pauvre en fibre. Pour Belhadi et al. (2002) et Tiemoko et al. (2018), les facteurs tels que les conditions d'ambiance aussi influencent le taux de mortalité.

La prophylaxie sanitaire (vaccins, cures) du cheptel cunicole constitue une activité importante pour assurer le développement de la cuniculture. Le fait que la majorité des exploitations non viables ne respectent pas les règles d'hygiène pourrait entraîner des cas de maladies. Pour Tiemoko et al. (2018) les maladies les plus importantes chez les lapins sont la maladie hémorragique virale du lapin (VHD) et la coccidiose. L'aspect sanitaire

étant inclus dans les conditions d'élevage une maîtrise insuffisante des règles d'hygiène vont impacter les performances de production (Kpodékon et al., 2006).

S'agissant des performances économiques, l'absence de différence significative entre les deux classes de viabilité économique pour le coût moyen fixe indique que les différences observées entre les deux classes sont dues aux coûts variables. Ces charges variables s'élèvent à 3059,91 FCFA/tête de lapin pour les non viables contre 1468 FCFA/tête de lapin pour celles viables. Quant aux coûts moyens totaux elles s'élèvent à 2189,22 FCFA/tête de lapin pour les exploitations viables contre 4079,05 pour celles non viables. Ces charges élevées sont dues à la cherté des matières premières qui composent l'aliment notamment les protéines (Kpodékon et al., 2009; Tchibozo et al., 2017). De plus, une amélioration de la santé et de l'alimentation des lapins représentent 60 à 70 % des coûts de production (Tchibozo et al., 2017). L'alimentation est l'un des facteurs importants à maîtriser pour le développement de l'élevage de lapin sous les tropiques (Kpodékon et al., 2010). Tiemoko et al. (2018) ont trouvé un coût total de production 2084 FCFA/kg de carcasse de lapin et les consommations intermédiaires de 1424 FCFA dans le Borgou /Alibori. En ce qui concerne le ratio B/C, le gain est beaucoup plus intéressant pour les exploitations viables économiquement. Ces gains aussi bien pour les exploitations viables que pour celles non viables sont supérieurs à ceux obtenus au Bénin par Quenum (2011) en aulacodiculture rurale (8 FCFA), aulacodiculture péri-urbaine (13 FCFA), aulacodiculture urbaine (14 FCFA). Dans le Borgou/Alibori, une dépense de 100 FCFA effectuée dans l'élevage du lapin fait gagner 76 FCFA comme gain (Tiemoko et al., 2018). Ce dernier gain est plus élevé que celui des exploitations non viables économiquement (29 FCFA) dans la présente étude. Par ailleurs il faut noter que la plupart des exploitations de l'étude ont des problèmes financiers. Ce qui limite leur investissement en consommations intermédiaires et par ricochet affecte leurs performances. En effet, les performances technico-économiques sont tributaires de la qualité des intrants, du bâtiment, de la technicité et du savoir-faire de l'éleveur (Bergaoui, 1992).

5. CONCLUSION

La présente étude a analysé la viabilité des exploitations cynicoles de Parakou en calculant des paramètres technico-économiques. L'étude de la typologie de ces 49 élevages cynicoles a permis de distinguer des exploitations viables et non viables aussi bien pour la viabilité technique que pour la viabilité économique. Les résultats montrent que la majorité des exploitations (77,6%) ne sont pas techniquement viables et 51% ne le sont pas économiquement (ratio brut B/C inférieur à 1). De plus, 66,66% des exploitations économiquement

viables ne le sont pas techniquement et seulement 16,3% sont à la fois techniquement et économiquement viables. Il ressort de ces résultats que très peu de cynicoteurs respectent les normes techniques d'élevage, ce qui se répercute négativement sur leur viabilité économique. Par ailleurs les déterminants de la viabilité technique sont la taille de l'exploitation, le nombre de femelle reproductrice, le taux de mortalité, le taux d'exploitation, la portée moyenne des femelles, le croît réel, la prophylaxie sanitaire, le nombre de mise bas par an, le type de matériau de construction des cages et l'aération de la lapinière. Quant à la viabilité économique, elle est influencée par le coût alimentaire moyen, le coût moyen des soins vétérinaires et le type d'accouplement. La performance technico-économique est primordiale dans la formation du revenu de l'exploitant cynicole. Des actions doivent donc être prises pour améliorer les conditions sanitaire et alimentaire des exploitations. Par exemple en subventionnant et/ou en réduisant le coût des vaccins et des aliments. Ceci permettrait de réduire le taux de mortalité mais aussi de réduire les coûts de production (charges élevées). Il importe aussi que les services d'encadrement technique (appui-conseil technique) accroissent leur intervention auprès des éleveurs cynicoles pour permettre une meilleure maîtrise de la conduite alimentaire et de l'élevage.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Adéguélou, R., 2011. Déterminants de l'adoption et performances technico-économique de la fertilisation Organo-minérale en production de Coton. : Cas des communes d'intervention du projet CompACI. Mémoire d'Ingénieur Agronome. FA/UP. 108.
- Akpo, Y., Kpodékon, T.M., Tanimomo, E., Djago, A.Y., Youssao, A.K.I., Koudert, P., 2008. Evaluation of the reproductive performance of a local population of rabbits in south Benin. 9th World Rabbit Congress – June 10-13, 2008 – Verona – Italy. 29–34.
- Amprou, P.-Y., 2007. La filière cynicole ligérienne : Situation et perspectives. Etude réalisée avec la participation financière du Conseil régional des Pays de la Loire. 40.
- Baba, I.L., 2004. Comparaison des performances de croissance de deux lots de lapereaux : l'un nourri avec un aliment farineux et l'autre nourri à base du même aliment sous forme granulée. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur des Travaux. Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 66.

- Belhadi, S., Boukir, M., Amro, U.L., 2002. Non-genetic factors affecting rabbit reproduction in Algeria. 10, 103–109.
- Bergaoui, R., 1992. L'élevage du lapin en Tunisie peut contribuer à résoudre le problème de déficit en viande du pays. Options Méditerranéennes - Série Séminaires - n° 17 - 1992: 23-32.
- Boubou, M., 2007. Contribution de classification non supervisée via des approches pré topologiques et d'opinions. Thèse de Doctorat en statistiques-informatique, Université Claude Bernard – Lyon I. 204 pages. 204.
- Cadhilon, J., Bossard, P., Viaux, P., Girardin, C., Mouchet et Vilain, L., 2006. Caractérisation et suivi de la durabilité des exploitations agricoles françaises : les indicateurs de la méthode IDERICA 127–158.
- Dagnelie, P., 1998. Statistique théorique et appliquée. Tome 2. Inférence statistique à une et deux dimensions. De Boek et Larquier, Bruxelles (Belgique). 508.
- Djago, A.Y., 1998. Zootechnie et gestion d'une exploitation cunicole, Rapport FAO Cotonou.
- Djago, A.Y., Kpodékon, M., 2000. Le guide pratique de l'éleveur de lapins en Afrique de l'Ouest, 9–60.
- Djago, A.Y., Kpodékon, M., 2007. Le guide pratique de l'éleveur de lapins en Afrique de l'Ouest : Version révisée par Lebas F. 2.
- Djago, A.Y., Kpodékon, M., Lebas, F., 2010. Guide pratique d'élevage de lapin sous les tropiques, 2ème édition, CECURI (Centre Cunicole de Recherche et d'Information), Abomey-Calavi (Benin). 119.
- Djellal, F., Mouhous, A., Kadi, S.A., 2006. Performances de l'élevage fermier du lapin dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie". Livestock Research for Rural Development, Vol.18 n°7.
- Djogbénou, I., 2004. Performances de croissance des lapereaux nourris à l'engraissement avec un aliment granulé. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur des Travaux. Université d'Abomey-Calavi (Benin). 64.
- FAO, 2018. Stratégie Nationale de Développement de la Cuniculture au Bénin (2018-2022). Libérer le potentiel de la cuniculture pour la nutrition humaine et la création de richesses. 64.
- Fortun-Lamothe, L., 2007. Quelle est la durabilité de la production cunicole ? Atouts et limites des conditions d'élevage actuelles 12.
- Fortun-Lamothe L., Bolet G., 1995. Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. INRA. Prod Anim., 8 (1), 49-56.
- Gbangboché, A.B., Hornick, J.-L., Abiola, F.A., Leroy, P.L., 2005. Contribution de l'élevage ovin à l'augmentation de la production de viande au Bénin. 3-17.
- Gnimadi, A., 1998. La filière cunicole au Bénin : Commercialisation, rentabilité et organisation des acteurs. Rapport FAO Tomes 1 et 2, Cotonou.
- Goudjo, E.A., 2010. Évaluation des performances de reproduction des lapines en sélection et des femelles croisées avec des mâles de souche INRA 1777 au CECURI (Centre Cunicole de Recherche et d'Information) Bénin. (Centre Cunicole de Recherche et d'Information). Mémoire pour Master professionnel, Université d'Abomey-Calavi.
- Goué, D., Yapi, Y.M., 2015. Typologie des élevages d'aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) en Côte-d'Ivoire. Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(2) : 643-651.
- Jaouzi, T., Barkok, A., El Maharzi, L., Bouzekraoui, A., Archa, A., 2006. Étude sur les systèmes de production cunicole au Maroc 99–110.
- Jean-Gagnon, J., 2016. Conditions de viabilité des exploitations agricoles engagées dans les circuits courts au Québec. Maîtrise en agroéconomie, Université de Laval, Canada. 215.
- Kpodékon, M., Coudert, P., 1993. Impact d'un centre cunicole de recherche et d'information sur la recherche et le développement de la cuniculture au Benin. World rabbit science (1993), 1 (1), 25-30.
- Kpodékon, M., Youssao, A.K.I., Koutinhoui, B., Djago, Y., Houezo, M., Coudert, P., 2006. Influence des facteurs non génétiques sur la mortalité des lapereaux au sud du Bénin 150, 197–201.
- Kpodékon, M., Youssao, A.K.I., Koutinhoui, G.B., Baba, I.L., Dessou, J.M., Djago, Y., 2009. Effet de la granulation sur les performances de croissance, l'efficacité alimentaire et la viabilité des lapereaux en condition d'élevage tropical 62. <https://doi.org/10.19182/remvt.10097>
- Kpodékon, T.M., Farougou, S., Djibril, Salifou, R., Boko, C., Dossa, F., 2008. Causes bactériologiques de mortalité des lapins au sud-Benin. Actes du symposium international de pathologie animale et de biotechnologie en santé animale en milieu tropical.
- Kpodékon, T.M., Youssao, A.K.I., Koutinhoui, B.G., Djago, Y., Amida, E., 2010. Influence de la teneur en tourteaux de coton de l'aliment d'engraissement sur les performances de croissance des lapins. BRAB-INRAB. Numéro 68. Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin. 1025-2355.
- Landais, E., 1998. Agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social 33.
- Larochelle, D., 2011. Méthode d'évaluation de la durabilité technico-économique des fermes laitières québécoises. Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval dans le cadre du programme de maîtrise en sciences animales pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.). 92.
- Lecerf, J.M., Clerc, E., 2009. Étude nutritionnelle de la viande de lapin. Lille, Institut Pasteur, 18 p.
- MAEP (Ministère de l'Agriculture de l'Élevage, de la Pêche), 2016. Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) : orientations stratégiques 2025 et plan national d'investissements agricoles (PNIA) 2017-2021. Draft 2 du rapport provisoire.

- MAEP (Ministère de l'Agriculture de l'Élevage, de la Pêche), 2011. Plan Stratégique De Relance Du Secteur Agricole (PSRSA), Cotonou, République du Bénin. 112.
- Matheron, G., Rouvier, R., 1977. Optimisation du progrès génétique sur la prolificité chez le Lapin. *Annales de génétique et de sélection animale*, INRA Editions, 1977, 9 (3), 393-405.
- Mensah, E.R., 2006. Etude de la viabilité des exploitations aulacodicoles au benin : detection précoce des élevages à risque. Mémoire de troisième cycle en économie rurale. Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès (Maroc). 186.
- ONU (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), 2008. *Revue Secteur Agricole*. Popul. Fr. Ed. 5, 764. <https://doi.org/10.2307/1523706>.
- PRODECOM, 2006. Monographie de la commune de Parakou. Afrique Conseil. Programme d'Appui au Démarrage des Communes.
- Quenum, Y.B., 2011. Performances économiques de l'aulacodiculture au Bénin : étude de cas des départements du centre et du sud. *Revue d'Economie théorique et appliquée*. 1, 119–138.
- Sodjinou, S., Mensah, G.A., Gnimadi, A., 2001. Pour une meilleure organisation de la filière aulacode au Bénin : Typologie des aulacodicultures installées au sud et centre du Bénin. 13.
- Tchibozo, S.V.C., Dossa, L.H., Alowanou, G., Koura, B.I., Lesse, P., Houndonougbo, F., Houinato, M.B., 2017. Valorisation des ressources alimentaires locales en alimentation des Lapins en Élevage en Afrique : Synthèse bibliographique 6.
- Tiemoko, Y., Adanguidi, J., Sodjinou, E., 2018. Étude de marché du lapin au Bénin. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). 82.
- Tisdell, C., 1996. Economic indicators to assess the sustainability of conservation farming projects : An evaluation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 57: 177-131.
- Van Calker, K.J., Berentsen, P.B.M., Giesen, G.W.J, Huirne, R.B.M., 2005. Identifying and ranking attributes that determine sustainability in Dutch dairy farming. 22, 53-63.
- Xiccato, G., Trocino, A., Carraro, L., Fragkiadakis, M., Majolini, D., 2008. Digestive fibre to starch ratio and antibiotic treatment time in growing rabbits affected by epizootic rabbit enteropathy. 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy. 847–851.
- Zoubéida, B.M., Nacira, Z.D., Ali, B., Mohamed, L., Rachid, K., 2015. Breeding local rabbit in Northern and Southern Algeria: situation of production and consumption of rabbit's meat. 341–342.



Common hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) habitat suitability modeling in Southwestern Benin

Etienne M. DOSSOU^{1*}, Laurent G. HOUÉSSOU², Toussaint O. LOUGBEGNON¹, Jean T. Claude CODJIA¹

¹ National University of Agriculture, BP 95 Kétou, Benin Republic

² Faculty of Agronomy, University of Parakou, Benin Republic

Reçu le 23 Février 2018 - Accepté le 4 Juin 2018

Modélisation des habitats favorables à l'hippopotame commun (*Hippopotamus amphibius*) au Sud-Ouest du Bénin

Résumé : L'hippopotame commun (*Hippopotamus amphibius*) a été identifié comme vulnérable dans la liste rouge de l'UICN. Il est important de le protéger, d'autant plus qu'il ne reste que quelques populations reliques en Afrique de l'Ouest. L'objectif de cette étude était d'identifier les habitats favorables à l'espèce dans le sud-ouest du Bénin. L'approche de modélisation de Maximum Entropy a été utilisée pour la prédiction des habitats potentiellement favorables à l'hippopotame commun à partir de 9 variables environnementales et de 96 données de présence effective de l'espèce. Les données sont obtenues à partir des travaux de terrain et de la recherche bibliographique dans trois moteurs de recherche (BIOONE, ISI Web of Knowledge, and Gbif). Une analyse de réduction des données a été faite pour éliminer les variables corrélées. La puissance prédictive des résultats du modèle a été évaluée en utilisant la courbe ROC sur laquelle figure la valeur de AUC qui est un critère de validation du modèle. La valeur de l'AUC pour ce modèle est $0,953 \pm 0,013$. Les variables "distance des aires de pâturage", "profondeur de l'eau", "largeur du lac" et "pente des berges" apparaissent comme les variables les plus significatives pour prédire les habitats favorables à l'hippopotame commun. La visualisation des cartes de distribution des habitats potentiellement favorables à l'hippopotame a montré que les méandres et les points de confluences des cours d'eau sont les espaces les plus adéquats à l'hippopotame. Les résultats obtenus montrent que les conditions environnementales au sud-ouest du Bénin est très peu favorables à l'hippopotame commun. La prise en compte de ces résultats dans les politiques de gestion devrait contribuer à la conservation des derniers groupes d'hippopotame commun.

Mots clés : *Hippopotamus amphibius*, modélisation, habitat favorable, Maxent, Bénin.

Abstract: Common Hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) is identified as a vulnerable species on the IUCN Red list. It is important to protect this species since there are only few remaining relic populations in West Africa. The main objective of this study was to identify suitable habitat for the species in the southwestern Benin. Maxent modeling approach was used for the prediction of suitable habitats based on a set of 9 environmental variables and 96 occurrence points. Data were obtained from a field survey and literature in three online databases (BIOONE, ISI Web of Knowledge, and GBIF). Data reduction analysis was applied to tackle the problem of highly correlated variables. The power of the model prediction was evaluated based on the area under the curve (AUC) of the receiver operating characteristic plot (ROC). The AUC value for the model was 0.953 ± 0.013 . Grazing proximity to the lake/river, water depth, lake width and lakeshore slope emerged as the most important variables to predict suitable habitats for common hippopotamus. Analysis of suitable habitats distribution maps for the hippopotamus suggested that the species seems to be distributed in the meanders and confluence of streams and rivers. The results suggest that environmental conditions in western Benin remain few suitable for common hippopotamus. Accounting for these results in management policies could help to ensure hippopotamus conservation in western Benin.

Keywords: *Hippopotamus amphibius*, modeling, habitat suitability, Maxent, Benin.

1. Introduction

Common hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) still survives in southern Benin with relatively small and isolated populations that inhabit particularly the Mono River Basin (Amoussou et al. 2004). These small populations are vulnerable to catastrophic stochastic events such as droughts or an unexpected increase in poaching, as well as to genetic impoverishment due to inbreeding. Despite it is currently considered as endangered by the Benin Red List (Assogbadjo et al. 2011) and as vulnerable by IUCN (Lewison and Pluháček 2017), the hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) remains a poorly studied species. Therefore, robust data on its local ecology and distribution are urgently required in order to implement measures for its sustainable conservation and to curb the current threats which the species are facing in Benin (Amoussou et al. 2006, Kpété et al. 2015, Sogbohossou et al. 2017). An assessment of potential suitable habitats could certainly help to determine the optimal areas where management and conservation actions should be concentrated in order to avoid the local extirpation of Hippopotamus populations.

Nowadays, Species Distribution Models (SDMs) are widely used and provide useful informations for species distribution patterns and help to optimize species conservation effort (Macleod et al. 2008, Franklin 2009). Several techniques have been developed for Species distribution models (SDMs), such as Generalized Linear Models (McCullagh and Nelder 1989), Generalized Additive Models (Hastie and Tibshirani 1990), Artificial Neural Networks (Mastrorillo et al. 1997) and Maximum Entropy (Phillips et al. 2006). However, many recent papers suggested that Maxent (Maximum Entropy Method) technique provides better results than other programs, especially for small datasets (Pearson et al. 2006, Elith et al. 2006). Based on the Maximum Entropy Method, we assumed that the suitable potential area for common hippopotamus could be portrayed and the relevant variables contributing to the assessment of this suitable habitat highlighted. This may help managers to focus the conservation effort on the potential suitable habitat and therefore enhance the species conservation status. Common hippopotamus is a priority for conservation as particularly vulnerable with land-use changes in western Benin. Predicting the habitat range provides crucial information for the common hippopotamus habitat in such rapidly changing environments. However, the complex network structure of aquatic

ecosystems restricts spatial prediction variables. The study aims are: (i) to test hydrological variables to improve the prediction of distribution of common hippopotamus.; (ii) to determine the location and extent of suitable habitat for common hippopotamus in the southwestern Benin and to provide useful data to enhance hippopotamus conservation.

2. Material and methods

2.1. Study area

This study was conducted in the Ramsar site "1017" which is located at 6°16' – 6°45' north latitude and 1°40' – 2°20' east longitude (Figure 1). The study covers a land area of 5242.89 km². The study area is bordered by the Togo Republic in the west, Couffo River Basin in the east, Atlantic ocean in the south, county of Zou in the north. The study area is characterized by a bi-modal climatic regime with two rainy seasons (one long from mid-march to mid-july and one short from mid-september to mid-november) alternating with two dry seasons (one long from mid-november to mid-march and one short from mid-july to mid-september) (Adams and Boko, 1983). The mean annual temperatures range from 26 to 28°C. The mean annual rainfall varies between 900 to 950 mm (ASECNA, unpublished data). The main activity of local population is rain-fed crop production (maize, vegetables, cassava, groundnuts, etc.) based on traditional shifting cultivation systems. Despite law prohibition, lands were cultivated closed to the rivers by farmers because of the soil quality in the immediate environment of the rivers. Unfortunately, this situation increases hippopotamus vulnerability since shifting cultivation around rivers reduces the species grazing area and increase the rivers filling by erosion (GIZ 2016).

2.2. Species' distribution database

We registered the species presence both in the field and online database (BIOONE, ISI Web of Knowledge and GBIF). During fieldwork, semi-structured interviews with local hunters and key informants were carried out to determine probable area where the species can be found. Then, we walked along rivers and lakes which were suspected by informants as potential presence points of the species, looking for the animals or their fresh tracks. All contacts with the species were recorded by GPS receptor. Presence points collected on the field were completed with occurrence points from the literature mainly BIOONE, ISI Web of Knowledge and GBIF websites. We systematically searched throughout these websites paper dealing with common hippopotamus in order to find additional local geographic records in the literature. A total of 96 occurrence points were recorded.

* Auteur Correspondant : dossou.ct@gmail.com
Copyright © 2018 Université de Parakou, Bénin

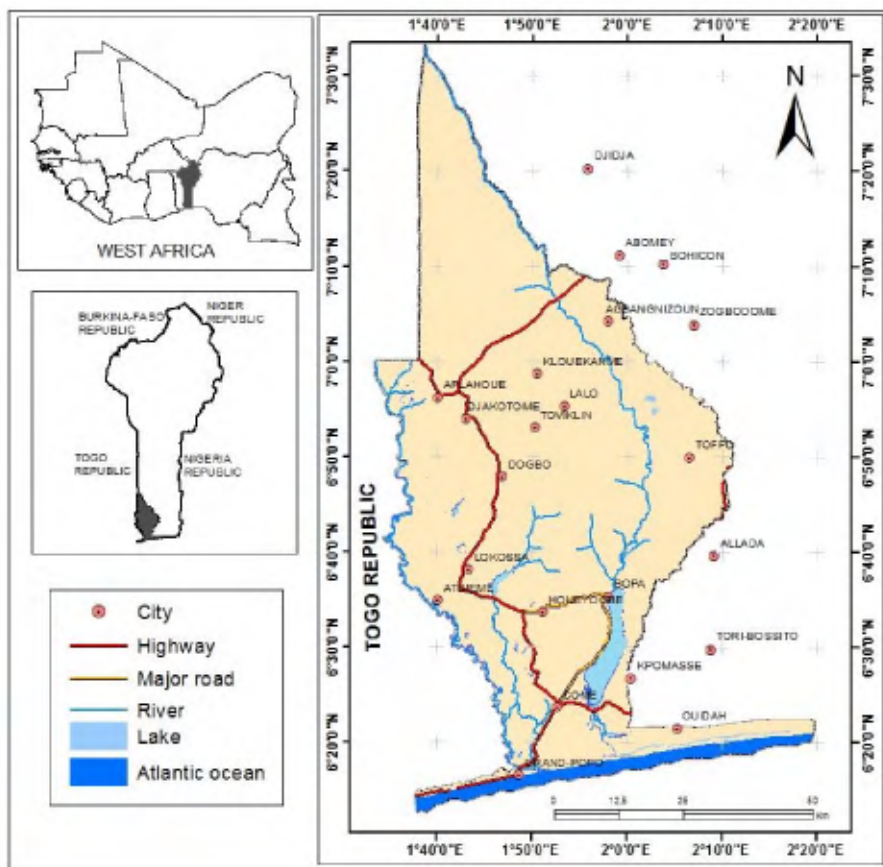


Figure 1: Study area

Figure 1: Milieu d'étude

Table 1: List of environmental variables used within the MaxEnt model

Tableau 1 : Liste des variables environnementales utilisées pour la modélisation

Variable	Code	Software tools used
Topographical variables		
Slope	slope	Spatial analysis tool in Esri's ArcGIS 10.1
Hydrological variables		
Flow accumulation	flow_accumulation	SAGA GIS hydrology analysis tool
Lake width	lake_width	SAGA GIS hydrology analysis tool
Water depth	water_depth	SAGA GIS hydrology analysis tool
Stream power index	stream_power_index	SAGA GIS hydrology analysis tool
Topographic wetness index	topographic_wetness_index	SAGA GIS hydrology analysis tool
Grazing proximity to the lake/river		
Distance to grazing	dist_grazing	Euclidean distance analysis tool in Esri's ArcGIS 10.1.
Human factor variables		
Cropland	cropland	http://sedac.ciesin.columbia.edu/
Road density	road_density	Line density tool in Esri's ArcGIS 10.1.

2.3. Environmental variables

Nine environmental variables were selected as potential predictor variables of common hippopotamus distribution according to the scientific literature (Charbonnel et al. 2015). These variables were categorized into five groups: topographic (slope), hydrology (flow accumulation, lake width, water depth, stream power index and topographic wetness index), grazing proximity to the lake/river (distance to grazing) and human factors (road densities and cropland areas) (Table 1). We used five hydrological variables that are closely related to the hydrological characteristic of the rivers or lakes. Hydrological variables were generated using SAGA GIS hydrology analysis tool. The rasters were all at 1 km x 1 km resolution with the projected coordinate system being UTM Zone 31N. Table 1 lists the purpose and source of each of the variables.

2.4. Preliminary environmental variables exploration

We performed a preliminary data exploration analysis in order to avoid multi collinearity between predictors by conducting a Pearson correlation analysis and Variance Inflation Factor (VIF) analysis using usdm (Uncertainty Analysis for Species Distribution Models) package with R program language (Naimi et al. 2014). Variables with the highest VIF (VIF > 10) were excluded and the remaining data re-analyzed. We repeated this process until all remaining variables had a VIF less than 10. Also, if a high degree of collinearity exists between two variables (>75 %), those variables with the least collinearity with other variables were retained in the modeling process.

2.5. Modeling and validation

MaxEnt was used to establish the habitat suitability map for the occurrence of common hippopotamus (Phillips et al. 2006). Duplicate records in each grid were removed to reduce the sampling bias in favour of sites where sampling may be concentrated (Eliot et al. 2006). A Jack-knife procedure was performed on the environmental variables to determine variables which best contribute to the model prediction. For model evaluation, 20 % of location records were used to test the model while the remaining records 80 % was used for model calibration. To validate the outputs of the model, the area under curve (AUC) was used following Phillips (2006). A model with an AUC value higher than 0.90 was considered as good (Swets 1988). The accuracy of the model was assessed using Kappa and TSS statistics in R software through package vcd (Visualizing Categorical Data) (Meyer et al. 2006).

3. Results

3.1. Environmental variables selection

Pearson correlation coefficient indicated 3 environmental variables (stream_power_index, topographic_wetness_index and water_depth) with significant correlation ($r^2 > 0.75$) among the 8 input variables (Figure 2). No variable from the 8 input variables has collinearity problem (Table 2). 8 continuous environmental variables (dist_grazing, flow_accumulation, Lake_width, road_density, slope, stream_power_index, topographic_wetness_index and water_depth) and 1 categorical (cropland) were finally selected to run the model.

Table 2: VIFs of the remaining variables

Table 2: Valeurs du facteur d'inflation de la variance (VIF) des variables

Codes	Variables designation	VIF
dist_grazing	Distance to hippopotamus grazing areas	1.390295
flow_accumulation	Flow accumulation	1.007229
Lake_width	Lake width	1.158561
road_density	Road_density	1.333698
slope	Slope	1.218038
stream_power_index	Stream power index	1.052633
topographic_wetness_index	Topographic wetness index	1.335058
water_depth	Water depth	1.582894

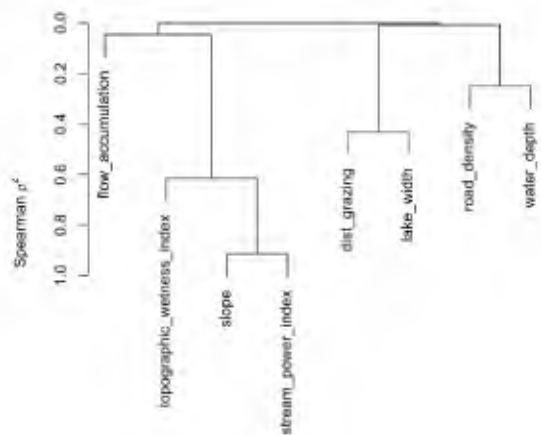


Figure 2: Cluster dendrogram indicating the environmental variables correlation

Figure 2: Dendrogramme indiquant la corrélation entre les variables environnementales

3.2. Evaluation of the model performance

Figure 3 displays the area under ROC curve for the MaxEnt model. AUC value is 0.953 ± 0.013 (1S.D.), the curve showed that MaxEnt model performed better than random (i.e > 0.5) (Figure 3). Analysis of model accuracy yielded TSS value of 0.47, and Kappa value of 0.69, indicating that the accuracy of the model was fair.

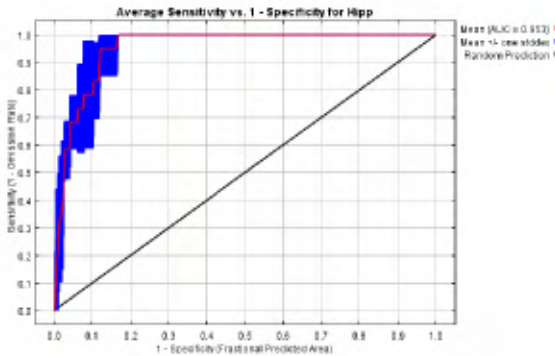


Figure 3: ROC Curve of Average Sensitivity vs. Specificity for common hippopotamus

Figure 3: Courbe de la valeur moyenne de l'AUC pour l'hippopotame commun

3.3. Most relevant variables

The Jack-knife test results showed the training gain when the model is run with and without each variable. Among input variables, distance to grazing mostly contributed to MaxEnt model (62.6 %). Water depth to 15.9 % for the species habitat model, lake width for 8.7 %, slope for 2.1 % and flow accumulation for 1.5 % (Table 3).

Table 3: Relative contributions of the predictor environmental variables to the MaxEnt model

Tableau 3: Contribution relative des variables environnementales au model Maxent

Variable	Percent contribution	Permutation importance
dist_grazing	62.6	89.7
water_depth	15.9	7.3
lake_width	8.7	1.8
road_density	8.6	0.5
slope	2.1	0.4
flow_accumulation	1.5	0.3
cropland	0.5	0
stream_power_index	0	0
topographic_wetness_index	0	0

3.4. Common hippopotamus habitat suitability maps

Common hippopotamus habitat suitability map generated by MaxEnt model indicated that the majority of the study area (i.e 4512,034 km²) is unsuitable habitat for common hippopotamus. 9.44 % of the areas was

moderately suitable habitat and just 4.5 % area was highly suitable habitat for common hippopotamus (Figure 4). The maps clearly depicted areas with wetlands; including rivers and lakes as having very high potential habitat suitability values.

4. Discussion

4.1. Modeling limitations

Although this study presents some limitations, it highlights useful habitat suitability models for common hippopotamus. Bias is evident in the generation of the absence data used for model validation. The absence points used were randomly selected outside the known presence locations. However, without field verification, it is impossible to know whether these sites had common hippopotamus or at least potentially suitable habitats (Barry and Elith, 2006). To improve absence data, one should determine true absence points in the field, by recording coordinates for locations where the presence of common hippopotamus presence was never detected before (Elith et al. 2010). This raises a concern of true habitat unsuitability. Even if certain habitat is suitable for common hippopotamus spotted, they potentially may not occupy or use that entire suitable habitat (Elith and Leathwick 2009).

4.2. Habitat suitability

Water availability and grazing proximity to the lake/river are essential environmental resources for common hippopotamus distribution (Harrison et al. 2007, Wilbrod and Milanzi 2010, Chansa et al. 2011). Within our study area, distance to grazing, water depth, lake width and slope played a key role in determining the distribution of potential habitats of common hippopotamus. Indeed, common hippopotamus requires aquatic ecosystems known as their “daily living space” where they spend most of their time, and grazing pastures ashore (Chomba et al. 2013).

MaxEnt model predicted fewer areas of high suitability for common hippopotamus in southwestern Benin due to two anthropogenic activities; habitat losses, as wetlands are converted to agriculture lands and poaching. The results of the habitat suitability model for common hippopotamus clearly demonstrated a dependence on wetland supporting previous research on the species (Amoussou et al. 2006, Kpétééré et al. 2015). The management of wetland habitats for viable populations of semi-aquatic animals requires a more detailed understanding of how these animals use habitats (Semlitsch and Bodie 2003).

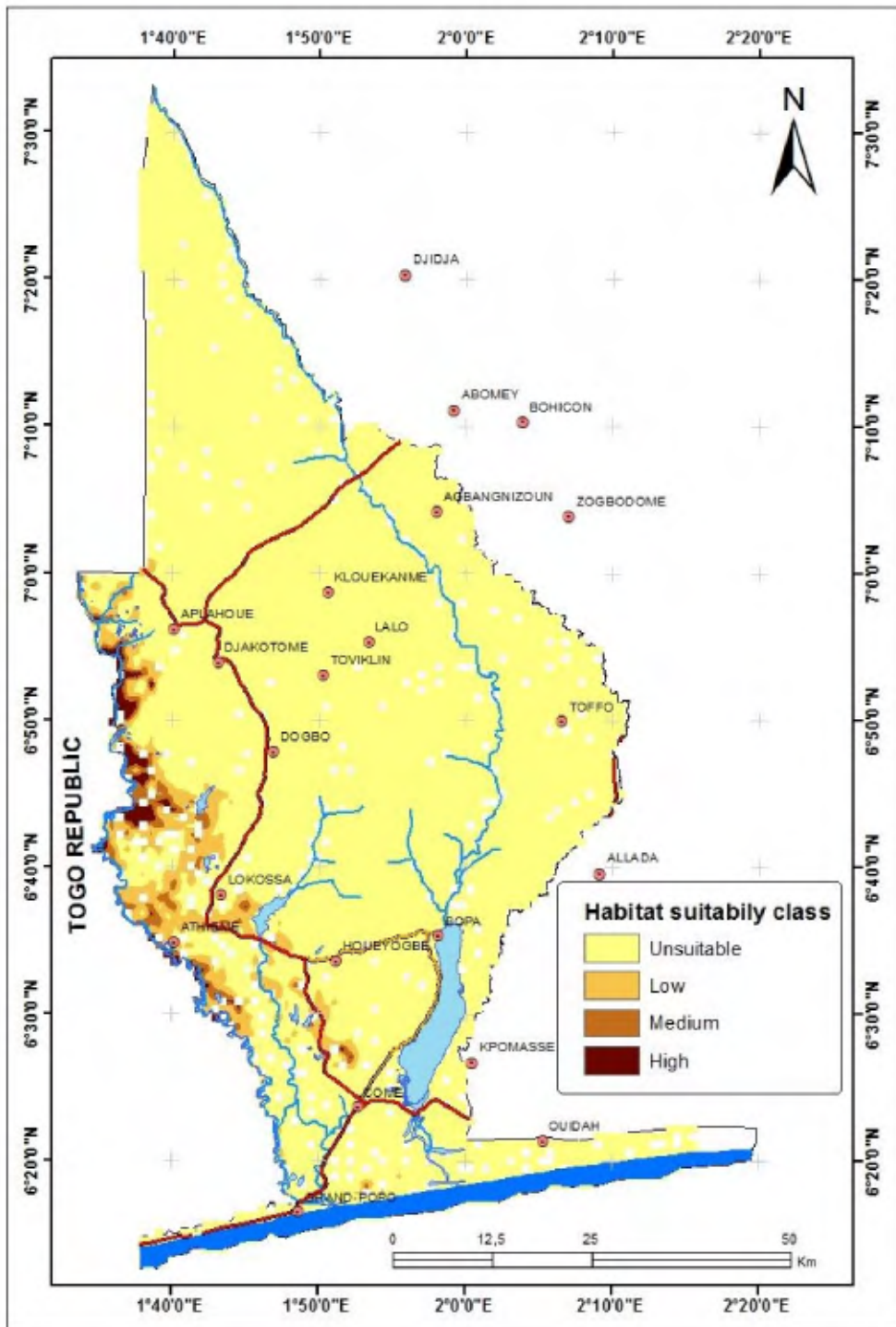


Figure 4: Habitat suitability map for common hippopotamus in southwestern Benin

Figure 4: Carte montrant les habitats favorables à l'hippopotame commun au Sud-Ouest du Bénin

4.3. Management implications

Habitat suitability maps and information about spatial ecology of common hippopotamus are needed to establish effective conservation plans. Conservation actions can include: (i)-the creation of small biological hippopotamus reserves to ensure the survival of the species; (ii)-the implementation of activities which enable to keep water in the existing pools during the whole year in order to ensure hippopotamus presence in the same biotopes during all seasons of the year and (iii)-protection against illegal settlement along rivers to avoid the grazing area of hippopotamus destruction and the river filling.

5. CONCLUSION

This study provides the first detailed map of common hippopotamus habitat suitability in the Ramsar site 1017 in Benin. Habitat suitability maps and information about environmental variables that best defined the habitat suitability of common hippopotamus are required to establish effective conservation plan for the species. The information about conservation landscapes design can be used for designing relevant conservation plans for the species. The comprehension of the main variables that may contribute to common hippopotamus site selection plays a crucial role in the long-term survival of common hippopotamus populations throughout study area.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

Adam S. et Boko M. 1983. Le Bénin. Sodimas-Edicef, Paris, 95p.

Amoussou K.G., Mensah G.A., et Sinsin B. 2006. Données biologiques, éco-éthologiques et socio-économiques sur les groupes d'hippopotames (*Hippopotamus amphibius*) isolés dans les terroirs villageois en zones humides des départements du Mono et du Couffo au Sud-Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, 53, 22-35.

Barry, S. & Elith, J. 2006. Error and uncertainty in habitat models. Journal of Applied Ecology, 43: 413-423.

Boisserie J.R. 2005. The phylogeny and taxonomy of Hippopotamidae (Mammalia: Artiodactyla): a review based on morphology and cladistic analysis. Zoological Journal of the Linnean Society, 143: 1-26.

Chansa W., Milanzi J. & Sichone P. 2011. Influence of river geomorphologic features on hippopotamus density distribution along the Luangwa River, Zambia. African Journal of Ecology, 49: 221-226.

Charbonnel A., Buisson L., Biffi M., D'Amico F., Besnard A., Aulagnie, S. & Némoz, M. 2015. Integrating hydrological features and genetically validated occurrence data in occupancy modelling of an endemic and endangered semi-aquatic mammal, *Galemys pyrenaicus*, in a Pyrenean catchment. Biological Conservation, 184: 182-192.

Chomba C., Senzota R., Chabwela H. & Nyirenda V. 2013. Does shore length influence population size and density distribution of hippopotamus? Journal of Ecology and the Natural Environment, 4: 56-63.

Elith J. & Leathwick R. 2009. Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics, 40: 677-697.

Elith J., Graham, C.H., Anderson R.P., Dudík, M., Ferrier S., Guisan A., Hijmans R.J., Huettmann F., Leathwick J.R., Lehmann A., Li J., Lohmann L.G., Loiselle B.A., Manion G., Moritz C., Nakamura M., Nakazawa Y., Overton J. McC., Peterson A.T., Phillips S.J., Richardson K.S., Scachetti-Pereira R., Schapire R E., Soberón J., Williams S., Wisz M.S. & Zimmermann N.E. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. Ecography, 29 :129-151.

Elith J., Kearney M. & Phillips S. 2010. The art of modelling range-shifting species. Ecology and Evolution, 1: 330-342.

Eltringham S.K. 1999. The Hippos, Londres, T & AD Poyser Ltd, 256 p.

Franklin J. 2009. Mapping species distributions: Spatial inference and prediction. New York, Cambridge University Press

GIZ, 2016. Plan d'aménagement de la réserve de biosphère du Delta du Mono au Bénin. CENAGREF/GIZ, 53 p.

Harrison M.E., Kalindekafu M.P. & Banda B. 2007. The ecology of the hippopotami in Liwonde National Park, Malawi: implications for management. African Journal of Ecology, 46: 507-514.

Hastie T. J. & Tibshirani R.J. 1990. Generalized Additive Models, New York : Chapman and Hall.

Kanga, E.M., Ogutu, J.O., Olf, H. & Santema, P. 2011. Population trend and distribution of the vulnerable common Hippopotamus *Hippopotamus amphibius* in the Mara Region of Kenya. Oryx, 45 : 20-27.

Kpété J., Nago S. G. A., Natta A. K., Houessou L. & Kéita N. T. 2015. Connaissances ethnozoologiques et importance de l'hippopotame commun (*Hippopotamus amphibius*) pour les populations du Nord-Est Bénin : Implication pour sa conservation et sa valorisation durable. Ann. UP, Série Sci. Nat. Agron, 5 (1): 54-67

Lewison R. & Oliver W. 2008. *Hippopotamus amphibius*. In The IUCN Red List of Threatened Spe-

- cies. *Hippopotamus amphibius* (Common Hippopotamus, Large Hippo). [Online] Available at <http://www.iucnredlist.org> (accessed April 6, 2016).
- Lewison R. 2007. Population responses to natural and human-mediated disturbances: assessing the vulnerability of the common Hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*). *African Journal of Ecology*, 45: 407-415.
- Lewison, R. & Pluháček, J. 2017. *Hippopotamus amphibius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T10103A18567364. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T10103A18567364.en>. Downloaded on 18 April 2018.
- MacDonald D. 2001. *The New Encyclopedia of Mammals*. Oxford University Press, Oxford. 930 p.
- MacLeod C.D., Mandelberg L., Schweder C., Bannon S.M., & Pierce G.J. 2008. A comparison of approaches for modelling the occurrence of marine animals. *Hydrobiologia*, 612: 21-32.
- Mastrorillo S., Lek S., Dauba F., and Belaud A. 1997. The use of artificial neural networks to predict the presence of small-bodied fish in a river. *Freshwater biology*, 38: 237-246.
- McCullagh P., & Nelder J. A. 1989. *Generalized Linear Models*, no. 37 in *Monograph on Statistics and Applied Probability*. 526 p
- Meyer D., Zeileis A. Hornik K. 2006. The strucplot framework: Visualizing multi-way contingency tables with vcd. *Journal of Statistical Software*, 17(3), 1-48.
- Naimi B., Hamm N.A.S., Groen T.A., Skidmore A.K. & Toxopeus A.G. 2014. Where is positional uncertainty a problem for species distribution modelling? *Ecography*, 37: 191- 203.
- Neuenschwander P., Sinsin B. & Goergen G. (eds). 2011. *Nature Conservation in West Africa: Red List for Benin*. Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria. 3645 p.
- Parker, G.E. & Osborn, F.V. 2006. Investigating the potential for chilli *Capsicum* spp. to reduce human-wildlife conflict in Zimbabwe. *Oryx*, 40: 343-346.
- Pearson R.G. 2006. *Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners*. Synthesis. American Museum of Natural History. [Online] Available at <http://ncep.amnh.org> (accessed mars 18, 2017).
- Phillips S.J., Anderson R.P. & Schapire R.E. 2006. Maximum entropy modelling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231 - 259.
- Semlitsch R.D. & Bodie J.R. 2003. Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology*, 17:1219 - 1228.
- Sinsin, B. & Kampmann D (eds). 2010. *Biodiversity Atlas of West Africa, Volume I: Benin*. Cotonou & Frankfurt/Main, 760 p.
- Sogbohossou E.A., Dansou P.E. & Djagoun C.A.M.S. 2017. Conflits hommes-hippopotames dans la Réserve Communautaire d'Adjamè au sud-ouest du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* 82 : 22-31
- Swets J. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*, 240: 1285-1293.
- Timbuka C.D. 2013. *The Ecology and Behaviour of the Common Hippopotamus, Hippopotamus amphibius L. in Katavi National Park, Tanzania: Responses to Varying Water Resources*, PhD thesis, University of East Anglia, 360 p.
- Wilbrod C. & Milanzi J. 2010. Population status of the hippopotami in Zambia. *African Journal of Ecology*, 49: 130-132.
- Williamson D.F. 2004. Tackling the ivories: The status of the US trade in elephant and hippo ivory. In *TRAFFIC*. [Online] Available at <http://www.traffic.org/species-reports/traffic-species-mammals28.pdf> (accessed May 6, 2017).



Vulnérabilité des activités pastorales à la variabilité hydro-climatique à Founougo dans la commune de Banikoara

Tom K. HOUNGNIBO¹, Ernest AMOUSSOU^{1,2}, Henri S. TOTIN VODOUNON^{1,2}

¹ Département de Géographie et Aménagement du Territoire,
Université de Parakou, 03BP 303 Bénin

² Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE),
Université d'Abomey-Calavi, 03BP 1122, Cotonou, Bénin

Reçu le 15 Janvier 2018 - Accepté le 18 Juin 2018

Vulnerability of pastoral activities to hydro-climatic variability in Founougo in the municipality of Banikoara

Abstract: Cattle breeding is a climate-sensitive activity in northern Benin, which holds the majority of the country's cattle herd, but subject to the influences of the tropical climate. This study aims to analyze the impact of hydro-climatic variability and its effects on the pastoral system in Founougo (Municipality of Banikoara). The analysis is based on climatological (rainfall, temperature and FTE) and hydrological (flow) data for the period 1976-2015 as well as those related to cattle, sheep and goats (2005-2015) supplemented by socio-anthropological information from field surveys. The precipitation and discharge trends over the period 1976-2015 were respectively 57.5% of deficit years, 35% and 42.5% of surplus years and 7.5% of normal years. Temperatures show an upward trend with a rate of 0.04 °C/year. The climatic balance is characterized in 1996-2015 by a slight increase (22%) of the water balance compared to the 1976-1995 sub-period on the one hand and a reduction in the number of wet months of four (1976-1995) to three (1996-2015) on the other hand. The hydro-climatic events with more impact on the pastoral system concern the excessive heat linked to the rise in temperatures (70%), the shortening of the rainy seasons (65%) and heavy rains accompanied by major floods (60%). According to almost all the farmers surveyed, the effects related to risks with a low probability of occurrence (drought and heavy rains accompanied by major floods) are heavier and less bearable (major and severe) than those whose probability of occurrence is higher (minor or moderate effects). 94% of pastor-pastoralists surveyed are better adapted to the risks of temperature rise (extremely likely) and shortening of the rainy season (very likely) than to the risk of drought, heavy rains accompanied by large floods (likely).

Keywords: Hydro-climatic variability; vulnerability; sensitivity; risk; breeding system; Founougo.

Résumé : L'élevage bovin est une activité à forte sensibilité climatique dans le Nord-Bénin qui détient la majorité du cheptel bovin du pays, mais soumis aux influences du climat tropical. Cette étude vise à analyser l'impact de la variabilité hydro-climatique et de ses effets sur le système pastoral à Founougo (Commune de Banikoara). L'analyse se base sur les données climatologiques (pluviométrie, température et ETP) et hydrologique (débits) de la période 1976-2015 ainsi que celles liées au cheptel bovin, ovin et caprin (2005-2015) complétées par des informations socio-anthropologiques issues des enquêtes de terrain. L'évolution des précipitations et des débits sur la période 1976-2015 ont connu respectivement 57,5 % d'années déficitaires, 35 % et 42,5 % d'années excédentaires et 7,5 % d'années normales. Les températures observent une tendance à la hausse avec un taux de 0,04 °C/an. Le bilan climatique est caractérisé de 1996-2015 par une légère augmentation (22 %) du bilan hydrique par rapport à la sous-période 1976-1995 d'une part et une réduction du nombre de mois humides de quatre (1976-1995) à trois (1996-2015) d'autre part. Les manifestations hydro-climatiques ayant plus d'impact sur le système pastoral concernent la chaleur excessive liée à la hausse des températures (70 %), le raccourcissement des saisons pluvieuses (65 %) et de fortes pluies accompagnées de grandes inondations (60 %). Selon les enquêtés, les effets liés aux risques ayant une faible probabilité d'occurrence (sécheresse et grandes pluies accompagnées de grandes inondations) sont plus lourds et moins supportables (majeurs ou sévères) que ceux dont la probabilité d'occurrence est plus élevée : hausse de températures

et raccourcissement des saisons pluvieuses (effets mineurs ou modérés). 94 % des éleveurs-pasteurs s'adaptent mieux aux risques hausse de températures (extrêmement probable) et raccourcissement de saison pluvieuse (très probable) qu'aux risques de sécheresse, de grandes pluies accompagnées de grandes inondations (probable).

Mots clés: Variabilité hydro-climatique ; vulnérabilité; sensibilité ; risque ; système pastoral ; Founougo.

1. Introduction

Les variabilités dues aux changements climatiques induisent une augmentation lente mais continue des températures globales moyennes de l'air ainsi qu'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes hydro-climatiques extrêmes tels que les sécheresses, fortes précipitations, inondations, vagues de chaleur, etc (Bationon, 2009 ; Guibert *et al.*, 2010). Les ressources hydriques et fourragères indispensables aux bétails et dont la sensibilité à la variabilité du climat est de plus en plus remarquée compromet la survie des troupeaux et le système pastoral en général, rendant ainsi vulnérable les activités pastorales. En effet, la zone cotonnière du Nord-Bénin abrite plus de la moitié du cheptel bovin (768339 têtes) du pays (Djènonatin *et al.*, 2009) avec l'arrondissement de Founougo qui détient le record communal de 27 % du nombre total des troupeaux (Katé *et al.*, 2015). Les études menées par Boko *et al.* (2012), ont montré que le Bénin septentrional est soumis non seulement aux influences du climat soudano-sahélien, mais aussi à la modification naturelle que connaît le climat avec des effets accentués des risques hydro-climatiques. Les manifestations de la variabilité hydro-climatique tel que la hausse des températures de +1 °C à +3 °C et la perturbation du régime pluviométrique prévu par Ogouwalé (2006) à l'horizon 2050 induirait non seulement de stress pour les espèces fourragères, la raréfaction voire la disparition des ressources d'abreuvement et de pâturage (Lesse *et al.*, 2015), mais aussi des troubles sanitaire, la diminution de la productivité du bétail et la paupérisation des éleveurs-pasteurs. En émettant l'hypothèse que les manifestations hydro-climatiques actuelles constituent une menace pour les activités pastorales dans l'arrondissement de Founougo, la présente étude se propose d'analyser l'impact de la variabilité hydro-climatique et de ses effets sur le système pastoral et les moyens d'existence des éleveurs à Founougo.

2. Matériel et méthodes

2.1. Présentation du secteur d'étude

Situé au Nord du Bénin, et localisé entre 2° 15' et 2° 45' de longitude Est et entre 11° 25' et 11° 40' de latitude Nord, l'arrondissement de Founougo (figure 1) s'étend sur une superficie de 940 km² et est limité au Nord et à l'Est par la commune de Karimama, au Sud par les arrondissements de Kokey, de Gomparou et de Banikoara, à l'Ouest par celui de Soroko. Le climat qui y règne est de type tropical sec (Gounou, 1985), avec une saison des pluies qui dure six mois (mai à octobre) et saison sèche avec moins de 15 mm de pluie par mois (CISE, 2009). Tout au long de l'année, les températures moyennes varient entre 25,3 °C en janvier et 32,7°C en avril, soit une amplitude thermique de 7,4 °C. Les sols sont de types ferrugineux tropicaux de l'ordre de 81,87 % (CENAP, 1989) favorable à l'agriculture, minéraux bruts (10,20 %) et peu évolués (6,55 %) difficiles à labourer et hydromorphes (1,38 %). Les cours d'eau qui traversent l'arrondissement de Founougo sont le Mékrou qui est permanent, et quelques affluents de l'Alibori dont Koné-koga, Sambidou-koga, Baadarou, Kpako-koga et Goudiogo. La végétation est composée de plusieurs espèces savaniques avec des plages d'épineux aux endroits soumis à une forte emprise humaine. On y retrouve aussi une végétation bien boisée le long des cours d'eau et la forêt classée qui est le prolongement de celle de l'Alibori supérieur du Parc W (Houngnon, 2008). La figure 1 présente la situation géographique de Founougo.

2.2. Données utilisées

Les précipitations du poste pluviométrique de Banikoara; les températures maximales, minimales et moyennes ainsi que l'ETP de la station synoptique de Kandi, mobilisées auprès de l'ASECNA et les débits au pont de l'Alibori extraits de la base auprès du service Hydrologique de la DG-Eau sur la période 1976-2015 ont été utilisés. L'intérêt du choix de la période d'étude (1976-2015) se base non seulement sur l'adoption d'une normale climatique (30 ans), mais aussi la mise en évidence des décennies sèches de 1970 et 1980 qu'a connues le Bénin et particulièrement le Nord du pays.

* Auteur Correspondant : tomkevinhoungnibo@gmail.com ; Tel : 64-83-62-71

Copyright © 2018 Université de Parakou, Bénin

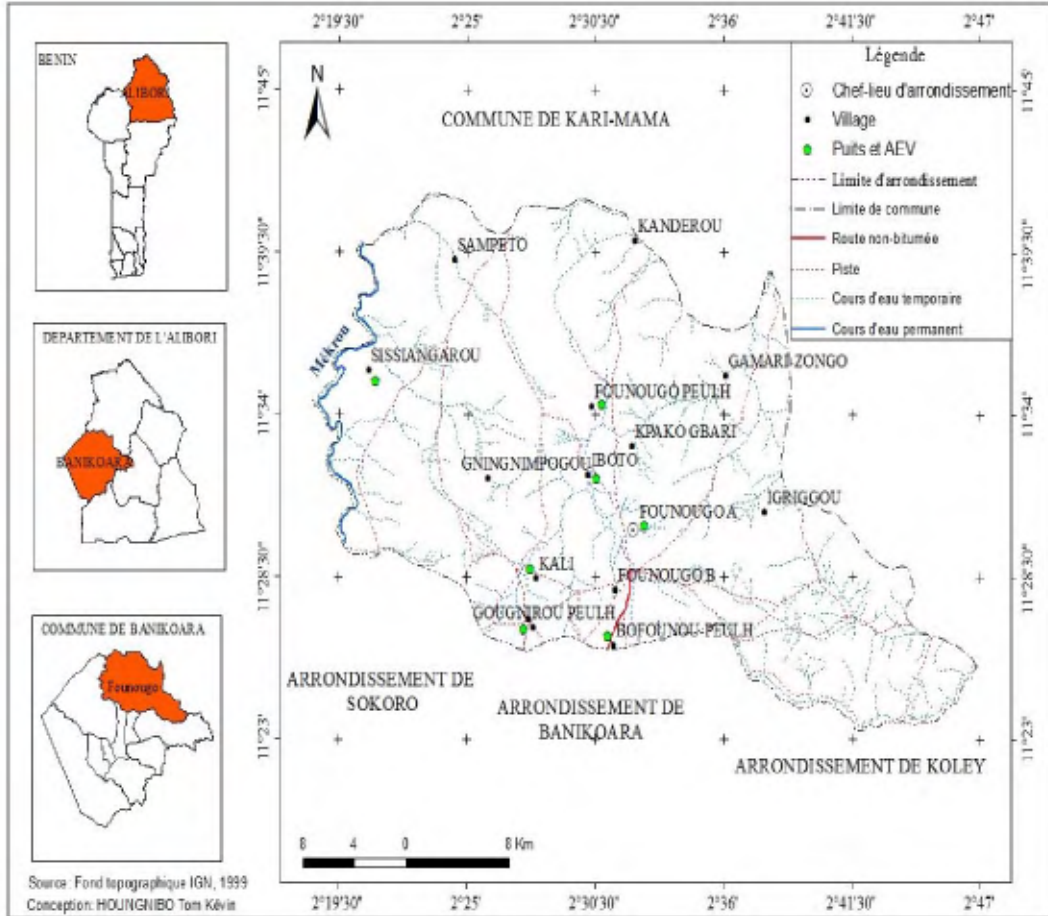


Figure 1 : Carte de situation géographique de Founougo et campements investigués

Les statistiques sur l'évolution du cheptel bovin, ovin et caprin de l'arrondissement de Founougo ont été extraites de la base de données de MAEP (2016). Aussi, une enquête de terrain a été effectuée dont le but est de déterminer les facteurs de vulnérabilité hydro-climatiques, leurs impacts et effets sur le système pastoral et d'existence des éleveurs à Founougo dans la commune de Banikoara.

L'échantillon a concerné exclusivement des chefs de ménages éleveurs et agro-éleveurs, des responsables d'association d'éleveurs, des agents de santé animale, et des autorités locales. L'identification de ces personnes enquêtées s'est reposée sur la technique du choix raisonné, et ceux qui répondent au moins à un des critères suivant :

- avoir au moins un âge compris entre [30 ; 40 ans [, avec une expérience d'au moins 25 ans dans le domaine d'élevage ;

- être un chef de ménage et avoir conduit au moins pendant 25 ans les animaux ;
- avoir vécu dans la localité pendant 25 ans ;
- les agents de santé animale sont choisis en fonction de leur responsabilité dans le secteur.

A ces critères, s'est ajouté le principe de la représentativité appliqué aux villages et campements de Founougo. Ainsi, neuf villages et campements ont été identifiés. La taille de l'échantillon a été déterminée par la formule : $T = M \times F$, avec T = taille de l'échantillon ; M = nombre de ménages éleveurs ; F = taux de sondage fixé à 10 %.

Selon UCOPER (2016), le nombre de ménage possédant de bétail dans l'arrondissement de Founougo est de 983. Le tableau 1 présente les caractéristiques de l'échantillon.

Tableau 1 : Caractéristiques de l'échantillon

Villages/campements	Nombre de ménage éleveur	Nombre d'éleveurs enquêtés	Personnes ressources enquêtés
Founougo-A	90	19	3
Bofounou-peulh	89	16	1
Founougo-peulh	87	14	1
Gamari-zongo	76	14	1
Gougnirou-peulh	61	10	1
Sampéto	56	8	1
Kali	40	8	0
Sissiingarou	25	5	1
Iboto	22	6	1
Total	546	100	10

Source : UCOPER, 2016 ; Enquête de terrain, Novembre 2016

Au total, 100 éleveurs et 10 personnes ressources composées de responsables d'association d'éleveurs, d'agents de santé animale et d'autorités locales ont été enquêtés.

2.3. Méthode de traitement et d'analyse

Le traitement des paramètres hydro-climatiques (pluviométrie, température, ETP et débit), des données de terrain et la réalisation de divers diagrammes s'est basé sur l'utilisation du tableau Excel 2007. Grâce à la méthode de Lamb (1982) les années excédentaires et déficitaires ont été déterminées : $X_i - X/S$ avec X_i : la variable considéré à l'année i ; X et S : représentent respectivement la moyenne et l'écart-type de la variable étudiée. L'analyse du bilan hydrique a été faite pour déterminer la position des précipitations par rapport à l'ETP. La matrice de sensibilité a permis de mettre en évidence le degré d'exposition du système pastoral et d'impact. A travers la méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité (GIEC, 2014), le degré d'occurrence des différents risques identifiés par les éleveurs a été déterminé. Aussi, les effets liés à ces risques sur le système d'élevage obtenus à travers les investigations de terrains ont été regroupés en matrice des impacts. Enfin, le profil de vulnérabilité a permis de déterminer les limites de la capacité d'adaptation des éleveurs aux risques identifiés.

3. Résultats et discussion

3.1. Variabilité interannuelle des précipitations et des débits

Les indices pluviométriques à la station de Banikoara et hydrologiques au pont de l'Alibori situé respectivement à 25 km et 32 km de Founougo, ont permis de mettre en évidence l'alternance des années déficitaires et excédentaires des lames d'eau précipitées et écoulées (figure 2).

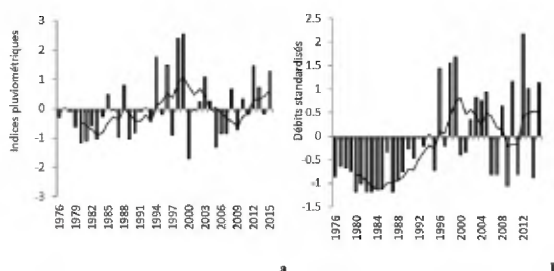


Figure 2: Variabilité pluviométrique (a) et hydrologique (b) de 1976-2015 à Banikoara

La figure 2 révèle une phase marquée par une succession régulière des années pluviométriques sèches (1976-1993) et une variabilité interannuelle accrue des précipitations (1994-2015), ce qui règle les écoulements. Ainsi, les années pluviométriques sèches ont une fréquence plus élevée (57,5 %) que celles humides (35 %), de même que les lames d'eau écoulées dont 57,5 % contre 42,5 % des années sont respectivement déficitaires et excédentaires. Cette variabilité du climat influence aussi le comportement spatial et temporaire des troupeaux dans la gestion du parcours. La figure 3 présente le diagramme climatique superposé au calendrier pastoral.

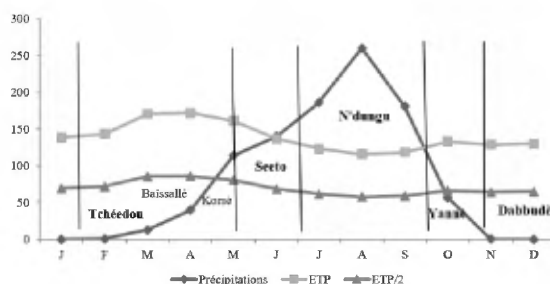


Figure 3 : Diagramme climatique et calendrier pastoral à Founougo

L'analyse de la figure 3 révèle que les éleveurs-pasteurs de Founougo ne distinguent plus la période sèche « Baïssalé » (2^{ème} quinzaine de mars à avril) de la période sèche et chaude « Tchédéou » (février à mars). En effet, selon les enquêtés, la période « Baïssalé » autre fois caractérisée par l'apparition et le déplacement des nuages, le début de feuillaison des arbres annonçant la saison pluvieuse ne se distingue plus, mais celle de « Tchédéou » ne fait que se prolongé (février à mai). De même, la période de pluie précoce « Korsé » (avril à première quinzaine de mai) qui annonçait le retour des transhumances ne se démarque plus ni de la période sèche « Baïssalé », ni de celle sèche et chaude « Tchédéou », mais les toutes premières pluies ne sont enregistrées qu'à partir du mois de mai voire juin correspondant à « Seeto ». Il en résulte alors de ce fait, un allongement de la saison sèche et un raccourcissement

de l'unique saison pluvieuse. Ainsi, le calendrier pastoral est réduit à cinq périodes à savoir « Tchédou » (longue période chaude et sèche, transhumance); « Seeto » (toutes premières pluies; début des retours de transhumance); « N'dungu » (période humide, pâturage à proximité des champs et agglomérations); « Yannè » (période post humide, début des départs pour la transhumance); « Dabbudè » (période sèche et froide, vaine pâture dans les champs après récolte, transhumance). Ces perceptions des éleveurs-pasteurs de Founougo corroborent avec celles trouvées par Djè-nontin (2010) dans la même zone climatique à Kokey (Banikoara) et à Donwari (Kandi). Cette modification du calendrier et la variabilité des précipitations combinées avec l'augmentation des températures constitue une source de stress chez les animaux.

3.2. Indicateurs thermiques dans l'arrondissement de Founougo

Les températures maximales, minimales mensuelles et moyennes interannuelles sur la période 1976-2015, ont permis de déterminer le rythme de l'évolution de la température dans l'arrondissement de Founougo (figures 4 et 5).

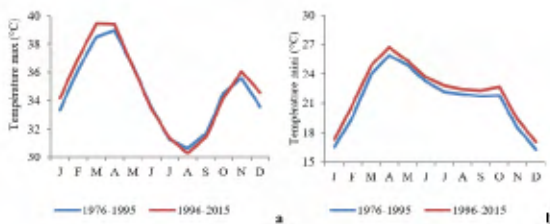


Figure 4 : Variation des régimes thermométriques maximal (a) et minimal (b)

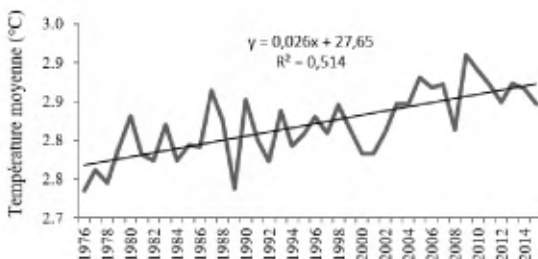


Figure 5 : Variabilité thermométrique interannuelle moyenne à la station de Kandi (1976-2015)

L'analyse de la figure 4 montre une variation des températures maximales en saison sèche (novembre à avril) au cours de la période 1996-2015 de l'ordre de +0,03 °C. Cette saison déjà handicapée par la récession pluviométrique, subit une hausse généralisée des températures, accentuant ainsi la pression évaporatoire, donc le tarissement précoce des sites d'abreuvement

des troupeaux et l'assèchement des fourrages naturels. Le régime thermométrique minimale connaît aussi une variation de + 0,01 °C de 1996-2015 par rapport à la sous-période 1976-1995. Ces différentes variations à la hausse des températures accentuent les besoins en eau chez les animaux, réduire la production animalière ainsi que la capacité de reproduction. La figure 5 présente l'évolution interannuelle des températures moyennes à la station de Kandi.

La période 1976-1986 est marquée par une alternance d'années où les températures moyennes varient entre 27,4°C et 28,3°C. La période 1987-2015 se caractérise par une forte fréquence d'années avec des températures moyennes oscillant entre 28,1°C et 29,1°C. Sur toute la période d'étude, les températures moyennes ont varié entre 27,4°C en 1976 et 29,1°C en 2009, soit un écart de 1,7°C (0,04°C/an). Ce qui confirme les résultats obtenus par (Ogouwalé, 2006 ; Boko *et al.*, 2012) pour qui les températures au Nord-Bénin sont à la hausse et dépassent 1,1°C. Pour 93 % des éleveurs, cette hausse des températures est liée aux pressions anthropiques sur les ressources naturelles (défrichement, les feux de végétation et l'accroissement des espaces emblavés), ce qui favorise le réchauffement du climat et accentuant ainsi l'assèchement de façon plus accéléré des ressources en eau et fourrages naturels. La modification des précipitations et des températures, et les effets non linéaires sur l'humidité, l'évapotranspiration et le sol, ont des conséquences sur la qualité et la quantité des ressources en eau et l'élevage (GIEC, 2007).

3.3. Analyse de la disponibilité des ressources pastorales et évolution du cheptel bovin, ovin et caprin à Founougo

3.3.1. Analyse de l'évolution du cheptel et de la disponibilité en eau

La figure 6 présente l'évolution du cheptel avec la variation des ressources en eau.

La figure 6a montre un bilan climatique positif de juin à septembre (saison pluvieuse) qui totalisent une disponibilité moyenne en eau de +246,8 mm sur la période 1976-1995. De octobre à mai, pour un bilan climatique négatif, la disponibilité en eau est de -965,6 mm. Au cours de cette période les éleveurs éprouvent d'énormes difficultés à abreuver et alimenter le bétail du fait de la récession pluviométrique, l'abreuvement et l'alimentation du bétail sont donc réduits aux ressources en eau souterraine (puits traditionnels et forages) et aux résidus de récolte (figure 7).

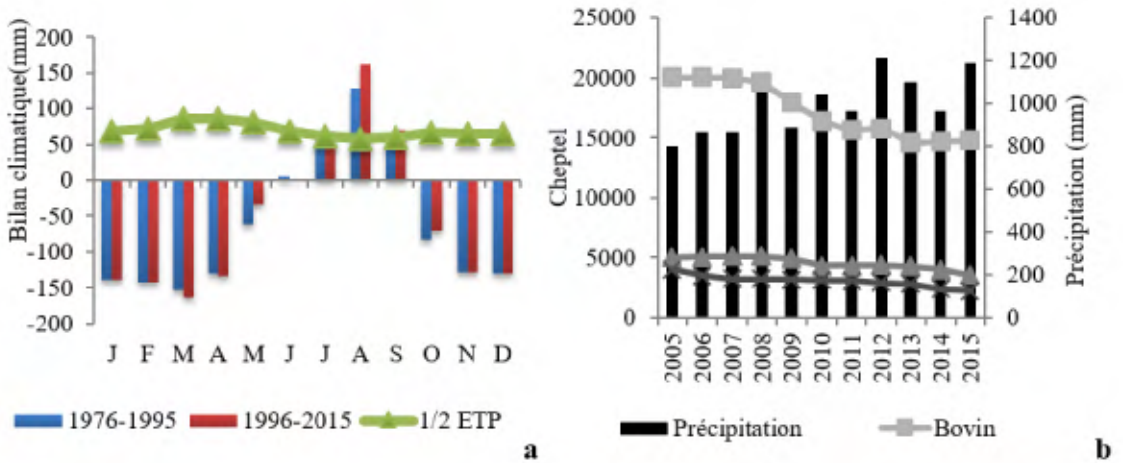


Figure 6: Variation du bilan hydrique(a) et évolution du cheptel bovin, ovin et caprin de Founougo(b)



Figure 7: Abreuvement du bétail en saison sèche à Iboto (a) et à Kali (b) ; et pâturage dans un champ de mil après récolte à Gamari-zongo (c). Prise de vue : Houngnibo T., Novembre 2016



Figure 8: Site d'abreuvement en situation de tarissement (a et b) et de pâturage asséché en début de saison sèche à Founougo (c). Prise de vue : Houngnibo T., Novembre, 2016

De 1996 à 2015, le bilan climatique positif connaît une légère variation de +22 % mais accompagné d'un raccourcissement de la saison humide de quatre mois (juin-septembre) de 1976-1995 à trois mois (juillet à septembre) de 1996-2015, ce qui confirme la perception des éleveurs-pasteurs de la modification du calendrier pastoral suite à la variabilité du climat. Malgré cette légère augmentation, la disponibilité en eau reste insuffisante pour l'abreuvement du bétail car selon Gounou (1985), le besoin quantitatif direct théorique en eau pour chaque bovin, toute taille confondue au Nord-Bénin est estimé à 40 L par jour. En considérant le cheptel bovin de l'arrondissement de Founougo en 2015 qui est de 14756 têtes (CARDER/SCDA-Banikoara, 2016), le besoin en eau journalier est de 590240 L par jour soit 590,24 m³ d'eau. Pour les six mois que dure la saison sèche, le besoin en eau est de 107423,68 m³. Il ressort donc que la satisfaction de ces besoins serait difficile surtout que les pluies, principales sources d'abreuvement deviennent de plus en plus rares dans la région, avec un raccourcissement de la durée des saisons pluvieuses. Pour 97 % des éleveurs, ce raccourcissement de la saison pluvieuse constaté, suivit du tarissement précoce des ressources en eau superficielle dû à la forte pression évaporatoire au cours de la période sèche (octobre-juin) est l'une des raisons qui justifient le départ de certains éleveurs Peulh vers d'autres localités à la recherche de sources d'abreuvement et de pâturage. La figure 8 illustre l'état d'assèchement des sites d'abreuvement et de pâturage en début de saison sèche à Founougo.

De la figure 6b on retient que malgré l'évolution à la hausse de la pluviométrie moyenne annuelle, le cheptel bovin, ovin et caprin de l'arrondissement de Founougo connaît respectivement une diminution de 32 %, 34 % et 6,6 % sur la période 2005-2015. Il ressort donc que la disponibilité des ressources en eau n'est pas le seul facteur conditionnant la sécurité et les mouvements migratoires des troupeaux, mais aussi la disponibilité des ressources fourragères lié à la dynamique de l'occupation du sol.

3.3.2. Analyse de la dynamique de l'occupation du sol et disponibilité des ressources fourragères à Founougo

Selon 97 % des enquêtés, l'extension des terres agricoles, l'exploitation forestière et les feux de végétation sont les principaux facteurs qui entraînent la disparition des espèces végétales autochtones des forêts claires et savanes boisées, des galeries forestières et des savanes arborées et arbustives de l'ordre de -18,1 %. Ceci au profit de l'augmentation des agglomérations et des champs et jachères respectivement de 0,35 % et 17,51 % sur la période de 2000 à 2015. Le défrichement et le déboisement causent la disparition progressive de certaines espèces utilisées comme ligneux fourragers

(*Azelia Africana*, *Kaya senegalensis* et *Leucaena leucocephala*). Les figures 9 et 10 illustrent la dynamique de l'occupation du sol dans l'arrondissement de Founougo.

La synthèse de l'occupation du sol (figures 9 et 10) de l'arrondissement de Founougo en 2000 et en 2015, est présentée dans le tableau 2.

Tableau 2 : Superficies d'occupation du sol dans l'arrondissement de Founougo

Unités d'occupation du sol	2000		2015		Bilan (%)
	Superficie (Km ²)	Pourcentage (%)	Superficie (Km ²)	Pourcentage (%)	
Agglomération	1,42	0,15	4,7	0,5	0,35
Champs et jachères	298,35	31,72	463,08	49,23	17,51
Plan d'eau	1,46	0,15	3,66	0,39	0,23
Forêt claire et savane boisée	113,35	12,05	45,08	4,79	-7,26
Galerie forestière	8,86	0,94	6,6	0,7	-0,24
Savane arborée et arbustive	517,15	54,98	417,45	44,38	-10,6
Total	940,59	100	940,59	100	

Source : IGN, 2000 et 2015

L'analyse du tableau 2 révèle qu'entre 2000 et 2015, les ressources fourragères ligneuses (galeries forestières, forêts claires et savanes boisées) et herbacées (savane arborées et arbustives) ont connu respectivement une régression de 7,5 % et 10,6 % tandis que les mosaïques de champs et jachères ont progressées de 17,51 %. Ce qui se justifie par le défrichement incontrôlé des formations végétales naturelles à la recherche de terres agricoles et surtout l'intensification de la culture du coton et par conséquent, l'émigration de certains éleveurs-pasteurs (selon 95 % des enquêtés). A ce rythme de régression combiné au réchauffement climatique, les forêts et savanes pourraient disparaître complètement. Ce pendant, si en saison pluvieuse l'herbe verte est abondante et peut couvrir les besoins d'entretien et de production du bétail, en saison sèche (novembre à avril) le pâturage herbacé devient rare.



Figure 9 : Occupation du sol de l'arrondissement de Founougo en 2000

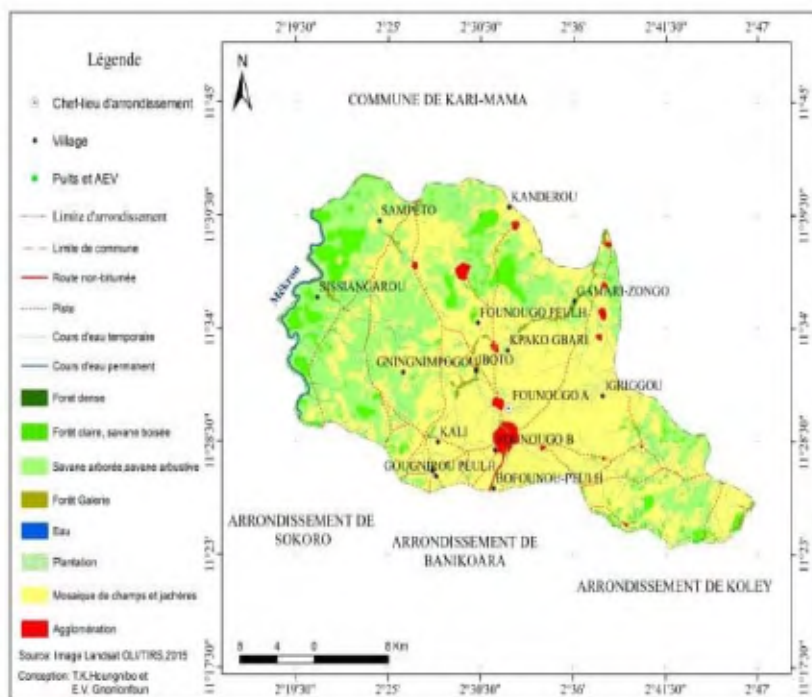
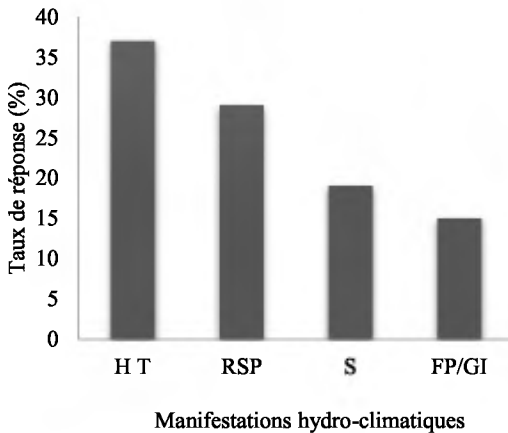


Figure 10 : Occupation du sol de l'arrondissement de Founougo en 2015

3.4. Facteurs de vulnérabilité et sensibilité des activités pastorales à la variabilité hydro-climatique à Founougo

Les enquêtes réalisées auprès des éleveurs ont permis d'identifier les principaux risques hydro-climatiques auxquels sont soumises les activités pastorales à Founougo. Les manifestations du climat actuel telles que la hausse des températures ambiantes, la réduction des durées pluvieuses, les poches de sécheresse, les fortes pluies accompagnées de grandes inondations sont les plus récurrentes à Founougo et constituent des risques selon la quasi-totalité des éleveurs enquêtés. La figure 11 présente l'importance des risques hydro-climatiques identifiés par les éleveurs.



Légende : HT : hausse des températures, RSP : raccourcissement des saisons pluvieuses, S : sécheresse, FP/GI : fortes pluies/grandes inondations

Figure 11: Importance des risques hydro-climatiques identifiés à Founougo. Source : Enquête de terrain, Novembre 2016

Il ressort de la figure 11 que la hausse des températures est le risque le plus important relevé par les éleveurs (37 %). Aussi, les perturbations que connaît le déroulement des pluies se traduisent par un raccourcissement de la durée de la saison pluvieuse, présenté par 29% des éleveurs comme le deuxième risque impactant leur activité. La sécheresse constitue le troisième niveau de risque selon 19% des éleveurs. Les fortes pluies suivies de grandes inondations constituent pour une moindre importance un risque perçu par les éleveurs compte tenu de leur fréquence. Ces différentes perceptions des éleveurs sont proches de celles trouvées par MEPN (2008) ; Djénontin (2010) et (Zacharie *et al.*, 2015). Le tableau 3 présente la sensibilité du système pastoral à la variabilité hydro-climatique dans l'arrondissement de Founougo.

L'analyse du tableau 3 permet de remarquer que la chaleur excessive liée à la hausse des températures (70 %), le raccourcissement de la saison pluvieuse

(65 %) et les grandes pluies accompagnées de grandes inondations (60 %) constituent les phénomènes hydro-climatiques majeurs à Founougo. Les ressources en eau et fourragères (70 %), les activités agricoles (80 %), le système de pâturage au même titre que l'économie des ménages (65 %) et la santé des animaux (60 %) sont les plus exposés. Les groupes sociaux les plus exposés sont les agriculteurs (80 %) et les agropasteurs (60 %). Ces résultats corroborent ceux trouvés par MEPN (2008) pour qui l'agriculture et l'élevage sont les deux systèmes humains les plus exposés aux risques climatiques au Nord-Bénin.

3.5. Analyse des risques hydro-climatiques et de leurs impacts sur le système d'élevage et d'existence des éleveurs à Founougo

Le tableau 4 présente le degré d'occurrence des différents risques identifiés par les éleveurs et selon la méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité (GIEC, 2007 et GIEC, 2014).

Tableau 4: Matrice des risques hydro-climatiques et leurs occurrences

Risques hydro-climatiques	Probabilités d'occurrence	Terminologie consacrée
Hausse des températures	> 95 %	Extrêmement probable
Raccourcissement de la saison des pluies	> 90 %	Très probable
Sécheresse	> 66 %	Probable
Fortes pluies et grandes inondations	> 66 %	Probable

Source : Adapté de GIEC, 2007 et Enquête de terrain, Novembre 2016

Pour le risque « raccourcissement de la saison des pluies », il n'a été affecté à ce dernier une probabilité par le GIEC. De ce fait, sa probabilité a été déterminée à partir de son importance pour les éleveurs. Ainsi, pour 29 % des éleveurs enquêtés, c'est un risque de niveau intermédiaire situé entre le risque « hausse des températures » avec 95 % de probabilité, extrêmement probable et celui de « sécheresse » d'occurrence > 66 % donc probable, d'où le raccourcissement de la saison pluvieuse est donc très probable avec une fréquence d'occurrence > 90 %. Quant au risque « fortes pluies et grandes inondation », les éleveurs estiment que c'est un risque de même importance que celui de la sécheresse.

Ces différents risques impactent d'une manière ou d'une autre les systèmes d'élevage, ce qui rend vulnérable les activités pastorales à travers l'indisponibilité et l'inaccessibilité des ressources pastorales sur une longue période de l'année (novembre à avril), la santé du bétail ainsi que l'économie des ménages. Le tableau 5 présente les impacts de la variabilité hydro-climatique sur les activités pastorales à Founougo.

Tableau 3 : Matrice de sensibilité aux risques hydro-climatiques

	Risques hydro-climatiques				Indicateurs d'exposition
	Hausse des températures	Raccourcissement de la saison des pluies	Sécheresse	Fortes pluies/Grandes inondations	
Système naturel					
Ressources en eau	5	4	3	2	70%
Ressources fourragères	4	3	3	4	70%
Système humain					
Activités pastorales	4	3	3	2	60%
Activités agricoles	4	4	4	4	80%
Santé du bétail	4	3	2	3	60%
Système de pâturage	4	3	2	4	65%
Economie des ménages	4	3	2	4	65%
Mode d'existence					
Éleveurs	3	3	2	3	55%
Exploitants agricoles	3	4	5	4	80%
Agropasteurs	3	3	3	3	60%
Indicateurs d'impact	70%	65%	55%	60%	

Echelle : 1 : Faible, 2 : Assez faible, 3 : Moyen, 4 : Assez fort, 5 : Fort

Sources : Adapté de PANA (2008) ; Enquête de terrain, Novembre 2016

Tableau 5 : Caractérisation des types de risques par leurs effets sur les ressources naturelles et impacts sur la santé du cheptel et les revenus des éleveurs

Variables impactées Matrice des impacts	Ressources pastorales (fourrages et eau)	Santé (production, productivité et pathologies)	Economie des ménages
Hausse des températures (Extrêmement probable)	-Baisse de productivité des aires de pâturage -Dessèchement et échaudage des ressources fourragères -Forte pression évaporatoire des ressources en eau 1	-Avortements répétés -Baisse de fécondité et de productivité du cheptel 3 -Perte d'appétit -Augmentation du rythme d'abreuvement 1	- Dépenses supplémentaires pour le bétail (achat de sous-produits agroindustriels) - Paupérisation par perte de capitaux 2
Raccourcissement de la saison des pluies (Très probable)	-Diminution de la disponibilité du fourrage, -Disparitions de certaines espèces fourragères -Faible disponibilité des ressources en eau 2	-Augmentation de la vaine pâture -Dépérissement et affaiblissement de l'état général des animaux 2	- Dépenses supplémentaires pour bétail 3
Sécheresse (Probable)	-Diminution de la disponibilité et assèchement précoce du fourrage et points d'eau -Baisse de la productivité des aires de pâturage -Disparition de la strate herbacée -Perte de valeur alimentaire du fourrage -Conflit d'utilisation des périmètres pastoraux 4	-Troubles liés à des déséquilibres alimentaires -Baisse de la fertilité et des productions, -Augmentation de l'intervalle de mise bas -Prolifération des épizooties 3	- Dépenses supplémentaires pour le bétail (forage de puits ; achat de fourrage ; de résidus de culture et de sous-produits agroindustriels) -Allongement des chemins de la transhumance -Paupérisation par perte de capitaux 4
Fortes pluies et grandes inondations (Probable)	-Abondance des ressources en eau et submersion des couloirs de passage et aires de pâturage ; -Perte de récoltes ; -Erosion des sols 3	-Dispersion et perte d'animaux -Développement des vecteurs de maladies -Prolifération des épizooties 3	-Dépenses supplémentaires pour le bétail (déplacement des animaux) -Paupérisation par perte de capitaux 4

Echelle : Mineur **1** Modéré **2** Majeur **3** Sévère **4**

Source : Adapté de Rasmus Helberg & Misha Bonch-Osmolovski, 2011; Enquête de terrain, Novembre 2016

Du tableau 5, la combinaison des risques identifiés par les éleveurs et du système d'élevage permet de remarquer que les effets des risques peuvent être mineur, modéré, majeur ou sévère selon la probabilité d'occurrence de ces risques. Ainsi, les effets des risques de sécheresse, de fortes pluies et de grandes inondations (probables) sont plus lourds et moins supportables (majeurs et sévères) que ceux des risques hausse de températures (extrêmement probable) et raccourcissement de la saison pluvieuse (très probable) dont les effets sont plus mineurs et modérés. On peut donc déduire que plus le degré d'occurrence du risque est élevé, les impacts sont soit mineurs ou modérés, et moins le degré d'occurrence est élevé, les impacts sont majeurs ou sévères. La figure 12 présente le niveau d'adaptation des éleveurs aux risques hydro-climatiques en fonction des effets perçus.

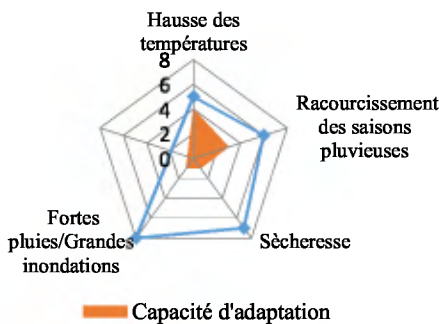


Figure 12: Profil de vulnérabilité et capacité d'adaptation des éleveurs à la variabilité hydro-climatique

Source : Enquête de terrain, Novembre 2016

L'analyse de la figure 12 révèle que les éleveurs-pasteurs (94 %) de Founougo s'adaptent mieux à la hausse des températures et au raccourcissement de la saison pluvieuse qu'à la sécheresse et aux grandes pluies accompagnées de grandes inondations. Mais, les capacités d'adaptation des éleveurs sont en générales plus limitées par rapport à l'ampleur des risques auxquels est soumis le pastoralisme dans l'arrondissement de Founougo.

5. CONCLUSION

L'impact de la variabilité hydro-climatique et de ses effets sur les activités pastorales dans l'arrondissement de Founougo ont fait l'objet d'analyse dans cette étude. La sensibilité de ces activités aux manifestations hydro-climatiques telles que la hausse généralisée des températures ambiantes, le raccourcissement des saisons pluvieuses, des poches de sécheresse prolongées, de fortes pluies accompagnées de grandes inondations génèrent des effets négativement appréciés par les éleveurs de la

localité sur le système pastoral et leurs moyens d'existence. Face à ces bouleversements et dans l'incertitude d'une reprise normale de l'ordre climatique, les éleveurs de l'arrondissement de Founougo adoptent certaines stratégies d'adaptation qui n'ont pas été élucidées dans la présente étude. Les capacités d'adaptations et leur degré d'efficacité au niveau des différentes catégories d'éleveurs doivent être l'objet de prochaines recherches.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Bationon D., 2009 : Changements climatiques et cultures maraichères. Master de Recherche en géographie, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 63 p
- Boko M., Kosmowski F., Vissin W.E., 2012 : Les Enjeux du Changement Climatique au Bénin : Programme pour le Dialogue Politique en Afrique de l'Ouest. Konrad-Adenauer-Stiftung, Cotonou, Bénin, 65 p.
- CISE., 2009 : Etude d'impact environnemental de deux sites de transit et d'une décharge finale à Bani-koara, Compagnie d'Ingénierie Sociale et Environnementale, Bethesda- Cotonou, 164 p.
- Djénontin P.J.A., Houinato M. Toutain B., Sinsin B., 2009 : Pratiques et stratégies des éleveurs face à la réduction de l'offre fourragère au Nord-est du Bénin. *Sécheresse*, 20, 4, pp : 346-353.
- Djenontin J. A., 2010 : Dynamique des stratégies et des pratiques d'utilisation des parcours naturels pour l'alimentation des troupeaux bovins au Nord-Est du Bénin. Thèse de doctorat unique, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, (2010), 214 p.
- GIEC, 2001 : Pauvreté et changements climatiques : Rapport sur Réduire la vulnérabilité des populations pauvres par l'adaptation aux changements climatiques. Berlin Media Company, Allemagne, 43p. (<https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/synthesissyr/french/front.pdf>)
- GIEC, 2007 : Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, GIEC, Genève, 103 p. (https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf)
- GIEC, 2014: Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R. K. Pachauri et L. A.

- Meyer]. GIEC, Genève, Suisse, 161 p. (https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf)
- Gounou N.O., 1985 : L'eau de l'abreuvement dans le développement de l'élevage au nord de la république populaire du Bénin. Thèse de doctorat, Université de Dakar, Dakar, Sénégal, 137 p
- Guibert H., Allé U. C., Dimon R. O., Dédéhouanou H., Vissoh P. V., Vodouhe S. D., Tossou R. C., Agbossou E. K., 2010 : Correspondance entre savoirs locaux et scientifiques: Perceptions des changements climatiques et adaptations. Etude en région cotonnière du nord du Bénin. ISDA, Montpellier, France (2010) ; 12 p. (<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00522581>)
- Houngnon A., 2008 : Gestion et conservation des ligneux fourragers des terres de parcours en zone soudanienne du Bénin : Cas de la commune de Banikoara, Kandi, Malanville et Karimama. Thèse pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, 77p.
- IPCC, 2001 : Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Rapport spécial sur l'Evaluation de la vulnérabilité en Afrique. Island Press, Washington, (2001), 53 p. (<https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/synthesis-syr/french/front.pdf>)
- Katé S., Amagnidé A., Hounmènou C. G., Hounkpatin E. L. B., Sinsin B., 2015 : Changements climatiques et gestion des ressources pastorales en zone agropastorale au Nord-Bénin : Cas de la commune de Banikoara, Afrique SCIENCE 11(4) (2015) pp : 201-215
- Lesse Paolo, Houinato Marcel R. B., Djenontin Jonas, Dossa Hippolyte, Yabi Bouraima, Toko Ismael, Tente Brice et Sinsin Brice, 2015 : Transhumance en République du Bénin : états des lieux et contraintes ; Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(5) (2015) pp : 2668-2681
- MEPN., 2008 : Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques du Bénin, 81 p.
- Ogouwalé E., 2006 : Changements climatiques dans le Bénin méridional et central Indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. Thèse de Doctorat, UAC, FLASH, 302 p.
- Rasmus Heltberg & Misha Bonch-Osmolovski, 2011: Mapping Vulnerability to Climate Change. The World Bank Sustainable Development Network, Social Development Unit, January 2011, 20 p.
- Sinsin B., 1985 : Contribution à l'utilisation rationnelle des ressources naturelles: impact des activités anthropiques (braconnage et activités agro-pastorales) sur la faune et la flore dans le Nord-Bénin ; périmètre de Kandi-Banikoara-Kèrou. Thèse d'ingénieur agronome, Abomey-Calavi (FSA/UAC). 172 p.
- Zakari S., Tente B.A.H., Yabi I., Toko Imorou I., 2015 : Evolution hydro-climatique, perceptions et adaptation des agro-éleveurs dans l'extrême Nord du Bénin (Afrique de l'Ouest) ; XXVIIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège 2015, pp 399-405.



Activités enzymatiques et mutations génétiques au sein des populations de *Anopheles gambiae* sensu lato (diptera: culicidae) dans la commune de Natitingou au nord du Bénin

A. YADOLETON^{1,2,*}, S. G. A. NAGO^{3,4}, E. V. B. AZANDO^{3,5}, F. SANOUSSI², A. AGOLINO², F. AHISSOU², G. HOUNDETON², A. SIDICK², M. AKOGBETO^{2,3}

¹ Ecole Normale Supérieure de Natitingou ; Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques (UNSTIM) d'Abomey

² Centre de Recherche Entomologique de Cotonou

³ Faculté d'Agronomie - Université de Parakou

⁴ Laboratoire d'Ecologie, de Botanique et de Biologie végétale (LEB), Université de Parakou

⁵ Laboratoire d'Ecologie, de Santé et de Productions Animales (LESPA), Université de Parakou

Reçu le 16 Février 2018 - Accepté le 25 Juin 2018

Enzymatic activities and genetic mutations in *Anopheles gambiae* sensu lato (diptera: culicidae) population in the district of Natitingou, northern-Benin

Abstract: In order to study the immune system of the mosquito on the use of insecticide in their ecological environment, a study was carried out on enzyme activities and resistance genes in *Anopheles gambiae* population, the main malaria vector Sub-Saharan Africa in the district of Natitingou, northern Benin. To achieve this goal, initially, Knowledge Attitude-Practice (KAP) surveys were organized at Natitingou, northern Benin in two urban areas (Ourbourga and Kantaborifa) and two rural areas (Tigniti and Yimporima). In each site, leaders of farmer's organizations were interviewed using semi-structured questionnaires that focused on the treatment strategies, and the use of insecticides. This was complemented by bioassay tests to assess the susceptibility of *A. gambiae* where females aged to 2-5 were subjected to insecticide-impregnated papers (permethrin 0.75%, deltamethrin 0.05%, DDT 4%, and bendiocarb 0.1%) following WHO testing protocol. The species within *A. gambiae* complex, molecular form and presence of *Knock Down mutation Resistance (KDR)* and *acetylcholinesterase (Ace-1R)* mutation were determined by Polymerase Chain Reaction (PCR). Biochemical analysis was done in order to measure the Mixed Function Oxidase (MFO), non-specific esterase (NSE) and glutathione-S-transferases (GST) activity in individual 2-5 days old adult *A. gambiae* that had been reared from larvae and were not previously exposed to insecticides. This research showed: (i)-A wide spread of resistance to DDT, permethrin, deltamethrin with 3%, 23% and 30% of mortality rate respectively was found in samples of *A. gambiae* populations from Natitingou regardless the areas of collection. However, these populations were fully susceptible to bendiocarb; (ii)-The *Kdr* mutation was the main resistance mechanism detected in all the areas with frequency ranging between 0.68-0.71 The *Ace-1* mutation was also found but at very low allelic frequency ranging between 0.02-0.05; (iii)-The activity of enzymes (oxidase, esterase and glutathione-S-transferases) was detected in all the mosquito populations. This work has highlighted multiple mechanisms of resistance in populations of *Anopheles gambiae* at Natitingou. This result will influence policy on recommendations about the use of bed nets and insecticides and will help to plan the future of malaria control.

Keywords: *Anopheles gambiae*, Insecticides, Resistance, Natitingou, Benin.

Résumé : Dans le but d'étudier le système immunitaire des moustiques face à l'utilisation des insecticides dans leur milieu écologique, une recherche a été initiée dans la commune de Natitingou sur les activités enzymatiques et mutations génétiques de résistance au sein des populations de *Anopheles gambiae*, principal vecteur du paludisme en Afrique subsaharienne.

Dans un premier temps, une enquête CAP (Connaissance, Attitude, Pratique) a été réalisée auprès des paysans afin de connaître les divers pesticides utilisés par ces derniers pour lutter contre les ravageurs des cultures. Puis, les femelles de *Anopheles gambiae* s.l âgées de 2-5 jours, issues des collectes larvaires des zones urbaines (Ourbourga, Kantaborifa), et rurales (Tigniti, Yimporima) dans la commune de Natitingou, ont été soumises au test de sensibilité réalisé avec des papiers imprégnés d'insecticides aux doses diagnostiques : perméthrine (0,75%), deltaméthrine (0,05%), DDT (4%) et bendiocarb (0,1%). Enfin, il a été recherché les mécanismes de résistance liés à la modification de cible *Knock Down Resistance* (KDR), de l'acétylcholinestérase (*Ace1-R*) sur les spécimens issus du test de sensibilité et, les mécanismes enzymatiques (Glutathion-S-Transférase, estérase, monoxygénase P450 et protéine totale) à partir des populations F1 (issues de la population parentale après élevage). Les résultats des travaux indiquent : a)- une forte utilisation de pesticides chimiques par les paysans entraînant une résistance de *A. gambiae* au DDT, perméthrine, deltaméthrine avec des taux de mortalités de 3% ; 23% et 30% respectivement contre une sensibilité vis-à-vis du bendiocarb quelle que soit la zone de collecte larvaire; b)- La mutation *kdr* semble être le principal mécanisme de résistance observé au sein de ces populations de *A. gambiae* avec une fréquence moyenne de 0,71 en zone rurale contre 0,68 en zone urbaine. La mutation *Ace-1* a été également mise en évidence mais en de très faibles fréquences variant entre 0,02 à 0,05; c)-La présence d'activité enzymatique a été constatée dans toutes les populations de *A. gambiae* quelle que soit la localité. Ce travail a permis de montrer que les populations de *A. gambiae* de la commune de Natitingou ont un système immunitaire leur permettant d'être résistantes vis-à-vis des organochlorés, des pyréthriinoïdes et par une surproduction des enzymes. Ces résultats permettront ainsi aux décideurs de mieux gérer la résistance des vecteurs du paludisme aux insecticides pour mieux lutter contre cette pathologie.

Mots clés : *Anopheles gambiae*, Insecticides, Résistance, Natitingou, Bénin.

1. Introduction

De toutes les maladies à transmission vectorielle, le paludisme demeure l'un des fléaux majeurs de l'Afrique subsaharienne où surviennent 90% des décès dus à cette maladie, notamment chez les enfants de moins de cinq ans et les femmes enceintes (WHO, 2009). Selon les estimations récentes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), en 2016, le nombre de cas de paludisme à travers le monde est estimé à 445000, dont la majorité (90%) en Afrique Subsaharienne (WHO, 2016).

Face au taux élevé de mortalité et de morbidité dû au paludisme, notamment dans les régions tropicales, en Afrique subsaharienne en particulier, la stratégie régionale de lutte contre le paludisme, adoptée, repose sur trois composantes majeures : la lutte anti-vectorielle, les pulvérisations intra-domiciliaires (PID) d'insecticides à effet rémanent et la distribution des Moustiquaires Imprégnées d'Insecticides à Longue Durée d'action (MILD). Toutefois des problèmes importants subsistent mettant en danger les objectifs et la pérennité des campagnes de lutte. Parmi ces problèmes, la résistance des moustiques vecteurs, aux insecticides.

La résistance est apparue en Afrique depuis les années 1960. Les premiers cas ont été notés au Burkina Faso avec l'apparition de la résistance de *Anopheles gambiae* à la dieldrine, puis un an plus tard au DDT (Dia et al., 2003). Face à la résistance des vecteurs du paludisme vis-à-vis des organochlorés (OC), les pyréthriinoïdes (PY) ont été introduits aussi bien en agriculture (contre les ravageurs des cultures) qu'en santé publique (imprégnation des moustiquaires, aspersion intra-domiciliaire) en raison de leur rapidité d'action, leur effet excito-répulsif, leur faible dose de toxicité et leur bonne tolérance pour l'homme (Zaim & Guillet, 2002). Cependant, au cours des traitements insecticides dans les champs de cultures contre les ravageurs, des particules de pesticides entrent en contact avec les gîtes larvaires. Ces particules exercent soit une action létale sur les larves de certaines populations d'insectes soit une pression qui conduit progressivement à la sélection de la résistance aux PY et aux OC chez *A. gambiae* (Akogbéto et al., 2005). La mutation *knock down resistance* (*kdr*), un des mécanismes de la résistance croisée aux PY et aux OC chez *A. gambiae* a été largement signalée au cours de cette dernière décennie dans plusieurs pays africains comme au Burkina Faso (Awolola et al., 2003 ; Coetzee et al., 2000 ; Fanello et al., 2003 ; Yadouleton et al., 2011. ; Akogbéto et al., 2010).

Dans ce contexte de résistance des vecteurs du paludisme aux insecticides, notamment aux pyréthriinoïdes, la recherche de méthodes de lutte autre que celles utilisant ces pyréthriinoïdes (utilisation d'autres familles

* Auteur Correspondant : anges33@yahoo.fr
Copyright © 2018 Université de Parakou, Bénin

d'insecticides seules ou en combinaison) devient une nécessité (Zaim et al., 2002). Le bendiocarb, un insecticide de la famille des carbamates a été choisi comme l'une des alternatives aux pyréthrinoïdes afin de réduire les problèmes de la résistance des vecteurs du paludisme. Toutefois, une attention particulière est indispensable parce que bon nombre de paysans, en l'occurrence les cotonculteurs utilisent des carbamates pour contrôler les ravageurs de leur champ (Aikpon et al., 2013).

Par ailleurs, si les travaux de Yadouleton et al. (2011) ont montré chez les moustiques vivants, la présence d'individus homozygotes sensibles à la fois au test de sensibilité aux PY et au carbamate, cela suggérerait l'existence d'autres mécanismes de résistances comme les enzymes au sein des populations de moustiques du Bénin. Ceci confirme les travaux de David et al. (2012) qui ont montré l'existence de fortes activités de glutathion-s-transférase mais aussi la présence d'activités estérasiqes au sein des populations de *A. gambiae*.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent sujet et dont les données qui seront enregistrées permettront de réactualiser les informations actuellement disponibles sur le niveau de résistance des vecteurs du paludisme aux insecticides dans ce département.

2. Matériel et méthodes

2.1. Zones de collecte des données

La collecte des données a eu lieu dans le département de l'Atacora plus précisément dans la commune de Natitingou (1°23 E, 10°18 N) au Nord-Ouest du Bénin. Deux zones urbaines (Ourbourga et Kantaborifa) et rurales (Tigniti et Yimporima) ont été choisies dans la commune de Natitingou pour la collecte larvaire (Fig 1). Le choix de la ville de Natitingou se justifie par le fait que depuis 2010, le Programme National de Lutte contre le Paludisme utilise une gamme variée de pesticides chimiques en aspersion intra-domiciliaire dans cette commune et ceci, dans le but de lutter contre les moustiques adultes. De plus, les paysans, dans le souci de mieux contrôler les ravageurs des cultures, utilisent de façon anarchique plusieurs types de pesticides et ceci sans aucun respect des doses recommandées (Akogbéto et al., 2010).

2.2. Enquêtes CAP

Dans le but de connaître les pesticides utilisés par les paysans contre les ravageurs de cultures, une enquête CAP (Connaissance, Attitude, Pratique) sur l'utilisation de pesticides a été effectuée. La taille de l'échantillon a été déterminée suivant la méthode de Anderson & Hobo (1993) et le choix des individus à interviewer au niveau de chacun des points de collecte a été fait suivant la technique de bouteille (Snedecor & Cochran, 1971). Les outils de recueil des données qualitatives ont

également porté sur l'observation directe sur le terrain et sur des entretiens individuels et collectifs (groupes de parole). Les enquêteurs ont travaillé en binômes : pendant que l'un faisait dérouler le questionnaire quantitatif, l'autre recueille les données qualitatives.

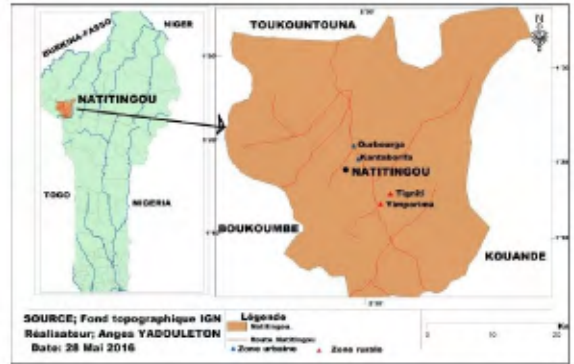


Figure 1: Carte de la zone d'étude

Figure 1: Map of the study area

2.3. Collecte larvaire

Plusieurs prospections larvaires ont été faites au niveau des points de collecte dans les quatre sites choisis. Une fois le gîte repéré, les larves sont identifiées au niveau du genre (*Anopheles*) et prélevées à la surface de l'eau au moyen de louches, filtrées puis acheminées vers l'insectarium pour élevage. Les adultes issus de l'émergence des larves collectées sur le terrain et mis en cage ont été nourris avec une solution à 20% de saccharose. Les femelles adultes de 2 à 5 jours ont été isolées pour être soumises au test de sensibilité/résistance.

2.4. Test de sensibilité

Les adultes femelles âgées de 2-5 jours issues des larves collectées au niveau des points de collecte ont été choisies pour le test de sensibilité. Elles ont été mises en contact de papiers imprégnés de pyréthrinoïdes : deltaméthrine (0,05%), perméthrine (0,75%), d'un organochloré : DDT (4%) et d'un carbamate : bendiocarb (0,1%). Le choix des doses diagnostiques des papiers imprégnés repose sur les recommandations de l'OMS.

Le DDT a été testé pour vérifier s'il existe une résistance croisée entre les pyréthrinoïdes et les organochlorés. Le temps d'exposition des moustiques aux papiers imprégnés est de 60 minutes et le temps d'observation avant la lecture des résultats est de 24 heures. Dès l'exposition des moustiques à l'insecticide, le nombre de moustiques "knocked-down" (kd), c'est-à-dire qui tombent inanimés au fond des tubes OMS est noté après 5, 10, 20, 30, 40, 45, 50, 60 minutes. Après le test, les moustiques morts et vivants ont été conservés séparément sur du silicagel dans des tubes eppendorf et stockés à -20 °C pour la recherche des mécanismes de résistance.

Dans le cadre de cette étude, toute population dont la mortalité est supérieure ou égale à 97% a été considérée comme population sensible. Lorsque la mortalité est inférieure à 80%, la population est considérée comme résistante. Entre les deux valeurs, on considère qu'il s'agit d'une suspicion de résistance (baisse de sensibilité) (WHO, 2016).

La souche sensible *A. gambiae* Kisumu (souche de référence en élevage au laboratoire) a été utilisée comme témoin.

2.5. Mécanisme de résistance

A ce niveau, les mécanismes de modification de cible et ceux liés aux activités enzymatiques ont été recherchés.

2.5.1. Résistance par modification de cible

Cent femelles de *A. gambiae* issues de chacune des zones (urbaines et rurales) ont été soumises à la Polymérase Chain Reaction (PCR) pour la détection de la mutation *knock down resistance (kdr)* et celle de la mutation de *acétylcholinestérase (ace-1R)*.

2.5.2. Résistance enzymatique

L'activité enzymatique a été évaluée pour chaque moustique selon le protocole de David et al. (2002). Pour le présent travail, les activités en Glutathion-S-transférase (GST), en estérase, en monooxygénase P450 et en protéine totale ont été recherchées.

Ces choix s'expliquent par le fait que l'usage massif des OC, des PY et des carbamates entraînent une sur-expression de ces enzymes au sein du moustique.

Soixante moustiques F1 (femelles issues de la population parentale après élevage) non exposés aux insecticides, ont été analysés par localité pour la recherche d'activité enzymatique finale à 590 nm.

3. Résultats

3.1. Utilisation des insecticides

Les données quantitatives et qualitatives obtenues avec les résultats des entretiens individuels et collectifs auprès des paysans accompagnés des observations dans les champs céréaliers et vivriers montrent que bon nombre de ces cultures ne peuvent être cultivés sans une utilisation de pesticides agricoles (Tableau 1). Au cours des investigations, 95% des paysans interrogés déclarent avoir fait recours aux pesticides chimiques. 70% de ces paysans disent se procurer ces pesticides dans des structures illégales de vente ("marché noir") contre 30% dans les structures agréées par l'Etat. Par ailleurs, lors des traitements phytosanitaires, moins de 20% des paysans respectent les doses de traitements recommandées par les encadreurs. En cas d'attaque avancée des cultures par les insectes, la dose recommandée est augmentée à volonté par les paysans ou remplacée

par des insecticides (des carbamates pour la plupart) qu'ils qualifient de "très forts" et qui sont souvent les insecticides chimiques de coton.

Tableau 1: Insecticides utilisés par les paysans pour lutter contre les ravageurs des cultures dans la commune de Natitingou

Table 1: Current insecticides used by farmers for crops protection at Natitingou

Nom commercial ou générique	Matières actives	Famille
Tihan 175 O- TEQ + Spirotétramate (75 g/l)	Flubendiamide (100 g/l)	Organophosphate
Emir 88EC + Acétamipride (16 g/l)	Cyperméthrine (72 g/l)	Organophosphate
Cotofan EC	Endosulfan	Organophosphate
Thionex 350EC	Endosulfan	Organophosphate
Nurelle D 236 CE + Chlorpyrifos-éthyl (36 g/l)	Cyperméthrine (200 g/l)	pyréthrianoïde + organophosphoré
Décis 25	Deltaméthrine (25 g/l)	Pyréthrianoïde
Thunder 145 OD + Imidaclopride (100 g/l)	Bétacyfluthrine (45 g/l)	Pyréthrianoïde + organophosphoré

Source : Carder Natitingou ; 2016

3.2. Sensibilité de *Anopheles gambiae* aux insecticides

3.2.1. Niveau de résistance des populations d'anophèles aux insecticides

Plus de 3000 moustiques âgés de 2- 5 jours ont été mis au contact des papiers imprégnés d'insecticide de perméthrine (0,75%), de deltaméthrine (0,05%), de DDT (4%) et du bendiocarb (0,1%). Il ressort de ce test que :

a) avec la perméthrine et la deltaméthrine

- En zone rurale tout comme en zone urbaine, 200 femelles de *A. gambiae* issues de chaque zone ont été testées aux papiers imprégnés de perméthrine. Le pourcentage moyen de mortalité observé a été respectivement de 22% et 24% en zone rurale et urbaine (Fig 2).

- Le même constat a été fait avec la deltaméthrine où les populations de *A. gambiae* ont développé une forte résistance avec un taux de mortalité moyen de 28% en zone rurale contre 33% en zone urbaine (Fig 3).

Ces pourcentages indiquent une forte résistance des populations de *A. gambiae* vis-à-vis de la perméthrine et de la deltaméthrine.

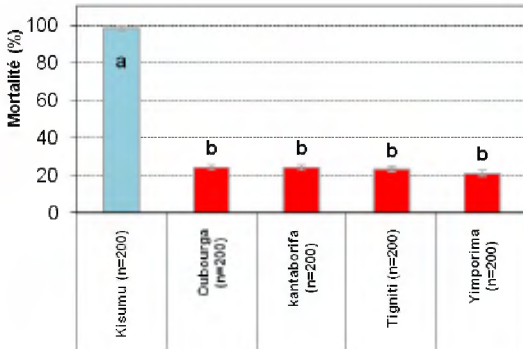


Figure 2: Mortalité observée après exposition des populations de *Anopheles gambiae* à la perméthrine.

Figure 2: Mortality rate of *A. gambiae* populations exposed to permethrin

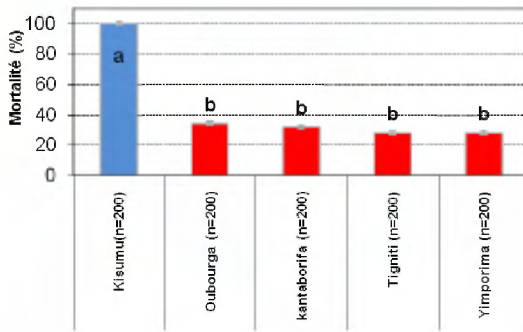


Figure 3: Mortalité observée après exposition des populations de *Anopheles gambiae* à la deltaméthrine

Figure 3: Mortality rate of *A. gambiae* populations exposed to deltamethrin (4%)

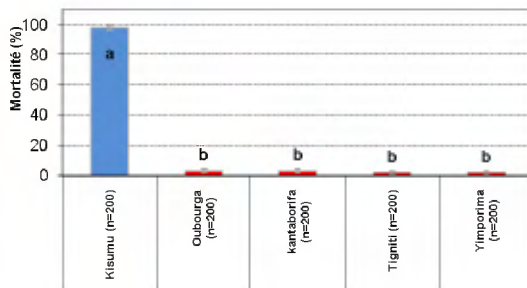


Figure 4: Mortalité observée après exposition des populations de *Anopheles gambiae* au DDT (4 %).

Figure 4: Mortality rate of *A. gambiae* populations exposed to DDT (4%)

b) avec le DDT

Concernant le DDT à 4%, le niveau de résistance est plus élevé. A peine 4% des spécimens testés (sur l'ensemble des quatre sites) sont morts (Fig 4).

Dans les sites ruraux, le taux moyen de mortalité est de 2% contre 3% en zones urbaines. Ces taux indiquent que les populations de *A. gambiae* ont développé une forte résistance vis-à-vis du DDT dans les quatre sites choisis pour zone d'étude à Natitingou.

c) avec le bendiocarb

Les populations de *Anopheles gambiae* s.l issues des divers sites d'étude ont fait preuve d'une grande sensibilité vis-à-vis du bendiocarb avec 100% de mortalité.

3.3. Mécanisme de résistance : PCR espèces, *Kdr* et *Ace-1*

Dans chaque localité, 100 moustiques ont été analysés pour la recherche des mécanismes de résistance *Kdr* et *Ace-1*.

- Le gène *Kdr* semble être le principal mécanisme de résistance observé au sein de ces populations de *A. gambiae* avec une fréquence moyenne de 0,71 en zone rurale contre 0,68 en zone urbaine (Tableau 2).
- La mutation *Ace-1* a été également mise en évidence mais en de très faibles fréquences variant entre 0,02 à 0,05 (Tableau 2).

3.4. Résistance enzymatique

3.4.1. Activités estérasiques

Les résultats des travaux de recherche ont montré la présence d'activité estérasique (Fig 5 A et B) au sein des populations de *A. gambiae* issues de la commune de Natitingou. Bien qu'elle existe, cette activité a été très faible chez l'ensemble des moustiques. En effet, l'activité estérasique (Fig 5 A) de type alpha (α) est significativement plus importante au sein des moustiques de la souche témoin (Kisumu) que celle des populations de *A. gambiae* collectées dans la commune de Natitingou ($P < 0,05$). Par contre, il n'existe aucune différence significative entre les activités de type estérasique beta (β) des populations de *A. gambiae* issues de la commune de Natitingou par rapport au lot témoin ($P > 0,05$). (Fig 5).

3.4.2. Activités en monoxygénase P450 au sein des moustiques

La figure 6 montre que la quasi-totalité des populations de *A. gambiae* issue de la commune de Natitingou ont de fortes activités en oxydase comparées à la souche témoin Kisumu ($P < 0,05$).

Tableau 2 : Répartition des fréquences *Kdr* et *Ace-1* de *A. gambiae* s.l issue des zones d'études

Table 2: *Kdr* and *Ace-1* distribution in *Anopheles gambiae* in study areas

Sites d'étude	Localités	Mutation <i>Kdr</i>				Mutation <i>Ace-1</i>			
		SS	RS	RR	F(R)	SS	RS	RR	F(R)
Zones urbaines	Ourbourga	7	45	40	0,68	75	5	0	0,03
	Kantaborifa	15	25	50	0,69	86	4	0	0,02
Zones rurales	Tigniti	10	36	54	0,72	92	8	0	0,04
	Yimporima	6	34	40	0,71	90	10	0	0,05

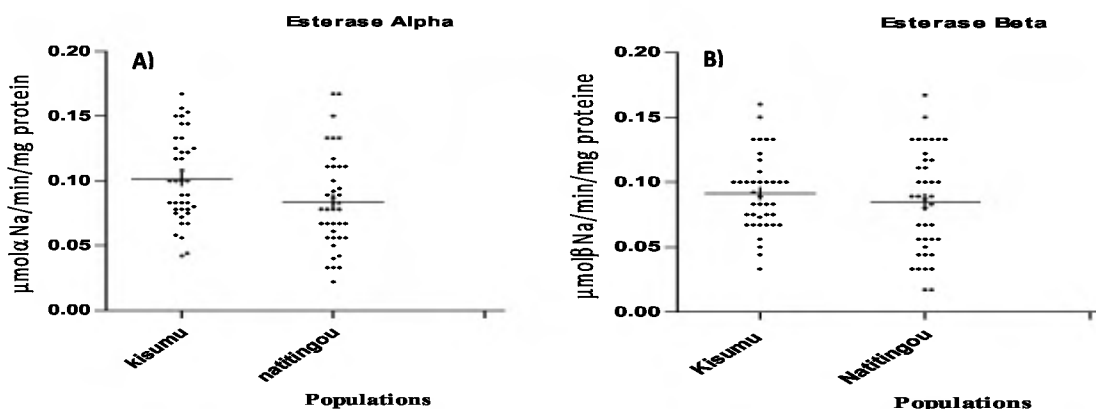


Figure 5 : Activités alpha (A) et bêta (B) estérasiqque au sein des populations de *A. gambiae* issues des sites d'étude.

Figure 5: Alpha and Beta esterase activities in *Anophes gambiae* population from Natitingou

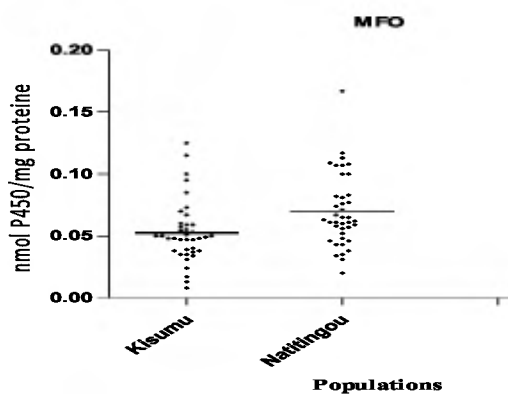


Figure 6 : Activités en oxydase au sein des populations de *Anopheles gambiae* issues de la commune de Natitingou

Figure 6: Oxydase activities in *Anophes gambiae* population from Natitingou

3.4.3. Activités en Glutathion-S-transférase

L'enzyme Glutathion-S-transférase (GST) a été présente au sein de toutes les populations de *A. gambiae* issues de la commune de Natitingou. Cependant, il

existe une forte activité en GST au sein des populations sauvages de *A. gambiae* issues de cette commune par rapport à la souche témoin Kisumu ($P < 0,05$) (Fig 7).

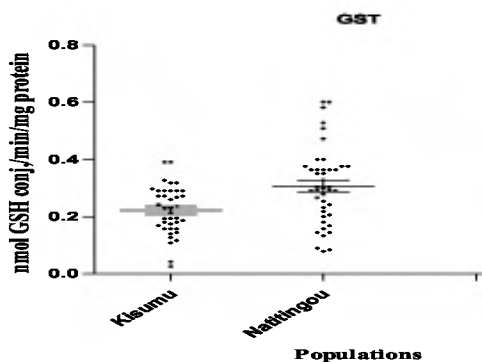


Figure 7 : Activités en GST au sein des populations de *A. gambiae* issues de la commune de Natitingou.

Figure 7: GST activities in *Anopheles gambiae* population from Natitingou

4. Discussion

Anopheles gambiae, principal vecteur du paludisme en Afrique, a développé une forte résistance vis-à-vis des insecticides dans la commune de Natitingou au nord du Bénin. Cette résistance a été observée avec la perméthrine, le DDT, la deltaméthrine et le bendiocarb au cours des travaux dans cette commune.

Au cours des investigations, la résistance à la perméthrine, deltaméthrine et au DDT a été observée non seulement dans les populations sauvages de moustiques provenant des zones urbaines et rappelle les travaux de Aikpon et al. (2013), mais aussi dans les zones rurales (Yadouleton et al., 2010) au Bénin. La manière la plus plausible d'expliquer cette sélection de la résistance est d'incriminer d'une part les massives pulvérisations au DDT faites dans les années 1950s mais d'autre part, du fait de l'eau de ruissellement d'origine douteuse qui serait chargée de particules d'insecticides et qui se retrouve en ces milieux et dans laquelle, le moustique pond ses œufs. En effet, selon Akogbeto et al. (2005), les traitements insecticides qui s'effectuent dans les champs cotonniers et maraîchers projettent des particules d'insecticides dont certaines restent en contact avec le sol et les gîtes des moustiques, et par conséquent avec les larves de moustiques. Selon les mêmes auteurs, la pression exercée par ces insecticides pourrait conduire au développement de la résistance des moustiques, en particulier celle de *A. gambiae* vis-à-vis de ces insecticides.

En effet, la résistance des vecteurs du paludisme aux insecticides a été rapportée au Bénin vers la fin des années 80 avec la résistance aux organochlorés. Ce problème de résistance des vecteurs était censé en partie être réglé avec le retrait des organochlorés au profit des pyréthrinoïdes. Cependant, la mauvaise utilisation des pyréthrinoïdes dans les sites cotonniers et maraîchers à des doses anarchiques pour contrôler les ravageurs des cultures a énormément contribué à la sélection des insectes et ravageurs résistants qui ont développé des résistances multiples et croisées aux pyréthrinoïdes et au DDT mentionnées par plusieurs auteurs.

Le gène *Kdr* étant le principal mécanisme de résistance aux pyréthrinoïdes, sa grande distribution dans plusieurs pays d'Afrique au sud du Sahara (Coetzee et al., 2000) serait due à l'utilisation massive de ces pyréthrinoïdes dans le monde agricole et en santé publique.

Cette situation amène certainement à penser à l'efficacité des MILD imprégnées de perméthrine (Olysets) et de la deltaméthrine (Permanets) qui ne joueront que le rôle de barrière physique (Akogbeto et al., 2005).

Par ailleurs, la sensibilité marquée des anophèles de cette commune vis-à-vis du bendiocarb est un espoir pour le PNLN qui avait choisi cet insecticide comme alternative pour remplacer les pyréthrinoïdes en asperersion intra-domiciliaire dans l'Ouémé (Akogbeto et al., 2010). Cependant, malgré l'apparition de la mutation *Ace1R* (avec des fréquences encore faibles) dans les

échantillons, cet insecticide est une bonne alternative pour lutter contre la résistance des vecteurs du paludisme dans cette commune du Bénin. Cette apparition de la mutation *Ace1R* dans ces échantillons de *A. gambiae* n'est pas en effet l'apanage exclusive des aspersions intra-domiciliaires dans ces localités. En effet, le nord-est du Bénin est dominé par la culture du coton qui reçoit des tonnes d'insecticides en l'occurrence des carbamates lors des traitements phytosanitaires au cours de chaque campagne. Ces traitements insecticides qui s'effectuent toutes les deux semaines et durent trois mois, globalement de juillet en octobre, période de développement des larves de moustiques, projettent des particules de matières actives dont certaines entrent directement en contact avec les gîtes larvaires, et par conséquent avec les larves de moustiques qui s'y développent (Akogbeto et al., 2005). Les larves de *A. gambiae* se développent dans les gîtes en bordure des champs de coton sont directement exposées à ces traitements insecticides répétés. Cette pression d'insecticide est forte car aucune larve n'y échappe et elle s'exerce autant sur les femelles que sur les mâles (contrairement aux insecticides à usage antipaludique qui ne visent que les femelles, voire la fraction endophage ou endophile de ces femelles).

Par ailleurs, la présence de fortes activités en glutathion -S- transférases au sein de toutes les populations sauvages de *A. gambiae* issues des divers sites, confirme la forte résistance de *A. gambiae* vis-à-vis du DDT constatée du nord dans cette région et rappelle les travaux de David et al. (2012) et de Aikpon et al. (2013). De plus, la forte activité en monoxygénase P450 dans toutes les populations de *A. gambiae* s.s n'est qu'une conséquence des fréquences élevées du gène *Kdr* observée chez *A. gambiae* dans les échantillons collectés (Tableau 1). Cette forte activité en oxydase rappelle aussi les travaux de Aikpon et al. (2013).

Ces deux gènes métaboliques se retrouvant à de fortes fréquences au sein des populations de *A. gambiae*, il serait important de quantifier à la longue ces gènes par la technique de qPCR.

5. CONCLUSION

Les résultats de ces recherches confirment l'existence de système immunitaire au sein des populations de *Anopheles gambiae* leur conférant une résistance vis-à-vis des organochlorés, et des pyréthrinoïdes avec de fortes fréquences du gène *kdr*.

Cependant, l'apparition du gène *Ace-1R* même si la fréquence est faible, est à suivre de très près en ce sens que, depuis quelques années au Bénin, le Programme National de Lutte contre le Paludisme s'emploie à utiliser le bendiocarb en pulvérisations intra-domiciliaires dans le cadre de ses stratégies de lutte contre les vecteurs du paludisme. Cette situation pourrait augmenter et permettre aux populations de *Anopheles gambiae*

dans le temps, d'avoir un système immunitaire résistant à la mutation d'acétylcholinestérase.

Il urge à cet effet que des surveillances continues soient effectuées dans les milieux traités au bendiocarb afin de suivre l'évolution du gène *Ace-1R* par rapport à l'état initial.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Aikpon R. Agossa F. Osse R. Oussou O. Aizoun N. Oké-Agbo F. et al. 2013. Bendiocarb resistance in (*Anopheles gambiae* S L.) populations from Atacora department in Benin, West Africa. A threat for malaria vector control. Parasit vectors, 6: 192.
- Akogbeto M. Djouaka C. & Noukpo H. 2005. Use of agricultural insecticides in Benin. Bull. Soc. Path. Exo. 98: 400-405.
- Akogbéto M. Padonou G. G. Gbénou D. Irish S. & Yadouleton A. 2010. Bendiocarb. A potential alternative against pyrethroid resistant (*Anopheles gambiae* S L.) in Benin, West Africa. Malaria Journal, 9:20-24.
- Anderson N. & Hobo L. 1993. Sociologie des sans-abris. Nathan, Paris.
- Awolola T. S. Brooke B. D. Koekemoer L. L. & Coetzee M. 2003. Absence of the kdr mutation in the molecular 'M' form suggests different pyrethroid resistance mechanisms in the malaria vector mosquito (*Anopheles gambiae* S L.). Tropical Medicine and International Health, 8: 420-422.
- Coetzee M. Craig M. & Le Sueur D. 2000. Distribution of African malaria mosquitoes belonging to the (*Anopheles gambiae*) complex. Parasitol, 16: 4-77.
- David J. P. Ismail H. M. Chandor-Proust A. Paine M. J. 2012. Role of cytochrome P450s in insecticide resistance. Impact on the control of mosquito-borne diseases and use of insecticides on Earth. Philos. Trans R. Soc. Lond B. Biol. Sci. 8: 368-375
- Dia I. Diop T. Rakotoarivony I. Kengne P. & Fontenille D. 2003. Bionomics of (*Anopheles gambiae* (Giles)), (*Anopheles. Arabiensis* (Patton)), (*Anopheles funestus* (Giles)) and (*Anopheles. nili* (Theobald)) (Diptera: Culicidae) and transmission of (*Plasmodium falciparum*) in a Sudano-Guinean Zone. Ngari, Senegal. J Med Entomol, 40: 279-283.
- Fanello C. Petrarca V. Torre D. Santolamazza A. Dolo F. Coulibaly G. et al. 2003. The pyrethroid knock-down resistance gene in the (*Anopheles gambiae*) complex in Mali and further indication of incipient speciation within (*Anopheles gambiae* S L.). Insect. Mol. Biol. 12: 241-245.
- Snedecor G. W. & Cochran W. G. 1971. Méthodes statistiques. Ed. Association de Coordination Technique Agricole : 635-649.
- WHO, 2009. World Malaria Report 2008. World Health Organisation, Geneva.
- WHO, 2016. World Malaria Report 2016. World Health Organization, Geneva.
- Yadouleton A. W. N'guessan R. Allagbe H. Asidi A. Boko M. Osse R. et al. 2010. The impact of the expansion of urban vegetable farming on malaria transmission in major cities of Benin. Parasites and vectors, 3: 118-125
- Yadouleton A. W. Martin T. Padonou G. Chandre F. Alex A. Djogbenou L. et al. 2011. Cotton pest management strategies on the selection of pyrethroid resistance in (*Anopheles gambiae*) populations in northern Benin. Parasites and Vectors, 4: 60-68
- Zaim M. & Guillet P. 2002. Alternative insecticides: an urgent need. Trends Parasitol, 18: 161-163..



Diversité des pratiques paysannes de gestion de la matière organique dans les exploitations productrices de coton biologique à Kandi

ASSOGBA S. Claude-Gervais¹, TOSSOU Rigobert Cocou², LEBAILLY Philippe³

¹ Laboratoire de Recherche sur l'Innovation pour le Développement Agricole (LRIDA),
Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

² Laboratoire de Sociologie et de Vulgarisation Rurales (LSVR), Faculté des Sciences
Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

³ Unité Economie et Développement Rural, Gembloux Agro-Bio Tech,
Université de Liège, Belgique

Reçu le 03 janvier 2018 - Accepté le 25 Juin 2018

Diversity of farmers' organic matter management practices within organic cotton farms in Kandi

Abstract: Benin soil is under a deep degradation mainly in the cotton production area. This article analyses farmers' practices in organic matter management in Kandi to more understand the way in which these practices contribute to ensure soil fertility in organic cotton farming system. It's based on a study carried out among 90 organic cotton producers, selected from a typology conceived on endogenous criteria of prosperity. Data were analyzed using descriptive statistics and means comparing tests for certain variables. The results reveal a diversity of practices of organic matter's management used by organic cotton farmers to improve their soil's fertility. 100%, 55% and 13% of respectively poor, moderately and rich farmers, used cow dung from Fulani Camp. The physical quality of drug from this source is higher than the quality of dung produced in open spaces used as garbage dumps. Household wastes, crops and agro-food processing residues; are mainly used by women. The choice of crops' plots to be fertilized depends on the type of crops and farmers' perception on the level of soil's fertility. Furthermore, management of organic matter is a difficult task, constraining the reduction of crops areas to be fertilized. Only rich farmers own carts for organic matter transportation. So, the quantities of organic matter provided to crops, even if increase with the level of farmers' prosperity, are largely below the recommendations. Therefore, strategies implemented by farmers in the management of soil fertility are based on an adaptation of organic matter inputs to resources available on the farm and couldn't allow the nutritional requirements of cotton. So, current soil fertility management practices and living conditions of organic cotton farmers seem to more contribute to soil fertility degradation than it restoration. Further research is therefore needed to improve the effectiveness of these practices in restoring soil fertility.

Keywords: Organic matter, management, farming practices, organic cotton, North-East Benin.

Résumé : Dans un contexte de production agricole caractérisé par une dégradation accrue des sols et un gain d'intérêt pour une gestion durable des terres, le présent article analyse les pratiques paysannes de gestion de la matière organique au Bénin. Il s'appuie sur une étude menée auprès de 90 producteurs de coton biologique sélectionnés sur la base d'une typologie établie suivant des critères endogènes de prospérité. Les données ont été analysées grâce aux paramètres de la statistique descriptive et aux tests de comparaisons des moyennes de certaines variables. L'étude révèle une diversité de pratiques dans la gestion de la fumure organique. La bouse de vache constitue la principale forme de mobilisation ; 100%, 21% et 13% des exploitants respectivement pauvres, moyennement riches et riches l'obtiennent par contractualisation avec les Peulhs. La bouse de vache collectée auprès des Peulhs présente une qualité supérieure à celle collectée sur le lieu de repos des animaux. Les déchets ménagers, résidus de récoltes et des transformations agro-alimentaires sont surtout utilisés par les femmes. Par ailleurs, le choix des parcelles à fumer dépend du type de spéculations et du degré de niveau fertilité perçu par l'exploitation. La gestion

de la matière organique s'avère être une tâche ardue au regard des superficies à fertiliser et des difficultés liées au transport. Les quantités de matière organique apportées restent largement en dessous des recommandations et connaissent une hausse à mesure que l'exploitant devienne plus prospère. Aussi, les stratégies mises en œuvre par les exploitants dans la gestion de la fertilité du sol sont-elles basées sur une adaptation des apports de matière organique aux moyens disponibles au sein de l'exploitation. En définitive, les pratiques et conditions actuelles de gestion de la fertilité des sols au sein des exploitations de coton biologique semblent contribuer davantage à la dégradation de la fertilité des sols qu'elles ne la restaurent. Il est donc nécessaire que des recherches plus approfondies soient menées pour mieux apprécier l'efficacité de telles pratiques dans la restauration de la fertilité des sols.

Mots clés: Gestion, matière organique, pratiques paysanne, coton biologique, Nord-est Bénin.

1. Introduction

La production du coton a été pendant longtemps considérée comme un outil stratégique de lutte contre la pauvreté au Bénin, comme dans la plupart des pays en développement dont l'économie est tributaire de la filière cotonnière. A Kandi, une des principales communes productrices de coton du pays, les superficies cotonnières ont augmenté de près de 69% entre 1995 et 2011. Malheureusement, ce développement explosif qu'a connu le secteur cotonnier béninois est aujourd'hui perçu comme une menace pour la durabilité de l'agriculture et la fertilité des sols en particulier (Ton, 1995). Selon Van der Pol & Traoré (1993) la baisse de la fertilité des sols constitue le principal impact environnemental découlant du développement des zones cotonnières. En effet, la production cotonnière s'est accompagnée d'une forte colonisation agricole et d'une surexploitation des sols (Zagbaï et al., 2006). Ainsi, la terre, principal facteur de production agricole, constitue aujourd'hui la ressource naturelle la plus menacée. La baisse progressive de la capacité productive des terres constitue la principale contrainte évoquée par les producteurs agricoles du Nord-Bénin (Amidou et al., 2005 ; Djenontin et al., 2003). Près de 29% et 33% des terres au Bénin sont respectivement fortement et moyennement dégradées (PSI-GDT, 2010). Les sols fortement dégradés se retrouvent dans les zones de forte production cotonnière avec des taux de dégradation allant de 40% à 80% des superficies des terres (Assogba et al., 2017). Par conséquent, le défi actuel pour le secteur agricole béninois est d'assurer le double-objectif de développement économique du pays et de sécurité alimentaire des populations, dans un contexte de changement climatique, tout en garantissant la durabilité des facteurs de production notamment la terre. Face à cette situation, diverses initiatives de promotion des systèmes ou pratiques de production agricole, jugés plus

respectueux de l'environnement et de la santé humaine et animale, sont développés. Ces alternatives, comme le système de production du coton biologique et les mesures de gestion durable des terres, préconisent un recours accentué à la fertilisation organique avec ou sans utilisation de fumure minérale (Ebenebe et al., 2001). Si le développement de ces systèmes alternatifs est récent, il importe de mentionner que les pratiques de fertilisation qu'elles promeuvent le sont le moins. En effet, depuis les années 1990, des pratiques d'amendements organiques sous forme de compost ou de fumier combinés ou non aux apports d'engrais minéraux et associés aux pratiques de rotation culturale intégrant des légumineuses ont vulgarisées en milieu rural mais elles ont été peu adoptées du fait de leur inadaptation aux habitudes des exploitations agricoles (Djenontin et al., 2003).

La problématique de la gestion de la matière organique (MO) pour la restauration et le maintien de la fertilité des sols refait surface et trouve un gain d'intérêt surtout dans les zones cotonnières avec le développement des systèmes de production durables et des pratiques de gestion durable des terres. De ce fait, les exploitants agricoles doivent de plus en plus faire face aux contraintes liées à la mobilisation de la matière organique, dans un contexte caractérisé par une faible disponibilité de la matière organique. Ceci est d'autant plus vrai que les producteurs - qui pour la plupart adhèrent aux systèmes de production durable pour des raisons principalement économiques (Assogba et al., 2014) - pour bénéficier des avantages liées aux modes alternatifs de production comme celui du coton biologique, sont obligés de se conformer aux exigences de ces systèmes. Mais, les producteurs ruraux, loin de subir avec fatalité les mutations qui affectent leur milieu ou appareil de production, font preuve d'adaptation. Comme l'ont montré Long (1994) et Bernier (1997), les producteurs ruraux disposent d'une forte capacité de résilience qui leur permet d'opérer des transformations dans et sur leur environnement en vue de s'adapter aux mutations qui s'y produisent ; ces transformations constituent des signaux extérieurs et visibles de cette adaptabilité. Ceci traduit le fait que, dans les limites dues à l'information,

* Auteur Correspondant : e-mail. claudio.assogba@fa-up.bj
Copyright © 2018 Université de Parakou, Bénin

à l'incertitude et autres contraintes, les producteurs ruraux sont « compétents et capables » (Long, 1994). Concrètement, au niveau paysan, ce regain d'intérêt pour la fertilisation organique s'est accompagné d'une multiplicité de pratiques relatives à la gestion de la MO. Cette multiplicité tient en partie au fait que, à l'opposé des engrais minéraux l'utilisation de la matière organique en zone cotonnière béninoise, souffre d'une absence de recommandations bien élaborées. Aussi, convient-il de s'interroger sur les pratiques paysannes de gestion de la fumure organique afin d'apprécier dans quelle mesure ces pratiques permettent d'une part de tenir compte des exigences du cotonnier et, d'autre part, de contribuer à la restauration de la fertilité des sols. Par ailleurs, en Afrique, la fertilité des sols est très hétérogène et présente une grande variabilité d'une exploitation agricole à l'autre, tant au niveau local que sur l'ensemble du continent (Zingore, et al., 2007). Dès lors, il importe de mieux appréhender les stratégies développées par les producteurs de coton dans la gestion de la matière organique pour la fertilisation de leur sol dans un contexte où la course pour la mobilisation de la matière organique prend de plus en plus d'ampleur. Dans cette perspective, le présent article adopte une approche descriptive et analytique des pratiques paysannes de gestion de la fertilité des sols en milieu cotonnier béninois sans se focaliser sur l'évaluation de l'impact de celles-ci sur la restauration de la fertilité des sols. Aussi, vise-t-elle dans un premier temps à cerner les principaux critères sur lesquels les producteurs se basent dans l'appréciation du niveau de fertilité de leur sol et à analyser les différentes formes de mobilisation de la matière organique par les producteurs du coton. Enfin, les stratégies et logiques paysannes qui sous-tendent la gestion de la matière organique (type de matière organique mobilisée, choix des parcelles à fumer, gestion des apports, etc.) sont identifiées et analysées.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude et échantillonnage

La phase empirique de la recherche s'est déroulée à Donwari dans la commune de Kandi, l'un des bastions de la production de coton conventionnel au Bénin. Le choix de la localité se justifie par le fait que, non seulement elle constitue une localité de forte production de coton, mais aussi et surtout elle représente une des principales zones de production de coton biologique de la commune. Au regard de l'objectif de l'étude, il est apparu pertinent de s'intéresser à une localité impliquée dans un programme de production de coton biologique. En effet, une des exigences cardinales de la production de coton biologique est l'utilisation exclusive des fertilisants organiques et des biopesticides, en lieu et place des produits chimiques de synthèse (pesticides, fongi-

cides, herbicides, engrais minéraux). De ce fait, la problématique de la gestion de la matière organique est plus accentuée chez les bio-cotonculteurs.

Donwari est caractérisé par un climat de type soudanien avec une saison sèche (novembre- avril) et une saison de pluies (mai - octobre). La moyenne pluviométrique annuelle varie entre 800 et 1300 mm de pluies. Les sols sont de types ferrugineux tropicaux ; leur fertilité est limitée avec un taux de MO assez faible, souvent en dessous de 0,5% et dépassant rarement 1 à 2%(Abba et al., 2006). L'agriculture constitue la principale activité économique avec le coton comme principale culture de rente. La problématique de la gestion de la MO se pose avec acuité dans ce village depuis l'introduction de la culture de coton biologique et la course à la mobilisation de la MO pour la fertilisation des parcelles de cultures.

Les unités de recherche sont constituées des producteurs de coton biologique, sélectionnés à partir d'une typologie à dire d'acteurs, méthode qui se base sur la description des conditions socio-économiques des exploitants par des personnes ressources par rapport à un thème précis en vue d'identifier des critères endogènes de discrimination des individus classés (Grandin, 1988 ; Floquet et al., 2012 ; Jamin et al., 2007). Dans le cas de la présente étude, la description a concerné le niveau de prospérité des producteurs et a mis en exergue, comme critères de discrimination des exploitants, la possession de charrettes et de paires de bœufs de trait, la superficie totale emblavée et les moyens matériels disponibles. A partir de ces critères, trois (3) catégories de producteurs ont été distinguées : les exploitants pauvres, ne possédant ni bœuf de trait, ni charrette ; les exploitants moyennement riches possédant au moins une paire de bœufs de trait mais pas de charrette et les exploitants riches possédant au moins une paire de bœufs de trait et au moins une charrette. 90 exploitants dont 50% de pauvres, 40% de moyennement riches et 10% de riches ont été sélectionnés avec un taux d'échantillonnage de 60%.

2.2. Outils de collecte et d'analyse des données

Les données ont été collectées grâce à des entretiens individuels structurés, au moyen de questionnaires, et à des entretiens semi-structurés en *focus group* au moyen de guide d'entretien. Ces données concernent essentiellement les caractéristiques socio-économiques des exploitants, les différentes formes, logiques et stratégies de gestion de la MO par les exploitants. Elles ont été analysées grâce aux éléments de la statistique descriptive et aux tests de comparaisons des moyennes de certaines variables. Pour apprécier l'influence du niveau de prospérité sur les quantités de MO apportées, les différentes catégories d'exploitants ont été comparées suivant les quantités de MO apportées, grâce à une analyse de variance. Les conditions de normalité ont été vérifiées grâce au test de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Une

transformation logarithmique a été effectuée pour permettre le test de l'homogénéité des variances (Glèlè Kakaï & Kokode, 2004). Enfin, la comparaison des moyennes a été effectuée grâce au test de la Plus Petite Différence Significative. L'analyse des quantités de matière organique apportées n'a pris en compte que la bouse de vache. Les raisons de ce choix proviennent du fait de toutes les formes de mobilisation de matière organique, la bouse de vache s'est avérée la principale forme de matière organique mobilisée par les producteurs mais également la plus facilement quantifiable par le producteur.

3. Résultats et discussions

3.1. Caractéristiques socio-économiques des producteurs de coton biologique

A Donwari, la production de coton biologique implique aussi bien les hommes (78%) que les femmes (22%). L'âge moyen des exploitants est de 38 ans : 43% sont âgés entre 25 à 35 ans, 39% entre 35 à 45 ans et 18% entre 45 à 65 ans. Ils sont pour la plupart non lettrés (78%) et à peine 16% sont alphabétisés ; 6% ont le niveau primaire et 1% ont fait l'enseignement secondaire. Les exploitations comptent en moyenne 8 membres mais 54% d'entre elles en comptent entre 5 et 10. Quant aux actifs agricoles, 62% des exploitations en ont moins de 5 et 4% en comptent plus de 10. Les principaux modes d'accès à la terre : l'héritage (76%), l'achat (9%), don (8%) prédisposent les exploitants s'investir dans des actions visant la restauration de la fertilité de leur sol. De plus, dans un système patrilinéaire où les femmes ne peuvent prétendre à l'héritage, le don, principal mode d'accès à la terre des femmes, leur assure une certaine sécurisation foncière. La femme obtient la terre qu'elle exploite de son mari et, à la mort de ce dernier, elle en reste la propriétaire ; on estime qu'elle reste la mère des enfants du mari défunt et partant, a des besoins à satisfaire mais à condition qu'elle ne quitte le domicile.

3.2. Appréciation des producteurs de coton biologique de l'état de fertilité d'un sol

Dans l'appréciation de la fertilité de leurs sols, les producteurs de Donwari se basent sur un ensemble de critères dont les plus importants sont présentés dans le tableau 1.

Il ressort de l'analyse du tableau 1 que l'appréciation de la fertilité du sol par les producteurs de Donwari se base sur des aspects principalement d'ordre qualitatif renvoyant aux caractéristiques du sol et à la végétation qu'il porte. Ainsi, comme l'a rapporté Lavigne Delville (1996), la notion de fertilité est ambiguë et l'on ne peut quantifier la fertilité d'un sol. Il s'agit, comme affirmé

par l'auteur d'un jugement plus ou moins étayé qui renvoie à la capacité d'un sol à produire telle culture, avec telles techniques.

Tableau 1 : Critères endogènes d'appréciation de la fertilité du sol à Donwari

Table 1: Farmers' perceptions of soil' fertility at Donwari

Période d'appréciation	Critères/Paramètres d'appréciation de la fertilité du sol
Avant les premières pluies	Sont révélatrices de la faible fertilité du sol : <ul style="list-style-type: none"> • la présence d'igname sauvage (<i>diga*</i>) sur une friche • la présence de l'oignon de brousse (<i>gbéroumassoro*</i>) • la présence de cuirasse latéritique • la présence de chiendents (<i>Andropogon gayanus</i>) et l'absence de végétation
Avant et après les premières pluies	Sont révélateurs de la bonne fertilité du sol : <ul style="list-style-type: none"> • l'état noir, meuble et humide du sol (<i>gbagbarou*</i>) mais ne laissant pas stagner l'eau (sol non hydromorphe) • la présence d'une végétation abondante et développement important des adventices • la présence de <i>Chromolaena odorata</i> (indicateur d'humidité du sol)
Après les premières pluies	Sont révélatrices de la bonne fertilité du sol : <ul style="list-style-type: none"> • la présence d'herbes en abondance • la présence de terricoles • la présence de <i>Chromolaena odorata</i>

*Nom en *Dendi*, une langue du Nord-Benin.

3.3. Stratégies de gestion de la matière organique par les exploitants de Donwari

3.3.1. Principaux types de matière organique utilisés à Donwari

Les déjections animales. Elles sont produites par les animaux domestiques de l'exploitation : bovins, caprins, ovins, volailles, lapins, etc. et constituent le principal type de MO utilisée au sein des exploitations. De toutes les déjections utilisées, la bouse de vache, produit de la digestion des végétaux ingérés par les bovidés, est la plus sollicitée par les exploitants pour assurer la fertilisation de leurs parcelles de cultures. Cette MO est très riche en différents éléments organiques, raison pour laquelle, bien utilisée, elle représente un engrais de qualité notamment pour sa forte teneur en azote, élément primordial pour le développement des végétaux (Christophe, 2004). A Donwari, la bouse de vache est obtenue par parage direct, par contrat de parage et par collecte. L'importance de ces différentes formes varie en fonction des catégories de producteurs (figure 1).

Il ressort de la figure 1 que les exploitants pauvres obtiennent la bouse de vache prioritairement par la collecte (100%) alors que les plus riches s'adonnent plus à la pratique de parage (100%). Quant aux exploitants

moyennement riches, ils obtiennent la bouse de vache davantage par contrat de parcentage (85%) et par parcentage (77%).

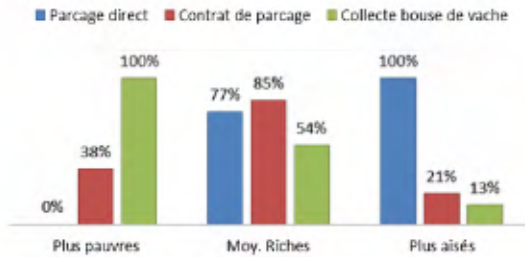


Figure 1: Répartition des producteurs selon la forme de mobilisation de la bouse.

Figure 1: Distribution of farmers according to the type of cow dung source.

Les résultats de l'analyse de la relation entre les niveaux de prospérité et les formes de mobilisation de la matière organique avec la statistique du Chi 2 indiquent une corrélation significative entre le niveau de prospérité des producteurs et la collecte de bouse de vache ($Rho = -0,667$; $p < 0,0001$). La valeur négative du coefficient de corrélation montre que plus le niveau de prospérité est élevé, moins le ménage collecte la bouse de vache. Pour ce qui est de la relation entre le niveau de prospérité et le contrat de parcentage, quoique faible ($Rho = 0,25$; $p = 0,02$), elle est significative au seuil de 5%. Enfin, la corrélation entre le niveau de prospérité et le parcentage directe est forte et positive ($Rho = 0,84$; $p < 0,0001$).

Le parcentage direct consiste à maintenir les bovins en pâturage sur la parcelle à fumer pendant quelques mois, afin que ces derniers y déposent directement leurs déjections. Il constitue la principale forme d'obtention de la bouse de vache par l'ensemble des exploitants riches (100%) et les moyennement riches (77%) compte tenu de la nécessité de disposer d'un cheptel bovin qu'il exige. À Donwari, la pratique de parcentage varie d'un exploitant à un autre et peut revêtir différentes facettes. Le premier cas est celui d'un exploitant qui dispose de 10 bœufs qu'il laisse sur sa parcelle de 0,5 ha pour une durée de 3 mois en faisant déplacer les animaux tous les 10 jours soit 10 bœufs à 9 endroits différents sur la parcelle. Le deuxième cas est celui de l'exploitant qui réalise le parcentage de 16 animaux sur une superficie de 2 ha en respectant une fréquence de 8 jours et en déplaçant les animaux 5 fois. Le troisième cas quant à lui, est celui de l'exploitant qui, sur une superficie de 0,5 ha réalise le parcentage de 10 animaux pendant 2 mois en les faisant déplacer tous les 10 jours, soit au total 6 déplacements. Le dernier cas est celui d'un exploitant qui parque 20 animaux sur une parcelle de 1 ha pendant une semaine en les déplaçant tous les jours.

La période à laquelle démarre le parcentage dépend de l'effectif du bétail. Les exploitants disposant d'un cheptel important de bovins démarrent souvent le parcentage des animaux avec l'installation des pluies. La logique qui sous-tend cette pratique est qu'elle permettrait de rendre les éléments nutritifs disponibles pour les plantes de cotonnier et de favoriser une fertilité plus ou moins homogène de l'ensemble de la parcelle de cultures. Par contre, les exploitants disposant de moins de 10 têtes de bœufs, commence le parcentage juste après la récolte. Dans ce cas, l'exploitant procède à un déplacement rotatif des animaux suivant une périodicité de manière à favoriser une répartition plus ou moins uniforme de la bouse de vache sur la parcelle. Cette dernière pratique, aux dires des exploitants, présente l'inconvénient de ne pas favoriser une bonne décomposition de la MO du fait de l'absence des pluies nécessaire à l'activité des microorganismes. Elle ne garantit pas non plus une décomposition simultanée de la bouse de vache déposée à différents endroits de la parcelle de culture entraînant ainsi un fort gradient de fertilité sur la parcelle.

Le contrat de parcentage lie un l'exploitant aux bouviers Peulhs pour le parcentage direct des animaux de ces derniers sur la parcelle. Elle est principalement sollicitée par les exploitants moyennement riches (85%) et dans une moindre mesure par les pauvres (38%) et les riches (21%). Il permet au bouvier de nourrir ses animaux avec les résidus de récolte de maïs, sorgho et coton surtout en périodes de soudure où le pâturage se fait rare. En contrepartie, le bouvier enrichit la parcelle de l'exploitant MO et dans certains cas, s'occupe de la récolte du sorgho pour l'exploitant.

La collecte de bouse de vache se fait à la résidence de l'exploitant, dans le village ou au camp Peulh. Les exploitants qui possèdent des bœufs (13% des riches et 54% des moyennement riches) font cette collecte sur le lieu de repos de leurs animaux. La MO obtenue dans ce cas est du fumier de parc, un mélange de bouse de vache et de résidus de récoltes : fanes et tiges de maïs, de riz, gousses de niébé, etc. (figure 2). Dans la plupart des cas, ces lieux de repos des animaux sont des espaces ouverts (figure 3) servant à la fois de lieu d'accumulation de la MO et de dépotoirs qui reçoivent toutes sortes d'ordures, y compris des matières non biodégradables (piles, sacs en matière plastique, etc.). En outre, au niveau des campements Peulh, l'accès à la bouse de vache se fait souvent en contrepartie d'une autorisation attribuée au Peulh de faire paître ses animaux sur la parcelle de l'exploitant. Contrairement au parcentage direct, la collecte de bouses est faite principalement par les exploitants pauvres (100%), particulièrement les femmes, et dans une moindre mesure par les riches (13%) et les moyennement riches (21%).



Figure 2 : (de gauche à droite) Enclos des bovins et bouse de vache accumulée (Cliché Assogba)

Figure 2: (from left to right) Cow enclosure and cow dung from the enclosure (Photo Assogba)



Figure 3 : (de gauche à droite) Espace de repos des bovins et bouse accumulée (Cliché Assogba)

Figure 3: (from left to right) Opened area of cow dung accumulation and dung (Photo Assogba)

Les déchets ménagers, résidus de récoltes et des transformations agro-alimentaires. Les « déchets » ménagers sont constitués d'un mélange de résidus de récoltes et de transformations agroalimentaires, de déchets divers provenant du balayage de la concession : spathes, fanes et tiges, sons, coques, déjections animales, reste de repas, etc. laissés à l'air libre à l'action des intempéries. Cette forme de MO est surtout utilisée par les femmes, qui en prélèvent, quel que soit le niveau de décomposition, pour les épandre dans leur champ.

En ce qui concerne les résidus de récolte, leur utilisation se fait principalement sous forme d'enfouissement de pailles lors du labour (figure 4).

L'enfouissement des tiges de 1 à 2 m de long, notamment celles du sorgho, posent cependant des problèmes pratiques aux producteurs au moment du labour, période correspondante à l'installation des pluies. C'est qui justifie le fait que, bien que le sorgho constitue l'une des principales cultures des exploitations, ses tiges sont destinées à la confection des clôtures de concessions et des toitures de maison. Les tiges de maïs sont celles qui sont donc destinées à l'enfouissement. Comme le rapporte Lavigne Delville (1996), en zone l'apport massif

de MO non dégradée au moment du labour, provoque une explosion de l'activité minéralisatrice des micro-organismes accélérant ainsi la minéralisation d'une MO riche en carbone et pauvre en azote, la consommation l'azote disponible et provoquant une « faim d'azote ».

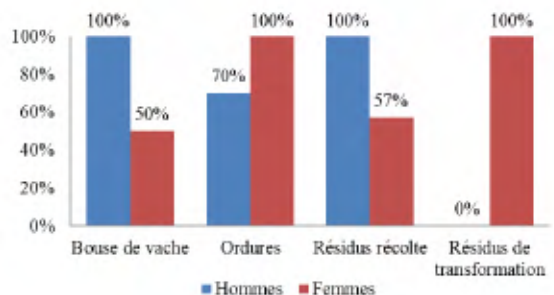


Figure 4: Répartition des producteurs de coton en fonction du sexe et du type de MO utilisé

Figure 4: Distribution of farmers according to the sex and the type of organic matter used

3.3.2. Choix des parcelles à fumer

L'adhésion au système de production de coton biologique implique le renoncement total aux engrais minéraux. Par conséquent, le choix des parcelles à fumer avec de la MO est intimement lié à la culture du coton et prend donc en compte le système de rotation culturale.

En effet, dans le système conventionnel, l'apport des engrais minéraux à la culture du coton s'inscrit dans la logique de faire bénéficier le maïs, principale culture vivrière, des arrières-effets du coton qui, de ce fait, en est systématiquement le précédent. Dans le système de production biologique où la MO remplace systématiquement les engrais minéraux, la fumure organique est apportée sur la parcelle *P* destinée à recevoir le coton durant la campagne en cours et le maïs la campagne suivante. Dans ces conditions, la parcelle *P* doit avoir porté la culture du niébé la campagne précédente afin de permettre au cotonnier de bénéficier de l'azote stocké le niébé. On se retrouve ainsi dans un système de rotation intégrant les légumineuses et faisant passer les cultures dans la succession suivante : légumineuses-coton-maïs. Il arrive pourtant que certains producteurs choisissent de fumer la parcelle devant porter la culture du maïs la campagne en cours notamment lorsqu'ils font le choix d'emblaver de grandes superficies de maïs.

Le choix de la parcelle à fumer influence également le choix des spéculations. En effet, pour pallier le développement d'adventices dû à la présence des graines dans la bouse de vache, certains producteurs décident d'installer en premier lieu l'arachide précoce sur la parcelle à fumer. Une fois la récolte faite, ils procèdent au parcage des animaux puis installent la culture du sorgho. Selon ces producteurs, le sorgho qui est une plante haute permet d'étouffer les mauvaises herbes avant que le coton ne soit installé l'année suivante.

3.3.3. Transport et l'épandage de la MO

Les principaux moyens utilisés pour le transport de la MO sont la charrette, la bassine et les sacs en polyester communément appelés sacs d'engrais par les producteurs. Si les charrettes sont utilisées uniquement par les exploitants riches, les exploitants pauvres recourent aux sacs et les femmes aux bassines. Certains exploitants louent la charrette au prix de 2500 - 3000 FCFA (soit 3,81-4,57 euros) la journée. Le transport de la MO constitue une tâche pénible au regard des quantités requises pour assurer une fertilisation adéquate du cotonnier (tableau 2).

Les correspondances entre les quantités de bouse transportées par la charrette, la bassine et le sac sont obtenues selon les estimations paysannes. Il faut environ 80 bassines ou 27 sacs de bouse pour remplir une charrette.

La bouse de vache est épandue au moyen de la houe sur la parcelle à ensemercer avant que n'intervienne le labour, une fois les premières pluies installées. Certains

exploitants regroupent la bouse en tas par endroits sur la parcelle de culture puis procèdent à son incinération. Cette pratique est sous-tendue par le fait que la bouse de vache favorise la multiplication des adventices du fait des graines qu'elle contient et dont la germination a été activée par leur transit dans l'appareil digestif du bovin. Ainsi, selon la logique paysanne, le feu tout en permettant de détruire les graines des adventices conserverait les qualités de fertilisation de la bouse de vache.

Tableau 2: Correspondance entre les types de matériels de transport de la MO

Table 2: Correspondence between different organic matter transport equipment.

	Bassine			Sac		
	Nbre	QBV (kg)	Bassines /ha	Nbre	QBV (kg)	Sacs/ha
Charrette	80	32	640-800	27	12	

*Nbre = Nombre ; QBV = Quantité de bouse de vache exprimée en kg. Sa détermination est basée sur les estimations de Azoouma et al. (2007). Selon cette estimation, la charge utile d'une charrette de bouse de vache est en moyenne de 976 kg.

3.3.4. Les quantités de MO apportées aux parcelles

La quantification de la MO s'est limitée à la bouse du fait que, non seulement elle constitue la principale forme de MO utilisée mais aussi et surtout, parce que plus facilement quantifiable par le producteur. Le tableau 3 présente les quantités utilisées en fonction du type de producteur.

L'analyse du tableau 3 révèle que la quantité moyenne de bouse de vache utilisée pour la fertilisation des parcelles de coton varie de manière hautement significative en fonction du type d'exploitants (ANOVA ; $p < 0,001$). Ainsi, plus le producteur devient prospère, plus la quantité de bouse de vache apportée s'accroît. Au sein d'une même catégorie de producteurs, les différences observées dans l'apport de la MO peuvent être dues au niveau de chargement des charrettes, à l'état de santé des animaux, au nombre de tas de charrettes, etc.

Tableau 3: Niveau de prospérité et quantités de bouse apportées à l'hectare aux parcelles de coton.

Table 3: Prosperity level and cow dung quantities brought to cotton field

Niveau de prospérité	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Plus pauvres	958,54 ^a	163,9	700	1500
Moyennement riches	2687,50 ^b	304,05	2400	3500
Riches	6240,00 ^c	891,16	4500	8000

Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

Ces différents apports de bouse de vache, même en ce qui concerne les exploitants riches, sont de loin insuffisants pour compenser les besoins nutritifs du co-

tonnier. En effet, un développement durable de la production du coton biologique exige des apports estimés à l'hectare entre 5 à 6 tonnes de compost ou 10 à 13 tonnes de bouse de bonne qualité et bien décomposée (Ouedraogo et al., 2008). Cette faiblesse a été déjà constatée par Baudron et al. (2006) qui ont montré que la quantité de bouse de vache disponible localement, est assez limitée par rapport à la surface emblavée. Bien que n'étant pas en mesure d'estimer la quantité de bouse qu'ils apportent, les exploitants sont conscients de l'insuffisance de ces apports. Dès lors, toutes les formes de MO mobilisables par l'exploitant sont utilisées sur la même parcelle et rien ne permet de garantir si ces apports satisfont ou non les besoins nutritifs du cotonnier.

La possession de bovins et de charrettes, facteur de différenciation sociale, reste très déterminante dans la gestion des apports de MO. Cette contrainte, exacerbée par la faible disponibilité de la MO fait que les quantités apportées restent très en deçà des normes requises.

Il apparaît que, la production durable de coton biologique implique donc un choix qui favorise, surtout pour les exploitants pauvres et moyennement riches, l'installation de la culture de coton sur les parcelles les plus fertiles à proximité des concessions, lieu de concentration des amendements organiques (Baudron et al., 2006). Cependant, ce rapprochement risquerait d'engendrer une compétition dans l'allocation de la main d'œuvre et des engrais organiques entre le coton et les cultures vivrières, souvent installées à proximité des concessions. On comprend dès lors la grande difficulté voire l'impossibilité évoquée par plusieurs exploitants à fertiliser avec de la fumure organique de grandes superficies de cotonnier

Face à ce déficit, les exploitants développent une stratégie d'adaptation des apports de MO à leurs moyens d'existence et qui à long terme, en ce qui concerne le parcage, pourrait s'avérer préjudiciable à la fertilité du sol. Un parcage non contrôlé, engendré par une forte pression pastorale, est souvent à l'origine de la prolifération des adventices dans les jachères et d'une mauvaise restauration de la fertilité des sols (Boutrais, 1992). En ce qui concerne la prolifération des adventices, Hoogmoed et al. (1994) rapportent que le passage des graines à travers le tube digestif des bovins peut accroître leur pouvoir germinatif et ainsi, accélérer leur germination dès lors qu'ils sont rejetés à travers les fèces. En ce qui concerne la baisse de la fertilité des sols, il importe de préciser que l'entassement et la compaction du sol par le bétail contribuent à modifier les propriétés physico-chimiques du sol : la fragmentation des débris végétaux se fragmentent en plus petits morceaux qui, en se mélangeant à la terre, se décomposent vite, exposant ainsi le sol dénudé à la dégradation physique. Le sol devient plus rugueux, plus compact, réduisant ainsi la porosité du sol, l'infiltration de l'eau et par voie de conséquence, favorise le ruissellement de l'eau,

l'érosion hydrique et le lessivage des matières nutritives du sol.

Face à la prolifération des adventices que favorise l'utilisation de la bouse de vache du fait des graines des adventices qu'elle renferme (Powell et Waters-Bayer, 1985), certains producteurs ont recours à son incinération. Hormis le fait que cette pratique se trouve aux antipodes des principes de production biologique, elle ne permet pas d'assurer une bonne nutrition des plantes. Réduite en cendre, la bouse perd son pouvoir fertilisant : le potassium libéré n'est pas rendu disponible pour la plante car la bouse est apportée en fumure de fond et l'azote est perdu.

4. CONCLUSION

La gestion de la MO à Donwari révèle une diversité de pratiques d'une exploitation de coton biologique à une autre. Cette diversité qui traduit le différentiel de niveau de prospérité entre les exploitations, s'exprime à travers les différentes formes de MO. A l'échelle communautaire, il n'existe pas de règles établies en ce qui concerne la gestion de la MO, les choix opérés dépendant du niveau de prospérité de l'exploitant. Si les riches choisissent préférentiellement l'emploi de la bouse de vache grâce à la pratique de parcage, les pauvres par contre s'adonnent à la collecte. La pratique des enfouissements de paille, très courante, reste également problématique dans sa mise en œuvre. La question du transport de la MO reste également préoccupante notamment au niveau des exploitants pauvres dont les femmes. La faible disponibilité de MO, exacerbée par l'inexistence de moyen de transport est à l'origine de la faiblesse des quantités de bouse de vache apportées aux parcelles de cultures. Somme toute, les pratiques actuelles de restauration de la fertilité des sols ne favorisent pas une bonne nutrition du cotonnier et, risquent de produire l'effet inverse de celui escompté. La fumure organique peut-elle constituer valablement une alternative valable à la fumure minérale ou plutôt un complément ? Il importe de mentionner que si le présent travail s'est beaucoup plus penché sur la description des pratiques paysannes avec un postulat de rationalité et un postulat d'hétérogénéité en fonction de la diversité des situations de ces producteurs, les raisons de la divergence entre les pratiques et les recommandations faites aux agriculteurs biologiques n'ont pas été explorées en profondeur de même que l'appréciation quantitative des bilans minéraux d'un jeu de parcelles paysannes. Des recherches ultérieures pourraient se pencher sur ces aspects.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Abba A.A., Hofs J.-L., Mergeai G., 2006. Relever les défis environnementaux pour les filières cotonnières d'Afrique de l'Ouest et du Centre. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 10 (4) : 351-359.
- Amidou M., Djenontin J. A., Wennink B., 2005. Valorisation des résidus de récolte dans l'exploitation agricole au nord du Bénin : utilisation du fumier produit dans le parc de stabulation des bœufs, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, n°47 : 19-25
- Assogba S. C-G., E. Akpinfa, G. Gouwakinnou, L. Stiem, 2017, *La Gestion Durable des Terres. Analyse d'expérience de projets de développement agricole au Bénin*. Working paper, IASS-Allemagne
- Azouma O.Y., Girou F., Varchon D., 2007. Conception d'un épandeur de fumures organiques pour les exploitations à traction animale d'Afrique. *Tropicultura* 25 (2) : 75-81.
- Baudron F., Toe, P., Prudent, P., 2006. *Production ou Conservation ? « OR BLANC ou ORDURE »*. Le dilemme du coton en périphérie du parc Transfrontalier W du Niger (Est Burkina Faso, Nord Bénin) : Création-Diffusion des systèmes de culture agroécologiques plus durables et plus respectueux de l'environnement. Régional Parc-W (ECOPAS), Ouagadougou, Burkina-Faso.
- Bernier X., 1997. *Les mutations des espaces ruraux dans les pays en voie de développement*. Paris : Economica Edition.
- Boutrais J., 1992. L'élevage en Afrique tropicale: une activité dégradante? Afrique contemporaine. *L'environnement en Afrique* 161 : 109-125.
- Christophe J.-D., 2004. *La bouse : historique, importance et écosystème*. Thèse d'exercice pour le Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (ENVT), Toulouse.
- Djenontin J. A., Amidou M., Baco N. M., 2003, Valorisation des résidus de récolte dans l'exploitation agricole du nord du Bénin. Production de fumier et enfouissement des résidus de récolte pour la gestion de la fertilité des sols, In Dugué P., Jouve P. (eds.), *Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux. Actes du colloque international, 25 - 27 février 2003, Montpellier, France*. ISBN 2-9520603-0-4
- Ebenebe A., van den Berg, J., van der Linde, T., 2001. Farm management practices and farmers' perceptions of stalkborers of maize and sorghum in Lesotho. *International Journal of Pests Management*, 47 : 41-48.
- Hoogmoed W.B; Klajj M.C., 1994, *Le Travail du Sol pour une Agriculture Durable*, FAO, Rome.
- Floquet, A. B., R. Maliki, R. C. Tossou and C. Tokpa, 2012. "Evolution des systèmes de production de l'igname dans la zone soudano-guinéenne du Bénin." *Cahier Agriculture*, 21: 427-437.
- Glèlè Kakaï R., Kokode G., 2004. *Techniques statistiques univariées et multivariées: applications sur ordinateur*. Cotonou : Bibliothèque Nationale.
- Grandin, B. F. 1988. *Wealth ranking in smallholder communities*. A field manual. ITDG, London.
- Jamin, J.-Y.; Havard; Mbétid-Bessane; M. E., VALL; E., Fall, A. 2007. Dynamique et évolution des exploitations agricoles. In Gafsi, M., Dugué, P., Jamin, J.-Y., Brossier, J. (eds). *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre*. Editions Quæen, Paris 155-172.
- Lavigne Delville, Ph., 1996. *Gérer la fertilité des terres dans les pays du Sahel*. Paris/Wageningen : GRET/Ministère de la Coopération/CTA.
- Long N., 1994. «Du paradigme perdu au paradigme... retrouvé ? Pour une sociologie du développement orientée vers les acteurs». *Bulletin de L'APAD* 7 : 11-34.
- Ouedraogo A., Yombi L., Dombia S., Eyhorm F., Dischl R., 2008. *Guide de production du coton biologique et équitable. Un manuel de référence pour l'Afrique de l'Ouest*. Zurich, Suisse : Helvetas.
- Powell J.M, Waters-Bayer A., 1985. Interactions between livestock husbandry and cropping in a West African savanna. In Tothill J.C., Mott, J.C., eds. *Ecology and management of the world's savannas. International savanna symposium*. Brisbane: Commonwealth Agricultural Bureaux, Australian Academy of Science, p. 252-255.
- Ton P., 1995. Le moteur blanc et le dévastateur blanc: coton, développement rural et dégradation des terres. In Ton P., Joe J., de Haan, eds. *A la recherche de l'agriculture durable au Bénin*. Netherlands : Instituut voor Sociale Geografie, p. 89-93. <http://dare.uva.nl/document/16502>
- Van Der Pol F., Traoré B., 1993. Soil nutrient depletion by agricultural production in Southern Mali. *Fertilizer Research* 36 : 79-90.
- Zagbaï H. S., Berti F. Lebailly Ph., 2006. Impact de la dynamique cotonnière sur le développement rural. Étude de cas de la région de Korhogo, au Nord et au Centre de la Côte d'Ivoire. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 10 (4) : 325-334.
- Zingore S., Murwira H.K., Delve R.J., Giller K.E., 2007. Soil type, management history and current resource allocation: Three dimensions regulating variability in crop productivity on African smallholder farms. *Field Crops Research* 101 : 296-305.



Caractéristiques sociodémographiques et conditions de vie des jeunes agriculteurs et agricultrices : Quelles perspectives au Bénin ?

Judicaël ALLADATIN¹, Ismaïl MOUMOUNI², Mankponsè Augustin GNANGUENON³,
Lucien Médard DAHOUE³

¹ École Nationale de Statistique, de Planification et de Démographie,
Université de Parakou, Bénin

² Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

³ Laboratoire de Recherche en Science de la Population et du Développement (LaReSPD),
Université de Parakou, Bénin

Reçu le 14 Janvier 2018 - Accepté le 24 Juin 2018

Sociodemographic Characteristics and Living Conditions of Young Farmers: What Prospects in Benin?

Abstract: This article analyzes the socio-demographic characteristics and living conditions of young Beninese farmers using data from the Integrated Modular Household Living Survey (EMICoV) conducted in 2011. We used descriptive statistical analysis and hierarchical cluster analysis. The results show that 13% of Beninese youth work in the agricultural sector. Our results reveal significant disparities in terms of living conditions among young Beninese farmers, according to their level of education, age, sex, marital status, the amount of arable land they have and their place of residence. It is then possible to distinguish four classes of young farmers: food crop producers (64%), producers of agricultural products intended for industry (4%), new farmers and farm workers (30%) and box farm producers (2%). This analysis makes it possible to highlight the problems of gender, professional training deficit, behavioral profile and impoverishment among young farmers in Benin.

Keywords: Young farmers, Living conditions, Socio-demographic characteristics, Behavioral profile, Benin.

Résumé : Cet article explore les caractéristiques sociodémographiques ainsi que les conditions de vie des jeunes agriculteurs béninois à partir des données de l'Enquête modulaire intégrée sur les conditions de vie des ménages (EMICoV) réalisée au Bénin en 2011. Nous faisons recours à cet effet à l'analyse statistique descriptive ainsi que la classification hiérarchique. Les résultats montrent que 13 % des jeunes béninois travaillent dans le secteur agricole. Nos résultats révèlent des disparités importantes en termes de conditions de vie au sein des jeunes agriculteurs béninois, selon leur niveau d'étude, leur âge, le sexe, leur situation matrimoniale, la superficie de terres arables dont ils disposent et leur milieu de résidence. Il est alors possible de distinguer quatre classes de jeunes agriculteurs et agricultrices : les productrices de cultures vivrières (64 %), les producteurs de produits agricoles destinés à l'industrie (4 %), les néo agriculteurs et ouvriers agricoles (30 %) et les producteurs agricoles de cases (2 %). Cette analyse permet de mettre en lumière les problématiques de genre, de déficit de formation professionnelle, de profil comportemental et de paupérisation chez les jeunes agriculteurs béninois.

Mots clés: Jeunes agriculteurs, Conditions de vie, Caractéristiques sociodémographiques, Profil comportemental, Bénin.

1. Introduction

L'agriculture est l'un des principaux secteurs pourvoyeur d'emploi dans les pays d'Afrique. Même si la contribution du secteur agricole à la croissance économique ne cesse de diminuer, cette contribution reste prépondérante dans les pays du sud (Berthelier & Lipchitz, 2005) où l'agriculture est prioritairement familiale et non industrielle (Bélières et al., 2002). Cependant, en Afrique de l'Ouest notamment, on assiste à une pression foncière croissante due aux besoins des milieux urbains, et à l'accaparement des terres (Brondeau, 2015). Les systèmes agricoles sont alors en pleines transformations dans le but de s'adapter dans un contexte d'incertitude marqué par la dégradation des capacités de production et les variabilités climatiques (Gafsi, 2007). Le désengagement de certains États africains du secteur agricole et l'inégale structuration de la profession traduisent des risques potentiellement élevés pour de nombreux agriculteurs et encore plus élevés probablement pour les jeunes agriculteurs, car la jeunesse est une période de transition et les jeunes sont déjà confrontés à des contraintes particulières pour accéder à un travail productif (Filmer & Fox, 2014).

Parlant justement de la jeunesse, il faut dire qu'avec 70 % de la population âgée de moins de 30 ans en 2012, l'Afrique subsaharienne est la plus jeune région du monde (Gordon, 2012) d'autant que la proportion des 15 à 35 ans représente environ le tiers de la population (Organisation internationale de la francophonie, 2016).

Au Bénin plus précisément, selon le RGPH4, 45 % de la population ont moins de 15 ans et les 15-35 ans représentent environ 33,03 % de la population totale, soit plus de 78 % de la population qui ont entre 0 et 35 ans (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique, 2016)

Dans ce contexte, il est important de s'intéresser au sort des jeunes qui travaillent dans le secteur agricole. En effet, compte tenu de leur nombre, les jeunes représentent un objet d'étude intéressant en tant qu'espoir du secteur agricole en Afrique au sud du Sahara, compte tenu de leurs potentialités en termes d'adaptation et d'innovation.

Selon certains auteurs, l'activité économique rurale se résume de moins en moins à l'agriculture : les jeunes générations se retrouvent dans tous les secteurs de l'économie du monde rural, car la densification de la population s'accompagne d'une ouverture croissante vers l'extérieur et d'une diversification des activités soutenues par le dynamisme des jeunes (Golaz 2009, White 2012).

Les politiques de décentralisation lorsqu'elles existent ainsi que le développement des services dans le secteur de la santé et de l'éducation fonctionnent comme des facteurs d'attraction qui ouvrent un potentiel d'emplois qualifiés dans le monde rural (Ouedraogo & Tallet, 2014). Loin d'être passifs dans la construction de leur avenir, les jeunes utilisent toutes les opportunités, se mobilisent, s'associent et certains parviennent ainsi à investir et se fixer dans des zones rurales. Ils peuvent se regrouper dans des organisations professionnelles, de jeunes producteurs agricoles ou dans des associations culturelles ou politiques. Les jeunes renforcent ainsi leur autonomie et développent des réseaux de solidarité et de sociabilité en dehors des liens de parenté. Pour Piraux (2000), ceci est encore particulièrement vrai pour les femmes.

Cependant, du fait de leur statut de débutant, en insertion dans un secteur particulièrement sensible, il est fort possible que les jeunes agriculteurs subissent plus les conséquences néfastes des incertitudes du secteur. Ils peuvent par exemple avoir des difficultés à trouver leur place dans les exploitations agricoles familiales en pleine mutation et se retrouver dans des situations de dépendants, sous-employés ou confinés dans des statuts d'aides familiaux. Il est probable aussi que les jeunes agriculteurs éprouvent plus de difficultés à accéder au capital, au foncier et au crédit, limitant ainsi la taille de leurs exploitations agricoles (Andriamanalina & Burnod, 2014; Chauveau, Colin, Jacob, Delville, & Le Meur, 2006; Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2014). Enfin, certains jeunes pourraient envisager de sortir du secteur agricole, domaine perçu comme difficile et peu rémunérateur. Plusieurs études rapportent d'ailleurs des preuves qui suggèrent que les jeunes sont de moins en moins intéressés par l'agriculture et plus généralement par le domaine rural (Filmer & Fox, 2014; White, 2012).

Au Bénin, le problème du chômage et du sous-emploi des jeunes reste préoccupant (UNESCO, 2014; FAO, 2015). Selon les données du BIT, près de 79 973 jeunes de 15 à 29 ans étaient sans emploi en 2012 (BIT, 2013). Il semble d'ailleurs que le contexte de crise socio-économique persistante, ainsi que la croissance démographique et la faible performance économique des exploitations agricoles contribuent à accentuer la situation (Alladatin, 2016; Centre d'Action pour l'Environnement et le Développement Durable (ACED), 2017).

Conscients des défis dans le secteur de l'emploi en général et notamment dans le secteur de l'emploi des jeunes, les politiques publiques développent plusieurs initiatives pour soutenir l'entrepreneuriat des jeunes. Dans le cadre de ces actions, le secteur agricole est perçu comme l'un des domaines pourvoyeurs d'emploi avec un fort potentiel de réduction du chômage des jeunes et de lutte contre l'insécurité alimentaire (Banque Mondiale, 2008; Hill, Amos, Clifford, & Platt, 2014). On peut citer par exemple la création des centres

* Auteur Correspondant : ajudi2000@gmail.com, +229 69 687 665
Copyright © 2018 Université de Parakou, Bénin

de ressources pour l'entrepreneuriat à travers le Business Promotion Center, le Projet de Promotion de l'entrepreneuriat Agricole pour la transformation socio-économique des Zones rurales au Bénin (PPEA) et la création du fonds national de promotion de l'entrepreneuriat des jeunes (Abgaza & Tchitou, 2010 ; MDAEP, 2015). Si beaucoup de jeunes s'intéressent à ces initiales, des auteurs constatent qu'à moyen terme, plusieurs jeunes abandonnent ou n'arrivent plus à tirer des revenus durables de l'entrepreneuriat agricole (Cerdan et al., 2004). Cette situation est notamment la conséquence de l'incapacité des jeunes à considérer le secteur agricole comme une chaîne de valeur, de la forte concentration dans le secteur primaire ainsi que des approches d'interventions qui considèrent les jeunes comme un groupe homogène (Union Africaine, 2010 ; Schaffnit-Charterjee, 2014) alors même qu'il semble exister une diversité de niveau de scolarisation, de conditions de vie, de formation, etc. au sein de la population des jeunes agricoles. L'étude sur le profil des jeunes dans le secteur agricole réalisée en 2017 (Centre d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (ACED), 2017) vient combler certaines lacunes, mais en plus d'être orientée vers l'agrobusiness et moins vers les petits exploitants agricoles, cette étude a été réalisée exclusivement au sud du Bénin et ne permet pas d'avoir une vue générale de la situation au Bénin. Or, à des fins de politiques publiques, il est important de mettre à contribution les études sur la jeunesse pour appréhender le profil des jeunes agriculteurs et agricultrices, comprendre leurs conditions de vie ainsi que l'ampleur du désengagement et des réticences vis-à-vis de l'agriculture.

La présente étude vise alors à explorer les caractéristiques sociodémographiques ainsi que les conditions de vie des jeunes agriculteurs et agricultrices au Bénin. Dans le présent article, un agriculteur est une personne qui désire avoir comme principal emploi pourvoyeur de revenu l'agriculture tandis qu'un chômeur est une personne qui ne dispose d'aucune activité rémunératrice au moment de l'enquête.

2. Démarche méthodologique

2.1. Bref aperçu sur le Bénin

Le Bénin est un pays d'Afrique de l'Ouest qui s'étend sur une superficie d'environ 114 763 kilomètres carrés. Il a un climat chaud et humide qui occasionne des inondations saisonnières. Il est situé sur la côte Atlantique et a pour pays limitrophes le Togo à l'Ouest, le Nigeria à l'Est, le Niger et le Burkina Faso au Nord. La population béninoise est de 10 008 749 habitants composée de 46,7 % jeune ayant moins de 15 ans et de 51,2 % d'individus de sexe féminin (RGPH 4, 2015).

L'économie béninoise est essentiellement fiscale, avec un secteur « informel » très développé. Sur la période 1990-2008 par exemple, les recettes fiscales au Bénin avoisinaient en moyenne 86 % des recettes publiques ; ce qui traduit une forte dépendance du pays en termes de fiscalité (Mouissi, 2016). Les recettes fiscales proviennent notamment de l'exploitation du port maritime de Cotonou, de la commercialisation du coton, des diverses entreprises publiques, mais aussi privées (agriculture, commerce, artisanat), et de la réexportation de divers produits vers le Nigéria et vers les pays voisins ne disposant pas de port maritime comme le Niger et le Burkina Faso. Entre 2006 et 2011 par exemple le secteur informel a contribué à hauteur de 67,7 % en moyenne à la formation du PIB (Conseil Économique et Social, 2011). Il s'agit d'un secteur qui concentre une impressionnante diversité d'acteurs. Par exemple selon le Conseil Économique et Social (2013), 9 entreprises sur 10 (97 %) sont dans l'informel au Bénin et le secteur primaire évolue en quasi-totalité dans l'informel (99,5 %). Le secteur agricole est un levier majeur du développement de l'économie béninoise. Il a contribué à environ 20 % du PIB en 2017 et à plus de 50 % aux emplois et à 75 % aux recettes d'exportation (Bénin : Revue sectorielle agricole, gestion 2017). Le secteur agricole constitue aussi la principale source de devises du pays.

Depuis 2006, l'économie béninoise est entrée dans une nouvelle phase de croissance. En effet, de 3,8 % en 2006, le taux de croissance est passé en 2012 à 5,4 % (MICS, 2012), ce qui est cependant insuffisant pour réduire durablement la pauvreté en raison d'une croissance démographique de 3,2 %. Toutefois, le niveau de développement humain au Bénin s'améliore, mais reste légèrement inférieur à la moyenne de ceux des pays de la sous-région. En effet, comparativement aux autres pays, l'Indice de Développement Humain (IDH) du Bénin en 2014 (0,480) est en retrait par rapport à la moyenne observée dans l'ensemble des pays à faible niveau de développement humain (0,505) et celle des pays de l'Afrique Subsaharienne (0,518).

2.2. Outils et méthode

Les données exploitées dans le cadre de cet article proviennent de l'Enquête modulaire intégrée sur les conditions de vie des ménages (EMICoV) réalisée au Bénin en 2011 par l'Institut National de Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE). Cette enquête représentative à l'échelle nationale a permis de collecter des informations relatives à la pauvreté, à l'emploi et à la sécurité alimentaire des ménages du Bénin.

L'échantillonnage stratifié à deux degrés est utilisé dans l'approche de collecte de données. L'unité primaire de sondage est la zone de dénombrement (ZD). Ainsi, un échantillon stratifié de 750 ZD a été tiré avec une probabilité proportionnelle à la taille, c'est-à-dire

le nombre de ménages recensés en 2002 dans la ZD correspondante. Une allocation de l'échantillon spécifique à chaque département a été appliquée. L'allocation de chaque département a été ensuite répartie proportionnellement sur les communes et selon le milieu urbain et rural. Cela correspond à une stratification au niveau des communes et par milieu urbain et rural. Au total, 135 strates d'échantillonnage ont été identifiées et l'échantillon a été tiré indépendamment dans chaque strate.

L'échantillon considéré est constitué de 19 814 jeunes béninois de 15 à 29 ans, parmi lesquels on retrouve 2570 agriculteurs et agricultrices. Dans la suite nous faisons une analyse des caractéristiques de l'ensemble des 19 814 jeunes enquêtés avant d'analyser les caractéristiques des 2570 jeunes agriculteurs et agricultrices objet du présent article.

Pour l'analyse des données, nous faisons recours aux méthodes descriptives univariées et multidimensionnelles. Les analyses descriptives univariées ont permis de décrire les caractéristiques sociodémographiques des jeunes agriculteurs et agricultrices béninois(e)s.

L'analyse multidimensionnelle quant à elle permet d'appréhender les conditions de vie des jeunes étudiés puis de vérifier l'éventualité d'une association entre les conditions de vie et les caractéristiques sociodémographiques de ces derniers. Il s'agit plus exactement d'une Analyse des correspondances multiples (ACM) qui permet d'esquisser une typologie du profil des jeunes agriculteurs et agricultrices béninois(e)s.

Les variables mises en jeu dans l'analyse sont d'ordre sociodémographique et socioéconomique. Il s'agit essentiellement des variables telles que l'âge, le sexe, la situation matrimoniale, le lien de parenté avec le chef ménage, le niveau d'instruction, le milieu de résidence, le type d'activité exercée, le nombre d'hectares de terres cultivables possédées par le ménage et le niveau de vie des ménages.

3. Résultats et Discussion

3.1. Caractéristiques sociodémographiques de l'ensemble des jeunes de 15-29 ans enquêtés

Dans cette partie, nous analysons de façon générale les caractéristiques sociodémographiques de l'ensemble des jeunes (agriculteurs ou non) à l'étude.

Notre échantillon (année de référence 2011) de jeune est relativement concentré (56 %) en milieu rural. Nos résultats montrent une légère prépondérance du sexe féminin qui représente 54 % de l'échantillon. L'âge moyen des jeunes est de 21 ans. Les moins de 20 ans représentent cependant la classe d'âge quinquennale avec la plus grande proportion soit environ 42 %. En ce qui concerne le niveau d'instruction des jeunes, les résultats révèlent qu'environ 40 % n'ont jamais été scolarisés. Ces derniers se retrouvent majoritaires en milieu rural. Ceux instruits représentent près de 60 % de

l'échantillon et on décompte 21,42 % avec un niveau primaire, 35 % avec un niveau secondaire et seulement 3,36 % ayant atteint le niveau universitaire. La majorité des jeunes sont des célibataires (58,53 %) et 39,30 % étaient en union.

Nos résultats montrent aussi que plus de la moitié des jeunes soit près de 55 % sont actifs (population en âge de travailler omis les ceux qui continuent de fréquenter) sur le marché du travail dont 23,53 % sont des agriculteurs/agricultrices indépendants. Cependant, près de 65 % exercent aussi des activités non agricoles. On retrouve principalement les indépendants (32,97 %) et les salariés de l'informel (32,27 %).

Bien que certains auteurs perçoivent l'agriculture comme une réponse opposable à l'augmentation des taux de chômage et à la forte concurrence sur le marché du travail du fait de son fort potentiel de création d'emploi (Fusilier 2016), nos résultats révèlent que les jeunes s'intéressent moins à l'agriculture notamment lorsqu'ils atteignent un certain niveau d'instruction ($p < 0,01$). Alors qu'ils représentent le groupe le plus instruit, plus d'un quart (25,97 %) des jeunes ayant atteint le niveau universitaire sont sans emploi. Dans le même temps, moins de 2 % seulement optent pour l'agriculteur au détriment des métiers de la fonction publique ou à un poste au sein d'une entreprise privée formelle. Par ailleurs, le taux de chômage est beaucoup plus faible dans le rang des non scolarisés (2,33 %) et beaucoup d'entre eux travaillent en tant qu'agriculteur (33 %), indépendant non agricole (32 %) ou même salarié du secteur informel (30 %).

Certains auteurs justifient le faible attrait des jeunes pour le secteur agricole par les difficultés d'accès aux capitaux comme le foncier et le financement ainsi que la pénibilité du travail agricole du fait de l'absence des intrants et équipements adéquats (Andriamanalina et al, 2014). Cissé et al. (2016), soulignent que pour attirer et maintenir les jeunes, le secteur de l'agriculture doit être soutenu par des politiques publiques qui facilitent l'accès aux crédits, assurent la protection des marchés, la garantie des prix de vente, le renforcement des capacités des jeunes aussi bien dans la production que dans la transformation des produits agricoles. Pour éclairer l'élaboration des dites politiques publiques il est important de réaliser plusieurs études permettant de saisir les caractéristiques, les conditions de vie ainsi que les problèmes auxquels font faces les jeunes dans le secteur agricole.

Dans la suite, nous essayons d'appréhender les principales caractéristiques sociodémographiques puis ensuite les conditions de vie des jeunes agriculteurs et agricultrices étudiés.

3.2. Principales caractéristiques des jeunes agriculteurs et agricultrices béninois(e)s

Dans le cadre de notre étude, le groupe des jeunes agriculteurs et agricultrices représente 12,97 % de l'ensemble des jeunes béninois(e)s de 15-29 ans. La répartition de ces jeunes agriculteurs/agricultrices suivant la dimension géographique révèle que les départements de l'Alibori (20,23 %), de l'Atacora (18,29 %), du Borgou (13,42 %) et du Couffo (10,35 %) sont les plus représentés. Concentrés au nord du pays, ces jeunes proviennent principalement des milieux ruraux (78,48 %). Peu de jeunes s'intéressent donc à l'agriculture en milieu urbain (21, 52 %).

La répartition des agriculteurs et agricultrices selon le sexe montre une quasi-égalité entre les effectifs d'agriculteurs et d'agricultrices. 50,7 % des jeunes agriculteurs sont des hommes contre 49,26 % de femmes. Cette statistique cache probablement des différences importantes en ce qui concerne les types d'activités agricoles menés et les types de ressources détenues par les personnes enquêtées. Il semble que les hommes et les femmes présentent souvent des caractéristiques différentes selon la ressource analysée et ce sont les normes sociales (héritage foncier exclusivement masculin par exemple) qui limitent les possibilités offertes aux femmes (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2011). En agriculture, cette réduction relative des possibilités des femmes porterait atteinte à leur productivité et de ce fait comporte des coûts économiques et sociaux de plus vastes portées, même si l'agriculture occupe une place très importante pour les femmes (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2011).

La structure de la population d'étude selon l'âge révèle que l'âge moyen est de 23 ans et près de la moitié, soit 49,96 %, des jeunes agriculteurs ont par ailleurs au moins 25 ans. Les moins de 20 ans représentent seulement 20 % de l'ensemble des jeunes agriculteurs.

La répartition selon le niveau d'instruction de l'échantillon étudié suggère un niveau élevé de non scolarisation au niveau des jeunes agriculteurs du Bénin. En effet, près de 78 % de jeunes agriculteurs et agricultrices n'ont jamais été scolarisés, seulement 14 % ont atteint le niveau primaire et moins de 8 % ont atteint au moins le niveau secondaire. Ces statistiques suggèrent que les jeunes « intellectuels » du Bénin ne s'investissent pas dans le secteur agricole confirmant ainsi l'imaginaire collectif du secteur agricole comme activités par excellence des non instruits et des déscolarisés au Bénin.

La majorité des jeunes agriculteurs (70 %) étaient en union ou mariée au moment de l'enquête. Les célibataires représentent environ 27 %. Le tableau 1 résume la répartition des jeunes agriculteurs à l'étude selon quelques caractéristiques sociodémographiques.

Tableau 1 : Caractéristiques sociodémographiques des jeunes agriculteurs

Table 1: Sociodemographic characteristics of young farmers

Caractéristiques	Nombre de jeunes agriculteurs	Pourcentage
<i>Sexe</i>		
Homme	1304	50,74
Femme	1266	49,26
<i>Âge</i>		
15-19 ans	510	19,84
20-24 ans	776	30,19
25-29 ans	1284	49,96
<i>Niveau d'éducation formelle</i>		
Aucun	2011	78,25
Primaire	360	14,01
Secondaire	193	7,51
Universitaire	6	0,23
<i>Statut matrimonial</i>		
Marié	1804	70,19
Divorcé/séparé	55	2,14
Veuf	11	0,43
Jamais marié	700	27,24
<i>Milieu de résidence</i>		
Urbain	553	21,52
Rural	2017	78,48

Source : Nos travaux à partir des données de l'EMICoV — 2011.

3.3. Répartition des jeunes agriculteurs et agricultrices selon la branche d'activité agricole

Le graphique 1 présente la répartition des jeunes agriculteurs selon le type de production du secteur. Il montre que l'immense majorité des jeunes agriculteurs et agricultrices sont dans la production vivrière.

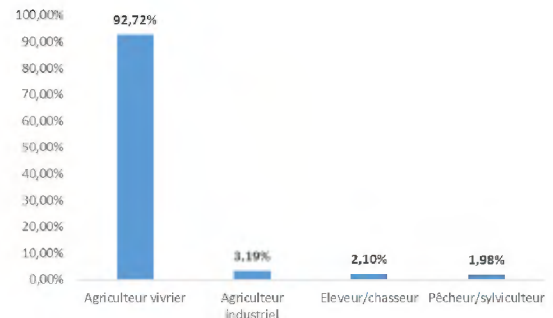


Figure 1 : Répartition des jeunes agriculteurs selon leur branche d'activité

Figure 1: Distribution of young farmers according to their branch of activity

Source : Nos travaux à partir des données de l'EMICoV-2011

En effet, 2 365 sur les 2 570 jeunes personnes concernées par la présente étude opèrent principalement dans la production vivrière en l'occurrence la culture du maïs, du manioc, de l'arachide. Seulement 2 % s'investissent prioritairement dans les filières agricoles destinées à l'industrie comme les filières coton et anacarde, et 2 % également s'investissent dans la production animale. Ces résultats corroborent bien les constats des études antérieures au Bénin et plus globalement en

Afrique de l'Ouest : le secteur agricole est essentiellement dominé par les petites exploitations familiales destinées très souvent à assurer la survie des ménages (Toulmin et Guèye, 2003 ; Dufumier 2004). Moins de 2 % soit 1,98 % des jeunes agriculteurs sont des pêcheurs/sylviculteurs. Ce faible taux de jeunes dans ces secteurs d'activité suggère un manque d'intérêt qui pourrait trouver sa justification dans les vaines tentatives d'aménagement des espaces forestiers ou fluviales depuis plusieurs années.

Selon qu'il contribue à améliorer le revenu ou à assurer la survie alimentaire des ménages, le type d'activité agricole exercé dépend du sexe de l'individu qui l'exerce ($p=0,000$). En effet, les jeunes hommes sont majoritaires dans les secteurs de la pêche (90 %), de l'élevage (83 %) et des produits destinés à l'industrie (63 %). Les femmes, par contre, s'investissent majoritairement dans la production vivrière (51 %).

3.4. Des conditions de vie défavorables pour beaucoup de jeunes agriculteurs et agricultrices

Nous proposons ici une analyse des conditions de vie des jeunes agriculteurs et agricultrices à partir du niveau de vie de leur ménage de résidence. Le tableau 2 renseigne sur le niveau de vie économique des jeunes agriculteurs selon le milieu de résidence et le sexe du chef de ménage.

Tableau 2 : Répartition des jeunes agriculteurs suivant les conditions de vie économique de leurs ménages

	Pauvreté non monétaire	Pauvreté monétaire
Milieu de résidence		
Urbain	386 70 %	207 37 %
Rural	826 40,95 %	619 30,69 %
Sexe du chef ménage		
Hommes	1 088 45,50 %	788 32,96 %
Femmes	124 69,27 %	38 21,23 %
Ensemble des jeunes agriculteurs	1 212	826

Source : Nos travaux à partir des données de l'EMICoV-2011

L'analyse du tableau 2 montre que peu importe l'approche utilisée, au moins le tiers des personnes étudiées réside dans des ménages pauvres. En recourant à l'approche non monétaire, on constate d'ailleurs que le taux de personnes vivant dans des ménages pauvres monte à plus de 47,16 %, alors que l'approche monétaire indique un taux de 32,14 % de jeunes agriculteurs vivant dans des ménages pauvres. Ce résultat traduit des conditions de vie difficiles pour une bonne partie des personnes concernées notamment en ce qui a trait aux

faibles revenus (approche monétaire), mais aussi un très faible niveau de possession des biens d'équipement (approche non monétaire).

En intégrant la dimension géographique, nous notons une variation des taux selon le milieu de résidence. En effet, en faisant recours à l'approche non monétaire de la pauvreté, la proportion de jeunes agriculteurs qui résident dans les ménages pauvres passe à 41 % en milieu rural et à 70 % en milieu urbain. Cette proportion varie peu, lorsque l'on s'intéresse à l'approche monétaire de la pauvreté. Elle passe à 30,69 % en milieu rural et à 37 % en milieu urbain. Ces variations suggèrent que les jeunes agriculteurs des milieux urbains vivent des conditions de vie moins bonnes que ceux des milieux ruraux aussi bien du point de vue des dépenses que de la possession de biens d'équipement.

En nous intéressant au sexe du chef des ménages dans lesquels vivent ces jeunes agriculteurs, les résultats révèlent indépendamment du type d'approche utilisé qu'au moins 33 % des jeunes agriculteurs hommes résident dans des ménages pauvres et au moins 21 % de jeunes agriculteurs femmes résident aussi dans des ménages pauvres. Cependant, des disparités selon que l'on s'intéresse à l'une ou l'autre des approches sont à noter. En effet, lorsque nous nous référons à l'approche non monétaire de la pauvreté, le pourcentage de jeunes agriculteurs pauvres est plus élevé dans le groupe des ménages dirigés par une femme (69,27 %) comparativement à celui des jeunes agriculteurs de ménages dirigés par un homme (45,50 %). Par contre, lorsqu'on s'intéresse à l'approche monétaire de la pauvreté, cette proportion est plus élevée au sein du groupe des ménages dirigés par des hommes (32,96 % contre 21,23 %).

3.5. Typologie des jeunes agriculteurs du Bénin

Cette typologie est faite à partir d'une analyse multidimensionnelle : la classification ascendante hiérarchique. Au terme des analyses univariées et bivariées, plusieurs variables ont servi à l'analyse multidimensionnelle. Il s'agit de l'âge, le sexe, l'état matrimonial, le lien de parenté avec le chef ménage, le niveau d'instruction, le milieu de résidence, le type d'activité exercée, le nombre d'hectares de terres cultivables possédées par le ménage, le niveau de vie du ménage.

L'analyse a été effectuée sur le premier plan factoriel (expliquant 25,76 % de l'inertie totale) en tenant compte des modalités à forte contribution (au moins 2 %) des axes de ce plan. Le sexe, la situation matrimoniale, le type d'activité, la classe d'âge sont les variables qui ont le plus contribué à la formation du premier axe. Cet axe oppose deux groupes de jeunes agriculteurs : D'une part, l'on retrouve les jeunes femmes, productrices de vivriers, âgées de 25-29 ans, qui sont en situation maritale ou en union. D'autre part, nous avons les hommes, majoritairement chefs foyers ou fils du chef foyer et qui sont pour la plupart des célibataires.

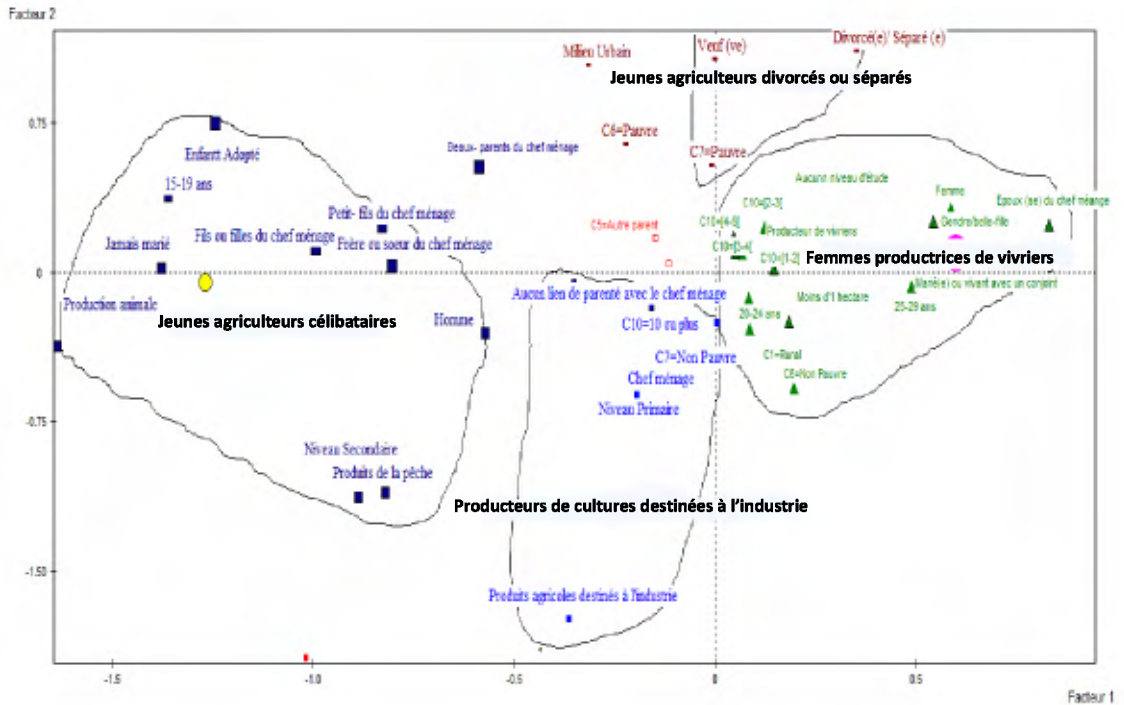


Figure 2 : Typologie des jeunes agriculteurs du Bénin en 2012

Figure 2: Typology of young farmers in Benin in 2012

Source : Nos travaux à partir des données de l'EMICoV-2011

Le deuxième axe factoriel quant à lui oppose les jeunes agriculteurs pauvres du milieu urbain aux jeunes non pauvres du milieu rural, peu importe l'approche considérée.

L'analyse de typologie permet d'identifier quatre types de groupes de jeunes agriculteurs au Bénin. La figure suivante met en exergue les différents groupes obtenus et leurs caractéristiques.

Premier Groupe : femmes productrices de cultures vivrières

Le premier groupe réunit 64 % de l'ensemble des jeunes agriculteurs étudiés. Il est principalement caractérisé par des femmes mariées, productrices de vivriers du milieu rural. En effet, 86 % des femmes de notre échantillon se retrouvent dans ce groupe et 66 % des jeunes agriculteurs qui s'y trouvent sont de sexe féminin. La quasi-totalité d'eux fait de la production vivrière (99 %) et âgée de 25-29 ans. Elles sont majoritairement non pauvres (55 %) et résident en milieu rural (80 %), sans aucun niveau d'étude (84 %). Aussi les ménages de ces jeunes agriculteurs possèdent des terres arabes dont la superficie est comprise entre 1 et 3 hectares.

Deuxième groupe : jeunes producteurs agricoles de cases

Ce groupe contient le plus faible effectif de jeunes agriculteurs, soit 2,33 % de l'ensemble des jeunes agriculteurs. Il se distingue des autres groupes par la situation matrimoniale, l'âge et le niveau de vie économiques des jeunes agriculteurs. On décompte la totalité des jeunes divorcés ou séparés qui représentent 91 % des individus de ce groupe. Avec un âge supérieur à 25 ans, ils sont eux-mêmes des chefs ménages (45 %) ou des frères/sœurs du chef ménage (12 %), résident dans des ménages pauvres et pratiquent la petite agriculture de subsistance dite de « case ».

Troisième groupe : producteurs de cultures destinées à l'industrie

Avec un effectif de 94 jeunes agriculteurs, ce groupe rassemble 4 % des jeunes agriculteurs de notre échantillon. Ils sont en majorité des hommes et des chefs ménages. Ils se sont spécialisés dans les produits tels que le coton, l'anacarde, destinés à l'industrie. Leurs ménages possèdent majoritairement au moins 10 hectares de terres arabes et ils sont non pauvres.

Quatrième groupe : néo agriculteurs et ouvriers agricoles

Ce quatrième groupe est celui ayant le deuxième plus grand effectif. Il regroupe 30 % des jeunes agriculteurs de l'échantillon d'étude. Il est fortement masculinisé, regroupant près de 85 % de jeunes agriculteurs de sexe masculin. Ils sont majoritairement instruits et très jeunes avec un âge inférieur à 20 ans. Il s'agit de jeunes qui résident dans des ménages dont le chef est un parent biologique et pauvre.

3.6. Les jeunes et le secteur agricole : Quelles perspectives ?

L'agriculture est un moteur essentiel du développement économique et un secteur offrant de grandes possibilités pour les jeunes en Afrique (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2018). Cependant peu de jeunes envisagent leur carrière professionnelle dans le secteur agricole comme pour des raisons diverses. Entre autres raisons, nous retenons principalement la non-mécanisation de l'agriculture (Adayé, 2017), la difficulté d'accès à la terre, le manque d'accès au crédit (Vahamwiti Mukesyayira, 2004). Nos résultats suggèrent que 23,53 % sur l'ensemble des jeunes actifs sont principalement en emploi dans le secteur agricole. En majorité, il s'agit de jeunes n'ayant jamais été scolarisés. Ces résultats s'apparentent à ceux de l'étude « Emplois des jeunes et migration en Afrique de l'Ouest (EJMAO) » réalisée au Sénégal (Initiative Prospective Agricole et Rurale, 2015). Selon cette étude, les jeunes scolarisés ne souhaiteraient pas une trajectoire professionnelle dans l'agriculture. L'agriculture est considérée comme métier de dernier choix pour plusieurs.

D'ailleurs, l'analyse du profil comportemental des répondants démontre que certains jeunes pratiquent l'activité agricole de façon irrégulière. La question de savoir si le jeune s'investit dans la même activité principale d'une année à l'autre et pendant ou d'une saison à l'autre a été posé directement à l'ensemble des jeunes lors de l'enquête. Au total, 30,51 % de l'ensemble des jeunes agriculteurs de l'échantillon d'étude ne pratiquent pas l'activité agricole chaque année ou chaque saison agricole même s'il se déclare être d'abord des agriculteurs. Ces derniers prospectent donc d'autres secteurs d'activités pendant certaines années ou saisons agricoles. L'analyse croisée de la pratique irrégulière de l'activité agricole avec le profil des jeunes agriculteurs montre que ce sont surtout des femmes productrices de vivriers (61,48 %) et des jeunes agriculteurs célibataires de moins de 20 ans (31,25 %) qui s'adonnent à cette pratique irrégulière de l'activité agricole.

De plus, on note une part relativement importante de jeunes qui cumulent l'activité agricole avec une seconde activité. En effet, 14 % des jeunes de notre échantillon s'adonnent à la pratique d'une activité se-

condaire cumulativement avec la pratique de l'agriculture. Plus précisément, il s'agit prioritairement de jeunes femmes productrices de vivriers (61 %) qui cumulent l'activité agricole avec le commerce dans la plupart des cas ou de néo agriculteurs et ouvriers agricoles (31 %) qui cumulent l'activité agricole indépendante avec un travail de manœuvre agricole dans la plupart des cas. Cette stratégie de pluriactivité semble être une réponse au « degré d'incertitude élevé » de la production agricole au Bénin (FAO, 2016).

Plus de 230 millions de jeunes (15-24 ans) vivent en Afrique Subsaharienne (United Nations, 2013), dont près de 60 % en milieu rural. Ces jeunes sont des acteurs importants des profondes recompositions en cours dans les espaces ruraux (Losch, Magrin, & Imbernon, 2013).

On peut alors se questionner sur le comportement à moyen terme des jeunes agriculteurs en ce qui a trait à leur pérennité dans ce domaine d'activité. Plus scolarisés que leurs aînés et évoluant dans des économies de plus en plus monétaristes, dans des espaces de plus en plus ouverts (téléphone portable, développement des réseaux routiers), les jeunes ruraux ont des projets de vie et des désirs d'autonomie qui les distinguent de leurs parents. Ces nouvelles aspirations peuvent en conséquence les éloigner des zones rurales (Daum, 2014 ; Dia, 2008 ; Porter et al., 2012).

Ce désintéressement des jeunes est non seulement dû à l'instabilité des revenus des exploitants agricoles qui ne bénéficient d'aucune assurance liée à l'accès des capitaux dans un contexte d'insécurité et de variabilité climatique (Fusillier, 2016 ; Guèye, 2003). Avec la « forte pression » qu'on observe « sur les terres arables » les jeunes font face aux difficultés d'accès au foncier (FAO, 2014). Cette difficulté est souvent accompagnée du manque de crédit ou difficulté d'accès aux moyens de production nécessaires à l'activité agricole. Selon Abraham Sarfo, c'est une erreur de dire que les jeunes fuient le secteur. En revanche, ils ne veulent pas travailler comme leurs parents avec un revenu instable et misérable (Innovations environnement développement en Afrique, 2016). Même certains parents encouragent leur enfant à explorer d'autres activités que l'agriculture, comme le souligne l'expression populaire : « l'agriculture ne nourrit pas son homme, si tu ne travailles pas bien à l'école, tu vas cultiver les champs au village » (Innovations environnement développement en Afrique, 2016).

Ainsi comme le soulignaient Cissé et al., (2016), pour attirer et maintenir les jeunes, l'agriculture doit être accompagnée par des politiques publiques qui encouragent les acteurs financiers à offrir des services (crédit, assurance, etc.) aux jeunes dans le secteur.

5. CONCLUSION

L'agriculture est un secteur que beaucoup de nations africaines mettent au cœur de leur politique de développement. Selon (Vahamwiti Mukesyayira, 2004), l'économie rurale de l'Afrique restera encore longtemps tributaire de l'agriculture, les perspectives des emplois non agricoles étant limitées. Cependant, au-delà des contraintes que la population a encore du mal à surmonter et qui freinent son développement, l'agriculture ne se voit pas encore accorder l'importance qu'il mérite. Dans le même temps, elle est moins attirante pour les jeunes principalement ceux qui ont un certain niveau d'instruction. Or, les jeunes principaux demandeurs d'emploi constituent l'avenir de ce secteur important pour les économies africaines (Vahamwiti Mukesyayira, 2004).

Les résultats montrent un désintéressement du secteur par la majorité des jeunes béninois alors que ce secteur regorge d'un potentiel encore faiblement exploité. Seulement 13 % des jeunes béninois sont actifs dans le secteur agricole. On note des disparités importantes en termes de conditions de vie au sein des jeunes agriculteurs béninois, selon leur niveau d'étude, leur âge, le sexe, leur situation matrimoniale, la superficie de terres arables dont ils disposent et leur milieu de résidence. Nous distinguons à cet effet quatre classes de jeunes agriculteurs et agricultrices : les productrices de cultures vivrières (64 %), les producteurs de produits agricoles destinés à l'industrie (4 %), les jeunes agriculteurs célibataires (30 %) et les producteurs divorcés.

Ces résultats confirment le caractère familial de l'agriculture béninoise et soulèvent plusieurs défis à relever pour redynamiser le secteur afin qu'il puisse devenir attractif pour les jeunes et jouer amplement son rôle de moteur de développement du pays.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

Abgaza, R. V., & Tchitou, W. M. (2010). Interaction entre le cadre institutionnel et le mode de sélection des projets FNPEEJ. FASEG, Calavi. Consulté à l'adresse http://faseg.net/includes/memoires/2010/MA_G_2010_0113.pdf

Adayé, J. (2017). L'agriculture peine à attirer les jeunes en Afrique | DW | 08.09.2017. Consulté à l'adresse <https://www.dw.com/fr/lagriculture-peine-%C3%A0-attirer-les-jeunes-en-afrique/a-40411697>

Alladatin, J. (2016). Entre perpétuation et rupture des transmissions entre générations : la dynamique des parcours d'entrée dans la vie adulte dans la

ville de Cotonou au Bénin. *Revue Jeunes et Société*, 1 (1), 25–39.

Andriamanalina, B. S., & Burnod, P. (2014). Existing and potential tools to regulate land access for investors in Madagascar

Banque Mondiale. (2008). Un parcours non encore achevé : la réforme de l'Éducation au Moyen Orient et en Afrique du Nord.

Belieres, J. F., Bosc, P. M., Faure, G., Fournier, S., & Losch, B. (2002). Quel avenir pour les agricultures familiales d'Afrique de l'Ouest dans un contexte libéralisé ? Londres : IIED. Consulté à l'adresse http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=512676

Berthelie, P., & Lipchitz, A. (2005). Quel rôle joue l'agriculture dans la croissance et le développement ? *Revue Tiers Monde*, 46 (183), 603-624. <https://doi.org/10.3406/tiers.2005.5595>

BIT. (2013). Tendances mondiales de l'emploi des jeunes 2013 : une génération menacée

Brondeau F. (2015). Comment sécuriser l'accès au foncier pour assurer la sécurité alimentaire des populations africaines : éléments de réflexion. *Vertigo*, Paris : Avancées cinématographiques, 2014, 14 (1),

Centre d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (ACED). (2017, Juin). Analyse des profils des jeunes dans le secteur agricole au Bénin : les impératifs de capacités. ACED, cotonou. Consulté à l'adresse https://www.aced-benin.org/sites/default/files/publications/aced_profil_des_jeunes_web.pdf

Cerdan, O., Le Bissonnais, Y., Govers, G., Lecomte, V., Van Oost, K., Couturier, A., ... Dubreuil, N. (2004). Scale effect on runoff from experimental plots to catchments in agricultural areas in Normandy. *Journal of hydrology*, 299(1-2), 4–14.

Chauveau, J.-P., Colin, J.-P., Jacob, J.-P., Delville, P. L., & Le Meur, P.-Y. (2006). Modes d'accès à la terre, marchés fonciers, gouvernance et politiques foncières en Afrique de l'Ouest. IIED.

Cissé, F., Cabral, F. J., & Diagne, A. (2016). Croissance agricole, options d'investissement et réduction de la pauvreté au Sénégal. SCA. Consulté à l'adresse https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/5_cabral.pdf

Conseil Économique et Social, « Le secteur informel au Bénin : problématique et perspectives de contribution à l'économie nationale » Rapport du 25 Juillet 2011 à la p 10. En ligne : <http://cesbenin.org/public/images/ressource/cesbenin-11092012141807-RAPPORT_CES_BENIN_SECTEUR_INFORMEL.pdf>

Daum, C. (2014). Entre individualisation et responsabilités familiales : les mobilités des jeunes de la région de Kayes au Mali. *Revue européenne des migrations internationales*, 30(3), 163–180.

Dia, H. (2008). Villages multi-situés du Fouta-Toro en France : le défi de la transition entre générations de caissiers, lettrés et citadins. *REVUE Asylon*, (3).

- Dufumier, M. (2004) *Agricultures et paysanneries des Tiers mondes*. Karthala, 598 p.
- Filmer, D., & Fox, L. (2014). *Youth employment in sub-Saharan Africa*. The World Bank.
- Fusillier, C. (2016). L'agriculture, une réponse au « chômage » des jeunes ruraux ? Consulté 28 septembre 2018, à l'adresse <http://www.iedafrique.org/L-agriculture-une-reponse-au-chomage-des-jeunes-ruraux.html>
- Gafsi, M. (2007). *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre : Enjeux, caractéristiques et éléments de gestion*. Editions Quae.
- Golaz, V. (2009), *Pression démographique et changement social au Kenya. Vivre en pays gusii à la fin du xxe siècle*, Paris, Karthala.
- Gordon, L. (2012, février 13). *Special Report: The World's Youngest Populations*. Consulté 8 janvier 2019, à l'adresse <https://blog.euromonitor.com/special-report-the-worlds-youngest-populations/>
- Guèye, B. (2003). *L'agriculture familiale en Afrique de l'Ouest, concepts et enjeux actuels*. Revue Afrique contemporaine.
- Hill, S., Amos, A., Clifford, D., & Platt, S. (2014). *Impact of tobacco control interventions on socioeconomic inequalities in smoking: review of the evidence*. *Tobacco control*, 23(e2), e89–e97.
- Initiative Prospective Agricole et Rurale. (2015, Avril). *Emploi des jeunes et migration en Afrique de l'Ouest*. Consulté à l'adresse <https://idl-bnc-idrc.dspace.direct.org/bitstream/handle/10625/54153/IDL-54153.pdf>
- Innovations environnement développement en Afrique. (2016). *L'agriculture, une réponse au « chômage » des jeunes ruraux ?* Consulté 17 octobre 2018, à l'adresse <http://www.iedafrique.org/L-agriculture-une-reponse-au-chomage-des-jeunes-ruraux.html>
- Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique (INSAE). (2016, Février). *Principaux indicateurs socio-démographiques et économique (RGPH-4, 2013)*. INSAE.
- Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique. (2015), *Résultat définitif du Recensement Générale de la Population et de l'Habitation (RGPH 4) de 2013*, Direction des études démographiques, à la p 3. En ligne : <http://www.insae-bj.org/>
- Losch, B. (2008). *La recherche d'une croissance agricole inclusive au cœur de la transition économique africaine. Défis agricoles africains*, 47–72.
- Mouissi, M. (2016, janvier 4). *Bénin 2016 : Un budget de transition conforme aux priorités gouvernementales ?* Consulté 8 janvier 2019, à l'adresse <https://www.mays-mouissi.com/2016/01/04/benin-2016-un-budget-de-transition-conforme-aux-priorites-gouvernementales>
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. (2011). *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2010-2011 le rôle des femmes dans l'agriculture : combler le fossé entre les hommes et les femmes pour soutenir le développement*. Rome : FAO.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. (2014). *Les jeunes et l'agriculture : Principaux enjeux et solutions concrètes*. Rome : FAO.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. (2018). *L'Emploi des Jeunes dans l'Agriculture comme solution solide pour mettre fin à la faim et à la pauvreté en Afrique*. Consulté 19 octobre 2018, à l'adresse <http://www.fao.org/about/meetings/youth-in-agriculture/fr/>
- Organisation internationale de la francophonie. (2016). *Rapport sur la situation des jeunes de l'espace francophone*. Direction de l'Éducation et de la Jeunesse. Consulté à l'adresse https://www.franco-phonie.org/IMG/pdf/rapportjeunesse_web.pdf
- Ouedraogo, L. T., & Tallet, B. (2014). *L'emploi des jeunes ruraux : entrepreneuriat agricole et création d'emplois dans le sud du Burkina Faso*. *Autrepart*, (3), 119–133.
- Piroux, J. (2000). *Groupements de femmes rurales au Sénégal. Espaces de liberté ou plates-formes pour le changement?* *Bulletin de l'APAD*, (20).
- Porter, G., Hampshire, K., Abane, A., Munthali, A., Robson, E., Mashiri, M., & Tanle, A. (2012). *Youth, mobility and mobile phones in Africa: findings from a three-country study*. *Information Technology for Development*, 18(2), 145–162.
- Vahamwiti Mukesyayira, J.-C. (2004). *Développement agricole et rural : les enjeux pour les jeunes agriculteurs en Afrique*. *Fédération Internationale des producteurs Agricoles*. Consulté à l'adresse http://www.hubrural.org/IMG/pdf/fipa_seminaire_cta_jeunes_agriculteurs.pdf
- White, B. (2012). *Agriculture and the Generation Problem: Rural Youth, Employment and the Future of Farming*. *IDS Bulletin*, 43(6), 9-19. <https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.2012.00375.x>



Analyse de la mise en œuvre de systèmes d'innovation au sein de la filière soja dans la commune de Dassa-Zoumé au Centre du Bénin

Esdras OBOSSOU^{1,*}, Kassim LABO GOUMBI¹, Latifou IDRISOU¹

¹ Laboratoire de Recherche sur l'Innovation pour le Développement Agricole (LRIDA),
Université de Parakou

Reçu le 15 Janvier 2018 - Accepté le 14 Juin 2018

Analysis of the implementation of Agricultural Innovation Systems in Soybean value chain within the district of Dassa-Zoumé in Central Benin

Abstract: In Benin, soybean production has increased in recent years due to the development of technological, organizational and institutional innovations. But these innovations that can increase the productivity, competitiveness and viability of farms are not widely adopted in central Benin. This study analyzed the soybean value chain innovation systems implemented in Central Benin to induce changes in farmers' behavior in soybean production systems. Socio-economic data and perceptions of innovations introduced were collected from 69 actors involved in soybean innovation systems. The results show that the actors of the innovation systems benefit from the relationships they maintain among themselves. These relationships are essentially both strong relationships based on trust, frequency of contact, information exchange, collaboration and weak relationships, particularly between research organizations and farmers on the one hand, and farmers and support institutions on the other hand. Furthermore, in the implementation of innovation systems, the actors are confronted with constraints such as the weaknesses of the management structure of the producers noted by almost all the actors interviewed and the difficulty in funds mobilization stated by 40% of the actors. Also, the innovations diffused within the systems present constraints, which need to be further investigated. Finally, this study has shown that agricultural innovation systems are appropriated framework in the diagnosis of the inherent problems to the diffusion of innovations, and thus suggests its more frequent use in agricultural innovations development and extension processes.

Keywords: Innovation system, adoption and diffusion of innovation, stakeholder perception, soybean, Benin.

Résumé : Au Bénin, le soja connaît un accroissement de la production ces dernières années grâce au développement d'innovations technologiques, organisationnelles et institutionnelles. Mais ces innovations susceptibles d'accroître la productivité, la compétitivité et la viabilité des exploitations agricoles ne sont pas adoptées à grande échelle dans au centre du Bénin. La présente étude a effectué une analyse de la mise en œuvre des systèmes d'innovation de soja au Centre-Bénin pour induire des changements dans les comportements des acteurs et dans les systèmes de production. Des données socio-économiques et les perceptions sur les innovations introduites ont été recueillies auprès de 69 acteurs impliqués dans les systèmes d'innovation de soja. Les résultats montrent que les acteurs des systèmes d'innovation tirent des avantages des relations qu'ils entretiennent entre eux. Ces relations sont essentiellement des relations fortes basées sur la confiance, la fréquence des contacts, les échanges d'information, la collaboration mais aussi des relations faibles observées notamment entre les organismes de recherches et les producteurs d'une part, et entre les producteurs et les structures d'appui d'autre part. En outre, dans la mise en œuvre des systèmes d'innovation, les acteurs sont confrontés à des contraintes telles que la défaillance des services d'encadrement des producteurs relevée par la quasi-totalité des acteurs interviewés et la difficulté de mobilisation des ressources par 40% des acteurs. Aussi, les innovations diffusées au sein des systèmes présentent des contraintes qu'il faudra prendre en compte pour les prochaines études. Cette étude a montré que les systèmes d'innovation agricoles sont des cadres d'analyse

appropriés pour le diagnostic des problèmes inhérents aux innovations agricoles et suggère donc son utilisation plus fréquente dans les processus d'innovation en agriculture.

Mots clés: Système d'innovation, adoption et diffusion d'innovation, perception des acteurs, soja, Bénin.

1. Introduction

L'insécurité alimentaire et nutritionnelle constitue encore de nos jours l'une des problématiques majeures du développement au Bénin du fait de l'existence de poches d'insécurité alimentaire grave au niveau de certains groupes à risques, notamment les petits exploitants agricoles en milieu rural (MAEP, 2017). De ce fait, le soja fait partie des cultures qui ont retenu l'attention des planificateurs dans les diverses politiques de développement agricole de par sa contribution significative à la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations tout en générant des revenus aux petits producteurs, notamment les femmes (MAEP, 2017). Le choix du soja dans cette étude se justifie par les réalités socio-économiques du milieu car les difficultés de la filière coton notamment le faible niveau de production du coton-graine observée au cours des cinq dernières années, ont contraint la majorité des agriculteurs de la région centrale du Bénin à opter pour la culture du soja comme culture de rente et comme une alternative au coton. En effet, le soja est une légumineuse qui dispose de nombreux intérêts agronomiques et nutritionnels (Methou, 1994). Il est un oléo-protéagineux très riche en protéines (40%) et en huile (20%) avec une productivité de biomasse en matière sèche estimée en moyenne à 5 t/ha. En outre le soja est considéré comme une culture ayant des capacités d'amélioration de la fertilité des sols dans un système de rotation avec les céréales dans les régions de savane guinéenne (Saïdou et al., 2012). Malgré cette importance de la filière, de nombreuses contraintes entravent sa promotion. Les efforts des entreprises privées et des producteurs n'ont pas substantiellement amélioré le niveau de production ces dernières années. La production du soja au Bénin est estimée à 105000 tonnes en 2015 soit 15.4 % de la production africaine (FAOSTAT, 2015). Ainsi, pour améliorer la production en soja d'une part, et satisfaire les besoins du marché en matières premières d'autre part, l'innovation agricole est essentielle et constitue la base de l'efficacité et de la création de la valeur ajoutée dans l'agriculture (Zoundi et al., 2005). Pour cela, l'Union Nationale des Producteurs de Soja (UNPS) et ses partenaires du Système National de la recherche Agricole (SNRA) mettent au point, depuis plusieurs années, des innovations tant technologiques, organisationnelles qu'institutionnelles en vue de rehausser la productivité

et la qualité, et enfin de contribuer à accroître les revenus des acteurs intervenant dans la production du soja. En revanche, la diffusion des innovations nécessite de plus en plus l'existence de nouvelles structures organisationnelles et institutionnelles pour favoriser l'adoption et la rupture avec les anciennes pratiques (Halila, 2007). Cependant, la plupart des études menées sur l'adoption et la diffusion des innovations agricoles, se sont plus intéressées à une analyse purement économique basée sur l'évaluation des facteurs intrinsèques, en lien avec l'innovation et son utilisateur (Adégbola & Gardebroek, 2007; Long et al., 2015; Mounirou, 2015; Manda et al., 2016) Ainsi les conclusions de ces auteurs ont révélé que l'adoption et la diffusion des innovations sont dépendantes des facteurs socio-économiques, agronomiques et institutionnels. Les aspects liés à l'intégration sociale du producteur à travers ses relations avec son environnement sont généralement occultés. Du coup, ces différents travaux de recherche, n'ont pas permis d'améliorer substantiellement les taux d'adoption des innovations agricoles. C'est ce qui justifie la pertinence de la présente étude dont la zone d'investigation reste le centre-Bénin et qui vise à répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les caractéristiques des systèmes d'innovation de soja dans le centre Bénin ?
- Quelles sont les perceptions des acteurs sur les innovations diffusées au sein des systèmes d'innovation ?
- Quelles sont les contraintes de mise en œuvre des systèmes d'innovation dans le centre Bénin ?

2. Cadre analytique

Plusieurs modèles ont été utilisés pour expliquer l'évolution du processus d'innovation dans le temps. A partir de la fin de la Seconde Guerre Mondiale, le processus d'innovation a couramment été expliqué par le « modèle linéaire ». Ce modèle est issu de la théorie néo-classique et se fonde sur l'hypothèse de non-interaction entre la production et la recherche. Il se présente sous la forme d'une succession de phases de recherche, de développement, de production et de commercialisation. Cependant cette vision du processus d'innovation présente de sérieuses limites. La plus importante porte sur l'absence de rétroactions (Kline & Rosenberg, 1986). En effet, dans ce modèle, les séquences s'enchaînent de manière linéaire interdisant tout retour d'in-

formation et ne reconnaissant aucun mécanisme d'apprentissage tout au long du processus. Ce modèle linéaire amène aussi à penser qu'il existe différentes catégories de connaissances, certaines plus nobles que d'autres. Selon Morgan (1997), la connaissance scientifique, à la base de l'innovation, occupe une place de choix dans ce modèle délaissant totalement les différentes formes de savoir-faire. Ainsi, pour lever les limites liées au modèle linéaire, Kline et Rosenberg (op. cit.) ont proposé un nouveau modèle d'innovation, le modèle de liaison en chaîne. Ce modèle repose sur l'existence de boucles de retour entre les différentes étapes du processus d'innovation. Le modèle de liaison en chaîne qui insiste fortement sur ce type de retours, souligne également qu'il ne suffit pas de percevoir le besoin exprimé par les usagers, mais qu'il faut aussi trouver des possibilités techniques pour l'intégrer. En conclusion, le principal apport du modèle de liaison en chaîne est de présenter l'innovation comme un processus d'interactions entre les entreprises et la recherche fondamentale, entre les différentes fonctions de la firme, entre les consommateurs et les producteurs (Morgan, 1997). Cette caractéristique relativement récente du concept d'innovation est aujourd'hui couramment admise, mais nécessite d'être complétée. Par conséquent, la tendance actuelle, dans la lignée des travaux évolutionnistes, est de considérer l'innovation comme un phénomène de création de connaissances et de compétences et donc d'apprentissage. Ainsi au début des années 90, d'autres approches ont laissé de plus en plus de place aux institutions publiques dont les actions sont devenues des éléments-clés pour le soutien à l'innovation. Ces travaux ont fortement mis en exergue le caractère interactif de l'innovation, rassemblant différents courants de pensées et ayant en commun de s'appuyer sur l'existence de systèmes d'innovation.

En 1988, Lundvall, définit pour la première fois un système national d'innovation. La littérature foisonne sur les définitions et sur les formes que peuvent prendre les systèmes d'innovation. En fonction des auteurs, il sera plutôt question de système national d'innovation, de système régional, de système local ou encore de manière plus générique, de système territorial. Mais, quel que soit le cadre retenu et l'auteur auquel on se réfère, le système d'innovation peut être défini de manière relativement consensuelle comme un ensemble d'institutions interdépendantes qui interviennent dans la création de nouvelles connaissances et compétences. Tous les travaux réalisés sur les systèmes d'innovation insistent fortement sur le rôle fondamental des inter-rela-

tions et des coopérations dans les processus d'innovation. En effet, un système d'innovation est un dispositif multi-acteurs mis en place pour faciliter et entreprendre diverses activités autour des défis et des opportunités d'innovation identifiés à différents niveaux dans les systèmes agricoles (Kilelu et al., 2013). Elle sert à faciliter l'interaction et la collaboration dans les réseaux des agriculteurs, les fournisseurs d'intrants agricoles, les commerçants, les transformateurs d'aliments, les chercheurs, les responsables gouvernementaux, et en fournissant un espace pour l'expérimentation, l'apprentissage et la négociation (Vodouhé et al., 2010; Ngwenya & Hagmann, 2011; Homann-Kee Tui et al., 2013; Kilelu et al., 2013; Swaans et al., 2014; Schut et al., 2015) Pour Hall, (2012) l'innovation est le produit d'organisation présentant une grande diversité d'acteurs. Il s'agit des organisations de recherche publiques et privées, les établissements d'éducation supérieure et les entreprises privées qui créent les connaissances codifiées et les entreprises, exploitations agricoles comprises, qui sont principalement des utilisateurs de ces connaissances codifiées mais parfois producteurs de connaissances tacites. Les organisations jouant sur la demande comme les consommateurs, les pouvoirs publics et les marchés internationaux influencent les priorités de recherche et l'adoption de l'innovation, ainsi que l'acceptation par les consommateurs. Les organisations de soutien facilitent l'investissement physique et humain dans la création et l'adoption d'innovation, tandis que les organisations intermédiaires aident les agriculteurs et les entreprises à mettre en œuvre l'innovation. C'est pourquoi elle est de plus en plus considérée comme un véhicule prometteur pour l'innovation agricole dans les pays en développement (Schut et al., 2015a).

Ainsi, notre cadre d'analyse au cours de cette recherche s'est inspiré du concept des systèmes d'innovation agricoles (Hall et al., 2003; Long, 1992; Touzard et al., 2014; World Bank, 2006, 2012) et s'est intéressé surtout au type, à la nature et au domaine de l'innovation ; aux parties prenantes, à leurs rôles et leurs interactions ; aux déclencheurs et moteurs de l'innovation ; et aux perceptions des acteurs.

3. Matériel et méthodes

3.1. Milieu d'étude

La présente recherche a été conduite dans la commune de Dassa-Zoumè, une des communes d'intervention de l'Union Nationale des Producteurs de Sojadans le département des Collines. Le développement de l'agriculture en général et de la culture du soja en particulier dans la commune de Dassa est lié à ces conditions qui sont : le relief, le climat et le sol.

* Auteur Correspondant : cobossou@netcourrier.com
Copyright © 2018 Université de Parakou, Bénin

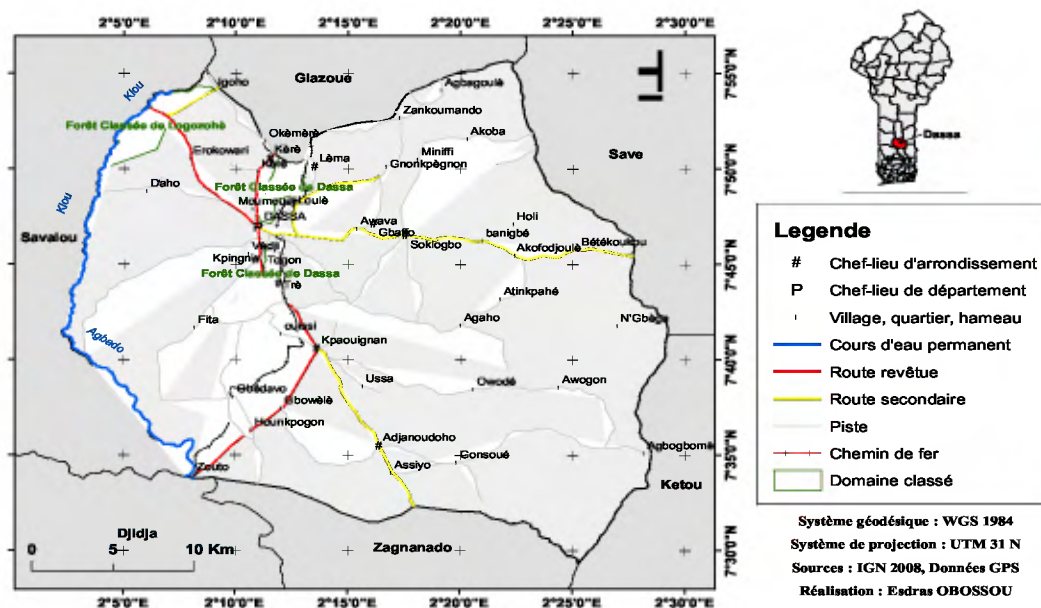


Figure 1 : Carte géographique de la commune de Dassa-Zoumè (Données GPS, IGN, 2008)

En effet la commune de Dassa-Zoumè est un territoire urbain situé au cœur du département des collines. Elle est limitée au Nord par la commune de Glazoué, au Sud par les communes de Covè, Zangnando et Djidja, à l'Est par la commune de Savalou et à l'ouest par les communes de Savè et de Kétou. Le climat qui règne dans la commune est celui subéquatorial. Mais depuis peu, ce climat a laissé place à un climat tropical de type soudanien marqué par une saison pluvieuse et une saison sèche. La moyenne pluviométrique annuelle variant entre 1000mm et 1100mm, est favorable à la culture du soja. Le relief de la commune de Dassa est très accidenté caractérisé par une série de collines dénudées dont la dénivellation moyenne est de 200 m. Les sols qu'on y rencontre sont d'une extrême variété et donnent lieu à des choix de cultures et à la diversité des moyens utilisés pour leur mise en valeur. Ainsi, on remarque des sols minéraux peu fertiles aux cultures, des sols ferrugineux tropicaux qui sont plus étendus dans la commune. On y rencontre aussi des sols hydromorphes et les vertisols qui occupent les vallées des fleuves, des collines et des rivières. Dans l'ensemble, ces différents types de sols sont relativement fertiles. De plus, les arrière effets de la culture du soja améliorent la fertilité des sols (DDAEP-Collines, 2017). Toutes ces caractéristiques justifient le choix de cette zone d'étude. La figure 1 présente la zone d'étude.

3.2. Echantillonnage, données collectées, technique et outils de collecte, d'analyse

Les acteurs impliqués dans les systèmes d'innovation de soja ont constitué notre unité de recherche. En effet, soixante-neuf (69) entretiens semi-structurés ont été conduits (tableau 1) avec les acteurs impliqués dans les systèmes d'innovation de soja dont soixante producteurs individuels. La méthode d'échantillonnage raisonné a été utilisée pour le choix des producteurs. Elle a consisté à retenir ceux qui ont utilisé au moins une des innovations diffusées par l'UNPS-BENIN et qui sont disponibles au moment de l'enquête.

Tableau 1 : Répartition des acteurs enquêtés par catégories d'acteurs

Catégorie d'acteurs	Nombre de personnes interrogées
Producteurs	60
Institutions de recherches	1
Organisation de producteurs	6
Organisations d'appui	2
Total	69

Source : Enquête de terrain, Octobre-Novembre, 2017

Globalement, les données collectées au cours de cette étude sont : les caractéristiques socio-économiques des acteurs, les perceptions des producteurs sur les différentes innovations utilisées, les relations entre acteurs au sein des systèmes d'innovation, la nature de ces relations, les différentes sources d'informations des

producteurs de soja et les rapports qu'ils entretiennent avec ces sources, et les contraintes de mise en œuvre des innovations. Deux méthodes ont servi de base d'analyse. Les données qualitatives ont été soumises à l'analyse de contenu thématique en continue (Maxwell, 2005; Paille & Mucchielli, 2013) appuyée des statistiques descriptives. Quant aux données relationnelles, l'analyse structurale des réseaux sociaux a été utilisée en vue de faire ressortir les graphes. Ainsi, les relations sociales sont représentées en termes de nœuds et de liens : les nœuds sont les acteurs des systèmes d'innovation de soja, tandis que les liens sont les relations qui existent entre eux. Sur la base des données relationnelles collectées, une matrice adjacente a été créée pour montrer les liens entre les différents acteurs interviewés. Les éléments de la matrice a_{ij} sont des valeurs numériques (0=inexistence de relation, 1=Relation faible, 15=Relation étroite, 30=Relation forte basée sur la collaboration) attachées à la relation entre les paires d'acteurs ou de nœuds. Une représentation visuelle est faite sous la forme d'un graphique en réseau avec les nœuds représentant les acteurs et les bords (traits reliant deux nœuds) représentant les relations entre eux. Le logiciel SPSS 16.0 a été utilisé pour les statistiques descriptives. Tandis que l'analyse structurale est faite avec les logiciels UCINET version 6.647 et Netdraw.

4. Résultats

4.1. Caractérisation des systèmes d'innovation

Au total, cinq (05) innovations (technique d'inoculation des semences, technique de semis, technique de récolte, technique de conservation des semences, mise en réseau des producteurs) ont été considérées. Ces différentes innovations ont été regroupées en trois (03) systèmes d'innovation (tableau 2) : (i) Système d'innovation lié à l'amélioration des semences ; (ii) système d'innovation lié aux itinéraires techniques et (iii) système d'innovation lié à la mise en réseau des producteurs. Dans l'ensemble, les caractéristiques des différents systèmes d'innovation confirment ceux obtenus dans la littérature sur l'innovation agricole. Ainsi pour ce qui concerne la diversité des acteurs impliqués dans ces systèmes d'innovation, il s'agissait sauf exception, de relations plus ou moins formelles, fonctionnelles et larges entre acteurs, incluant selon les cas les producteurs de soja, une organisation paysanne, des chercheurs représentés par des organismes de recherches (Institut International de l'Agriculture Tropicale (IITA), Laboratoire de Microbiologie des Sols et d'écologie Microbienne (LMSEM), des services de vulgarisation ou structure d'appui (SCDA-Collines). Les rôles respectifs joués par les uns et les autres et l'évolution de ces rôles dans le temps sont aussi assez conformes à ce que décrit la littérature. Ainsi, nos résultats confirment la diversité existante des acteurs d'un

système d'innovation, des facteurs déclencheurs et moteurs de l'innovation ou encore les multiples dimensions de l'innovation qui ont été identifiées : technique, organisationnelle et institutionnelle.

4.2. Analyse relationnelle des acteurs des systèmes d'innovation

L'analyse des relations entre les acteurs des systèmes d'innovation (figure 2) montre que dans les différents systèmes d'innovation, les producteurs sont plus en relation avec les organisations faitières (UNPS-Bénin). Ces relations sont souvent caractérisées par la confiance, la fréquence des contacts, les échanges d'information notamment au cours des formations et des accompagnements. Dans le contexte actuel, les technologies développées et introduites par la recherche sont portées par la faitière nationale des producteurs de soja. De plus, la stratégie d'intervention des structures de recherche et d'encadrement, souvent basée sur les organisations professionnelles, est davantage renforcée par l'approche système d'innovation. En revanche, l'intégration sociale des producteurs de soja avec ces organisations professionnelles, et institutions d'appui et de recherche apparaît comme un chemin d'accès aux technologies améliorées. En d'autres termes, les producteurs membres du système d'innovation mis en place par la faitière nationale des producteurs de soja entretiennent plus de relations avec ces acteurs et bénéficient mieux de : l'appui technique, le partage d'informations et de connaissances, l'accès aux intrants, l'accès aux équipements et dans une moindre mesure la recherche de marchés d'écoulement. Par contre, les relations avec les structures d'appui (ProCIVA, SCDA), les institutions de recherche (IITA, LMSEM) et les producteurs sont faibles.

4.3. Perception des innovations de soja

Les représentations sociales se manifestent par des organisations de contenus ancrées au centre de la vie sociale et de la réalité quotidienne des individus et des groupes, et qui sont essentiellement dynamiques, mais aussi symboliques (Markova, 2000). Il s'agit d'extraire dans les discours, les éléments figuratifs de la représentation qui se présentent comme un système d'images rendant visible un grand nombre d'idées et de pratiques. En d'autres termes, la perception qu'ont les producteurs des différentes innovations utilisées.

Tableau 2 : Caractéristiques des différents systèmes d'innovation

Systèmes d'innovation	Amélioration des semences	Itinéraires techniques			Mise en réseau des producteurs
Innovation	Inoculation de soja	Technique de semis	Technique de récolte	Technique de conservation	Organisation des producteurs en coopérative
Facteurs déclenchant l'innovation	Baisse des rendements de soja	Mauvaises pratiques de semis et gaspillages des semences	Baisse de la fertilité des sols, changement climatique	Pertes des récoltes	Difficultés d'obtention de financement agricoles et d'appuis technique
Type d'innovation	T	T	T	T	O/I
Acteur clés à l'étape initiale	LMSEM/IITA	UNPS/ProCIVA	UNPS/ProCIVA	UNPS/ProCIVA	UNPS
Acteurs clés aux étapes ultérieures	UNPS	Producteurs	Producteurs	Producteurs	Producteurs
Autres acteurs	ProCIVA	-	-	-	SCDA-Collines

T=Innovation technique, O=Innovation organisationnelle, I=Innovation institutionnelle

Source : Enquête de terrain, Octobre-Novembre, 2017

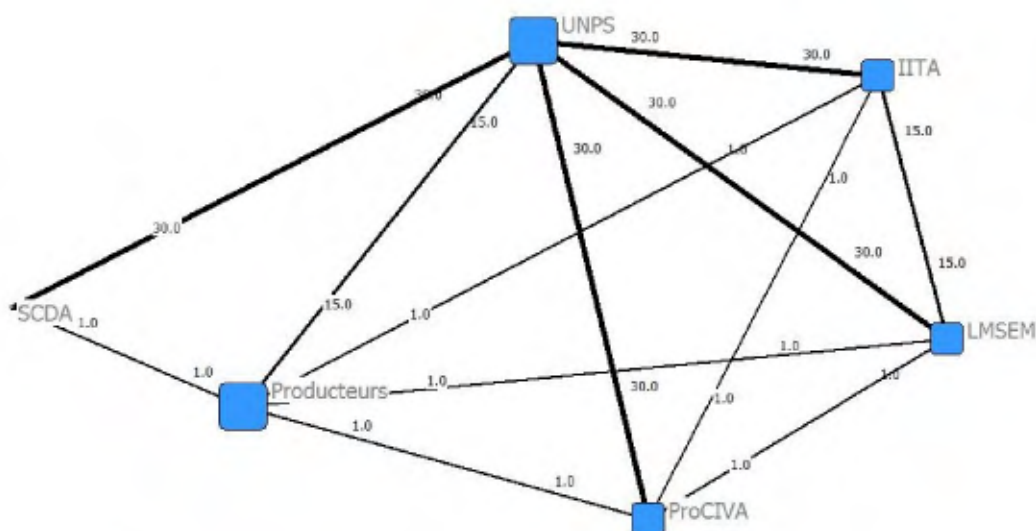


Figure 2 : Relation entre acteurs des systèmes d'innovation de soja (Enquête de terrain, Octobre-Novembre, 2017)

0=inexistence de relation, 1=Relation faible, 15=Relation étroite, 30=Relation forte basée sur la collaboration

4.3.1. Technique d'inoculation des semences

L'utilisation des différentes technologies diffusées présente de nombreux avantages aux producteurs de soja de la commune de Dassa-Zoumè mais aussi des contraintes d'utilisation. En effet, l'utilisation de l'inoculum a contribué à l'augmentation des rendements (figure 3) de 77.2% des producteurs de soja enquêtés et à

l'amélioration des revenus chez 35% des producteurs enquêtés dans l'ensemble de la zone d'étude. Grâce à l'inoculation du soja les rendements moyen de soja sont passés de 0.5 à 2t/ha chez les producteurs dans la zone d'étude. Le faible taux de contribution à l'amélioration des revenus observée pourrait s'expliquer par le fait que

certains producteurs bradent leurs produits aux commerçants.

L'amélioration du revenu est confirmée dans les discours d'un producteur qui s'exprime en ces termes :

« [...] J'utilise l'inoculum depuis trois ans. Quand j'ai commencé à utiliser ce produit, mes rendements de soja ont augmenté. Il y a une différence nette entre le rendement de soja de celui qui utilise l'inoculum pour traiter les semences et le rendement de celui qui n'utilise pas. Cette année, je l'ai conseillé à mes frères producteurs qui ne le connaissent pas[...] ».

La principale contrainte de cette innovation, demeure la cherté de l'inoculum (55% des producteurs enquêtés). En effet les producteurs ont affirmé qu'il faut quatre sachets d'inoculum pour un hectare. Or le sachet d'inoculum coûte 3000 FCFA, ce qui revient à 12000 FCFA pour un hectare. Cette contrainte oblige certains producteurs à réduire leur emblavure en soja.

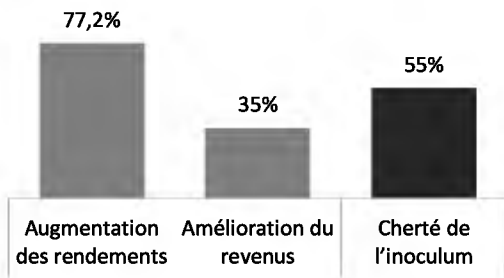


Figure 3 : Avantages et inconvénients de la technique d'inoculation (Enquête de terrain, Octobre-Novembre, 2017)

4.3.2. Technique de semis

Les avantages de la technique de semis (figure 4) sont relatifs à la réduction de la quantité de semences utilisées et la facilitation des opérations de sarclages et de désherbage. En effet, 92.5% des producteurs de soja enquêtés ont affirmé que le semis de 3 à 5 graines de soja par poquet a permis de réduire la quantité de semences utilisées lors des opérations de semis. Cependant, 67.5% des producteurs de soja ont déclaré que le respect des écartements de semis a facilité les opérations de sarclage et de désherbage. Un producteur de soja affirme :

« [...] Cette méthode de semis que nous utilisons nous permet d'utiliser moins de semences et nos rendements sont aussi améliorés, mon champ de soja est aéré et joli à voir[...] ».

De même, pour la quasi-totalité des producteurs enquêtés dans la zone d'étude, la nouvelle technique de récolte a contribué à améliorer la fertilité de leurs sols. Nous avons recueilli les propos d'un producteur de soja qui apprécie la nouvelle technique de récolte en ces termes :

« [...] Lorsque je coupe les plants de soja en laissant les souches dans le sol, ce dernier retrouve sa fertilité.

La prochaine culture que porte ce sol, qui est généralement le maïs, donne toujours un bon rendement [...] ».

Les contraintes de l'utilisation de cette technologie sont relatives à la perte de temps lors des opérations de semis, la nécessité d'une forte quantité de travail et les doubles opérations de semis. En effet, les producteurs à 72.5% ont affirmé qu'il leur est coûteux en temps de semer deux à trois grains de soja par poquet car cette technique oblige les producteurs à compter le nombre de grains de soja avant semis. Vient ensuite la nécessité d'une forte quantité de main d'œuvre (75% des enquêtés) pour les opérations de semis. Cette main d'œuvre est majoritairement occasionnelle estimé à 15,6 hommes-jours/ha en moyennes pour cette opération et à 62, 2 homme-jour/ha pour l'ensemble des opérations culturales chez les producteurs enquêtés. Enfin, les doubles opérations de semis citée par 37.5% des producteurs de soja enquêtés. Nous rapportons ici les propos d'un producteur de soja qui affirme :

« [...] Cette nouvelle méthode de semis du soja me fait perdre assez de temps. J'ai du mal à mettre trois grains de soja dans chaque trou[...] Elle nécessite une forte main d'œuvre. J'ai 7ha de soja et si je dois semer trois grains de soja par trou seul, quand pourrai-je semer les 7ha et rester dans le temps de semis ; ce qui m'oblige à louer de la main d'œuvre. Cette main d'œuvre que je dois payer et ça aussi c'est de l'argent que ça demande.[...] ».

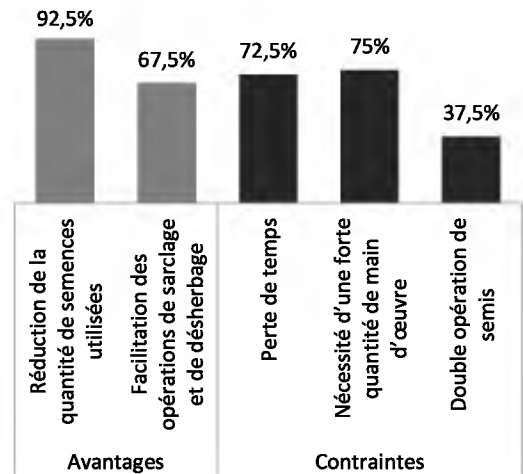


Figure 4 : Avantages et Contraintes de la technique de semis (Enquête de terrain, Octobre-Novembre, 2017)

4.3.3. Technique de récolte

Pour la quasi-totalité (figure 5) des producteurs enquêtés dans la zone d'étude, la nouvelle technique de récolte a contribué à améliorer la fertilité de leurs sols. Un producteur affirme :

« [...] Lorsque je coupe les plants de soja en laissant les souches dans le sol, ce dernier retrouve sa fertilité.

La prochaine culture que porte ce sol, qui est généralement le maïs, donne toujours un bon rendement [...]».

Pour la technique de récolte de soja, les contraintes relevées par les producteurs sont la nécessité d'une forte quantité de travail (42.5%) et le risque d'accident (52.5%) des producteurs enquêtés. Un producteur de soja enquêté a témoigné en ces termes :

«[...] La nouvelle technique de récolte est trop difficile. Il m'était plus facile de déterrer le plant de soja que de le couper. [...] Même si je reconnais que cette technique améliore la fertilité des sols, elle me coûte assez de temps et nécessite une forte main d'œuvre. De plus, les souches laissées dans le sol pénètrent nos pieds. L'année dernière, mon petit frère est resté à la maison pendant trois (03) mois sans aller au champ pour s'être blessé par une souche. [...] ».

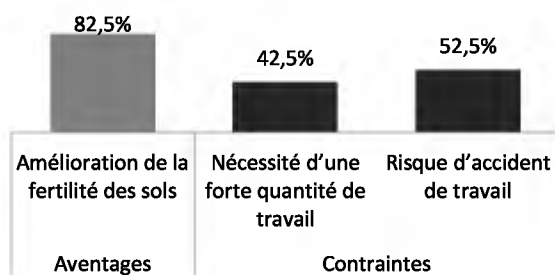


Figure 5 : Avantages et Contraintes de la technique de récolte (Enquête de terrain, Octobre-Novembre, 2017)

4.3.4. Technique de conservation des semences

Les solutions apportées par la technique de conservation des semences sont principalement le fort taux de germination des semences et la limitation du bradage des produits aux commerçants. En moyenne, 72.5% des enquêtés ont affirmé que grâce à la technique de conservation le taux de germination des semences est élevé. De même, 37.5% des enquêtés ont déclaré que cette technique leur a permis de maintenir leur récolte pendant une longue période et de limiter ainsi le bradage des produits. En témoigne un producteur :

« [...] C'est parce que par le passé, je ne connaissais pas cette technique de conservation des semences que je bradais mes produits pour éviter les pertes. J'ai utilisé cette technique l'année dernière pour conserver mes semences. Cette année toute mes semences ont bien germé et d'autres producteurs de soja sont venus en prendre chez moi [...] ».

En outre, les contraintes liées à l'utilisation de la technologie de conservation des semences concernent la non disponibilité des sacs de jutes et la nécessité d'achat des pesticides. En moyenne 32.5% des producteurs enquêtés ont affirmé que pour conserver les semences de soja, ils ont besoins de sacs jutes. Ces derniers ne sont plus disponibles sur le marché local. Cette situation entrave la bonne conservation des semences. Par contre, 37.52% des producteurs enquêtés dans la

zone d'étude ont affirmé que cette technique de conservation nécessite l'acquisition d'autres intrants tels que les insecticides. Le manque de ressource financière pourrait être une entrave à l'achat de ces intrants. (Figure 6).

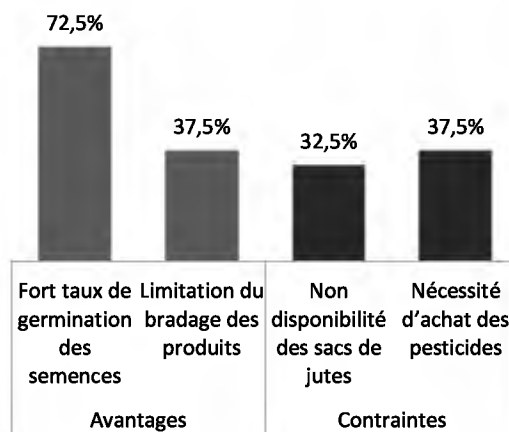


Figure 6 : Avantages et Contraintes de la technique de conservation des semences (Enquête de terrain, Octobre-Novembre, 2017)

4.3.5. Mise en réseau des producteurs de soja

La mise en réseau des producteurs (figure 7) a facilité l'obtention des crédits à certains producteurs (30%). Par ailleurs la quasi-totalité des producteurs enquêtés (100%) ont déclaré avoir bénéficié de l'entraide des membres de leur association pour certaines opérations culturales comme le sarclage et la récolte. Les contraintes de cette innovation organisationnelle sont entre autres : la difficulté de mobilisation des membres (25%). Ce taux très faible s'explique par le fait que la tâche de mobilisation des producteurs incombe uniquement aux leaders paysans. Par contre la majorité (85%) des producteurs enquêtés relève l'insuffisance de formation comme la principale contrainte de cette innovation organisationnelle.

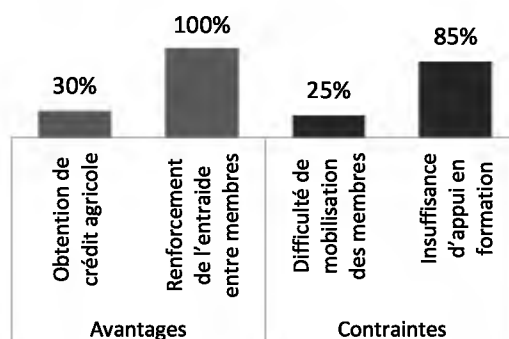


Figure 7 : Avantages et contraintes de la mise en réseau des producteurs (Enquête de terrain, Octobre-Novembre, 2017)

4.4. Contraintes de mise en œuvre des systèmes d'innovation

Dans la mise en œuvre des systèmes d'innovation, les acteurs sont confrontés à de nombreuses contraintes (figure 8). En effet, pour la quasi-totalité des acteurs interrogés, on rencontre une défaillance des services d'encadrement des producteurs dans le système. Ceci se justifierait par le manque de techniciens à la base. Cet état de chose fait que la tâche d'encadrement revient aux producteurs élus. Ceci pose un problème d'efficacité dans les interventions. Aussi on note une inefficacité du mécanisme de mise en place des intrants (réseau de distribution de semences et d'inocula) relevée par 60% des interviewés. En conséquence, certains producteurs de soja entrent en possession des inocula en retard et parfois après la période de semis. Cependant, environ 40% des acteurs interrogés ont soulevé la difficulté de mobilisation des acteurs pour les réunions et les formations. C'est souvent le cas des producteurs qui vivent dans des villages éloignés du centre-ville. Ceci fait que certains producteurs ont de la réticence à participer aux réunions et formations.

Par ailleurs, certains producteurs bien qu'étant dans les systèmes d'innovation ont de la réticence à utiliser les innovations (40% des interviewés) car certains, à travers les pratiques effectuées lors des formations suivies trouvent de la pénibilité dans l'utilisation des technologies et refusent de les utiliser. Cela freine la diffusion de certaines technologies à la base. En outre, 20% des acteurs interviewés ont relevé comme contrainte de diffusion les effets néfastes des changements climatiques (apparition de nouveaux ravageurs, inondation, vents violents, poches de sécheresse etc.) qui freinent la diffusion des innovations dans certains villages. En effet, dans certaines localités, les pluies tardent à venir pendant la période culturale. Les intrants tels que l'inoculum et les semences sont disponibles mais les producteurs refusent de participer aux différentes formations et d'utiliser les différentes innovations car, ils estiment ne pouvoir pas trouver l'utilité de ces formations s'il y a irrégularité des pluies.

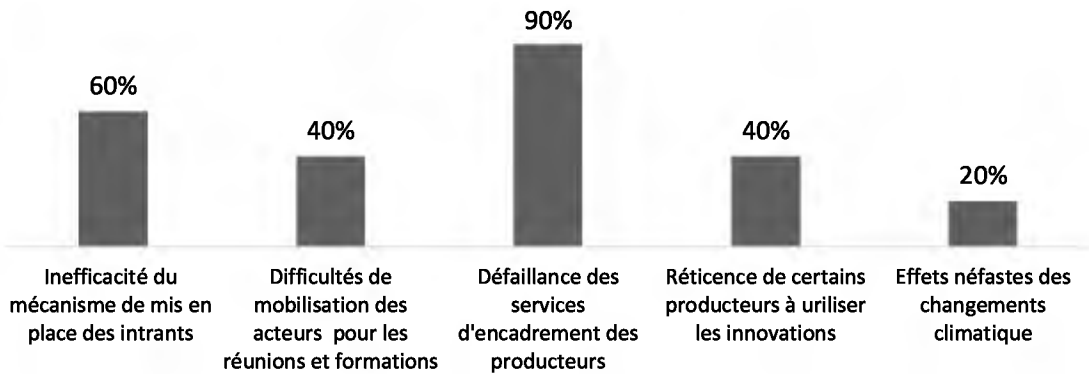


Figure 8 : Contraintes de mise en œuvre des systèmes d'innovation (Enquête de terrain, Octobre-Novembre, 2017)

5. Discussion

La présente étude a analysé les systèmes d'innovation de soja dans le centre Bénin et leurs contributions dans le diagnostic des contraintes inhérentes aux innovations diffusées en se basant sur une approche fondée sur les systèmes d'innovation agricole et sur l'analyse des réseaux sociaux. En effet, les caractéristiques des différents systèmes d'innovation de soja confirment celles obtenus dans la littérature sur l'innovation agricole (FAO, 2014; World Bank, 2012). Comme d'autres (Pyburn & Woodhill, 2011; Spielman et al., 2009; World Bank, 2006), nos résultats ont montré que les systèmes d'innovation agricoles sont fondamentaux pour comprendre de manière qualitative les processus

d'innovation, et en particulier le rôle de différents acteurs et leurs interactions. Ainsi pour ce qui concerne la diversité des acteurs impliqués dans ces systèmes d'innovation, il s'agissait des producteurs de soja, des organisations paysannes, des chercheurs, des services de vulgarisation ou structure d'appui (ONG de développement). Les rôles respectifs joués par les uns et les autres et l'évolution de ces rôles dans le temps sont aussi assez conformes à ce que décrit Hall, (2012).

Pendant l'analyse des relations entre les acteurs révèle la présence de relations fortes fondées sur la confiance, la fréquence des contacts, les échanges d'information mais aussi de relations faibles entre les acteurs des systèmes d'innovation de soja. L'intensité des relations entre acteurs est déterminante dans ces systèmes

d'innovation comme le mentionne (Granovetter, 1985). Ceci rejoint Carolis (De) & Saporito, (2006) qui pensent que les relations fortes sont typiquement associées à une grande confiance entre les acteurs; et elles facilitent les flux d'informations précises et le transfert de connaissances tacites. Ainsi donc, la confiance revêt évidemment une importance capitale dans un système d'innovation puisqu'elle conditionne la pérennité des relations en limitant le risque d'opportunisme des acteurs. En d'autres termes, l'ouverture des réseaux d'innovation vers leur environnement extérieur est favorable à l'apport des ressources informationnelles pertinentes. Ceci leurs permet de développer des perceptions sur les différentes innovations diffusées.

Si nous ne nions pas la présence autant des relations fortes que des relations faibles entre les acteurs de ces systèmes d'innovation, les relations fortes occupent une place plus ou moins prépondérante. Or, ces types de réseaux sont peu propices à la transmission de nouvelles informations. Les ressources informationnelles sont dans ces réseaux moins riches pour permettre aux acteurs d'en tirer profit. Cette thèse est bien soutenue par Lemieux & Ouimet (2004) quand ils affirment que les relations entre les proches (liens forts) prennent généralement la forme de cliques; chacun des acteurs étant lié directement à chacun des autres acteurs. Par contre, les liens faibles sont moins transitifs avec moins d'intensité émotionnelle. En d'autres termes, les relations faibles jettent souvent des ponts aux fins de la diffusion d'informations nouvelles utiles pour la prise de décision. Ces liens sont qualifiés d'hétérophiles (Rogers & Kincaid, 1981) et freinent l'action collective rendant moins performant les systèmes d'innovation. Dans ce sens il urge de promouvoir la circulation de l'information et d'apprentissage collective au sein des systèmes d'innovation en vue de favoriser une meilleure adoption des innovations diffusées.

Par ailleurs, les producteurs de soja du Centre-Bénin tirent aussi bien des avantages des innovations diffusées au sein de ses systèmes d'innovation pour satisfaire leurs besoins de production. Ainsi, (Badou et al., 2013) dans une étude dans deux zones agro écologiques au Centre-Bénin ont montré que les résidus du soja contribuent à l'amélioration de la fertilité des sols. Les travaux de (Pandzou & Beunard, 1990; Zoumana et al., 2012) viennent confirmer cet avantage de l'utilisation des résidus de soja. Aussi, l'utilisation de l'inoculum contribue à l'augmentation des rendements (1,18 à 3,33t/ha) de soja et l'amélioration des revenus des producteurs (Doto et al., 2013). Tout ceci contribue au renforcement de la capacité des producteurs à introduire des changements significatifs dans leur système de production (Hinnou et al., 2016). Toutefois, la mise en réseau des producteurs de soja facilite l'accès des producteurs de soja membres des systèmes d'innovation au crédit agricole. Ainsi, l'intégration sociale constitue un critère d'adaptation aux conditions requises d'accès et

d'obtention du crédit (Sabai, 2013). Les travaux de Herbel et al. (2015) viennent corroborer cette affirmation en rapportant que certaines coopératives agricoles au Bénin parviennent à fournir des services de crédits à leurs membres en s'organisant au niveau du terrain (une approche par la base) et ces derniers bénéficient de bons rendements économiques et, partant, d'une amélioration de leurs conditions sociales. De même, les producteurs de soja grâce aux relations qu'ils entretiennent dans ces systèmes d'innovation sont parvenus à identifier les contraintes liées à la production de soja et à leur mise en coopérative.

Par ailleurs, dans la mise en œuvre des systèmes d'innovation, les acteurs sont confrontés à de nombreuses contraintes dont le suivi et l'encadrement des producteurs, ce qui rejoint UE SCAR (2012). Etant donné le caractère novateur de l'approche système d'innovation et les attentes qui s'y attachent quant à leur capacité à générer une innovation plus pertinente, il apparaît donc primordial de se donner les moyens de suivre et d'évaluer leur impact réel et de comparer entre elle différentes initiatives les mettant en pratique (Coudel et al., 2012).

6. CONCLUSION

Somme toutes, les résultats de cette étude ont montré que les systèmes d'innovation agricoles en dépit du fait qu'elle permet aux acteurs de faire face aux différents défis peuvent servir de cadre de diagnostic des problèmes inhérents aux systèmes de production agricoles et à l'agriculture en générale. Ainsi, pour une durabilité des systèmes d'innovation, il importe que des réponses soient apportées aux préoccupations des producteurs suite à l'utilisation des différentes innovations diffusées. De plus les acteurs de développement et les décideurs politiques doivent centrer leurs interventions sur les acteurs avec une meilleure visibilité de leurs besoins. Cependant, l'étude n'a couvert que la commune de Dassazoumé. Elle s'est focalisée sur le capital social et les perceptions des producteurs de la commune de Dassazoumé, d'autres études devraient aller plus loin en mesurant l'impact des systèmes d'innovation dans le développement de nouvelles stratégies d'adaptation aux problèmes agricoles et les modes de gestion du capital social au sein des systèmes d'innovation par les acteurs. De même, il faudra installer au sein des systèmes d'innovation un dispositif pour assurer le suivi et l'efficacité de la circulation des informations relatives aux innovations et à leur adoption.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Adégbola Y. and Gardebroek C. 2007. The effect of information sources on technology adoption and modification decisions, *Agricultural Economics*, 20 (1), pp. 55–65.
- Badou A., Akondé P. T., Adjanohoun A., Adjé I. T., Aïhou K. and Igué A. M. 2013. Effets de différents modes de gestion des résidus de soja sur le rendement du maïs dans deux zones agroécologiques du Centre-Bénin, *Bulletin de la recherche agronomique du Bénin*, Numéro Spécial Fertilité du maïs, pp. 34–38.
- Carolis (De) D. and Saporito P. 2006. Social Capital, Cognition, And Entrepreneurial Opportunities : A Theoretical Framework, in: *Entrepreneurship Theory And Practice*, pp. 41–56.
- Coudel E., Devautour H., Soulard C. T., Faure G. and Hubert B. 2012. Apprendre à innover dans un monde incertain: Concevoir les futurs de l'agriculture et de l'alimentation. Ed. Quae, CTA, Versailles Cedex
- Doto C. V., Ahamide B. and Agbossou K. E. 2013. Evaluation de la consommation en eau et du rendement de la culture de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) sur un sol ferrallitique au Sud-Bénin, (229), *Bulletin de la recherche Agronomique du Bénin* 77, pp. 36–47.
- FAO 2014. The State of Food and Agriculture. Innovation in Family farming. FAO (eds.) . Rome.
- FAOSTAT 2015. Statistique de la production agricole. FAO Rome. Available from: <http://www.fao.org/http://faostat.org>
- Granovetter M. S. 1985. Economic action and social structure: The problem of embeddedness, *American Journal of Sociology*, , 91 (3):. 481–510. DOI:10.1086/228311.
- Halila F. 2007. The Adoption and Diffusion of environmental innovation, Doctoral Thesis. UNIVERSITE DOI:0273f4d0-7d7d-11dc-b50c-000ea68e967b.
- Hall A. 2012. Partnerships in agricultural innovation: Who puts them together and are they enough?, in: OECD (ed.) *Improving Agricultural and Innovation Systems*:. OECD Conference Proceedings, OECD Publishing.
- Hall A., Sulaiman V., Clark N. and Yogoband B. 2003. From measuring impact to learning institutional lessons: an innovation systems perspective on improving the management of international agricultural research, *Agricultural Systems*, 78, pp. 213–241.
- Herbel D., Marie B., Christine F., Ferrier C. and Fabrice L. 2015. Une Expérience Originale De Mécanisation Partagée En Afrique Les Coopératives D'utilisation Du Matériel Agricole Du Bénin. Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde. (Available from: <https://www.researchgate.net/publication/275350946>)
- Hinnou L. C., Mongbo R. and Raboanarielina C. M. 2016. Plateformes d'innovation dans les chaînes de valeur du riz local au Bénin : écran ou vitrine de l'innovation endogène à Glazoué ?, 10es Journées de Recherches en Sciences Sociales (JRSS), pp. 1–29. Available from: https://www.sfer.asso.fr/source/jrss2016-papiers/jrss2016_hinnou1.pdf)
- Homann-Kee Tui S., Adekunle A., Lundy A., Tucker J., Birachi E., Klerkx L. and Mundy P. 2013. What are IPPs? Brief 1 of IP practice briefs by CGIAR Research on the Humid Tropics, ILRI (ed.). (Available from: <http://cgspace.cgiar.org/handle/10568/33667>)
- Kilelu C., Klerkx L. and Leeuwis C. 2013. Unravelling the role of innovation platforms in supporting co-evolution: Contributions and tensions in a small-holder dairy development program, *Agricultural Systems*, 118, pp. 65–77.
- Kline S. and Rosenberg N. 1986. An overview of innovation, in: *The positive Sum Strategy*. Washington: National Academy Press, pp. 201–215.
- Lemieux V. and Ouimet M. 2004. L'analyse structurale des réseaux sociaux. Les presses de l'Université de Laval.
- Long N. 1992.). From Paradigm Lost to Paradigm Regained: The case of An Actor-oriented Sociology of Development, in: Long, N. and Long, A. (eds.) *Battlefields of Knowledge, The Interlocking of Theory and Practice in Social Research and Development*. London, Routledge. pp 16–46.
- Long T., Blok V. and Coninc I. 2015. Barriers to the adoption and diffusion of technological innovations for climate-smart agriculture in Europe: evidence from the Netherlands, France, Switzerland and Italy., *Journal of Cleaner Production*, 112 (1), pp. 9–21.
- Lundvall B.-A. 1988. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation, in: Freeman, C., Dosi, G., Nelson, R., Silverberg, G., and Soete, L. (eds.) *Technical change and economic theory*. London: Pinters publishers Londres,.
- MAEP. 2017. Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole. Cotonou.
- Manda J., Alene A., Gardebroek C., Kassie M. and Tembo G. 2016. Adoption and Impacts of sustainable agricultural practices on maize yields and incomes: Evidence from rural Zambia, *Journal of Agricultural Economics*, 67, pp 130–153. DOI:10.1111/1477-9552-12127.
- Maxwell J. A. 2005. *Qualitative research Design: An interactive Approach*. Applied Social Research Methods Series, 41, Thousand Oaks. London. New Delhi
- Metohoue R. Z. 1994. Les merveilles du soja. MAEP. Cotonou. Bénin
- Morgan K. 1997. The Learning Region: Institutions, Innovation and Regional Renewal. *Regional Studies*, 31 (5), 491–503. (Available from: <https://doi.org/10.1080/00343409750132289>)
- Mounirou I. 2015. Perception et adoption des innovations techniques agricoles dans le bassin cotonnier

- de Banikoara au Bénin. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 10 (87–102).
- Ngwenya H. and Hagmann J. 2011. Making innovation systems work in practice: experiences in integrating innovation, social learning and knowledge in innovation platforms, *Knowledge Management for Development Journal*, 7 (1), pp. 109–124.
- Paille P. and Mucchielli A. 2013. L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales, Colin Armand (ed.) . 3rd ed. Paris.
- Pandzou J. P. and Beunard S. H. M. 1990. Inoculation du soja (*Glycine max (L.) Merr.*) au Congo., *Agronomie Tropicale*, 45 (3), pp. 199–204.
- Pyburn R. and Woodhill J. 2011. Dynamics of rural innovation: a primer for emerging professionals. Amsterdam: KIT Publishers.
- Rogers E. M. and Kincaid D. L. 1981. Communication Networks. Toward a New Paradigm for Research, in: *Communication Information*. New York: The Free Press, 386p.
- Sabai D. 2013. Le Microcrédit, nouvelle arme mondiale de la pauvreté. Available from: Sabai, D. (2013). Le Microcrédit, nouvelle arme mondiale de la pauvreté. <http://www.egaliteetreconciliation.fr/Le-microcredit-nouvelle-arme-mondiale-de-la-pauvrete-15716> [18 Février 2018]. Accessed
- Sachel G. and Litchfield L. 1965. Technology and Protein Malnutrition, *Cereal Science Today*, 10p.
- Saïdou A., Kossou D., Richards P. and Kuyper W. 2012. Effects of farmers' practices of fertilizer application and land use types on subsequent maize yield and nutrient uptake in central Benin. *International Journal of Biological and Chemical Science*, 6 (1), pp. 363–375.
- Schut M., Klerkx L., Sartas M., Lamers D., Mc Campbell M., Ogbonna I. and Leeuwis C. 2015. Innovation platforms: Experiences With their Institutional Embedding in Agricultural Research for Development Agricultural, Agricultural Systems. Cambridge University Press. DOI:10.1017/S001447971500023x.
- Spielman D., Ekboir J. and Davis K. 2009. The art and science of innovation systems inquiry: applications to sub-Saharan African agriculture. *Technology in Society*, 31 (4), pp.399–405.
- Swaans K., Boogaard B., Bendapudi R., Taye H., Hendrickx S. and Klerkx L. 2014. Operationalizing inclusive innovation: lessons from innovation platforms in livestock value chains in India and Mozambique, *Innovation and Development*, (2), pp. 239–257.
- Touzard J., Temple L., Faure G. and Triomphe B. 2014. Systèmes d'innovation et communautés de connaissances dans le secteur agricole et agroalimentaire, in: *Innovations.1* (34). pp. 13–38.
- UE SCAR 2012. Agricultural knowledge and innovation system in transition: A reflexion paper standing committee on agricultural research. Collaborative Working Group on Agriculture Knowledge and Innovation Systems, Brussels, 117p.
- Vodouhé G. , Lançon J. and Vodouhé D. S. 2010. Les Plates-Formes Multi-Acteurs dans le Système National de Recherche Agricole du Bénin, OBEPAB (eds.) . Cotonou.
- World Bank 2006. Enhancing Agricultural Innovation: How to go Beyond the Strengthening of Research Systems., World Bank (ed.). Washington DC.
- World Bank 2012. Agricultural Innovation Systems: An Investment Sourcebook, Bank, W. (ed.) . World Bank (ed.). Washington DC.
- Zoumana K., Bi G., Jérémie T., Gustave M. F. and Aïdara S. 2012. Les cultures du soja et du niébé , de bons précédents pour la culture du riz pluvial en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 60, pp. 4433–4437.
- Zoundi J., Hitimana L. and Hussein K. 2005. Economie familiale et innovation agricole en Afrique de l'ouest: vers de nouveaux partenariats. OCDE (eds.). Paris.



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 2018, 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

2.1 Adresse de soumission

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. 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.

Les manuscrits soumis à la revue passent successivement par (1) une analyse de recevabilité ou pré-évaluation 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) un contrôle de plagiat et d'autoplégat ; (4) 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.

2.2 Préservation de l'anonymat des auteurs et des évaluateurs

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).

2.3 Contrôle de plagiat et d'auto-plégat

La revue Annales de l'Université de Parakou - Série Sciences Naturelles et Agronomie est engagée contre le plagiat et l'auto-plégat. La pré-évaluation inclut le contrôle de plagiat à l'aide de logiciels informatiques. Pour tous les manuscrits, le rapport de contrôle de plagiat est fourni aux auteurs, mettant

en exergue les sources plagiées ainsi que les liens Internet vers ces sources. ***Le manuscrit est rejeté lorsque le taux de plagiat dépasse le seuil de 10%.***

2.4 Epreuves et révision des manuscrits

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 d'***une semaine pour des révisions mineures*** et d'***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 document récapitulant 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
- 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 comme suit :

* Pour les revues

- Adjanooun 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 (consulté le **jour mois année**).

4.5 Logiciels 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) et Zotero (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://cs1.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 l'utiliser 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 « .cs1 ») depuis l'adresse : <http://cs1.mendeley.com/styles/14860463/harvard-AnnalesUP-SNA-1>. Pour l'installer, faites un clic-double sur le fichier téléchargé pendant que l'application Zotero est ouverte ou ouvrez le avec Zotero 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 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.