



Annales de l'Université de Parakou

Parakou, Bénin

Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

ISSN 1840-8494 / eISSN 1840-8508

Décembre 2020, Volume 10, Numéro 2

**LA SERIE SCIENCES NATURELLES ET AGRONOMIE A 10 ANS !
NOUS RENDONS HOMMAGE A UN PIONNIER.**



Feu Nestor SOKPON, Professeur Titulaire des Universités du CAMES, premier Directeur de Publication de la Série Sciences Naturelles et Agronomie, rappelé à Dieu le 18 Février 2015.

Annales de l'Université de Parakou

Revue publiée par l'Université de Parakou
BP 123 Parakou (Bénin) ; Tél/Fax : (229) 23 61 07 12

Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

ISSN 1840-8494 / eISSN 1840-8508

Dépôt légal No 13889 du 10/02/21, 1er trimestre, Bibliothèque
Nationale du Bénin

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

Comité d'édition

Président : Dr Prosper GANDAHO, Professeur titulaire

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

Membres :

Dr Ibrahim ALKOIRET TRAORE,
Professeur titulaire

Dr C. Ansèque GOMEZ, Maître de
Conférences

Dr Diane GANDONOU, Assistante

Comité d'impression :

Dr Erick Virgile AZANDO, Maître
de Conférences

Dr Sosthène AHOTONDJI, Assitant

Mr B. Ahmed KIMBA

Mr Kayodé Roland CHABI

Mr Wilfried ETEKA

Comité de Publication Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

Directeur de Publication :

Dr Samadori S. Honoré BIAOU,
Maître de Conférences

Secrétaire de publication :

Dr Youssouf TOUKOUROU, Maître
de Conférences

Membres :

Dr Rodrigue V. Cao DIOGO, Maître
de Conférences

Dr Gilles NAGO, Maître Assistant

Dr Franck HONGBETE, Maître de
Conférences

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. AKOEGNINO (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. SANNNI (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 (Zootechnie, 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. ADOTE-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

Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

ISSN 1840-8494 / eISSN : 1840-8508

Dépôt légal N° 13889 du 10/02/21, 1er trimestre, Bibliothèque
Nationale du Bénin

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

Sommaire - Volume 10, Numéro 2 (Décembre 2020)

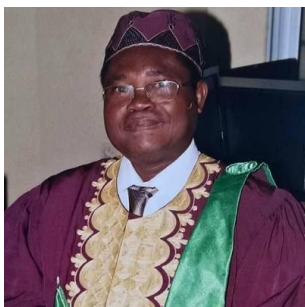
Contenu et auteurs	Pages
Editorial : En hommage à la mémoire de Nestor SOKPON, Professeur Titulaire des Universités du CAMES, premier Directeur de Publication de la Série Sciences Naturelles et Agronomie Samadori S. Honoré BIAOU, Youssouf TOUKOUROU, Gilles Sedjro NAGO, Rodrigue V.C. DIOGO	1-2
Cuniculture et sécurité alimentaire en Afrique Subsaharienne : Importance, performances zootechniques des lapins et qualité de leur viande Raoul B. AHLOU, Ulbad P. TOUGAN, Paul F. TCHOBO, Akpovi P. AKOUEGNINO, Edna G. H. HENNOU, Christian HANZEN, Benoît G. KOUTINHOIN	3-16
Physical characteristics of some banana plantain cultivars (Musa spp.) consumed in Benin Fernande G. HONFO, Euloge C. TOGBE, Alain F. AHOHOUENDO, Bonaventure C. AHOHUENDO	17-22
Consentement des Agriculteurs à Payer les Services de Vulgarisation agricole : cas des vidéos de formation Renaud ITOO, Espérance ZOSSOU, Florent OKRY, Simplicie VODOUHE	23-30
Déterminants de l'adaptation des agriculteurs aux changements climatiques dans les zones du Nord Bénin et du Sud Niger Rosaine Nérice YEGBEMEY, Soule El-hadj IMOROU, Dossou Ghislain Boris AÏHOUNTON, Jacob Afouda YABI, Thierry A. KINKPE, Michel ATCHIKPA	31-42
Facteurs socio-économiques expliquant la déforestation et la dégradation des écosystèmes dans les domaines soudanien et soudano-guinéen du Bénin Fiacre Codjo AHONONGA, Gérard Nounagnon GOUWAKINNOU, Samadori Sorotori Honoré BIAOU, Séverin BIAOU	43-60
Instructions aux auteurs (applicable à partir de 2021)	61-69



Editorial

En hommage à la mémoire de Nestor SOKPON Professeur Titulaire des Universités du CAMES, premier Directeur de Publication de la Série Sciences Naturelles et Agronomie

En ce moment où la Série Sciences Naturelles et Agronomie fête 10 années d'existence et que nous terminons la publication du 10^{ème} volume de la série, nous avons choisi d'honorer la mémoire de celui qui en a été le pionnier. Le Professeur Sokpon a été, en effet, l'un des initiateurs des Annales de l'Université de Parakou en 2010. Il a surtout animé la Série Sciences Naturelles et Agronomie de 2010 jusqu'à son décès en février 2015. Au cours de cette période, il a coordonné la publication des 3 premiers volumes avec au total 21 articles d'auteurs de diverses institutions et nationalités. Nous revenons dans les paragraphes ci-dessous sur son parcours et sa contribution inoubliable à la foresterie béninoise et africaine. Il s'agit en somme de 28 années au service des universités, et d'un parcours d'une intensité exceptionnelle.



Le Professeur Sokpon a effectué ses études universitaires à la fois en sciences agronomiques et en sciences juridiques à l'Université Nationale du Bénin (actuellement Université d'Abomey-Calavi) où il obtint le diplôme d'Ingénieur Agronome en 1985 et le Diplôme Universitaire d'Etudes Juridiques Générales en 1990. De 1985 à 1986, il occupa successivement les postes de Chef sous-secteur agricole à Pobè et de Responsable Pépinière à Sakété (CARDER Ouémé), avant de poursuivre sa formation à l'Université Libre de Bruxelles en Belgique, Section Inter-facultaire d'Agronomie - Laboratoire de Botanique, Systématique et de Phytosociologie, où il obtint en 1995 le diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques avec la plus grande distinction. A partir de 1986, il assura les fonctions d'enseignant-chercheur à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'ex-Université Nationale du Bénin, avant de rejoindre en 2001, la Faculté d'Agronomie à l'Université de Parakou, peu de temps après la création de celle-ci.

A l'Université de Parakou, de 2001 jusqu'à son décès, le Professeur Sokpon a exercé de nombreuses fonctions, dont celles de Directeur du Laboratoire d'Etudes et de Recherches Forestières (LERF, premier laboratoire de recherche créé à la Faculté d'Agronomie), premier Directeur de Publication de la Série Sciences Naturelles et Agronomie des Annales de l'Université de Parakou, premier Doyen de la Faculté d'Agronomie (créée sur les cendres de l'Ecole Supérieure d'Agronomie), Vice-Recteur chargé de la Recherche Universitaire et premier Directeur de l'École Doctorale Pluridisciplinaire (précurseur de l'actuelle Ecole Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau). C'était l'homme des grands défis.

Pour ceux qui l'ont connu, le Professeur Sokpon était aussi un homme de terrain, passionné d'écologie et de biologie forestière, qui préférerait dresser sa tente et camper en pleine nature plutôt que de profiter du confort des hôtels lorsqu'il conduisait ses travaux de recherche ou était en mission de prospection avec le projet « Flore du Bénin ». Le Professeur Sokpon a aussi formé et inspiré plusieurs générations d'écologues et de forestiers, dont la plupart sert aujourd'hui dans les universités, les administrations forestières, les projets et institutions de développement, tant au Bénin qu'ailleurs dans le monde.

Le Professeur Sokpon avait un grand intérêt pour la gestion des écosystèmes forestiers tropicaux et leur biodiversité. Ses principales contributions dans la recherche forestière ont concernées surtout 1) la diversité génétique et la sylviculture des essences forestières autochtones telles que *Khaya senegalensis* et *Milicia excelsa*, 2), la structure et la productivité des populations d'espèces ligneuses, 3) la dynamique et la régénération des forêts, y compris la forêt dense semi-décidue de Pobè qui a été l'objet de sa thèse de doctorat, et 4) la problématique de la désertification en Afrique de l'Ouest (Figure 1, du haut vers le bas : clusters jaune, rouge, vert et bleu).

Il a aussi été membre de plusieurs réseaux et sociétés savantes : Association pour l'Etude Taxonomique de la Flore d'Afrique Tropicale (AETFAT), Amicale Internationale de Phytosociologie (France), Société Royale de Botanique (Belgique), International Union of Forestry Research Organizations (IUFRO), Association pour l'Education et la Sauvegarde de l'Environnement (ASED), Rural Development Forestry Network, Association Béninoise pour le Pastoralisme (ABePa) et Président de l'ONG Promotion du Développement Durable à la Base (promo DDB).

Tout au long de sa carrière, le Professeur Sokpon a été auteur ou co-auteur de plus de 50 publications scientifiques et a assuré la formation de plus de 80 professionnels de la foresterie, tous niveaux confondus (Ingénieur, Master, DESS, DEA et Doctorat). Au nombre de la première génération passée entre ses mains de superviseur entre 1996 et 2005 figurent : Sinadouwirou Th., Amétépé A., Affoukou M., Gbaguidi F., Yayi A., Hountondji Y.C., Amakpé F., Biao S.S.H., Trèkpo P., Akindélé S., Ago E., Ouinsavi C.A.I.N., Daïnou K.S., Hunyet P.K.O., Béhanzin H.V., Bossou B., Azonkponon N., Allomasso T., Adjinda A.A., Koty H.I., Gbeddji E.K., Amahowé O.I. et Gnglè P.C. En reconnaissance de ses contributions à la science et à la formation dans les universités au Bénin et en Afrique, le Professeur Sokpon a reçu les distinctions de Chevalier de l'Ordre International des Palmes Académiques du Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur (CAMES) et de Chevalier de l'Ordre National du Mérite du Bénin. Après son décès, deux bâtiments ont été baptisés en son nom, l'un à l'Université de Parakou et le second à l'Université d'Abomey-Calavi.

C'est avec beaucoup d'humilité et animés de la même passion que le Comité de Publication de la Série Sciences Naturelles et Agronomie entend continuer de servir la communauté universitaire et scientifique. Que l'âme du Professeur Nestor Sokpon repose en paix !



Figure 1 : Thématisques dominantes dans les titres et résumés des publications du Professeur Nestor Sokpon, analysées avec le logiciel VosViewer.

Samadori S. Honoré BIAOU
Youssef TOUKOUROU
Sedjro Gilles Armel NAGO
Rodrigue V.C. DIOGO



Cuniculture et sécurité alimentaire en Afrique Subsaharienne : Importance, performances zootechniques des lapins et qualité de leur viande

Raoul B. AHOLOU¹, Ulbad P. TOUGAN^{1,2}, Paul F. TCHOBO³, Akpovi P.
AKOUEGNINO⁴, Edna G. H. HENNOU¹, Christian HANZEN⁵, Benoît G.
KOUTINHO¹

¹ Research Unit of Animal Husbandry and Meat Products Quality Control; Polytechnic School
of Abomey-Calavi, 01 BP 2009, Cotonou, Benin

² Faculty of Agronomy, University of Parakou, Republic of Benin

³ Department of Food Technology, Polytechnic High School of Abomey-Calavi,
01 BP 2009, Cotonou, Benin

⁴ Faculty of Science and Technique; University of Abomey-Calavi

⁵ Theriogenology Service, Clinical Department of Production Animals,
Faculty of Veterinary Medicine University of Liège

Reçu le 18 Mai 2019 - Accepté le 20 Juillet 2020 - Publié le 31 Décembre 2020

Rabbit breeding and food security in Sub-Saharan Africa: Importance, zootechnical performance of rabbits and quality of their meat

Abstract: This paper presents a literature review on rabbit farming in sub-saharan Africa and the nutritional values of rabbit meat. Rabbit production is one of the alternatives exploited by sub-Saharan African countries to reduce food insecurity. In this region, the production of rabbits is strongly promoted for the relative ease of its practice, the high prolificacy of rabbits and the exceptional organoleptic and nutritional quality of its meat. This lean meat has a high content of unsaturated lipids and low content in cholesterol, a high protein content, potassium, phosphorus and magnesium. For rabbits at slaughter ages, total protein, water and mineral contents are $21 \pm 1.5\%$, $72.5 \pm 2.5\%$ and $1.2 \pm 0.1\%$, respectively. Rabbit meat has low content in sodium (49 mg / 100 g), but high in phosphorus (277 mg / 100 g). The available data suggest that rabbit meat has an overall vitamin profile similar to that recorded in chicken. Moreover, this meat has an advantageous omega 6 / omega 3 fatty acid ratio of 5.9. From a sensorial plan, rabbit meat belongs to "white" meats and is among the tenderest, but its juiciness is sometimes limited. Zootechnically, the average weight of a rabbit at 28 days of age is 396 ± 132 g. The average weight of the rabbit at weaning varies between 483 g and 650 g at 35 days of age. The average daily gain ranges from 17.95 g to 28.5 g / d. The average weight of fattening rabbits for 56 days varies from 1.92 kg to 2 kg. Common rabbits raised in Benin produce an average of 5 to 6 litters per year. The fertility rate varies between 50% and 95%. The litter size at birth ranges from an average of 5.7 to 6.6 total born kids. At weaning, the average size varies from 4.8 to 5.7 young per litter.

Keywords: Food security, prolificacy, meat quality, rabbit breeding, sub-Saharan Africa.

Résumé : Cet article présente une synthèse bibliographique sur la cuniculture en Afrique subsaharienne et les valeurs nutritionnelles de la viande de lapin. La cuniculture constitue l'une des alternatives exploitées par les pays de l'Afrique subsaharienne pour réduire l'insécurité alimentaire grandissante. Dans cette région, la production de lapins est en forte promotion pour la facilité relative de sa pratique, la forte prolificité des lapins et la qualité organoleptique et nutritionnelle exceptionnelle de leur viande. Cette viande maigre possède un taux élevé de acides gras insaturés et faible en cholestérol, une richesse en protéines de haute valeur biologique, en potassium, phosphore et magnésium. Pour des lapins aux âges et poids commerciaux

d'abattage, les teneurs en protéines, eau et minéraux totaux sont respectivement de 21 %, 72,5 et 1,2 % de viande fraîche. La viande de lapin est pauvre en sodium, mais riche en phosphore. La viande de lapin montre un profil global en vitamines proche de celui du poulet. Par ailleurs, cette viande présente un ratio en acides gras oméga 6 / oméga 3 avantageux de 5,9. Du point de vue sensoriel, la viande de lapin appartient aux viandes "blanches". Elle est parmi les plus tendre mais sa jutosité est parfois limitée. Sur le plan zootechnique, le poids moyen d'un lapereau à 28 jours d'âge est de 396 ± 132 g. Le poids moyen par lapereau sevré varie entre 483 g et 650g à 35 jours d'âge type. Le gain moyen quotidien varie de 17,95 g à 28,5 g/j. Le poids moyen des lapins en engraissement pour une durée de 56 jours varie de 1,92 kg à 2 kg. Les lapins de race commune élevés au Bénin ont une moyenne de 5 à 6 portées par an. Le taux de fertilité varie entre 50% et 95%. La taille de la portée à la mise-bas varie de 5,7 à 6,6 lapereaux nés totaux. Au sevrage, la taille moyenne varie de 4,8 à 5,7 lapereaux par portée née.

Mots clés: Afrique subsaharienne, cuniculture, productivité, qualité de la viande, sécurité alimentaire.

1. Introduction

La sécurité alimentaire est assurée quand toutes les personnes, en temps réel, ont économiquement, socialement et physiquement accès à une alimentation suffisante, sûre et nutritive qui satisfait leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires pour leur permettre de mener une vie active et saine. L'atteinte de la sécurité alimentaire est de nos jours un défi majeur à relever dans les pays de l'Afrique sub-saharienne où 30% de la population totale souffre encore de la faim et de ses conséquences (FAO, 2008). Dans cette région de l'Afrique, la demande croissante en produits d'élevage, déterminée par une population croissante, une urbanisation croissante et par le changement des habitudes alimentaires orientées vers une plus grande consommation de viande (Nellemann *et al.*, 2009) devrait se poursuivre au cours des prochaines décennies. Selon les prévisions démographiques de l'Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture et les évaluations disponibles sur l'évolution de la production, il faudrait déjà une augmentation de plus d'un tiers de la production agricole sur les 15 prochaines années pour satisfaire la demande alimentaire à son niveau actuel (Mankor, 2009). Cet état de choses impose une promotion des espèces animales à cycle court comme le lapin dont la production mérite une attention particulière pour la facilité relative de sa pratique, la forte prolificité des lapins et la qualité organoleptique et nutritionnelle exceptionnelle de sa viande (Kpodékon *et al.*, 2000).

Ce travail vise donc à faire une synthèse bibliographique sur l'importance de la cuniculture dans la lutte contre l'insécurité alimentaire en Afrique subsaharienne, et sur les performances de croissance et de reproduction des lapins.

2. Importance de la cuniculture en sécurité alimentaire et nutritionnelle

La viande de lapin est généralement appréciée pour ses bonnes valeurs nutritives et diététiques (Dalle Zotte, 2005). Cette viande maigre possède un taux élevé de lipides insaturés et faible en cholestérol, une richesse en protéines de haute valeur biologique, en potassium, phosphore et magnésium. Pour des lapins aux âges et poids commerciaux d'abattage, les teneurs en protéines, eau et minéraux totaux sont respectivement de $21 \pm 1,5$ %, $72,5 \pm 2,5$ % et $1,2 \pm 0,1$ % de viande fraîche (INRA, 2004). La viande de lapin est pauvre en sodium (49 mg/100 g), mais riche en phosphore (277 mg/100 g) (INRA, 2004). Les données disponibles semblent indiquer que la viande de lapin montre un profil global en vitamines proche de celui observé chez le poulet. Par ailleurs, cette viande présente un ratio en acides gras oméga 6 / oméga 3 avantageux de 5,9. L'équilibre en acide gras de la viande de lapin, animal monogastrique et herbivore, montre aussi une remarquable plasticité en fonction de l'équilibre en acide gras de la ration. Du point de vue sensoriel, la viande de lapin appartient aux viandes "blanches". Elle est parmi les plus tendre mais sa jutosité est parfois limitée (Dalle Zotte, 2005). La viande du lapin est recommandée par les médecins.

3. Valeur socio-économique et culturelle de la cuniculture

Le lapin est élevé essentiellement pour l'autoconsommation et la commercialisation. Ces deux formes d'utilisation de la production cunicole ont une importance comparable, mais avec une prédominance de l'autoconsommation dans les pays en voie de développement.

Au Bénin par exemple, l'élevage du lapin, est pratiqué dans tous les départements (Wabi, 2007) et la viande de lapin est entrée dans les habitudes alimentaires des béninois (Fagbohoun, 2006). La cuniculture

* Auteur Correspondant : ulcaless71@yahoo.fr ;
Tel : 0022996500750
Copyright © 2020 Université de Parakou, Bénin

bénoïse connaît donc un essor croissant (Thoto, 2006) à telle enseigne que la production annuelle en carcasses de l'Association Béninoise des Cuniculteurs (ABeC) a été estimée à environ 400 tonnes en 2005. La demande de la viande de lapin devient de plus en plus forte, surtout à Cotonou, raison pour laquelle il y a plusieurs points de vente. Sa viande est aujourd'hui plus recherchée que celle du poulet (Henaff et Jouve, 1988) et peu de tabous religieux reposent sur elle (Henaff et Jouve, 1988 ; FAO, 2008). Selon Djago et Kpodékon (2000), la viande de lapin mérite d'être connue et consommée aussi bien par les adultes que les enfants ; elle est appréciée sur un plan qualitatif, économique et socio-culturel (Nteme, 2000).

En outre, sur le plan culturel, le lapin produit, à partir de fourrage, des protéines de haute qualité tout en restant un investissement à la portée des familles les plus pauvres (Fielding, 1993). Sa valeur est bien perçue dans la plupart des pays où se pratique son élevage. Elle est réservée à des occasions exceptionnelles de fête (mariage, cérémonies, et) et est très utilisée dans les mets des restaurants, des hôtels, des maquis, etc.

4. Taxonomie et caractères morphologiques

La position taxonomique du lapin (*Oryctolagus cuniculus*) est (Lebas *et al.*, 1984) :

- Classe des mammifères
- Super Ordre des Glires
- Ordre des Lagomorphes
- Famille des Léporides
- Sous-famille des *Leporinae*
- Genre *Oryctolagus*
- Espèce : *Oryctolagus cuniculus*.

Sur le plan morphologique et anatomique, la peau des lapins est très fine et peut se déchirer facilement. Elle est recouverte d'un pelage dense et présente, à l'exception des lapins Rex, des vibrisses au niveau des joues et au-dessus des yeux permettant la perception du toucher par l'animal. Les coussinets sont remplacés chez le lapin par un matelas de poils longs et laineux. Les glandes sébacées sont disséminées sur tout le corps de l'animal. La face interne de l'oreille est recouverte par un tégument fin riche en volumineuses glandes cérumineuses. Les oreilles à elles seules représentent 12 % de la surface corporelle d'un lapin (Quinton, 2003 ; Donnelly, 2004 ; O'Malley, 2005). Le squelette du lapin est fragile et ne représente que 8 % de son poids (12 % chez le chat). Les fractures osseuses peuvent donc survenir plus fréquemment, mais cicatrisent également plus rapidement. La cavité médullaire des os longs est très développée. Le lapin présente 7 vertèbres cervicales, 12 vertèbres thoraciques portant 12 côtes, 7 vertèbres lombaires, 4 vertèbres sacrées soudées formant le sacrum et 15 vertèbres coccygiennes (Donnelly, 2004 ; O'Malley, 2005). Le lapin présente aussi une

masse musculaire très développée, ce qui, combiné à la configuration particulière des postérieurs, confère une force considérable à son arrière train. Ainsi, des ruptures de la colonne vertébrale sont possibles dès lors que le lapin frappe violemment le sol avec ses postérieurs par exemple lors de l'examen clinique (Donnelly, 2004 ; O'Malley, 2005).

L'ouverture de la cavité buccale est petite. Ceci est dû au fait que l'articulation temporo-mandibulaire a une forme longitudinale : elle permet ainsi des mouvements d'avant en arrière de la mandibule mais les mouvements latéraux et de bas en haut sont limités (Meredith, 2006).

La langue est proportionnellement très longue. La présence de nombreuses papilles sur sa face supérieure la rend rugueuse. Elle comporte une partie rostrale mobile et une élévation caudale plus épaisse et relativement fixe : le torus lingual (O'Malley 2005).

Les lapins présentent une première dentition déciduale non fonctionnelle qui disparaît le plus souvent avant la naissance ce qui la fait passer inaperçue. La dentition définitive est complètement installée dès 3 à 5 semaines (O'Malley, 2005 ; Meredith, 2006). La formule dentaire comprend 28 dents : Incisives 2/1 Canines 0/0 Premolaires 3/2 Molaires 3/3.

L'œsophage fait suite au pharynx. Il présente trois couches de muscles striés, qui, contrairement à ce que l'on observe chez l'homme et le chien par exemple, s'étendent jusqu'au cardia. Il ne présente pas de glandes muqueuses : sa paroi est revêtue d'un épithélium corné stratifié. Il sert exclusivement au transport des aliments vers l'estomac : le vomissement est impossible (Meredith, 2006).

L'estomac est constitué de trois parties (Figure 1). La partie supérieure est le fundus, la partie « moyenne » est le cardia par lequel arrive l'œsophage, et la partie inférieure est l'antrum. L'estomac se termine par le pyllore qui est responsable de la régulation du flux des aliments vers l'intestin grêle grâce à son sphincter. Les parois du corps et du fundus sont très fines ce qui fait que l'on observe fréquemment des ruptures à l'autopsie. Au contraire, le cardia et le pyllore ont des musculatures très épaisses et des sphincters très développés. L'estomac joue un rôle mécanique secondaire dans la digestion. En revanche, il a un rôle sécrétoire très important : en effet les cellules pariétales de la muqueuse fundique secrètent de façon intense et permanente de l'acide chlorhydrique ce qui permet d'atteindre un pH gastrique très bas, de l'ordre de 1 à 2,5 chez le lapin adulte. Les cellules pariétales secrètent également des enzymes (pepsinogène) et quelques minéraux (Ca, K, Mg, Na). Au niveau pylorique, les glandes de la muqueuse secrètent du mucus qui joue un rôle protecteur pour la muqueuse vis-à-vis de l'acidité (Donnelly 2004 ; O'Malley, 2005 ; Meredith, 2006).

L'intestin grêle est relativement court avec un diamètre généralement inférieur à 1cm et représente

seulement 12 % du volume gastro-intestinal. Il comprend 3 parties : le duodénum, le jéjunum et l'iléon (Meredith, 2006). Son contenu est liquide, particulièrement dans la partie supérieure où il présente moins de 10 % de matière sèche. Le pH est légèrement basique dans sa partie antérieure (7,2 à 7,5) et plus acide dans l'iléon (6,2 à 6,5). Il est le site de digestion et d'absorption des sucres et des protéines provenant de la nourriture ainsi que des vitamines, protéines et acides gras des caecotrophes. Les cellules endocrines du duodénum et du jéjunum secrètent de la moitiline qui stimule la motricité de l'intestin grêle, du colon et du rectum (mais pas du caecum). Le duodénum mesure environ 40 cm de long. Sa muqueuse renferme de nombreuses glandes de Brunner qui secrètent du mucus. Celui-ci permet de protéger l'épithélium duodénal de l'acidité du chyme provenant de l'estomac. Le canal cholédoque rejoint le

duodénum près du pylore tandis que le canal pancréatique le rejoint près de son extrémité contrairement à la plupart des mammifères chez qui ils s'abouchent au même endroit. Les plaques de Peyer (amas de tissu lymphoïde) sont absentes du duodénum et de la première moitié de l'iléon. Le jéjunum est un peu moins épais et vascularisé que le duodénum. Sa paroi renferme quelques volumineuses plaques de Peyer. Il présente de nombreuses circonvolutions suspendues au grand mésentère. L'iléon est court (15 à 20 cm). Sa partie terminale s'élargit avant son abouchement au caecum pour former une ampoule plus ou moins sphérique : le « *sacculus rotundus* ». Celui-ci est situé dans le quadrant abdominal caudal gauche. Il est tapissé intérieurement par de nombreux follicules lymphoïdes. Il communique avec le gros intestin par la valvule iléo-caecale qui permet au chyme de passer dans le caecum.

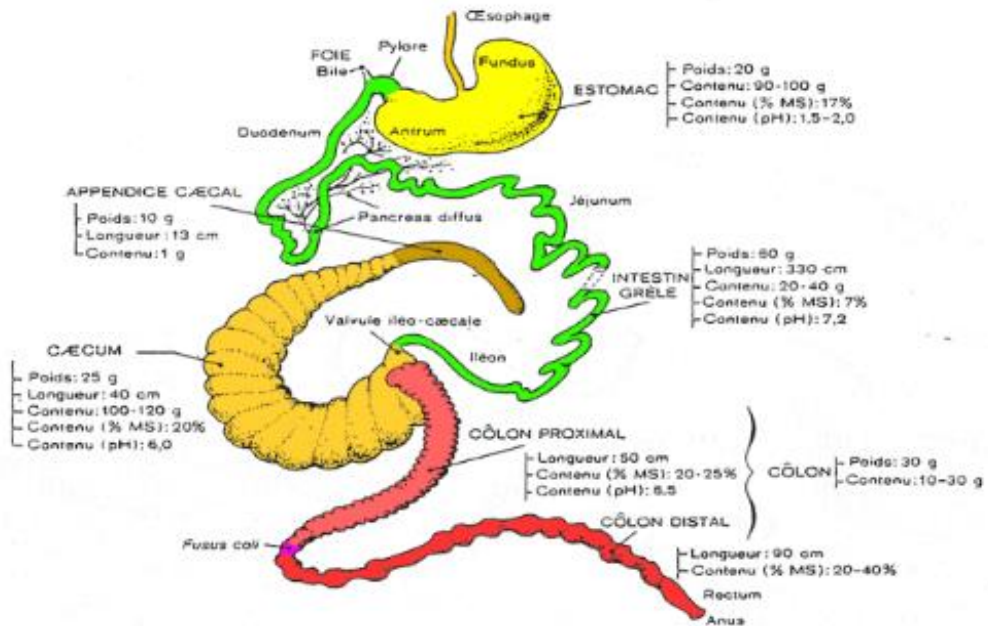


Figure 1 : Différents éléments du tube digestif du lapin (Lebas, 2007)

Le caecum est très volumineux. Il a 10 fois la capacité de l'estomac et contient 40 % du contenu intestinal c'est-à-dire 100 à 120 g d'un mélange pâteux (20 à 24 % de MS). Il s'enroule sur lui-même avant de se terminer en un tube aux parois épaisses : l'appendice vermiciforme. Il est étroitement solidarisé à l'iléon par le pli iléo-caecal et au colon par le pli iléo-colique : ces trois viscères forment donc un bloc indissociable qui occupe la plus grande partie du flanc droit de l'animal, reposant les autres organes de l'abdomen (Donnelly, 2004). La figure 2 représente l'anatomie du caecum du lapin. En partie proximale, ses parois sont très fines. Un pli spiral débute à l'entrée du caecum où il mesure 1 cm de haut puis il décrit une vingtaine de tours en diminuant

de hauteur jusqu'à l'appendice où il disparaît. Il est formé par une lame musculaire et est tapissé par la muqueuse caecale. Celle-ci contient des cellules à mucus et des cellules absorbantes à plateau strié. L'appendice est riche en tissu lymphoïde mais secrète aussi du bicarbonate pour tamponner les acides caecaux. Contrairement à beaucoup d'autres herbivores, la majorité des microorganismes ne sont pas chez le lapin des lactobacilles, mais *Bacteroides* spp. Ainsi que des protozoaires ciliés, des levures, et un petit nombre d'*E. coli* et de clostridies. Son contenu est semi fluide, formant une pâte homogène dont le taux de MS est de 22 % (O'Malley, 2005).

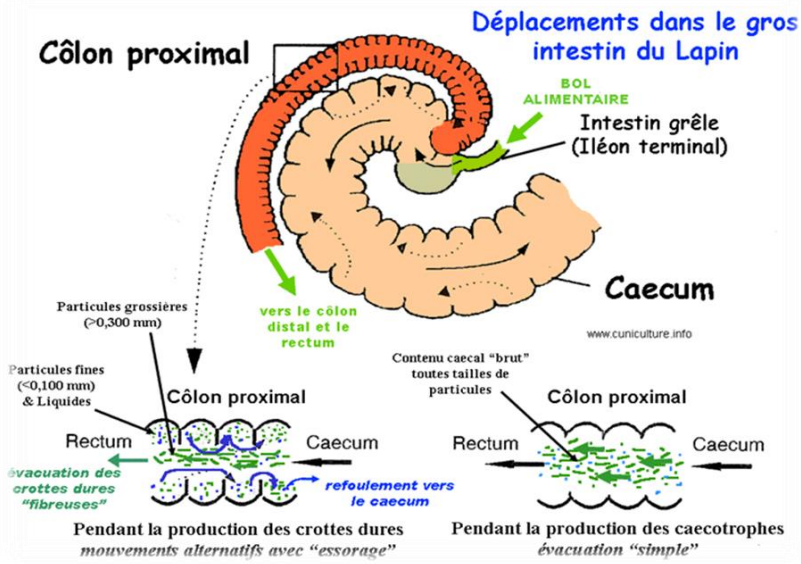


Figure 2 : Schéma montrant le double fonctionnement du côlon proximal (Lebas, 2007)

Le côlon du lapin est très long et comprend deux parties distinctes : le côlon proximal, d'environ 50 cm de long et le côlon distal, de 90 cm. Le côlon proximal présente trois bandes musculaires longitudinales appelées *taenias* qui créent trois sacculations ou haustras. Le côlon distal n'a pas de sacculations. Le côlon proximal est séparé du côlon distal par le *fusus coli*. Le *fusus coli* est propre aux Lagomorphes : il s'agit d'une zone de 5 à 8 cm de muscle circulaire épais entouré d'une fine muqueuse. Il a beaucoup de cellules ganglionnaires et est sous influence de l'aldostérone et des prostaglandines. Il sert de *pace maker*, régulant le passage des *ingesta* dans le côlon distal. Il contrôle trois types de motilité colique : segmentaire, péristaltique et haustrale et ce sont ces différentes formes de contractions qui produisent les fèces molles ou dures. Les contractions musculaires du côlon séparent les fibres du contenu digestif. Les contractions péristaltiques les font avancer rapidement dans le côlon pour être excrétées sous forme de fèces dures tandis que des contractions antipéristaltiques font passer les fluides et les autres particules de façon rétrograde dans le caecum où elles sont retenues pour être fermentées. A intervalles réguliers, le caecum se contracte et son contenu est envoyé à travers le côlon jusqu'à l'anus où il va être directement consommé. Une membrane mucilagineuse autour des caecotrophes agit comme une barrière contre le pH acide de l'estomac et permet la réabsorption dans l'intestin grêle (Donnelly 2004 ; O'Malley, 2005 ; Meredith, 2006).

Le foie du lapin comporte 4 lobes : le lobe médial gauche, les lobes latéraux gauche et droit et le lobe caudé. Il recouvre entièrement la face abdominale du diaphragme. La vésicule biliaire s'insère entre le lobe latéral droit et le lobe médial gauche (Meredith, 2006). La jonction du conduit cystique et du conduit hépatique forme le canal cholédoque. Il débouche dans la partie crâniale du duodénum à 1 cm du pylore (Donnelly, 2004).

5. Physiologie de la digestion chez le lapin

Le lapin est un herbivore, cependant sa physiologie digestive diffère fortement de celle d'autres herbivores plus connus comme les ruminants ou le cheval. Dans la partie antérieure du tube digestif, c'est-à-dire jusqu'à la fin de l'intestin grêle, la digestion est due, comme chez les autres monogastriques, à la sécrétion enzymatique de l'animal. Dans des conditions normales, le temps de séjour des aliments dans cette partie du tube digestif est assez court : de 2 à 4 h dans l'estomac et de 1 à 2 h dans l'intestin grêle, on peut cependant remarquer que l'estomac ne se vide jamais entièrement. La dégradation des aliments commence dès l'estomac et se poursuit dans l'intestin grêle sous l'action des enzymes pancréatiques et intestinales. Cette digestion enzymatique est complétée dans le caecum par une digestion microbienne dépendante de l'activité de la flore cœco-colique.

Les particules alimentaires y séjournent en moyenne 6 à 12 h. Les microorganismes y dégradent la cellulose et certains résidus de la digestion des protéines en acides gras volatils (AGV) qui traversent la paroi intestinale. Le contenu du caecum passe ensuite dans le colon. Il est constitué par des particules alimentaires n'ayant pas été dégradées préalablement mélangées aux sécrétions digestives et par des bactéries (Gidenne et Licois, 2005).

L'originalité principale de la physiologie digestive du lapin se situe dans le fonctionnement particulier du côlon proximal qui se comporte différemment selon le moment de la journée. La figure 3 schématise ce double fonctionnement. Si le contenu caecal s'engage dans le côlon à la fin de la nuit ou au début de la matinée, il y subit peu de transformations biochimiques. Sous l'effet du péristaltisme du côlon, il forme de petites boulettes et transite vers le rectum. En même temps, la paroi colique secrète un mucus qui les enrobe progressivement. Ces boulettes sont appelées « crottes molles » ou « caecotrophes ». En revanche, si le contenu caecal s'engage dans le côlon à un autre moment de la journée, son devenir est différent. On observe alors dans le côlon proximal des successions de contractions ayant des directions opposées : les unes tendent ainsi à évacuer « normalement » le contenu vers le rectum tandis que les autres le refoulent vers le caecum (Gidenne et Licois, 2005). Ces contractions ont pour effet de presser le contenu digestif comme une éponge. Il y a séparation entre une fraction solide renfermant surtout de grosses

particules (plus de 0,3 mm) et une autre fraction plus liquide contenant les petites particules (moins de 0,1 mm) et les éléments solubles. Sous l'effet des contractions antipéristaltiques, la fraction liquide remonte vers le caecum tandis que les contractions péristaltiques maintiennent les grosses particules au centre de la lumière intestinale avant de les évacuer vers le rectum sous forme de « crottes dures » (Lebas, 2007).

Le comportement de caecotrophie du lapin est lié à la production de ces deux types de fèces. Contrairement aux crottes dures qui sont rejetées dans la litière, les caecotrophes sont récupérés par le lapin dès leur émission (Figure 3). Pour ce faire il se retourne et les aspire lorsqu'ils sortent de l'anus. Il les avale ensuite sans les mâcher. Les lapins peuvent donc pratiquer la caecotrophie même s'ils sont élevés sur grillage : l'observation de caecotrophes sous les cages des lapins correspond à une perturbation des animaux. En situation normale, en fin de matinée, on retrouve les caecotrophes en grand nombre dans l'estomac où ils peuvent représenter 70 % du contenu en matière sèche. Leur séjour dans l'estomac semble plus prolongé que celui de l'aliment puisque l'on peut y retrouver des caecotrophes intacts 4 à 6 h après leur ingestion. A partir de ce moment, le contenu des caecotrophes subit une digestion identique à celle des autres aliments ingérés. Compte tenu des fractions éventuellement recyclées de 1 à 4 fois, le transit digestif du lapin dure de 15 à 30 h (Gidenne et Licois, 2005).

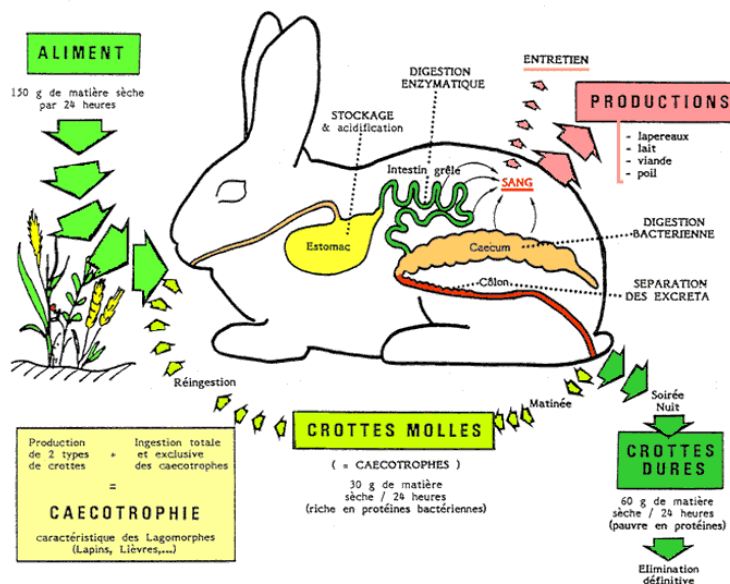


Figure 3 : Schéma général de fonctionnement de la digestion chez le lapin (Lebas, 2007)

6. Système immunitaire du lapin

Tout d'abord le système immunitaire digestif du lapin comprend des éléments communs à la plupart des Mammifères fournissant une immunité non spécifique : les jonctions *GAP* qui, en assurant la bonne cohésion des cellules épithéliales, empêchent le passage des agents pathogènes, le péristaltisme qui accélère l'élimination de ces agents, l'acidité gastrique ou encore le mucus qui forme une couche protectrice à la surface des entérocytes. Ces mécanismes sont complétés par l'existence de cellules non lymphoïdes (macrophages et cellules dendritiques) disséminées dans la *lamina propria* ou regroupées dans les plaques de Peyer. Elles sont impliquées dans la capture directe des bactéries et représentent des sentinelles repérant les antigènes au niveau

de la muqueuse. La muqueuse digestive contient d'autre part un tissu lymphoïde associé à l'intestin, le GALT (*Gut Associated Lymphoid Tissue*) qui est à l'origine des défenses immunitaires spécifiques. L'organisation de ce système lymphoïde est globalement similaire à celle des autres mammifères : la muqueuse contient ainsi de nombreuses cellules lymphoïdes dispersées, quelques follicules lymphoïdes simples et des agrégats de follicules dans les plaques de Peyer. Le lapin est cependant caractérisé par deux structures originales ayant un rôle important dans le système immunitaire digestif : le *sacculus rotundus* situé à la jonction iléo-caecale et l'appendice vermiforme localisé à l'extrémité du caecum. Ces deux formations contiennent chacune plusieurs centaines de follicules lymphoïdes (Fortun-Lamothe et Boullier, 2007). La figure 4 présente l'organisation du tissu lymphoïde chez le lapin.

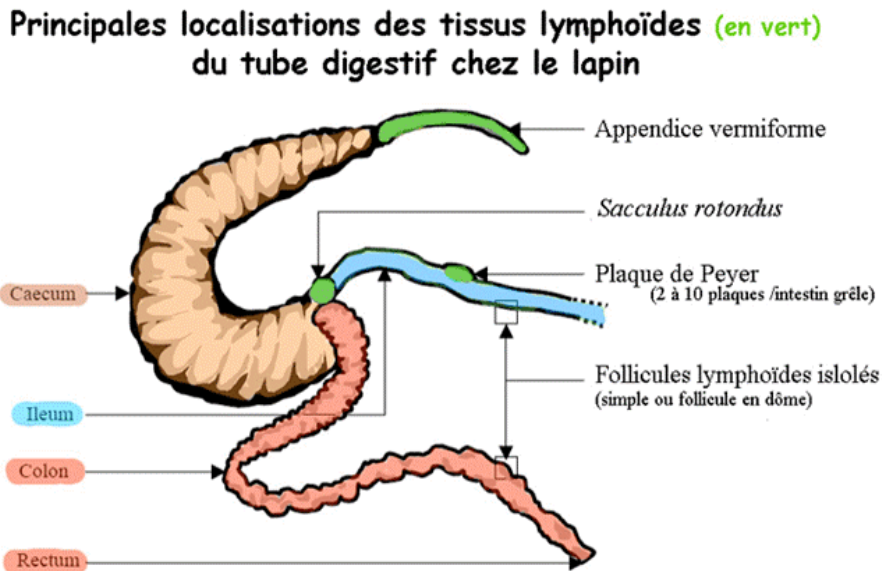


Figure 4 : Organisation du tissu lymphoïde digestif du lapin (Fortun-Lamothe et Boullier, 2007).

Le lapin se distingue également par l'importance de sa flore. La colonisation du tube digestif par les microorganismes débute dès la naissance. Il s'agit d'un processus complexe et progressif : les bactéries impliquées dans la digestion de la cellulose par exemple ne s'installent que lorsque le lapereau commence à prendre de la nourriture solide. Cependant, si le lapin est uniquement nourri avec du lait elles restent absentes, même à 42 jours. Cette flore digestive particulière est un constituant important des défenses de l'intestin. Elle crée un « effet barrière » rendant plus difficile la colonisation du tube digestif par des bactéries exogènes en induisant une compétition pour les substrats et en

synthétisant des substances antimicrobiennes. De plus, la colonisation du tube digestif par la flore agit comme un puissant stimulant antigénique pour la maturation du GALT. Ainsi, les animaux élevés dans un environnement stérile présentent des densités très faibles de cellules lymphoïdes dans la muqueuse, ont des plaques de Peyer plus petites et des concentrations sanguines d'immunoglobulines plus faibles (Fortun-Lamothe et Boullier, 2007).

7. Comportement alimentaire du lapin : du lait à l'aliment solide

La première tétée (colostrum) intervient dans la première heure après la naissance, et donc pendant la parturition pour les premiers lapereaux nés. Elle est essentielle pour assurer la survie précoce du lapereau (Coureaud *et al.*, 2007). La recherche du mamelon par le lapereau est un comportement très stéréotypé et commandé par un signal phéromonal (Schaal *et al.*, 2003). Les nouveau nés sont généralement très efficaces, puisqu'ils parviennent à ingérer jusqu'à 25% de leur poids en lait (5 à 10g le jour de la naissance). Il n'est cependant pas rare qu'un à deux lapereaux par portée ne prennent pas de lait lors d'un allaitement (soit 10-15% des lapereaux à J1, Coureaud *et al.*, 2007). Les tétés des 2-3 premiers jours sont en tout cas absolument critique pour la survie : en manquer deux successivement aboutit souvent à la mort (Coureaud *et al.*, 2007). Les lapereaux n'expriment pas de choix sélectif de tétines, mais en changeant fréquemment au cours d'un même allaitement. Pourtant la compétition est forte sous la mère (du fait, pour les races domestiques, d'un nombre de lapereaux généralement plus élevé que celui de tétines disponibles, Bautista *et al.*, 2005). L'absence de préférence pour une tétine offre une chance à chaque nouveau-né de téter lorsque la femelle est présente. La prise individuelle de lait augmente de 5-10g/j à la naissance jusqu'à environ 30g/j à J20-J25. Au cours de cette période, elle varie fortement entre lapereaux et portées, en fonction des capacités sensori-motrices des lapereaux, de leurs aptitudes à lutter dans un environnement compétitif, et de la production laitière de la femelle (Rodel *et al.*, 2008a). Au-delà de J25 et jusqu'au sevrage, la production de lait décroît. La femelle est de nouveau fertile dès les jours qui suivent la mise bas, et peut supporter simultanément la lactation et une nouvelle gestation. Dans ce cas, la production de lait cesse 2-3j avant la mise bas suivante (Coureaud *et al.*, 2008). En conditions naturelles, la lactation peut durer de 4 à 6 semaines, si les ressources alimentaires sont suffisantes pour la mère et que celle-ci n'est pas gestante, les lapereaux peuvent être sevrés dès 3 semaines (Coureaud *et al.*, 2008).

Les lapereaux commencent à s'alimenter solidement dès J16-18, lorsqu'ils sont aptes à sortir du nid et à accéder à la mangeoire maternelle. Cependant, les premiers contacts avec des éléments non lactés interviennent dans les jours qui suivent la naissance (grignotage des pelotes fécales, déposées par la mère dans le nid). Au début les lapereaux n'ingèrent que peu de granulés (< 2 g/j avant J20), mais cela augmente fortement dès J25 pour atteindre 40-50 g/j au sevrage (Gidenne, et Fortun-Lamothe, 2002). En élevage, la quantité d'aliment solide et d'eau ingérée excède celle de lait au cours de 4^{ème} semaine post natale (Gidenne *et al.*, 2002). A partir de 4 à 5 semaines d'âge, le lapin mange un quart de la quantité d'un adulte, mais son poids vif est

de seulement 14% de celui de l'adulte. A 8 semaines d'âge, les proportions relatives sont 62 et 42% ; à 16 semaines d'âge elles sont de 100-110% et 87% (Gidenne et Licois, 2005). Entre le sevrage et 8 semaines d'âge, la vitesse de croissance atteint son niveau le plus élevé tandis que l'efficacité alimentaire est optimale. Ensuite, l'ingestion augmente moins rapidement que le poids vif parallèlement à la réduction de la vitesse de croissance, (Gidenne et Licois, 2005). Le lapin régule sa consommation selon son besoin énergétique, comme d'autres mammifères. Des mécanismes chémostatiques sont impliqués, au travers du système nerveux et de métabolites sanguins liés au métabolisme énergétique. Cependant, chez les animaux monogastriques la glycémie joue un rôle clé dans la régulation de la prise alimentaire, alors que chez les ruminants les concentrations plasmatiques en acide gras volatils ont un rôle important. Etant donné que le lapin est un monogastrique herbivore, la glycémie semble jouer un rôle prépondérant par rapport à la concentration en AGV, mais le rôle respectif de ces deux métabolites (glucose et AGV) sur la régulation de l'ingestion reste mal connu, (Gidenne et Licois, 2005). Par ailleurs un accès limité à la mangeoire de 6h, 8h et 10h par jour sur les 3 premières semaines d'engraissement permet une régulation et un rationnement alimentaire de -37,2% ; -26, 1% et -19,6% par rapport à des lapins ayant accès à la mangeoire 24/24h, respectivement (Foubert *et al.*, 2007).

La figure 5 présente l'ingestion de lait, d'eau et d'aliment solide chez le lapereau.

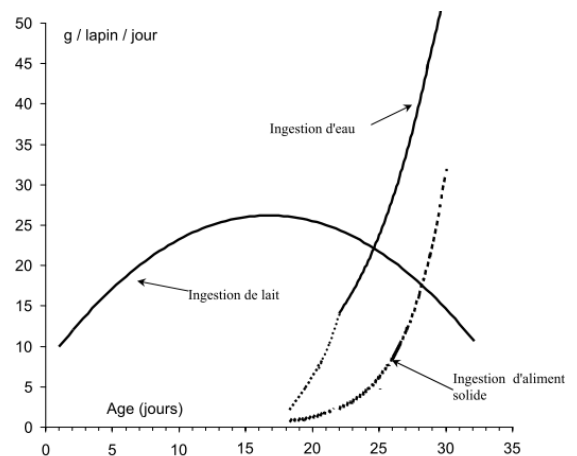


Figure 5 : l'ingestion de lait, d'eau et d'aliment solide chez le lapereau (D'après Gidenne et Licois, 2005)

8. Performances zootechniques des lapins de race commune au Bénin

8.1. Performances de reproduction des lapins de race commune

Les performances reproductives sont le facteur essentiel de la réussite économique d'un élevage de lapin, qui est une espèce prolifique à rythme de reproduction intensif (Hulot *et al.*, 1981). Le développement de la cyniculture nécessite des études dans un ensemble plus vaste de domaines tels que la génétique, la pathologie, l'alimentation et la reproduction. L'amélioration des performances reproductives des lapins est une solution pour la réalisation des progrès escomptés en matière de l'autosuffisance en protéine animale.

Les lapins de race commune élevés au Bénin ont une moyenne de 5 à 6 portées par an (Djago *et al.*, 2010). Le taux de fertilité varie entre 50% et 95% (Akpo *et al.*, 2008 ; Koutinhouin *et al.*, 2009b ; Kpodékon *et al.*, 2010). La taille de la portée à la mise-bas varie en moyenne de 5,7 à 6,6 lapereaux nés totaux (Kpodékon *et al.*, 2004 ; Koutinhouin *et al.*, 2009b ; Akpo *et al.*, 2008). Au sevrage, la taille moyenne varie de 4,8 à 5,7 lapereaux par portée née (Kpodékon *et al.*, 2004 ; Akpo *et al.*, 2008). Le taux de mortinatalité varie de 2,2% à 8,5% (Kpodékon *et al.*, 2004 ; Akpo *et al.*, 2008 ; Goudjo, 2010 ; Kpodékon *et al.*, 2010). La mortalité entre la naissance et le sevrage varie entre 5% et 19% (Kpodékon *et al.*, 2004 ; Kpodékon *et al.*, 2006 ; Akpo *et al.*, 2008 ; Kpodékon *et al.*, 2010). Le sevrage est effectué à des âges variables, avec une moyenne de 35 jours. L'intervalle entre les mise-bas varie en moyenne de 44 à 73 jours, ce qui correspond à une production effective de 5 à 6 portées par lapine et par an (Kpodékon *et al.*, 2004 ; Djago *et al.*, 2010 ; Akpo *et al.*, 2008).

Il est important de souligner qu'un des attributs de l'élevage de lapin est qu'il demande un niveau élevé d'hygiène et une gestion soigneuse (Guindjombi, 2007 ; Schiere et Corstiaensen, 2008 ; Kindo, 2017 ; Dotche *et al.*, 2018 ; FAO, 2018).

8.2. Performances de production des lapins de race commune

Dans les conditions tropicales, une lapine produit en moyenne 6,4 lapereaux par portée (Djago et Kpodékon, 2000). Au Centre Cunicole de Recherche et d'Information (CECURI), la taille de la portée est de 5,7 lapereaux à la naissance et 4,7 lapereaux au sevrage (Akpo *et al.*, 2008) et la fertilité est de 81 % chez les nullipares, 61 % chez les primipares et 50 % chez les multipares (Houindo, 2002). Ainsi, la productivité numérique des lapines est faible en zone tropicale (Koutinhouin *et al.*, 2009a,b).

Le poids moyen d'un lapereau à 28 jours d'âge est de 396±132 g (Akpo *et al.*, 2008). Le poids moyen par lapereau sevré varie entre 483 g et 650g à 35 jours d'âge type (Akpo, 2004 ; Akpo *et al.*, 2008 ; Kpodékon *et al.*,

2009b). Le gain moyen quotidien varie de 17,95 g à 28,5 g/j (Fagbohoun, 2006 ; Lebas, 2004 ; Kpodékon *et al.*, 2009a ; Kpodékon *et al.*, 2010). Le poids moyen des lapins en engraissement pour une durée de 56 jours varie de 1,92 kg à 2 kg (Djago et Kpodékon, 2000 ; Kpodékon *et al.*, 2009a,b). De même Kpodékon *et al.*, 2010 rapporte des poids à la vente de 2,0 à 2,5 kg vif pour une durée d'engraissement de 60 à 90 jours.

Ces performances sont comparativement plus faibles que celles obtenues dans les pays de l'Europe qui, indépendamment de la bonne performance zootechnique des races utilisées, ont pour la plupart amélioré les performances des lapins par voie hormonale (Perrier *et al.*, 2000 ; Theau-Clément, 2008). Cette variabilité des performances zootechniques des lapins peut être liée à l'influence des facteurs génétiques et non génétiques ou de l'effet de leurs différentes interactions (Corstiaensen, 2008 ; Kindo, 2017 ; Dotche *et al.*, 2018 ; FAO, 2018).

9. Quelques pathologies digestives du lapin en engraissement

9.1. Les coccidioses

Les coccidioses sont dues à des coccidies, parasites communs du tractus digestif de nombreuses espèces animales. Ce sont des protozoaires du phylum « Apicomplexe » qui appartiennent, chez le lapin, au genre *Eimeria*. Elles ont un développement intracellulaire et constituent une étiologie importante des troubles et des complications d'origine intestinale. Elles sont monoxèmes (un seul hôte) et ont une spécificité très poussée vis-à-vis de l'espèce animale qu'elles parasitent (Licois et Marlier, 2008)

Le cycle du parasite qui comprend différentes phases conduit à la production d'un nombre considérable d'ocystes (Pakandl *et al.*, 2008). Les espèces plus pathogènes sont *E. intestinalis* et *E. flavescens*. Elles induisent de fortes diarrhées, un retard de croissance important et une mortalité pouvant dépasser 50% (Marlier *et al.*, 2003). Parfois agents primaires d'infection, ces parasites sont aussi fréquemment trouvés en agents secondaires, associés à d'autres agents pathogènes primaires.

9.2. Les clostridioses

Le lapin peut héberger de nombreuses espèces de *Clostridium* (Marlier *et al.*, 2003), mais très peu d'entre elles sont reconnues comme des pathogènes primaires à l'exception de *Clostridium piliforme*. Le pouvoir pathogène réel de *C. perfringens* est toujours sujet à de nombreuses discussions. *C. spiroforme* produit une toxine induisant une entérotoxémie dont les symptômes sont : une paralysie intestinale avec accumulation de gaz dans l'estomac et l'intestin ou bien une entérite avec diarrhée faisant suite à une constipation (Licois et Marlier, 2008). *C. piliforme*, quant à elle est l'agent pathogène de la maladie de Tyzzer, peu

fréquente en élevage rationnels. Sous la forme chronique elle est caractérisée par une perte de poids, un mauvais état général, des diarrhées aqueuses et une faible mortalité ; la forme aiguë associée à ces symptômes une entérite hémorragique nécrosante de la partie distale du tube digestif (Marlier *et al.*, 2003 ; Licois et Marlier, 2008).

9.3. L'entéropathie épizootique du lapin ou EEL

L'EEL touche les animaux des élevages intensifs, précédemment exempts ou non de troubles digestifs. L'étiologie de cette maladie n'est pas encore connue. Il semblerait qu'elle provienne d'une bactérie anaérobie aéro-tolérante encore inconnue, non cultivable sur les milieux nutritifs connus et produisant une toxine à diffusion et action rapide, soluble et thermosensible, probablement protéique et non encore identifiée (Licois, 2007). L'EEL est caractérisée par un ballonnement abdominal important lié à une dilatation de tous les organes digestifs, une diarrhée aqueuse de faible intensité et parfois, une parésie caecale (de 40 à 60% des cas) et la présence de mucus dans le colon (Marlier *et al.*, 2003 ; Licois *et al.*, 2005 ; Licois et Marlier, 2008). Le déséquilibre intestinal induit par l'EEL favoriserait l'implantation de *Clostridium Perfringens* (Licois *et al.*, 2003 ; Marlier *et al.*, 2006) et d'*Escherichia coli* (Marlier *et al.*, 2003), ce qui expliquerait les taux de mortalité importants. Une association d'EEL et de coccidiose entraîne aussi un fort taux de mortalité (Licois *et al.*, 2005).

9.4. La colibacillose

La colibacillose correspond aux entérites due à certains colibacilles de sérotype reconnues comme pathogène chez le lapin. Cause bactérienne importante de maladies chez le lapin en engraissement, les conséquences de ces affections sont variables selon la souche d'*Escherichia coli* considérée (Licois et Marlier, 2008). Certaines souches d'*E. coli* sont commensales du tube digestif du lapin. Les souches incriminées dans les troubles digestifs du lapin sont entéro-pathogènes (REPEC). Elles s'attachent à la muqueuse intestinale et induisent des lésions spécifiques (Licois et Marlier, 2008) qui mènent à un désordre profond du métabolisme hydro-minéral et à une diarrhée parfois mortelle.

La colibacillose se traduit par une diarrhée sévère se déclarant 4 à 10 jours après, l'infection et qui entraîne une forte déshydratation. Elle peut être accompagnée dans certains cas de phases de constipation ou de diarrhée mucoïde. Elle affecte principalement les lapins de 4 à 7 semaines, juste après leur sevrage. Le taux de mortalité est très variable et oscille entre 5 et 100 % et les animaux survivants présentent d'importants retards de croissance (Boullier et Milon, 2006). L'aspect épidémiologique de la maladie est caractéristique (Boucher et Nouaille, 2002) :

- Lapines : diarrhées brutales autour de la mise bas (mâles plus rarement touchés) ;
- Lapereaux au nid : dans les 10 à 12 premiers jours (suite à l'excrétion par la mère). Les animaux sont souillés, en hypothermie et meurent rapidement (parfois la portée entière en 24-48 h) ;
- Lapins à l'engraissement : mortalité à tout âge, cage par cage.

Macroscopiquement, les lésions observées se limitent généralement à la partie terminale de l'intestin grêle, au caecum et au côlon (tout l'intestin peut cependant être atteint chez les jeunes). Le contenu est anormalement liquide, voire hémorragique, et une inflammation variable de ces différents segments est visible, parfois associée à des zones hémorragiques. On peut de temps en temps observer des points de nécrose hépatique chez le lapereau (Licois, 2008).

À l'examen bactériologique, l'ensemencement à partir de muqueuse d'intestin et de caecum d'animaux malades vivants permet d'isoler le colibacille. On détermine alors le séro-groupe par un test d'agglutination sur lame à partir d'anticorps purifiés correspondant aux anticorps recherchés (Boucher et Nouaille, 2002). On peut également effectuer un biotypage étudiant la capacité de la souche à fermenter certains sucres comme le rhamnose.

10. Conclusion

L'atteinte de la sécurité alimentaire reste un défi majeur à relever en Afrique sub-saharienne où, 212 millions de personnes, soit 30% de la population totale, souffrent de la faim.

La cuniculture constitue l'une des alternatives exploitées par les pays de l'Afrique subsaharienne pour réduire l'insécurité alimentaire grandissante. Dans cette région, la production de lapins est en forte promotion pour la facilité relative de sa pratique, la forte prolificité des lapins et la qualité organoleptique et nutritionnelle exceptionnelle de sa viande. Cette viande maigre possède un taux élevé de lipides insaturés et faible en cholestérol, une richesse en protéines de haute valeur biologique, en potassium, phosphore et magnésium. Les données disponibles semblent indiquer que la viande de lapin montre un profil global en vitamines proche de celui observé chez le poulet. Par ailleurs, cette viande présente un ratio en acides gras oméga 6 / oméga 3 avantageux de 5,9. L'équilibre en acide gras de la viande de lapin, animal monogastrique et herbivore, montre aussi une remarquable plasticité en fonction de l'équilibre en acide gras de la ration. Du point de vue sensoriel, la viande de lapin appartient aux viandes "blanches". Sur le plan zootechnique, le gain moyen quotidien varie de 17,95 g à 28,5 g/j. Le poids moyen des lapins en engraissement pour une durée de 56 jours varie de 1,92 kg à 2 kg. Les lapins de race commune élevés au Bénin ont une moyenne de 5 à 6 portées par

an. Le taux de fertilité varie entre 50% et 95%. La taille de la portée à la mise-bas varie en moyenne de 5,7 à 6,6 lapereaux nés totaux. Au sevrage, la taille moyenne varie de 4,8 à 5,7 lapereaux par portée née.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- A.Be.C. 2005. Association Béninoise de la Cuniculture (ABeC). Rapport d'activités, 102 p.
- Akpo Y., Kpodékon T.M., Tanimomo E., Djago A.Y., Youssao A.K.I. & Coudert P. 2008. Evaluation of the reproductive performance of a local population of rabbits in south Bénin. *9th World Rabbit Congress – June 10-13, Verona – Italy*.
- Bautista A., Mendoza-Degante M., Coureaud G., Martina-Gomez M. & Hudson R. 2005. Scramble competition in newborn domestic rabbits for an unusually limited milk supply. *Animal Behaviour* 70, 997-1002.
- Boisot P., Licois D. & Gidenne T. 2003. Une restriction alimentaire réduit l'impact d'une reproduction expérimentale de l'entéropathie épizootique (EEL) chez le lapin en croissance. In Proc. 10^{ème} J. Rech. Cunicoles Fr., G. Bolet (Ed.), Paris, ITAVI publ. Paris France, 19-20 nov., 267-270.
- Boucher S. & Nouaille L. 2002. Maladies des lapins. France Agricole, 2^{ème} éd. 272p.
- Boullier S. & Million A. 2006. Rabbit colibacillosis. In: Recent advances in rabbit sciences, Maertens L., Coudert P. (Ed), ILVO, Melle, Belgique, 171-179.
- Boullier S. & Milon A. 2006. Rabbit colibacillosis. In: Recent advances in rabbit sciences, Maertens L., Coudert P. (Eds), ILVO, Melle, Belgique, 171-179.
- Boullier S., Nougayrede J.P., Marches O., Tasca C., Boury M., Oswald E., De Rycke J. & Milon A. 2003. Genetically engineered enteropathogenic *Escherichia coli* strain elicits a specific immune response and protects against a virulent challenge. *Microbes Infect* 5(10): 857-67
- Colin M. & Lebas F. 1995. Le lapin dans le monde. Paris : Edition Association Française de Cuniculture. 287 p.
- Coureaud G., Fortun-Lamothe L., Langlois D. & Schaal B. 2007. The reactivity of neonatal rabbits to the mammary pheromone as a probe for viability. *Animal* 1, 1026-1032.
- Coureaud G., Fortun-Lamothe L., Rödel H., Monclús R. & Schaal B. 2008. Development of social and feeding behaviour in young rabbits. In G. Xiccato, A. Trocino, S.D. Lukefahr (Eds.): Proceedings of the 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy, June 10-13 (pp. 1131-1146). FIZZ, Brescia, Italie.
- Dalle Zotte A. 2005. Le lapin doit apprivoiser le consommateur. *Viandes et Produits Carnés*, 23,161-167.
- Djago A. & Kpodékon M. 2000. Le guide pratique de l'éleveur de lapins en Afrique de l'ouest. P. 9-60, 81.
- Donnelly TM. 2004. Basic anatomy, physiology and husbandry. In: Quesenberry Ke, Carpenter J, editors. Ferrets, Rabbits and Rodents: Clinical Medicine and Surgery. 2nd ed. Saint Louis : Saunders, 136-146.
- Dotché I.O., Akpo Y., Tobada P., Goudjo E., Djago Y., Youssao I.A.K. & Kpodékon M.T.T. 2018. Amélioration des performances zootechniques des lapins de race Commune élevés au Bénin par la souche INRA 1777. *Revue Internationale des Sciences Appliquées*, vol1, n°03, 2018, 1-5.
- Fagbohoun A. 2006. Etude de l'effet de l'incorporation du tourteau de tournesol dans l'alimentation sur les performances zootechniques du lapin au Bénin. Thèse Doct. Vét., Eismv, Dakar, 68p.
- FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). 2018. Etude de marché du lapin au Benin. 82 pages. Article consultable à l'adresse : <http://www.fao.org/3/i8293fr/I8293FR.pdf>. ISBN 978-92-5-130084-8.
- FAO. 2008. FAOSTAT: Agriculture. <http://apps.fao.org/page/collections>.
- Fielding D. 1993. Le lapin. -Paris : Edition Maison-neuve et Larose ; l'A.C.C.T. C.T.A. -142p.
- Fortun-Lamothe L. & Boullier S. 2007. A review on the interactions between gut microflora and digestive mucosal immunity. Possible ways to improve the health of rabbits. *Livestock Science*, 107, 1-18.

- Gidenne T. 2003. Fibres in rabbit feeding for digestive troubles prevention: respective role of low-digested and digestible fibre. *Livestock Production Science* 81, 105-117.
- Gidenne T. & Licois D. 2005. Effect of a high fibre intake on the resistance of the growing rabbit to an experimental inoculation with an enteropathogenic strain of *Escherichia coli*. *Anim. Sci.*, 80, 281-288.
- Gidenne T., Arveux P. & Madec O. 2001. The effect of the quality of dietary lignocellulose on digestion, zootechnical performance and health of the growing rabbit. *Animal Science* 73, 97-104.
- Gidenne T., Fortun-Lamothe L., Lapanouse A. Aymard P. & De Dapper J. 2002. Feeding behaviour in the early weaned rabbit: effect of drinking system. In: Boiti, C., Gidenne, T., Sabbiani, E. (Eds.), *European Meeting COST848, Joint Workshop on Reproduction and Nutrition*, 24-25 oct. 2002. Varese, Italy, JRC Ispra, Ispra, p. p32.
- Gidenne T., Garcia J., Lebas F. & Licois D. 2010. Nutrition and feeding strategy: interactions with pathology. In: *Nutrition of the rabbit*. De Blas C., Wiseman J. (Eds). CABI publ., Wallingford, UK, 179-199.
- Gidenne T., Lapanouse A. & Fortun-Lamothe L. 2004. Feeding strategy for the early weaned rabbit: interest of a high energy and protein starter diet on growth and health status, In: Becerril, C. and Pro, A. (ed.). *Proceedings of the 8th World Rabbit Congress*, Puebla, Mexico, 7-10 september, Colegio de Postgraduados for WRSA publ., pp 853-860 (<http://world-rabbit-science.com/>).
- Gidenne, T. & Fortun-Lamothe, L. 2002. Feeding strategy for young rabbit around weaning: a review of digestive capacity and nutritional needs. *Animal Science* 75, 169-184.
- Henaff R. et Jouve D. 1988. *Mémento de l'éleveur de lapin*. Edition Association Française de cuniculture. Lempdes, 448 p.
- Gomgnimbou, A.P., Nacro H.B., Sanon O.H., Sieza I., Kiendrebeogo T., Sedogo M.P. & Martinez J. 2014. La gestion des déjections animales dans la zone périurbaine de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) : structure des élevages, perception de leur impact environnemental et sanitaire, perspectives. *Cah Agric* 23 : 393-402: 10.1684/agr.2014.0724.
- Houindo E. 2002. Effets du rang de mise-bas sur la fertilité des lapines au Sud et au Centre du Bénin, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur des Travaux, Université d'Abomey-Calavi, Bénin : 66p.
- INRA. 2004. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin. *Prod. Anim*, 17 (5), 373-383
- Kenoukon C. 2005. Répertoire actualisé des éleveurs-Cotonou : A. Be. C., 26p.
- Kpodékon M. & Tomagnimena P. 1992. Acceptabilité de la viande de lapin en République du Bénin. *Bulletin d'Information du Réseau de Recherche et Développement Cunicole en Afrique*. 1 : 15-21.
- Kindo A. 2017. Systèmes de production cunicole et déterminants de la consommation de la viande de lapins dans la ville de Bobo-Dioulasso. Mémoire de fin de cycle Présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur du développement rural en vulgarisation agricole. 66pp.
- Kpodékon M., Gnimadji A., Djago Y., Koutinhoun B. & Farougou S. 2000. Rabbit Production and Network in Benin 1998. *World Rabbit Science*, 8 (1) : 103-110.
- Kpodékon T.M., Youssao A.K.I., Koutinhoun B.G., Missouhou A., Fayomi J., Fagbohoun A. & Djago Y. 2010. Comparaison des performances de croissance de lapereaux en engraissement nourris par un aliment à base de tourteau de tournesol, soit sous forme farineuse soit sous forme granulée. *Livestock Research for Rural Development*, 22 (01).
- Kpodékon T.M., Youssao A.K.I., Koutinhoun G.B., Missouhou A., Fayomi J., Fagbohoun A. & Djago Y. 2009a. Substitution du tourteau de palmiste par le tourteau de tournesol dans l'alimentation des lapins à l'engraissement. *Livestock Research for Rural Development*, Volume 21, 12p.
- Kpodékon T.M., Youssao A.K.I., Koutinhoun G.B., Fayomi J., Fagbohoun A., & Djago Y. 2009b. Comparaison des performances de croissance de lapereaux en engraissement nourris par un aliment à base de tourteau de tournesol, soit sous forme farineuse soit sous forme granulée. *Livestock Research for Rural Development* 21 (12). <http://www.lrrd.org/lrrd21/12/kpod21225.htm>
- Lebas F. 2007. Productivité des élevages cunicoles professionnels en 2006. Résultats de RENALAP et RENACEB. *Cuniculture Mag.*, 34, 31-39.

- Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H. & Thebault R.G. 1984. Le lapin, élevage et pathologie. Collection FAO (Rome). 298 p.
- Lebas F., Coudert P., De Rochambeau H. & Thibault R. 1996. Le lapin: élevage et pathologie. *Collection FAO: Production et santé animales*, N°19, FAO, Rome, pp 40-120.
- Lebas F. 2004. L'élevage du lapin en zone tropicale. *Cuniculture Magazine* Volume 31, page 3.
- Licois D. 2007. Etude in vivo de la fraction surnageante de l'inoculum TEC4, inoculum utilisé pour la reproduction expérimentale de l'Entéropathie Epizootique du Lapin. 12èmes Journ. Rech. Cunicole, 27-28 nov., Le Mans, France, 217-220.
- Licois D. & Marlier D. 2008. Pathologie infectieuse du lapin en élevage rationnel. *INRA Prod. Anim.* 21, 257-268.
- Licois D. & Marlier D. 2008. Pathologie infectieuse du lapin en élevage rationnel. *INRA Prod. Anim.* 21, 257-268.
- Licois D., Dewree R., Coudert P., Vindevogel H. & Marlier D. 2003. Essais de reproduction expérimentale de l'entéropathie épizootique du lapin (EEL) avec des inoculums originaires de Belgique et des Pays-Bas et avec des souches bactériennes isolées de ces inoculums ainsi que de TEC2 et TEC3 (inoculums INRA). 10èmes Journ. Rech. Cunicole, 19-20 nov., Paris, France, 255-258.
- Licois D., Wyers M. & Coudert P. 2005. Epizootic rabbit enteropathy: experimental transmission and clinical characterization. *Vet. Res.*, 36, 601-613.
- MAEP. 2012. Rapport annuel d'activités, Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche, Cotonou, 150p.
- Maertens L., Aerts J.M. & De Brabander D.L. 2005. Effect of a diet rich in n-3 fatty acids on the performances and milk composition of does and the viability of their progeny. In Proc.: 11ème J. Rech. Cunicoles, Bolet G. (Ed.) ITAVI, publ., Paris, France, 29 & 30 nov., 205-208.
- Maertens L., Lebas F. & Szendrő Zs. 2006. Rabbit milk: a review of quantity, quality and non dietary affecting factors. *World Rabbit Science* 14, 205 – 230.
- Marlier D. 2006. Enteritis and enterotoxaemia in rabbits. Diagnosis and typing of clostridia in medical and food microbiology. Duchesnes C., Menozzi M.G., Pelkonen S., Granum P.E., Peck M.W., Popoff M., Titball R., Stackebrandt E., Mainil J. (Eds), 88-90
- Martignon M.H., Combes S. & Gidenne T. 2010. Digestive physiology and hindgut bacterial community of the young rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): Effects of age and short-term intake limitation. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology* 156, 156-162.
- Martin A. 2001. Apport nutritionnel conseillé pour la population française, Technique et Documentation (3e éd.). Paris, France, 650p
- Meredith A. 2006. Respiratory disorders. In : MEREDITH A, FLECKNELL P, editors. *BSAVA Manual of Rabbit Medicine and Surgery*. 2nd ed. Gloucester : British Small Animal Veterinary Association, 67-73.
- Nteme E.G.S. 2000. Contribution à l'étude de la filière du lapin de chair (*oryctolagus cuniculus*) au Sénégal. Thèse Doct. Vét., Eismv, Dakar. Numéro 63 – Mars 2009.
- O'Malley B. 2005. Rabbits. In : *Clinical anatomy and physiology of exotic species. Structures and function of mammals, birds, reptiles, and amphibians*. Elsevier Saunders : Edinburgh, 2005, 173-195.
- Pakandl M., Hlášková L., Poplstein M., Neveceralová M., Vodicka T., Salát J. & Mucksová J. 2008. Immune response to rabbit coccidiosis: a comparison between infections with *Eimeria flavescens* and *E. intestinalis*. *Folia Parasitol.*, 55, 1-6.
- Quinton J.F. 2003. Lagomorphes : lapin. In : *Nouveaux animaux de compagnie : petits mammifères*. Issy-les Moulineaux : Masson, 2003, 57-136.
- Rödel H.G., Hudson R. & Von Holst D. 2008. Optimal litter size for individual growth of European rabbit pups depends on their thermal environment. *Oecologia*, 155, 677-689.
- Schaal B., Coureaud G., Langlois D., Ginies C., Semon E. & Perrier G. 2003. Chemical and behavioural characterization of the rabbit mammary pheromone. *Nature* 424, 68-72.

- Schiere J.B et Corstiaensen C.J., 2008. L'élevage des lapins dans les zones tropicales. Agrodok; 20. Agromisa, Wageningen, The Netherlands.
- Theau-Clement M., Lebas F., Pourjardieu B. & Macier P. 2008. Effet des différentes doses de PMSG sur l'induction de la réceptivité sexuelle et la productivité des lapines conduites en insémination artificielle. 7ème journées de la recherche cunicole, Lyon 13-14 mai, 221-224.
- Thoto C. 2006. Utilisation de la robénidine (*Cycostat^{ND66G}*) en qualité d'additif anticoccidien dans l'aliment : effet sur la croissance et le degré d'infestation des lapins à l'engraissement. Thèse Doct. Vét., Eismv, Dakar, 57p.
- Verdelhan S., Bourdillon A. & Morel-Saives A. 2004. Effect of a limited access to water on water consumption, feed intake and growth of fattening rabbits. In: Becerril, C. and Pro, A. (ed.). Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexico, 7-10 september, Colegio de Postgraduados for WRSA publ., pp 1015-1021 (<http://world-rabbitscience.com/>).
- Wabi K. 2007. Etude de la qualité commerciale et microbiologique des carcasses congelées de lapin de chair au Benin. Thèse de Docteur en Médecine Vétérinaire, Dakar, N°10,109 p.



Physical characteristics of some banana plantain cultivars (*Musa* spp.) consumed in Benin

Fernande G. HONFO¹, Euloge C. TOGBE², Alain F. AHOHOUENDO², Bonaventure C. AHOHOUENDO²

¹ Ecole de Nutrition et des Sciences et Technologies Alimentaires ; Faculté des Sciences Agronomiques, Université, d'Abomey-Calavi, BP 526, Cotonou, Benin

² Ecole des Sciences et Techniques de Production Végétale ; Faculté des Sciences Agronomiques, Université, d'Abomey-Calavi, BP 526, Cotonou, Benin

Emails : fernandeh@yahoo.fr ; euloge.togbe@yahoo.fr ; ahohouendoalain@gmail.com ; ahohouendoc@yahoo.fr

Reçu le 8 Février 2020 - Accepté le 15 Août 2020 - Publié le 31 Décembre 2020

Caracteristiques physiques de quelques cultivars de bananes plantains (*Musa* spp.) consommés au Bénin

Résumé : Les plantains (*Musa* spp) sont les plantes horticoles les plus cultivées en Afrique de l'Ouest. Diverses variétés et cultivars sont produits au Bénin. Cette étude a évalué les caractéristiques physiques et certains paramètres de la composition proximale des cultivars de plantain couramment consommés au Bénin. Les paramètres physiques, notamment le poids du régime, le nombre de mains et de doigts, le poids des mains et des doigts, le pourcentage de la pulpe et le rendement en farine ont été évalués pour cinq cultivars de plantain (*Aloga*, *Aloga2M*, *Gnivlan*, *Kpahissi*, *Orishele*) et pour une banane à cuire (*Pelipita*). De plus, les paramètres de couleur, la teneur en matière sèche ainsi que la teneur en minéraux totaux ont été évalués sur la pulpe des différents cultivars. Les résultats ont montré que les régimes provenant de *Kpahissi* étaient plus lourds et ont plus de mains que les autres cultivars tandis que le cultivar *Aloga 2M* avait les mains et les doigts beaucoup plus lourds que ceux dérivant des autres cultivars. Le nombre de doigts variait de 2 à 12 pour les six cultivars. Le pourcentage en pulpe variait de 51,3 à 70,71%. Concernant les paramètres de couleur, la pulpe de *Kpahissi* était plus brillante mais moins jaunâtre et rougeâtre que la pulpe des autres cultivars. Des différences significatives ont été observées au niveau de la teneur en matière sèche et en minéraux totaux des pulpes avec les valeurs les plus élevées observées pour la pulpe de *Pelipita*. Cette étude fournit une base de référence pour la diversité du plantain en termes de caractéristiques physiques au Bénin. Les résultats peuvent aider les consommateurs à mieux choisir les régimes de plantain au cours de l'achat.

Mots clés : plantes horticoles, plantain, poids, rendement en farine, matière sèche.

Abstract: Plantains (*Musa* spp) are among the most important cultivated horticultural crops in West Africa. Various varieties and cultivars are produced in Benin. This study aimed at evaluating the physical characteristics and some proximate composition of some plantain cultivars consumed in Benin. Physical parameters including weight of the bunch, number of hands and fingers, weight of hands and finger, pulp percentage and flour yield were assessed using five cultivars of plantain (*Aloga*, *Aloga 2M*, *Gnivlan*, *Kpahissi*, *Orishele*) and one cooking banana (*Pelipita*). In addition, color parameters, dry matter as well as total minerals contents were assessed for the pulp of the various cultivars. It came out that *Kpahissi* cultivars had heavier bunches and a lot of hands than the other cultivars while *Aloga 2M* had the highest weight of hands and fingers. Finger number varied from 2 to 12 among the six cultivars. The pulp percentage ranged from 51.3 to 70.71%. *Kpahissi* pulp was brighter but less yellow and red than the other pulps cultivars. Significant differences were observed in dry matter and total minerals contents of pulps with highest values for *Pelipita* pulp. This study provides baseline information on plantain

diversity in terms of their physical characteristics in Benin. Results can be helpful in the choice of plantain bunches during purchasing.

Keywords: Horticultural crops, plantain, weight, flour yield, dry matter.

1. Introduction

Plantain is grown in many countries in the world and is considered to be one of the most important sources of energy for people living in the production area. In Sub-Saharan Africa, plantain contributes significantly to food security and provides more than 25% and 10% of the daily intake of carbohydrates and calories, respectively, for more than 70 million people (IITA, 2000). In 2017, Western African production of plantain stands at nearly 39 million tons, with an overall mean growth rate of 1.7% per year, due to an increase in cultivated area combined with an increase in yields (FAOSTAT, 2019). This crop plays an important role in food and nutritional security providing means for income diversification and tools for poverty reduction (Ajayi & Aneke, 2002; Ngoh Newilah et al., 2005).

Plantain fruits are edible and are generally used for cooking. The fruits are consumed unripe (green mature), yellowish-green (fairly ripe), or fully ripe after boiling, steaming, roasting or deep frying (Ngoh Newilah, 2005; Baiyeri et al., 2011). They are often associated with various ingredients during cooking. The unripe fruits are also processed into flour for different utilization. This flour is used as alternative local sources of flour baking and in many local cooking recipes (Ngoh Newilah, 2005).

In Benin, annual production of plantain is around 19 000 tons (Chabi et al., 2018), coming mainly from the Southern and Central regions of the country. This crop plays a significant role in local economy and contributes to satisfy nutritional requirement of population where it is widespread. Despite its economic and nutritional importance, the opportunity attached to plantain is overlooked since this crop is subject to no real development policy. Around 14 local varieties and cultivars as well as hybrid varieties are produced and sold at various stages of ripeness in different local markets (Gandonou et al., 2012; Chabi et al., 2018). Varieties and cultivars such as *Aloga*, *Aloga 2M*, *Gnivlan*, and *Kpahissi* amount to more than 80% of the total production followed by *Orishele*, and *Pelipita* varieties (Chabi et al. 2018; Kpenavoun Chogou et al. 2019). Most of these varieties and cultivars are easily commercialized

due to some characteristics favored by consumers such as the heavier of the bunch, the size of the fingers, the color and the firmness of the pulp (Kpenavoun Chogou et al., 2019). However, data on the physical characterization of varieties and cultivars as well as their flour yield are sometime lacking. Most of these information could help consumers to make better choice during plantain purchasing for different end uses. In other hand, knowledge on flour yield of different varieties and cultivars may help processors to make better choice during plantain purchasing for flour production. In addition, this characterization is important in order to cluster these cultivars in morphotypes. This study aimed at assessing the physical characteristics and flour yield of plantain fruit of some cultivars commonly consumed in Benin.

2. Methodology

2.1. Samples preparation

Five cultivars of plantain commonly produced in Benin such as *Aloga*, *Aloga 2M*, *Gnivlan*, *Kpahissi*, *Orichele*, and one cooking banana *Pelipita* (Figure 1) were selected because of their availability on the markets and their high demand. Three bunches of each cultivar were randomly harvested at the commercial stage (mature and unripe) in the farm of “Cité de Banane” located in Zè municipality in the Southern Benin.

2.2. Physical characteristics

Bunch weight of each cultivar was recorded using a Salter scale India Ltd (± 5 g). The number of hand per bunch for each cultivar was counted and their weight was taken using a Salter scale India Ltd (± 5 g). The number of fingers on each hand was counted. The weight of each finger (three fingers per hand) was taken using an electronic balance (± 0.1 g). The pulp weight was determined; in fact, three fingers of each hand were washed and peels were removed; the weight of each pulp was recorded using a Salter scale (± 0.1 g). The pulp percentage of each cultivar was determined by using the formula developed by Dadzie & Orchard (1997):

$$\text{Pulp (\%)} = \frac{\text{Weight of pulp of fingers} * 100}{\text{Weight of fingers}}$$

* Corresponding author : fernandeh@yahoo.fr

Tel: (229) 95 95 95 74

Copyright © 2020 Université de Parakou, Bénin

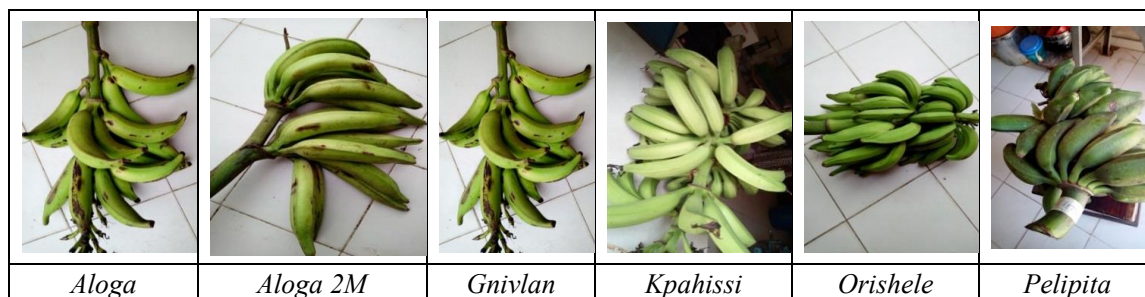


Figure 1: Pictures of the different cultivars

Yield of flour: Flour was produced from pulp of each cultivar after slicing (2-3 mm of thickness) and oven-drying at 55°C during 5 hours, followed by cooling, milling and sieving. The yield of flour per cultivar was determined by using this formula:

$$\text{Yield of flour (\%)} = \frac{\text{Weight of flour after sieving} * 100}{\text{Weight of fingers used to process the flour}}$$

Color characteristics of fresh pulp were carried out using a Hunter colorimeter (Hunter Associates Laboratory Inc. Reston, VA, USA) on the basis of L*, a* and b* values (AOAC, 2002). Dry matter and total minerals contents of the fresh pulp were assessed by using the standard methods of analysis (AOAC, 2002).

2.3. Statistical analysis

Results were expressed by means of values \pm standard error of three separate determinations. Comparison of means was performed using one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey test ($p < 0.05$). Statistical analyses were run using the computer IBM SPSS Statistic 2020.

3. Results and discussion

Most producers and consumers of cooking banana and plantain usually prefer large size bunches with large or small size fingers and/or long or short fingers (Dadzie & Orchard, 1997). Therefore, assessment of bunch weight and fruit characteristics such as fruit weight, length, circumference and volume are important post-harvest selection criteria. Physical characteristics of plantain cultivars are summarized in Tables 1 and 2 as well as in Figure 2. The bunches weight varied from 5.14 to 15.32 kg. Heaviest bunches were found for *Kpahissi* cultivars (15.32 kg) and the lower bunches were found for *Gnivlan* cultivar (5.14 kg) (Table 1). Apart from the cultivar of *Kpahissi* which bunches were significantly heavier than others, all of the other

cultivars studied had bunches weight between 5 and 7 kg, higher than the 4.7 kg of weight of most local land-race of plantain (Agbagba/False Horn) produced in Nigeria, and lower than those found for different hybrid (FHIA and TMP) varieties of plantain (Ferris et al., 1999; Annor et al., 2016). The differences observed among cultivars bunches weight are probably related to the nature of the cultivars; all of the cultivars were harvested in the same field and agro ecological conditions were the same during their production.

The number of hands on the bunch varied from 2 (*Aloga 2M*) to 10 (*Kpahissi*) among the six cultivars. Apart from *Aloga 2M* and *Kpahissi*, the other cultivars had 5 to 7 hands on their bunches (Table 1). The hands' numbers on different bunches were similar to those found in Nigeria and Ghana for local and TMP hybrids varieties of plantain (Ferris et al., 1999; Annor et al., 2016). Mean values of weight of hands ranged from 0.71 kg (*Gnivlan*) to 2.69 kg (*Aloga 2M*). Two of the cultivars had their hands weight less than 1 kg. There was significant difference in hands' weight between the cultivars (Table 1). This observation is due to the number of fingers of *Gnivlan* cultivar which is smaller (2-3) than the other and the small size of the fingers of the cultivar of *Pelipita*. The higher the number of fingers, the heavier is the weight of the hand.

The minimum number of fingers per hand varied from 2 (*Gnivlan*) to 10 (*Pelipita*) and the maximum number varied from 3 (*Gnivlan*) to 12 (*Pelipita*) (Figure 2). *Pelipita* cultivars had more fingers which were less heavier than the remaining cultivars. Mean weight value of fingers for all cultivars varied from 73.35 g (*Pelipita*) to 324.04 g (*Aloga 2M*) (Table 1). The small size of *Pelipita*'s fingers is the cause of the low weight observed for such fingers. Apart from the weight of *Pelipita*'s fingers which were less than 100 g, fingers of the other cultivars had a weight greater than 200 g. These values of fingers weight were higher compared to the fruits weight (100 g-160 g) of TMP hybrids varieties in Nigeria (Ferris et al., 1999).

Table 1: Physical characteristics from 6 plantains varieties

Parameters	<i>Aloga</i>	<i>Aloga 2M</i>	<i>Gnivlan</i>	<i>Kpahissi</i>	<i>Orishele</i>	<i>Pelipita</i>
Bunch weight (kg)	6.41±0.2 ^{b1}	7.13±0.2 ^b	5.14±0.3 ^b	15.32±0.8 ^a	6.55±0.4 ^b	5.56±0.3 ^b
Number of hand	5±1	2±0	6±1	10±0	6±0	6±1
Hand Weight (kg)	1.51±0.4 ^c	2.69±0.4 ^a	0.71±0.3 ^d	2.03±0.6 ^b	1.65±0.5 ^{bc}	0.80±0.3 ^d
Fingers weight (g)	266.01±72.1 ^{bc}	324.04±80.6 ^a	295.50±81.2 ^b	271.52±26.1 ^b	220.49±20.5 ^c	73.35±9.4 ^d

¹ mean±standard error of mean; means followed with the different letters in the same row are significantly different (p<0.05)

Table 2: Yield in pulp and flour from 6 plantains varieties

Parameters	<i>Aloga</i>	<i>Aloga 2M</i>	<i>Gnivlan</i>	<i>Kpahissi</i>	<i>Orishele</i>	<i>Pelipita</i>
Pulp (%)	57.8±5.6 ^{b1}	60.8±6.3 ^b	70.7±4.6 ^a	50.4±5.8 ^{bc}	53.5±2.8 ^b	51.3±3.4 ^{bc}
Flour yield (%)	23.4±0.9 ^b	33.4±0.7 ^a	27.1±0.5 ^a	21.7±0.6 ^b	29.1±0.4 ^a	32.1±0.8 ^a

¹ mean±standard error of mean; means followed with the different letters in the same row are significantly different (p<0.05)

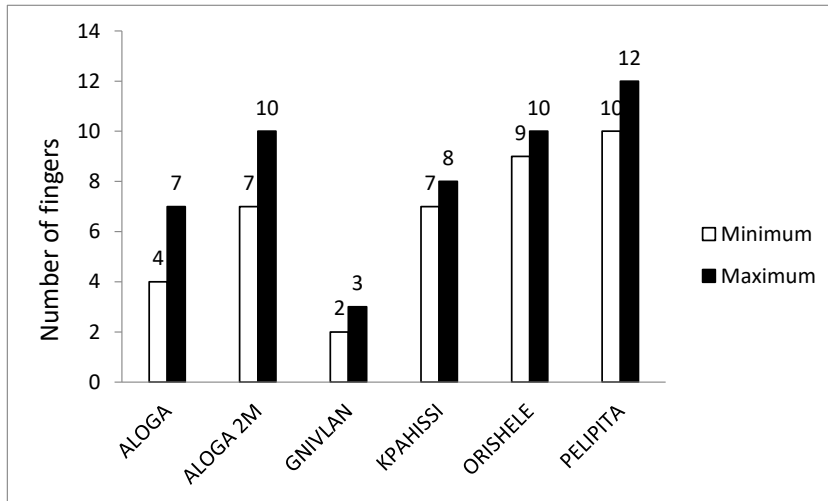


Figure 2: Maximum and minimum number of fingers per hand of plantains cultivars

High percentage of pulp was found for *Gnivlan* (70.7%) followed by *Aloga 2M* (60.8%) while *Pelipita* (51.3%) had the lowest yield of pulp (Table 2). The difference observed is due to the peel weight which varied from one cultivar to another. With the same formula, the rates of pulp found were in line with those found for locals and TMP hybrids varieties in Nigeria (Ferris et al., 1999). Flour yield of different cultivars varied from 21.7% (*Kpahissi*) to 33.4% (*Aloga 2M*) (Table 2). Generally, flour yield is correlated to the dry matter and the weight of the first matter. With regard to this result, cultivars such as *Aloga 2M*, *Gnivlan* and *Pelipita* would be more suitable to produce flour than the other 3 cultivars.

Colors of fresh pulp were characterized by the brightness (L*), yellowness (b*) and redness (a*). The

L* value was significantly affected by plantain cultivars (p<0.05); L* values ranging from 66.1 (*Orishele*) to 94.04 (*Kpahissi*) (Table 3). In contrary, the highest value of yellowness was found with pulp of *Orishele* and the lowest value found with the pulp of *Kpahissi*. Positive and significant values of a* were found for various pulps ranging from 3.92 (*Kpahissi*) to 9.77 (*Pelipita*). These results showed that *Kpahissi* pulp was lighter but less yellow and red than the other cultivars' pulps. The lighter generally measures the witness of food product (Wainwright and Hughes, 1989); thus, the lighter of *Kpahissi* pulp may reduce the yellowness of such pulp. However, consumers associate the whiteness of the pulp to the immaturity of the plantain (Dadzie & Orchard, 1997); thus, if the pulp color of plantain is

white, consumers feel that the fruit is immature and if the pulp color is orange/yellow, it indicates that the fruit is mature. Yellow and red colors of fruit and legume are generally associated to the presence of carotenoids (Britton & Khachik, 2009); then, high values of b^* and a^* in *Orishele*, *Pelipita* and *Aloga 2M* pulp may indicate a high content of carotenoid. However, the color of plantains' pulps contributes more to the assessment of quality by consumers. ΔE indicated total color difference among the three parameters of color; its values ranged from 19.94 (*Kpahissi*) to 31.69 (*Orishele*). Overall, the colors of plantain pulp is related to the cultivar and varied from beige with many nuances to orange (John & Marchal, 1995; Dadzie & Orchard, 1997.).

Plantain pulp dry matter content is important post-harvest quality criteria since it provides a measure of the water content and information in determining whether increased yield is due to higher water content or due to genuine increase in harvested weight which is useful for plant breeders (Dadzie & Orchard, 1997). Dry matter content of fresh pulps of the 6 unripe

cultivars varied from 28.88% (*Kpahissi*) to 40.16% (*Pelipita*) (Table 4). These different values were in line with those found for hybrids (FHIA) varieties (Annor et al., 2016). In contrast, these values were different from that recorded in *Agbagba* (local landrace in Nigeria) and TMP hybrids varieties of plantain with dry matters ranging between 31 to 36% (Ferris et al., 1999). In general, dry matter of the pulp is positively correlated with the flour yield. Thus, the more the dry matter content of pulp, the more the flour yields will be. This assumption is in line with the flour yield found for various cultivars.

Ash content represents the total minerals. Its values varied from 0.54% (*Aloga*) to 0.89% (*Pelipita*) in fresh pulps of cultivars (Table 4). Significant differences were observed between the ash content of the 6 cultivars. Mean values of ash in various cultivars were lower than those found in FHIA hybrids varieties (Annor et al., 2016). With these values, *Pelipita* might have a highest amount of minerals.

Table 3: Color characteristics of pulp from 6 plantains varieties

Parameters	Aloga	Aloga 2M	Gnivlan	Kpahissi	Orishele	Pelipita
L^*	87.26±0.25 ^{b1}	68.09±0.01 ^c	85.26±0.20 ^b	94.04±0.12 ^a	66.10±0.01 ^c	87.75±0.14 ^b
a^*	7.62±0.04 ^{ab}	5.20±0.02 ^b	7.39±0.06 ^{ab}	3.92±0.08 ^c	5.12±0.01 ^b	9.77±0.09 ^a
b^*	17.94±0.20 ^c	25.84±0.05 ^a	20.92±0.17 ^b	15.91±0.54 ^c	26.91±0.01 ^a	23.15±0.40 ^{ab}
ΔE	17.67±0.08 ^b	31.46±0.03 ^a	20.58±0.07 ^b	19.94±0.38 ^b	31.69±0.01 ^a	22.58±0.35 ^b

¹ mean±standard error of mean; means followed with the different letters in the same row are significantly different (p<0.05)

Table 4: Moisture and ash contents of fresh pulp from 6 plantains varieties

Parameters	Aloga	Aloga 2M	Gnivlan	Kpahissi	Orishele	Pelipita
Dry matter (%)	28.88±0.27 ^{b1}	38.85±0.13 ^a	29.78±0.17 ^b	28.53±0.21 ^b	39.66±0.14 ^a	40.16±0.08 ^a
Ash (%)	0.54±0.05 ^b	0.82±0.04 ^a	0.73±0.01 ^{ab}	0.69±0.07 ^{ab}	0.74±0.01 ^{ab}	0.89±0.08 ^a

¹ mean±standard error of mean; means followed with the different letters in the same row are significantly different (p<0.05)

5. Conclusion

Regarding the physical characteristics such as bunch, hand and finger weights, as well as hand number, *Kpahissi* and *Aloga 2M* were the best cultivars. In terms of pulp color, *Pelipita* and *Aloga 2M* seem to be the best ones. *Aloga 2M* and *Gnivlan* may be more profitable in terms of the pulp percentage and could be recommended for flour production. This study showed that some physical characteristics can be used to select plantain during purchasing with regards to consumers preferences.

ACKNOWLEDGEMENTS

Financial support was provided by NWO-WOTRO through the project Avlanto-Benin.

CONFLICT OF INTEREST

The authors have declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Ajayi A. R. & Aneke M. O. 2002. Consumption and expenditure patterns of banana and plantain consumers in Nsukka Urban, Nigeria. *InfoMusa*, 11: 50-53.
- Annor G. A. Asamoah-Bonti P. & Sakyi-Dawson E. 2016. Fruit physical characteristics, proximate, mineral and starch characterization of FHIA 19 and FHIA 20 plantain and FHIA 03 cooking banana hybrids. *SpringerPlus*, 5:796-808.
- AOAC. 2002. Official Methods of Analysis. 16th edn: Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Britton G. & Khachik F. 2009. Carotenoids in food: 45-66. In: Britton G. Liaaen-Jensen S. & Pfander H. P. (Eds.). *Nutrition and health, Volume 5*. Basel: Birkhäuser Verlag.
- Baiyeri K. P. Aba. S. C. Otitoju G. T. & Mbah O. B. 2011. The effects of ripening and cooking method on mineral and proximate composition of plantain (*Musa* sp. AAB cv. 'Agbagba' fruit pulp). *Africa. J. Biotechnol.* 10 (36): 6979-6984.
- Chabi C. M. Dassou G. A. Dossou-Aminon I. Ogouchoro J. Omondi Aman B. & Dansi A. 2018. Banana and plantain production systems in Benin: ethnobotanical investigation, varietal diversity, pests, and implications for better production. *J. Ethnobiology Ethnomedicine* 14(78): 1884-1902.
- Dadzie B. K. & Orchard J.E. 1997. Routine Post-Harvest Screening of Banana/Plantain Hybrids: Criteria and Methods. Technical guidelines INIBAP Vol 2.
- Dadize B. K. 1998. Post-harvest characteristics of black Sigotoka resistant banana, cooking banana and plantain hybrids. Technical guidelines INIBAP Vol 4.
- FAOSTAT. 2019. Production de la banane plantain <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>, (accessed the 13/01/2020), FAO, Rome.
- Ferris R. S. B. Ortiz R. & Vuylsteke D. 1999. Fruit quality evaluation of plantains, plantain hybrids, and cooking bananas. *Postharvest Biology Technol.* 15: 73-81.
- Gandonou G. Ahanhanzo C. Agbangla C. Agbidinokoun A. Doussou A. Cacaï G. & Dossoukpevi R. 2012. Micropropagation in vitro de la variété locale «Aloga» du bananier plantain (*Musa* x *paradisiaca* L.) au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(3): 1102-1111.
- IITA. 2000. Improving plantain and Banana based. International Institute of Tropical Agriculture. Project 2; Annual report, Ibadan, p.67.
- John P. & Marchal J. 1995. Ripening and biochemistry of the fruit: 18-25. In: Gowen S. R. (ed.). *Bananas and Plantains*, Chapman and Hall, London, UK.
- Kpenavoun Chogou S. Abokini E. Togbe E. Ahohouendo A. Odjo C. Egounlety Biokou A. G. Honfo G. F. Affokpon A. Adjadogbedji B. Adimou J. B. Nanoukon B. & Ahohouendo C. B. 2019. Étude de référence du projet Avlanto-Bénin. Rapport d'enquête, Cotonou Bénin, 71p.
- Ngoh Newilah G. 2005. Utilisation alimentaire, caractérisation physicochimique et biochimique des fruits de quelques cultivars et hybrides de bananiers et plantains produits au Cameroun. PhD Thesis, Université de Yaoundé. Yaoundé, Cameroun, 131p.
- Ngoh Newilah G. Tchango Tchango J. Fokou E. & Etoa F. X. 2005. Processing and food uses of bananas and plantains in Cameroon. *Fruits.* 60 (4): 245-253.
- Wainwright H & Hughes P. 1989. Objective measurement of banana pulp color. *Int. J. Food Sci. Technol.* 24:553-8.



Consentement des Agriculteurs à Payer les Services de Vulgarisation agricole : cas des vidéos de formation

Renaud ITOO^{1*}, Espérance ZOSSOU¹, Florent OKRY^{2, 3}, Simplicie VODOUHE¹

¹ Université d'Abomey-Calavi (Bénin), Ecole d'Economie de Socio-Anthropologie et de Communication pour le Développement Rural, 01 B.P. 526 Cotonou, République du Bénin

² Access Agriculture, PO Box 66158-00800 Westlands, Nairobi, Kenya

³ Université Nationale d'Agriculture, Porto-Novo, 041 BP 13, Cotonou, République du Bénin

Reçu le 1er Juillet 2020 - Accepté le 20 Novembre 2020 - Publié le 31 Décembre 2020

Farmers' Willness to Pay Agricultural Extension Services: Case of Training Videos

Abstract: The problem of farmers' contribution to financially participate in agricultural extension remains topical in the countries of Sub-Saharan Africa marked by the predominance of small farmers who live in poverty context, food insecurity and low literacy rate. The purpose of this study is to analyze farmers' willingness to pay (WTP) to follow agricultural training videos. This study was conducted in Dangbo and Adjohoun's communes (Benin) with 173 farmers in 6 villages. The Contingent Assessment Method (CAM) was used to collect farmers' WTP. Data analysis was done with descriptive statistics and the censored Tobit model. The farmers investigated are ready to pay an average of 250 CFA francs (US \$ 0.4) to follow a video. The results also reveal that gender, education, the frequency of visits by the agricultural adviser, access to agricultural credit and the number of years of farming impact on farmers' willingness to pay. Also, farmers' WTP varies from one village to another. These results give hope for possible contribution from farmers on agriculture extension services funding; which would encourage the emergence of private agricultural extension services and give strength to agricultural innovation systems. The final results confirm several previous scientific studies which have shown that the socio-economic characteristics of farmers determine their willingness to pay for the acquisition of various goods. The originality of this study is that it uses the contingent valuation method for a service that has been public and free for a long time.

Keywords: Agricultural extension, Training Video, Willingness to pay, Rice production, Benin.

Résumé : La problématique de la contribution des agriculteurs aux charges financières de la vulgarisation agricole reste d'actualité dans les pays de l'Afrique subsaharienne marquée par la prédominance de petits exploitants agricoles vivant dans un contexte de pauvreté, d'insécurité alimentaire et d'un faible taux d'alphabétisation. La présente étude vise à analyser le consentement à payer (CAP) des agriculteurs pour suivre des vidéos de formation agricole. Cette étude a été conduite auprès de 173 agriculteurs dans 6 villages des communes de Dangbo et Adjohoun (Bénin). La Méthode d'Evaluation Contingente (MEC) a été utilisée pour recueillir le CAP des agriculteurs. L'analyse des données a été faite avec des statistiques descriptives et le modèle Tobit censuré. Les agriculteurs enquêtés sont prêts à payer en moyenne 250 F CFA (0.4 \$ US) pour suivre une vidéo. Les résultats révèlent aussi que le genre, le niveau d'instruction, la fréquence des visites du conseiller agricole, l'accès au crédit agricole et le nombre d'années de pratique agricole affectent positivement le consentement à payer des agriculteurs. Aussi, le CAP des agriculteurs varie d'un village à un autre. Ces résultats donnent de l'espoir sur une possibilité de contribution des agriculteurs au financement des services de vulgarisation agricole ; ce qui favoriserait l'émergence de services privés de vulgarisation agricole pour le renforcement des systèmes d'innovation agricole. Les résultats obtenus sont conformes à plusieurs travaux scientifiques antérieurs qui ont montré que les caractéristiques socio-économiques des

agriculteurs déterminent leur consentement à payer pour l'obtention de divers biens. L'originalité de la présente étude est qu'elle utilise la méthode d'évaluation contingente pour un service qui est resté longtemps par le passé public et gratuit.

Mots clés : Vulgarisation agricole, Vidéo de formation, Consentement à payer, Riziculture, Bénin.

1. Introduction

Plusieurs approches de vulgarisation agricole se sont basées sur des modèles « top-down », « bottom up » ou participatifs ; avec des résultats qui ne sont pas toujours satisfaisants. Avec les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), une opportunité s'offre pour de nouvelles approches de diffusion d'informations et de connaissances dans la vulgarisation agricole. Ainsi, depuis quelques années, l'internet, les téléphones portables, la radio et la vidéo sont de plus en plus utilisés pour la diffusion des connaissances et technologies nouvelles ou améliorées aux agriculteurs.

Au Bénin, la vidéo sert depuis quelques années à partager les bonnes pratiques agricoles (Zossou, 2013). Le contenu des vidéos est diffusé aux populations rurales à travers des projections publiques ou des scripts radiophoniques (Okry *et al.*, 2014 ; Zossou, 2013). Nombre d'études ont montré que l'utilisation de ce médium est efficace pour former les agriculteurs en milieu rural (Gandhi *et al.*, 2008 ; Zossou *et al.*, 2009). Mais, bien qu'étant efficaces, l'utilisation des vidéos de formation comme tout service de vulgarisation agricole a un coût qu'il faut prendre en considération. Les projections publiques de ces vidéos sont jusqu'à présent réalisées avec l'appui financier de bailleurs de fonds internationaux. Cependant, ils ne pourront pas indéfiniment couvrir les coûts de ce service. Dans une optique de durabilité, il serait donc intéressant que les agriculteurs prennent eux-mêmes en charge, partiellement ou totalement, les coûts liés aux séances de projection de vidéos de formation agricole. Il est alors temps de se demander si les agriculteurs paieront pour ce nouveau service.

Les contraintes budgétaires récurrentes et persistantes affectant à la fois les pays développés et en développement posent de sérieux problèmes aux services publics de vulgarisation agricole (Fei et Hiroyuki, 2000). Elles conduisent à limiter les ressources pour les services de vulgarisation agricole (Feder *et al.*, 1999). Le désengagement des Etats et l'émergence du secteur privé posent la question de la pérennité des systèmes de vulgarisation agricole et donc de leur financement (Faure *et al.*, 2010). Les problèmes de durabilité

financière des services publics de vulgarisation agricole semblent être omniprésents et persistants dans le monde (Fei et Hiroyuki, 2000).

Depuis quelques années, la privatisation des services publics de vulgarisation agricole est au cœur des débats. Les bénéficiaires des services de vulgarisation agricole sont appelés à contribuer aux coûts opérationnels des services pour assurer leur durabilité financière et leur efficacité (Holloway et Ehui, 2001 ; Groupe de Neuchâtel, 2002). Selon Afful (2012), l'un des mécanismes de financement des services publics de vulgarisation agricole pouvant être exploré pour assurer leur durabilité financière est le principe de paiement des services par les utilisateurs.

La littérature disponible montre que les initiatives allant dans le sens de faire payer les services de vulgarisation agricole par les bénéficiaires se propagent à travers le monde (Anderson, 2008). Dans certains pays développés et en développement, la dissémination de l'information et les visites des champs des agriculteurs sont payantes (Anderson, 2008). En Israël, au Nicaragua, en Ethiopie et en Inde, on recense quelques cas de services payants de vulgarisation agricole (Keynan *et al.* (1997), Dinar et Keynan (2001) ; Dinar, 1996 ; Holloway et Ehui, 2001 ; Shekara, 2001).

La plupart des études sur la question du financement des services de vulgarisation agricole se sont surtout focalisées sur les déterminants de l'adoption ou de la demande et de l'offre des services payants de vulgarisation agricole. Au Bénin, très peu de travaux semblent s'être intéressés de manière spécifique au paiement des services de vulgarisation agricole par les agriculteurs. Pourtant, ceci constitue de nos jours l'une des options les plus intéressantes pouvant assurer la durabilité de ces services. La capacité et la volonté de payer des agriculteurs constituent les facteurs clés dans l'instauration de services payants de vulgarisation agricole (Rivera *et al.*, 2001). Il est donc important de mener des réflexions sur ces facteurs clés.

Cet article vient apporter une modeste contribution à la question du financement des services de vulgarisation agricole. Il s'intéresse précisément à la volonté des agriculteurs à payer pour un service de vulgarisation agricole novateur qu'est la vidéo rurale.

* Auteur Correspondant : itoorenaud@gmail.com

Tél : (+229) 97 71 62 03

Copyright © 2020 Université de Parakou, Bénin

2. Matériel et méthodes

2.1. Zone d'étude et échantillonnage

La présente étude a été réalisée au Bénin précisément dans deux (2) communes de la vallée de l'Ouémé à savoir : Dangbo et Adjohoun. Elle a été conduite dans six (6) villages desdites communes. Au total, 173 agriculteurs ont été enquêtés dans le cadre de cette étude.

Deux principales raisons justifient ce choix. Les vidéos de formation utilisées dans cette étude présentent des techniques améliorées de production du riz. Elles donnent des conseils aux riziculteurs. La vallée de l'Ouémé est une zone de production rizicole. Notre population cible est donc assez concernée par l'objet à évaluer ; c'est-à-dire les projections des vidéos de formation sur la production du riz. La vallée de l'Ouémé n'a pas bénéficié de projections publiques de vidéos de formation dans le passé. En menant notre étude dans cette zone, nous préservons donc le caractère "nouveau" du service fourni et qui fait l'objet d'une évaluation monétaire.

2.2. Collecte des données

La collecte de données s'est faite en deux (2) phases :

- choix des vidéos à projeter par les agriculteurs : un entretien niveau village a été conduit dans chaque village à l'aide d'un guide d'entretien. Au cours de ces entretiens, onze vidéos « paysans à paysans » sur la riziculture et en langue « Fon » ont été proposées aux agriculteurs et ils ont choisi à l'unanimité, la vidéo qu'ils désirent prioritairement regarder. Dans les villages de Damè, Mondotokpa, Fingninkanmè, Kodé-Agué et Kadébou-Zounmè, la vidéo intitulée « Préparation du sol » a été retenue par les agriculteurs ; à Gogbo, c'est la vidéo intitulée « Flottation de la semence » qui a été retenue.

- projection de la vidéo dans les villages d'étude et collecte de données : les vidéos choisies ont été projetées dans les villages quelques semaines après les entretiens niveau village qui ont porté sur leur choix. Un petit sondage a été fait pour avoir l'avis du chef du village et de quelques représentants des agriculteurs sur l'heure et l'endroit appropriés. En se basant sur les propositions faites, les projections des vidéos ont été faites aux places publiques ou dans la cour des Ecoles Primaires Publiques (EPP) des villages concernés entre 19 et 21 heures selon le cas.

Nous avons choisi de faire des projections avec facilitateur. Cette technique est recommandée par Woodard (2012). Ainsi, les vidéo projections ont été facilitées par les agents de vulgarisation des Secteurs Communaux pour le Développement Agricole (SCDA) d'Adjohoun et de Dangbo. Ces agents de vulgarisation sont des Techniciens Spécialisés en Production Végétale (TSPV). Ils ont une excellente connaissance de la langue locale et possèdent l'expérience en matière de formation des agriculteurs.

Quelques jours et quelques heures avant les vidéo projections, les crieurs publics se sont proménés dans les villages concernés avec des gongs pour informer et inviter la population. Chaque séance de vidéo projection a duré 40 minutes environs (10 minutes pour la projection de la vidéo et 30 minutes de discussion, d'échanges et de réponses aux questions).

À la fin de chaque session d'apprentissage par la vidéo, les agriculteurs qui ont bien voulu nous consacrer un peu de leur temps, ont été soumis à un questionnaire. De la sorte, le consentement à payer de 173 agriculteurs a été recueilli ainsi que leurs caractéristiques socio-économiques et d'autres informations d'ordre général. Il est demandé directement à chaque agriculteur, le montant qu'il/elle serait prêt(e) à payer pour suivre une autre vidéo de formation agricole. Cette technique se fonde sur le relevé des intentions déclarées par les individus et non pas sur des comportements effectifs (Robin et al., 2007).

2.3. Méthode d'analyse

L'analyse des CAP recueillis est effectuée grâce aux statistiques descriptives et à l'aide d'un modèle Tobit censuré qui a permis d'identifier les facteurs socio-économiques qui influencent le CAP. Mataria *et al.* (2006), Yovo (2010), Akaichi *et al.* (2012) et Elbakidze *et al.* (2013) ont aussi fait recours à des modèles Tobit pour identifier les facteurs influençant le consentement à payer des biens. Un box-plot et un histogramme ont été réalisés à l'aide du logiciel STATA 13.0 afin d'identifier les montants "biaisés" et de les éliminer afin d'améliorer la fiabilité des statistiques descriptives (moyenne et mode) du CAP.

Le modèle Tobit s'écrit :

$$Y_i = X_i\beta + v_i$$

avec $Y = Y^*$, si $Y^* \geq 0$ et $Y = 0$, sinon.

X_i : le vecteur des variables explicatives ;

β : le vecteur des paramètres à estimer ;

Y^* : une variable latente de Y .

3. Résultats et discussion

3.1. Caractéristiques socio-économiques des enquêtés

Le tableau 1 présente les caractéristiques socio-économiques des agriculteurs enquêtés.

La riziculture est une activité occupant aussi bien les hommes que les femmes de toutes catégories d'âge. Près de 79% des agriculteurs que nous avons enquêtés sont des hommes âgés de 19 à 75 ans, avec une expérience moyenne de 25 ans dans le domaine agricole, dont 4 ans dans la riziculture. L'âge des femmes que nous avons enquêté varie entre 20 et 60 ans et ces

dernières ont une expérience moyenne de 17 ans dans l'agriculture, dont 3 ans dans la riziculture.

Par ailleurs, la majorité des enquêtés (98%) sont mariés et seulement 2% d'entre eux sont des célibataires.

Plus de la moitié (56%) des enquêtés sont non scolarisés, 24% ont le niveau primaire, tandis que 20% ont atteint le niveau secondaire. Seulement un enquêté a fait les études supérieures.

Tableau 1 : Ages et nombre d'années d'expérience moyens des enquêtés suivant le genre

Paramètres		Min.	Max.	Moy.	Ecart-type
Age (ans)	Femmes	20	60	36.39	10.34
	Hommes	19	75	43.03	11.06
	Ensemble	19	75	41.65	11.22
Nombre d'années de pratique agricole	Femmes	02	40	17.44	09.82
	Hommes	04	60	24.77	10.87
	Ensemble	02	60	23.25	11.05
Nombre d'années de pratique rizicole	Femmes	00	10	02.69	02.92
	Hommes	00	15	04.31	02.61
	Ensemble	00	15	03.98	02.75

Source : Enquête de terrain, 2014

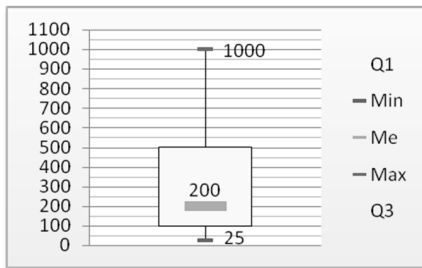


Figure 1 : Indicateurs statistiques CAP/hommes

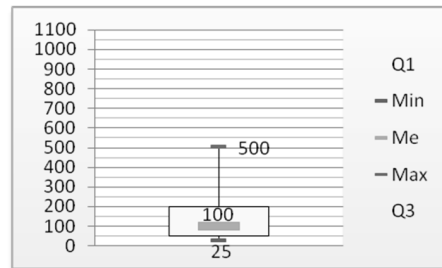


Figure 2 : Indicateurs statistiques CAP/femmes

3.2. Consentement à Payer des agriculteurs (CAP)

Dans la zone d'étude, tous (100%) les agriculteurs questionnés sont disposés à payer pour suivre les vidéos projetées. Ils sont aussi prêts à payer pour suivre d'autres vidéos de formation agricole qui répondent à leurs besoins réels. Ces résultats sont conformes à ceux de Dinar et Keynan (2001), Keynan *et al.* (1997), Holloway et Ehui (2001), Afful et Lategan (2014) et Onoh *et al.* (2014). Ces chercheurs ont mené des études au Nicaragua, en Ethiopie, au Nigéria et en Afrique du Sud. Ils ont montré que les agriculteurs sont prêts à payer pour un service de vulgarisation agricole qui améliore leur efficacité économique et leur niveau de vie. Afful et Lategan (2014) ont montré que la plupart (69%) des agriculteurs sont prêts à payer pour recevoir plus de visites de terrain des agents de vulgarisation. Onoh *et al.* (2014) ont montré que 35,30% des agriculteurs nigériens consentent à payer les services de vulgarisation agricole.

Cependant, Moussa (2006) a observé au Bénin l'abandon par les agriculteurs du système de conseil (et de la technologie qu'il visait à promouvoir) dès lors que son accès est devenu payant. Il faut donc faire preuve de prudence en matière de capacité des agriculteurs pauvres à payer pour la vulgarisation (Norton, 2005).

Selon Norton (2005), le principe de paiement partiel des services est bon mais il peut arriver que l'on fixe des attentes irréalistes aux montants que les agriculteurs sont à même de payer. Alors que certains systèmes de conseil commerciaux et totalement privés se sont révélés efficaces dans le cas des agricultures intensives du Nord ou à forte valeur ajoutée, il convient au Sud de prendre garde à ne pas exclure les populations les plus pauvres (donc les plus vulnérables) en imposant un accès payant au conseil agricole (Desjeux, 2009).

Les agriculteurs consentent à payer en moyenne 250 FCFA pour suivre une vidéo de formation agricole. Le CAP modal est de 100 FCFA ; autrement dit, une partie non négligeable (41%) des agriculteurs consent à payer 100 FCFA pour suivre une vidéo. Les femmes seraient prêtes à payer en moyenne 190 FCFA, tandis que les hommes consentent à payer en moyenne 260 FCFA. Cet état de chose pourrait s'expliquer par le fait que la riziculture est la principale (plus de 50%) source de revenus des hommes dans la zone d'étude alors qu'elle ne contribue qu'à hauteur de 29% aux revenus des femmes.

3.3. Déterminants du consentement à payer

Le modèle Tobit censuré a permis d'identifier les facteurs socio-économiques qui influencent le

consentement à payer les formations agricoles par la vidéo. Les résultats des dix variables indépendantes et leur relation avec le CAP sont présentés dans le Tableau 2.

Le sexe masculin a une influence significative et positive ($p = 0,033$) sur le CAP. Ces résultats suggèrent que les hommes sont plus disposés à payer pour suivre

les vidéos de formation agricole que les femmes. Ils sont prêts à payer 10% de plus que les femmes. Des résultats similaires ont été rapportés par Dong *et al.* (2002) ; Dror *et al.* (2006) ; Monsi Agboka (2007) ; Hoang *et al.* (2006), Houéyissan (2006) et Mwaura *et al.* (2010).

Tableau 2 : Déterminants du consentement à payer (CAP) et effets marginaux moyens des variables explicatives

Variables	Coef.	dy / dx	Erreur Standard	P> t
Genre masculin	0.094	0.094	0.044	0.033**
Aide financière	-0.031	-0.032	0.036	0.382
Accès crédit	0.106	0.106	0.050	0.034**
Appartenance à une OP	0.097	0.097	0.074	0.194
Accès SPV	0.031	0.032	0.035	0.359
Part des revenus issus de la culture du riz	0.001	0.00	0.001	0.490
Nombre d'années de pratique agricole	0.003	0.003	0.002	0.027**
Fréquence des visites d'encadreurs				
<i>visite occasionnelle (au plus 1/trimestre)</i>			<i>Référence</i>	
<i>visite mensuelle (1/mois)</i>	0.175	0.175	0.085	0.041**
<i>visite hebdomadaire (4/mois)</i>	0.030	0.030	0.066	0.648
<i>visite bihebdomadaire (2/mois)</i>	0.073	0.072	0.073	0.322
Lieu de résidence				
<i>Kadébou-Zounmè</i>			<i>Référence</i>	
<i>Kodé-Agué</i>	-0.101	-0.101	0.065	0.123
<i>Gogbo</i>	-0.125	-0.121	0.052	0.017***
<i>Mondotokpa</i>	-0.098	-0.098	0.053	0.066*
<i>Damè</i>	-0.089	-0.089	0.046	0.057*
<i>Fingninkanmè</i>	0.046	0.046	0.051	0.370
Niveau d'instruction				
<i>Aucun</i>			<i>Référence</i>	
<i>Primaire I (CI à CE1)</i>	0.070	0.070	0.049	0.156
<i>Primaire II (CE2 à CM2)</i>	0.073	0.073	0.042	0.082*
<i>Secondaire (1^{er} cycle)</i>	0.021	0.021	0.042	0.624
<i>Secondaire (2^{ème} cycle)</i>	0.040	0.040	0.060	0.504
Constante	-0.035	-	0.094	0.707
Log likelihood = 56.88963			Nombre d'observation = 152	
			LR chi2(19) = 52.03	
			Prob>chi2*** = 0.0001	
			Pseudo R2 = -0.8425	

*** significatif au seuil de 0.1% ; ** significatif au seuil de 1% ; * significatif au seuil de 5% ; * significatif au seuil de 10%

La variable « niveau d'instruction » est significative à 10% et elle influence positivement le CAP des agriculteurs. Le signe positif du coefficient relatif au « niveau d'instruction » indique que le niveau d'instruction de l'individu œuvre en faveur de son consentement à payer. Les enquêtés ayant un niveau primaire (CE2-CM2) sont plus disposés à payer pour suivre les vidéos de formation que ceux n'ayant pas fréquentés. Ils sont prêts à payer 7% de plus que les agriculteurs n'ayant pas fréquentés. Cet état de chose pourrait s'expliquer par le fait que le niveau d'instruction de l'individu lui permet de mieux percevoir la nécessité de payer les services de vulgarisation afin d'assurer leur pérennité. Des résultats similaires ont été trouvés par Mao (2000), Dong *et al.* (2002), Wang *et al.* (2005) et N'guessan (2006), Mwaura *et al.* (2010). Toutefois Budak *et al.* (2010) ont montré que le niveau d'instruction de

l'agriculteur n'a pas d'influence sur son consentement à payer les services de vulgarisation agricole.

Le lieu de résidence de l'agriculteur est un déterminant du CAP. Le lieu de résidence de l'enquêté influence négativement son CAP. Il s'avère que les agriculteurs de Kodé-Agué, Gogbo, Mondotokpa et Damè consentent à payer moins que ceux de Kadébou-Zounmè pour suivre les vidéos. Ils consentent à payer entre 5% à 7% de moins que les agriculteurs de Kadébou-Zounmè. Les plus réticents sont les agriculteurs de Kodé-Agué. Des résultats similaires ont été trouvés par Mwaura *et al.* (2010) en Ouganda.

Le nombre de visites de terrain d'encadreurs reçu par l'agriculteur a une influence significative et positive sur le CAP. En effet, ce signe positif indique que les agriculteurs qui reçoivent une seule visite de terrain par mois sont plus disposés à payer pour suivre les vidéos de formation que ceux qui en reçoivent

occasionnellement. Ils sont prêts à payer 18% de plus que les agriculteurs recevant des visites de terrain occasionnelles. Cet état de chose pourrait s'expliquer par le fait que ceux-ci, étant peu encadrés, ont un réel besoin en formation. Les formations agricoles par la vidéo sont donc une occasion pour eux de renforcer leur capacité. Ils sont prêts à mettre la main à la poche pour combler ce besoin en formation.

La variable « nombre d'années de pratique agricole » est significative à 5% et influence positivement le CAP des agriculteurs. Le signe positif du coefficient relatif au nombre d'années de pratique agricole indique que lorsque le nombre d'années de pratique agricole augmente d'un an, le CAP augmente de 0.3%. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que plus les agriculteurs acquièrent de l'expérience dans l'agriculture, plus leurs sources de revenus sont diversifiées. Ils ont donc suffisamment de ressources monétaires pouvant leur permettre de payer les services de vulgarisation agricole. En outre leurs expériences les prédisposent sûrement beaucoup mieux à mesurer l'apport bénéfique de ces formations. Des études antérieures ont toutefois trouvé des résultats contraires (Afful *et al.*, 2014).

La variable « accès crédit » est significative et positive ($p = 0,026$) au seuil de 5%. Le fait que l'agriculteur ait contracté un crédit au cours de la campagne agricole affecte positivement son consentement à payer. Les agriculteurs ayant bénéficié d'un crédit consentent à payer plus que ceux qui n'en ont pas bénéficié. Ils sont prêts à payer 11% de plus que ceux qui n'en ont pas bénéficié.

Les facteurs socio-économiques qui influencent le consentement des agriculteurs à payer les formations agricoles par la vidéo ont été identifiés à l'aide d'un modèle Tobit censuré. Dix variables indépendantes ont été introduites dans le modèle de régression. Les résultats de l'estimation par le modèle Tobit censuré sont présentés dans le tableau 2. Ils montrent que le genre masculin, le fait que l'agriculteur ait bénéficié d'un crédit au cours de la campagne agricole, le nombre d'années de pratique agricole, le nombre de visites de terrain reçu par l'agriculteur, son lieu de résidence et son niveau d'instruction expliquent significativement le consentement des agriculteurs à payer les formations agricoles par la vidéo. Le modèle est globalement significatif au seuil de 0,1%.

5. Conclusion et implications

Cette étude a évalué le consentement des agriculteurs à payer les formations agricoles par la vidéo. Elle a aussi identifié les facteurs socio-économiques qui pourraient l'affecter.

Les agriculteurs enquêtés sont tous disposés à payer pour suivre les vidéos projetées. Ils sont aussi prêts à payer pour suivre d'autres vidéos de formation agricole qui répondent à leurs besoins réels. Les facteurs socio-

économiques pouvant influencer le consentement à payer des agriculteurs sont : le genre, le niveau d'instruction, la fréquence des visites du conseiller agricole, l'accès au crédit agricole, le nombre d'années d'expérience dans le domaine agricole et la localité.

Ces résultats pourraient ouvrir la voie à l'autofinancement des services agricoles et à l'émergence de services privés de vulgarisation agricole pour assurer la pérennité des services de vulgarisation agricole.

Les résultats obtenus sont conformes à ceux de plusieurs travaux scientifiques. Plusieurs études ont montré que les agriculteurs consentent à payer pour des biens et services s'ils y perçoivent un intérêt. De même, des études basées sur la Méthode d'Evaluation Contingente ont montré que les caractéristiques socio-économiques des agriculteurs déterminent leur consentement à payer pour l'obtention de divers biens ou services. Des études ultérieures pourraient alors s'intéresser à l'impact de ces diverses approches de financement des services de vulgarisation agricole sur la productivité des agriculteurs et les performances du système de vulgarisation. Il serait aussi intéressant de faire des études ultérieures pour mesurer la capacité réelle des agriculteurs à payer les services agricoles.

L'originalité de la présente étude est qu'elle utilise la Méthode d'Evaluation Contingente pour un service qui est resté longtemps par le passé public et gratuit.

REMERCIEMENTS

Nous remercions l'ONG Access agriculture pour avoir financé cette étude. Nous remercions également tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la publication de cet article.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Afful, D. B. & Lategan, F. S. (2014). User contributions and public extension delivery modes: Implications for financial sustainability of extension in South Africa. *S. Afr. J. Agric. Ext.*, 42, pp. 39-48.
- Afful, D. B. (2012). Payment for the delivery of public agricultural extension services: A needs-based analysis of medium and small-scale commercial crop farmers in the free-state province of South Africa. Doctorate thesis in Agricultural Extension, Faculty of Science and Agriculture, University of Fort Hare, South-Africa, 340 p.
- Afful, D. B., Obi, A. & Lategan, F. S. (2014). Understanding situational incompatibility of payment

- for the delivery of public extension services. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 6(4), pp. 140-148.
- Akaichi, F., Nayga, Jr, R. M. and Gil, J. M. (2012). Assessing Consumers' Willingness to Pay for Different Units of Organic Milk: Evidence from Multi-unit Auctions. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 60: 469-494. doi:10.1111/j.1744-7976.2012.01254.x
- Anderson, J. R. (2008). Agricultural Advisory Services, Background paper for World Development Report 2008, Agriculture for Development, World Bank, Washington DC.
- Budak, D. B., Budak, F. and Kaçira, Ö. Ö. (2010). Live-stock producers' needs and willingness to pay for extension services in Adana province of Turkey. *African Journal of Agricultural Research* 5(11): 1187-1190.
- Desjeux, Y. (2009). Le conseil en agriculture : Revue de littérature et analyse des dispositifs de conseil. <hal-00436050v2>.
- Dinar, A. & Keynan, G. (2001). Economics of paid extension: Lessons from experience in Nicaragua. *American Journal of Agricultural Economics*, 83(3), pp. 769-770.
- Dinar, A. (1996). Extension Commercialization: How much to charge for extension services. *American Journal of Agricultural Economics*, 78(1), pp.1-12.
- Dong, H., Kouyaté, B., Cairns, J., Mugisha, F. & Sauerborn, R. (2002). Willingness to pay for community based insurance in Burkina Faso. *Health Economics*, 12, pp. 849-862.
- Dror, D. M., Radermacher, R. & Koren, R. (2006). Willingness to pay for health insurance among rural and poor persons: Field Evidence from seven micro health insurance units in India. *Health Policy*, 82(1), pp. 12-27.
- Elbakidze, L., Nayga, R. M. and Li, H. (2013). Willingness to Pay for Multiple Quantities of Animal Welfare Dairy Products: Results from Random Nth-, Second-Price, and Incremental Second-Price Auctions. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 61: 417-438. doi:10.1111/j.1744-7976.2012.01263.x
- Faure, G., Desjeux, Y. & Gasselin, P. (2010). Synthèse bibliographique des recherches sur le conseil en agriculture à travers le monde. Colloque SFER, Conseil en agriculture : acteurs, marchés et mutations, 14 et 15 octobre 2010 à AgroSup Dijon, 22 p.
- Feder, G., Willet, A., Zijp, W. (1999). Agricultural Extension: Generic challenges and some ingredients for solutions, World Bank Research Working World Bank, Washington DC, 2129 p.
- Fei, X. & Hiroyuki, T. (2000). Fee-charging extension in China: Implications and Function. *Journal of Extension Systems*, 16, pp. 58-67.
- Gandhi, R., Veeraraghavan, R., Toyama, K. & Ramprasad, V. (2008). Digital Green: participatory video and mediated instruction for agricultural extension. Los Angeles, USA: USC Annenberg School for Communication, http://www.africangreenrevolutionconference.com/papers/Microsoft_Digital-green_ictd_up date.pdf, (24/01/2014).
- Groupe de Neuchâtel (2002). Note de cadrage sur le financement du conseil agricole et rural. Lindau, Groupe de Neuchâtel.
- Hoang, D. T., Igel, B. & Laosirihongthong, T. (2006). The impact of total quality management on innovation: Findings from a developing country. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 23(9), pp. 1092-1117.
- Holloway, G. J. & Ehui, S. K. (2001). Demand, supply, and Willingness-To-Pay for extension services in an Emerging-Market Setting. *American Journal of Agricultural Economics*, 83, pp. 764-768.
- Houéyissan, S. (2006). Déterminants des choix et de la volonté de payer les semences des variétés améliorées de riz dans le Département des Collines. Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 94 p.
- Keynan, G., Olin, M., & Dinar, A. (1997). Cofinanced public extension in Nicaragua. *The World Bank Research Observer*, 12(2), pp. 47-225.
- Mao, Z. (2000). Farmer's willingness to pay for cooperative medical system. Research paper 167. Department of Health Economics School of Public Health, West China University of Medical Sciences.
- Mataria, A., Giacaman, R., Khatib, R. & Moatti, J. P. (2006). Impoverishment and patient's willingness and ability to pay for improving the quality of health care in Palestine: An assessment using the contingent valuation method. *Health Policy*, 75(3), pp. 312-328.
- Monsi Agboka, F. (2007). Estimation de la valeur économique des biens non commercialisés : cas des plantes utilisées pour soins gynécologiques dans les terroirs autour de la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Thèse d'ingénieur agronome, FSA/UAC, Bénin, 100 p.
- Moussa, I. M. (2006). Impact of privatization of advisory services on agricultural knowledge and information systems: Evidence from "LEC" knowledge management in Banikoara, Benin. *Quarterly Bulletin of IAALD*, 51(4), pp. 208-214.
- Mwaura, F., Muwanika, F. R. and Okoboi, G. (2010). Willingness to pay for extension services in Uganda among farmers involved in crop and animal husbandry. Contributed Paper presented at the Joint 3rd African Association of Agricultural Economists (AAAE) and 48th Agricultural Economists Association of South Africa (AEASA) Conference, Cape Town, South Africa, September 19-23, 2010.
- N'Guessan, C. F. J. (2006). La contribution des ménages ruraux au financement de l'Assurance Maladie Universelle en Côte d'Ivoire : Une analyse comparée des modèles Tobit censuré et Tobit généralisé. Séminaire mensuel du CIREs.

- Norton, D. N. (2005). Politiques de développement agricole : concepts et expériences. Rome, Italie, FAO, pp. 532-554.
- Okry, F., Van Mele, P. & Houinsou, F. (2014). Forging New Partnerships: Lessons from the Dissemination of Agricultural Training Videos in Benin. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, DOI: 10.1080/1389224X.2013.783495, <http://dx.doi.org/10.1080/1389224X.2013.783495>.
- Onoh, P. A., Omeire, C. O., Echetama, J. A., Ukpogson, M. A., Ugwoke, F. O., Ejiogu-Okereke, E. N., Onoh, A. L. and Agomuo, C. I. (2014). Analysis of Livestock Farmers Willingness to Pay for Agricultural Extension Services in South East Nigeria. *Journal of Agriculture and Veterinary Science* 7 (7): 55-60.
- Rivera, W. M., Qamar, M. K. & Van Crowder, L. (2001). Agricultural and Rural Extension Worldwide: Options for Institutional Reform in the Developing Countries. Rome, Italie, FAO, 51 p.
- Robin, S., Rozan, A. & Ruffieux, B. (2007). Mesurer les préférences du consommateur pour orienter les décisions des pouvoirs publics : l'apport de la méthode expérimentale. *Economie et Prévision*, 182, 2008-1, pp. 113-127.
- Shekara, C. (2001). Private Extension: The India Way, in P.C. Hekara (ed.), Private Extension: Indian Experiences, National Institute of Agricultural Extension Management (MANAGE), Hyderabad.
- Wang, H., Yip, W., Zhang, L., Wang, L. & Hsiao, W. (2005). Community based health insurance in poor rural China: The distribution of net benefits. The London School of Hygiene and Tropical Medicine.
- Woodard, J. (2012). Intégrer la vidéo à moindre coût dans les projets de développement agricole : un kit destiné aux experts.
- Yovo, K. (2010). Consentement à payer les biopesticides : une enquête auprès des maraîchers du littoral au sud-Togo. *Tropicicultura*, 28(2), pp 101-106.
- Zossou, E. (2013). Etude d'impact de l'apprentissage par la vidéo et la radio rurale sur la transformation à petite échelle du riz local au Bénin. Thèse de Doctorat, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique, 215 p.
- Zossou, E., Van Mele, P., Vodouhe, S. D. & Wanvoeke, J. (2009). The Power of Video to Trigger Innovation: Rice Processing in Central Benin. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(2), pp. 119-129.



Déterminants de l'adaptation des agriculteurs aux changements climatiques dans les zones du Nord Bénin et du Sud Niger

Rosaine Nérice YEGBEMEY^{1,2*}, Soule El-hadj IMOROU^{1,2}, Dossou Ghislain Boris AÏHOUNTON¹, Jacob Afouda YABI^{1,2}, Thierry A. KINKPE¹, Michel ATCHIKPA¹

¹ Laboratoire d'Analyse et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES),
Université de Parakou, BP 123 Parakou, Benin

² Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123 Parakou, Benin

Emails : rosaine.yegbemy@fa-up.bj ; imorousoule@gmail.com ; aihountong@gmail.com ; jacob.yabi@gmail.com ; kinthagosagro@gmail.com ; michelatchikpa@gmail.com

Reçu le 23 Juillet 2020 - Accepté le 5 Novembre 2020 - Publié le 31 Décembre 2020

Determinants of farmers' adaptation to climate change in the areas of North Benin and South Niger

Abstract: Climate change is emerging today as a phenomenon that compromises agriculture and food security. This study analyses the socio-economic drivers of the adoption of climate change adaptation strategies among farmers in high vulnerability areas of Benin and Niger. In this perspective, data relating to the socio-economic characteristics of producers, their perceptions of climate change and the adaptation strategies developed by them have been collected. The study sample involved of 280 producers of corn and cotton in North Benin, corn and cotton in North Benin and 70 producers of millet in South Niger selected randomly. Using Stata 13, the analyses show that 99.82% of the producers surveyed perceived climate change and 90.88% used adaptation options. The different adaptation options are (1) crop diversification, (2) adjustment of cropping calendar and cropping practices, (3) land use strategies and (4) other adaptations that include prayers and traditional rituals, agricultural credit and migrations of producers. The results of the Logit model used indicate that secondary activity, the number of agricultural workers, contact with an agricultural extension service, and the type of production practiced are the determinants of the producer's adaptation to climate change. These factors, which therefore play a catalytic or inhibiting role in the adaptation process, would constitute key elements for the implementation of adaptation policies to climate change.

Keywords: Perception, Climate change, determinants of adoption, adaptation strategies, North Benin, South Niger.

Résumé : Les changements climatiques représentent de nos jours un phénomène qui compromet l'agriculture et la sécurité alimentaire. La présente étude s'est intéressée à l'analyse des facteurs socio-économiques qui influencent l'adoption de stratégies d'adaptation aux changements climatiques par les producteurs agricoles dans les zones à haute vulnérabilité du Bénin et du Niger. Dans cette perspective, des données relatives aux caractéristiques socio-économiques des producteurs, à leur perception du changement climatique et aux stratégies d'adaptation développées par eux ont été collectées. L'échantillon de l'étude était composé de 280 producteurs de maïs et de coton au Nord Bénin et de 70 producteurs de mil au Sud Niger sélectionnés de façon aléatoire. Des statistiques descriptives et des modèles de régression étaient les principaux outils d'analyse utilisées avec le logiciel Stata 13. Il ressort de l'étude que 99,82% des producteurs enquêtés ont perçu les changements climatiques et 90,88% ont utilisé des options d'adaptation. Les différentes options d'adaptation sont (1) la diversification culturelle, (2) l'ajustement du calendrier culturel et des pratiques culturelles, (3) les stratégies d'utilisation des terres et (4) d'autres adaptations qui regroupent les prières et rituels traditionnelles, le crédit agricole et les migrations de producteurs. Les résultats du modèle Logit utilisé indiquent que l'activité secondaire, le nombre d'actifs agricoles, le contact avec un service de vulgarisation agricole, le type de production pratiquée sont les déterminants de l'adaptation du producteur aux

changements climatiques. Ces facteurs qui jouent donc un rôle catalyseur ou inhibiteur du processus d'adaptation constitueraient des éléments clés pour la mise en œuvre des politiques d'adaptation aux changements climatiques.

Mots clés : Perception, changements climatiques, déterminants d'adoption, stratégies d'adaptation, Nord-Bénin, Sud-Niger.

1. Introduction

Dans la plupart des pays en voie de développement, l'agriculture occupe une place importante dans la croissance de l'économie et dans la sécurité alimentaire. Dans ces pays, l'agriculture dont le rôle est de fournir de la nourriture en quantité et qualité adéquates pour assurer la sécurité alimentaire globale est essentiellement pluviale et fortement dépendante de facteurs environnementaux et climatiques (Rawski, 2020). À ce jour, de nombreux effets négatifs des changements climatiques sur la production agricole sont de plus en plus évidents impliquant de graves problèmes pour la sécurité alimentaire (Gemenne et al., 2017).

Au Bénin par exemple, les projections climatiques d'ici 2100 prévoient que les précipitations resteront plus ou moins stable (0,2% de variation) dans la partie Sud du pays mais réduiront d'environ 13 à 15% dans la partie Nord (Noudomessi, 2019). La température quant à elle augmentera de manière générale entre 2,6°C et +3,2°C (MEHU, 2011). Au Niger, les précipitations mensuelles moyennes augmenteront par rapport à la normale climatologique sur la période 2010-2039 dans toutes les stations à l'exception de Tillabéri et Niamey qui feront face à une baisse des précipitations (Nassourou et al., 2018). Ces changements visibles ou perceptibles ne sont qu'une partie visible d'un iceberg bien plus géant (Bouchard et Goudo, 2009). Selon la FAO (2010), les changements climatiques apparaissent comme une nouvelle contrainte physique et environnementale pour l'agriculture qui pourrait également influencer sur la répartition agro-climatique des populations de ravageurs des cultures insectes, mauvaises herbes et maladies avec pour conséquence la réduction de la productivité agricole.

Des études conduites dans plusieurs pays ont révélé que les changements climatiques auront si non ont déjà des impacts négatifs sur la production agricole. Au Bénin par exemple, en explorant les relations entre le climat et l'agriculture, Paeth et al., (2008) ont prédit une baisse de la production agricole avec une réduction allant de 5% à 20% selon la spéculation considérée. En utilisant les données de séries chronologiques sur les précipitations, la production et d'autres phénomènes

météorologiques et les données agronomiques pour le Niger, Mohamed et al. (2002a, b) ont montré que d'ici à 2025 les changements climatiques pourraient réduire la production de mil de 13%, l'arachide de 11% à 25%, et le niébé de 30%.

Face aux enjeux des changements climatiques, il est important de renforcer les capacités d'adaptation des producteurs. Pour Deressa et al. (2011) et Yegbemey et al. (2014), la perception des producteurs conditionne leur adaptation. Autrement dit, il faut percevoir avant de s'y adapter. De ce fait, la perception semble être une pré-condition à l'adaptation (Atchikpa et al., 2018). Ainsi, toute étude socio-économique qui se veut efficiente devrait intégrer aussi bien la perception que l'adaptation des producteurs. Gbetibouo (2009), Deressa et al. (2009), Nhemachena et al. (2014), Yegbemey et al. (2014), Atchikpa et al., (2017) comme bien d'autres auteurs ont conduit des travaux sur les perceptions et adaptations des producteurs aux changements climatiques. Ceci pourrait conduire à la conclusion qu'il y a une littérature extensive sur ces thématiques. Néanmoins, les changements climatiques étant un phénomène dynamique et que de nombreuses options d'adaptations demeurent inefficaces, il s'avère impérieux de renforcer les connaissances existantes afin de contribuer à la résilience durable des ménages agricoles.

2. Matériel et méthodes

2.1. Zone d'étude et raisons du choix

La recherche a été conduite dans les régions Nord du Bénin et Sud du Niger. Les caractéristiques agro-écologiques de ces zones les rendent très vulnérables aux effets néfastes du changement climatique. Selon le rapport officiel du MEHU (2001), le Nord Bénin est plus affecté par le changement climatique que le Sud. Par ailleurs pour intégrer l'aspect de sous-région et pour rendre possible des analyses cross-countries, l'étude a été étendue au Sud du Niger, séparée du Nord Bénin par le Fleuve Niger, et qui présentent presque les mêmes caractéristiques géomorphologiques, météorologiques et pédologiques.

Quatre (4) communes au Nord Bénin et une (1) commune au Sud Niger ont été sélectionnées en tenant compte de leur situation géographique de manière à couvrir toutes les régions de même que les zones agro-écologiques y existantes ; de l'acuité du problème de

* Auteur Correspondant : rosaine.yegbemey@fa-up.bj
Copyright © 2020 Université de Parakou, Bénin

changement climatique ; de l'importance dans la production agricole du pays ; de la représentativité des groupes socioculturels ; et de l'accessibilité pendant la période de l'étude, notamment pendant les travaux de terrain. En suivant ces critères, les communes de Malanville, Banikoara, Kandi et Bembèrèkè ont été sélectionnées dans le Nord Bénin, et seule la commune de Tillabéri au Niger a été prise en compte. En se basant sur les études de Bouchard et Goudo, (2009) et de Aho, (2010) respectivement au Niger et au Bénin, la commune choisie au Niger est celle qui répond le mieux aux mêmes caractéristiques géomorphologiques, météorologiques et pédologiques que le Nord Bénin.

2.2. Echantillonnage et bases de données

Dans chaque commune, deux villages représentatifs des critères utilisés pour choisir les communes ont été sélectionnés comme l'indique le tableau 1. De manière générale, les unités de recherche sont les producteurs de la zone d'étude en général. Seuls les producteurs de maïs et de coton ont été pris en compte au Nord du Bénin et ceux de mil au Sud du Niger. En effet, le maïs et le coton sont les principales cultures emblavées au Nord du Bénin en termes de superficies et temps consacrés à la production agricole. De même, en suivant les mêmes critères, le mil est choisi au Sud Niger (Larwanou et al., 2010). Par village sélectionné, un échantillon de 35 producteurs a été constitué de manière aléatoire et simple. Ce faisant, l'étude a été menée auprès d'un échantillon de 350 producteurs dans l'ensemble de la zone d'étude, soit 280 au Nord Bénin et 70 au Niger.

Tableau 1: Villages sélectionnés et taille de l'échantillon

Région	Commune	Village	Taille de l'échantillon
Nord-Bénin	Malanville	Sakawantegui	35
		Goungoun	35
	Kandi	Angaradébou	35
		Padé	35
	Banikoara	Goumori	35
		Kpako	35
	Bembèrèkè	Wanrarou	35
		Ganro	35
Sud-Niger	Tilabéri	Fandoga	35
		Korozeze	35
	Total		350

2.3. Données collectées et méthodes de collecte

Les données collectées sont celles relatives aux caractéristiques socio-économiques des producteurs enquêtés (sexe, âge, expérience en agriculture, contact avec une structure de vulgarisation, etc.) et celles relatives aux différentes perceptions et adaptations des producteurs au changement climatique. La principale technique de collecte de ces données a été les enquêtes par des interviews structurées et semi-structurées auprès des producteurs échantillonnés. A cet effet, des

questionnaires d'enquêtes ont été élaborés et administrés. Des discussions de groupes, des observations participantes et la triangulation des données ont également été utilisées. La saisie et la gestion de la base des données ont été effectuées avec le logiciel d'analyse statistique Stata 13.

2.4. Spécification du modèle de régression Logit utilisé

De façon générale, les modèles Probit et Logit sont plus utilisés dans la littérature pour identifier les déterminants de l'adoption d'une technologie (Kassie et al., 2013; Khonje, 2018; Khonje, 2015; Yegbemey et al., 2014). Dans ce courant de littérature sur l'adaptation au changement climatique, les deux types de modèles ont été aussi largement utilisés. Hassan et Nhemachena, (2008) ; Gbetibouo, (2009), et Nhemachena et al. (2014) se sont basés sur des modèles probit ou logit pour identifier les déterminants du niveau d'adaptation des producteurs. Pour l'ensemble de ces études, l'adaptation du producteur au changement climatique est sous l'influence de ses caractéristiques socio-économiques et démographiques. En se basant sur la présente hypothèse, l'adaptation (A_i) du producteur i au changement climatique serait déterminé par ses caractéristiques socio-économiques et démographiques (Z_i).

Selon Becerril et Abdulai (2010), Makaiko et al. (2014), la décision d'adopter une technologie est modélisée dans un courant d'utilité aléatoire. Considérant A^* la différence entre l'utilité d'adopter (U_{IA}) et l'utilité de ne pas adopter son système de production au changement climatique (U_{IN}) ; le producteur choisit de s'adapter au changement climatique si :

$$A^* = U_{IA} - U_{IN} > 0$$

La variable latente A^* peut être définie comme suit :

$$A_i^* = \beta Z_i + \mu_i$$

avec $A_i = 1$ si $A^* > 0$ et 0 pour le cas contraire.

Par la suite, les variables explicatives éventuelles telles que l'accès à l'éducation, l'activité secondaire, le nombre d'actifs agricoles, l'expérience dans l'agriculture, le contact avec une structure de vulgarisation, l'alphabétisation, le type de production ont été introduites dans le modèle pour analyser la décision d'adaptation des producteurs.

3. Résultats et discussion

3.1. Caractéristiques socioéconomiques des enquêtés

Les caractéristiques socioéconomiques des enquêtés sont résumées dans le tableau 2. L'analyse dudit tableau indique que la majorité des producteurs enquêtés sont des hommes dans l'ensemble des deux régions d'études. Le taux de scolarisation est faible dans la zone d'étude. Par contre, nombreux sont les producteurs qui sont en contact avec une structure de vulgarisation. Cela se trouve justifier au Bénin par le fait que l'échantillon a concerné simultanément aussi bien les producteurs de coton que de maïs et que la culture cotonnière est sous le contrôle des structures de vulgarisation étatiques et privées. Il en est de même de la proportion de producteurs membres d'un groupement de producteurs. Plus de la moitié (55,4%) des producteurs disposent d'une activité secondaire. Compte tenu de l'importante quantité de main d'œuvre que nécessite les productions de coton et de maïs au Nord-Bénin, les ménages ruraux possèdent plus d'actifs agricoles que ceux du Sud-Niger.

Tableau 2 : Statistiques descriptives des caractéristiques socioéconomiques des enquêtés

Zones	Nord-Bénin	Sud-Niger
Variables qualitatives		
Fréquences relatives (%)		
Féminin	7,6	7,10
Masculin	92,40	92,90
Accès à l'éducation	27,3	28,6
Contact avec une structure de vulgarisation	88,10	52,90
Activité secondaire	55,4	65,70
Appartenance à un groupement	88,80	70
Variables quantitatives		
Moyenne (Ecart type)		
Age	41,46 ($\pm 12,07$)	47,27 ($\pm 13,32$)
Expérience en agriculture	18,90 ($\pm 15,31$)	25,30 ($\pm 15,01$)
Actifs Agricoles	9,23 ($\pm 5,44$)	4,371 ($\pm 2,92$)
Taille du ménage	12,99 ($\pm 7,93$)	6,285 ($\pm 3,12$)

Source : Résultats d'analyse de données 2014.

3.2. Perception des producteurs des changements climatiques

La perception du producteur aux changements climatiques apparaît comme un élément fondamental dans son processus d'adaptation.

La figure 1 présente les fréquences de perception des enquêtés par zone d'étude. Le premier niveau d'analyse révèle que tous les producteurs du Sud Niger (100%) ont perçu les changements climatiques tandis qu'au Bénin, 99,64% de producteurs ont perçu lesdits changements. Ceci peut s'expliquer par le fait que les producteurs des zones d'études du Niger et du Bénin sont plus exposés aux changements climatiques. Dans l'ensemble le changement climatique est effectif et est bien

perçu par les producteurs de la zone d'étude. Ce niveau de perception élevé est congruent avec les travaux de Dang et al. (2013) qui ont révélé que les producteurs sont devenus conscient de la variabilité climatique. Il en est de même de Yegbemey et al. (2014) qui avaient obtenu des fréquences de perception élevée des changements climatiques au Nord Bénin. Au regard de ces fréquences élevées, il s'avère important d'étudier l'aperception des producteurs sur les facteurs climatiques afin de porter un jugement sur leur niveau de perception et plus loin sur leurs capacités d'adaptation.

3.3. Perception des changements climatiques selon les paramètres climatiques

Les changements climatiques sont perçus dans la zone d'étude par les changements notifiés dans les paramètres climatiques. Les paramètres climatiques évoqués sont relatifs aux précipitations, à la température, au vent et à des changements intervenus dans l'environnement de l'homme. L'analyse de la perception sur les facteurs climatiques par zone d'étude montre que les producteurs de l'ensemble de la zone d'étude ont perçu des changements dans les paramètres climatiques sur l'ensemble des dix dernières années. Pour ce qui est des changements observés au niveau de la pluviométrie, tous les producteurs du Sud Niger (100%) ont perçu un tel changement contre 99,64% au Nord Bénin.

La température et le vent ont aussi été perçus par tous les producteurs du Niger comme ayant changé, cependant les taux de perceptions des changements au Nord Bénin sont respectivement de 95,70% et de 96,06%.

En dépit de ces facteurs, d'autres facteurs ayant changé ont été mentionnés par 68,56% et 14,29% des producteurs respectivement au Nord Bénin et au Sud Niger. Les résultats de cette étude ont confirmé ceux de Yegbemey et al. (2014) et de Gnanglè et al. (2012) qui sont parvenus à la conclusion selon laquelle les producteurs perçoivent principalement le changement climatique par la variation dans les précipitations, la température, le vent et d'autres changements comme l'apparition et la disparition des certaines espèces animales ou végétales

Une analyse plus approfondie desdits facteurs climatiques a conduit à déterminer les fréquences des modifications observées par les producteurs dans les facteurs ou paramètres climatiques.

3.4. Modifications observées au niveau des facteurs climatiques

Les producteurs des deux régions ont mentionné des modifications observées qui témoignent de leur perception du changement dans les facteurs climatiques. Le tableau 3 présente les fréquences desdites modifications. L'analyse du tableau nous indique qu'au Bénin comme au Niger, les producteurs perçoivent majoritairement le changement de précipitation à travers des modifications dans les précipitations telles que la

diminution des précipitations, la modification de la fréquence et de la répartition des précipitations, le retard de pluie, les pluies précoces, l'arrêt précoce des pluies, les poches de sécheresse et les modifications au niveau de la fréquence des inondations. Quant à la température, l'augmentation de la température et le changement d'intervalle ont été les changements perçus par les producteurs de l'ensemble de la zone d'étude corroborant ainsi avec les travaux de Le Dang *et al.* (2013). Dans l'ensemble, les diverses perceptions obtenues ont corroboré avec celles de Comoé et Siegrist (2013) dans leurs travaux sur les perceptions et adaptations des producteurs au changement climatique au Centre et Nord de la Côte d'Ivoire. Ces auteurs avaient obtenu que 77% des producteurs avait perçu la hausse de températures et 75% de forte réduction des précipitations sur l'ensemble des 10 dernières années. Ofuoku (2011) pour sa part avait identifié la hausse des températures, les retards de pluie, les pluies sporadiques et l'augmentation de la fréquence des inondations comme principales

perceptions des producteurs dans l'Etat du Delta au Nigeria.

D'autres modifications relatives à l'environnement immédiat des producteurs ont été perçues par ces derniers dans la zone d'étude. Il s'agit de l'augmentation des maladies de cultures du fait de la sécheresse prononcée ou de l'inondation induisant le ralentissement de la croissance de la plante, des vents forts et violents, du changement d'intervalle et du changement dans les populations d'animaux, d'insectes, et de végétaux. Comoé et Siegrist (2013) avaient également mis l'accent sur l'augmentation des populations d'insectes et des mauvaises herbes comme perceptions des producteurs.

3.5. Stratégies d'adaptations

Les producteurs du Nord Bénin et du Sud Niger qui ont perçu le changement climatique, ont développé des stratégies d'adaptation afin de garantir des récoltes pouvant subvenir aux besoins de leur ménage. La figure 4 illustre les fréquences d'adaptation observées au Nord Bénin et au Sud Niger.

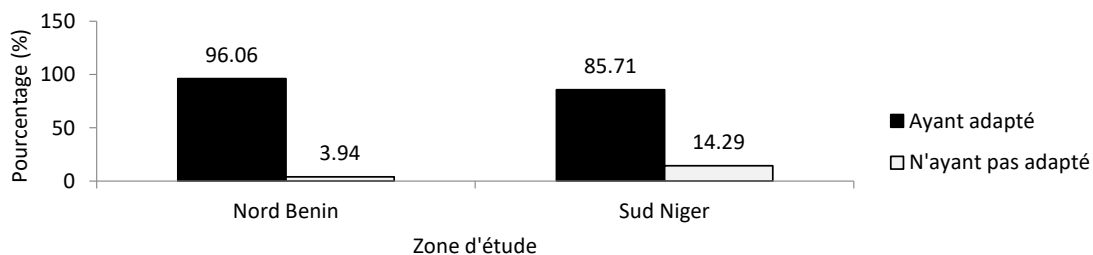


Figure 1 : Fréquences d'adaptation dans la zone d'étude

De la figure 1 qui présente la fréquence d'adaptation aux changements climatiques perçus, il ressort que 96,06%, et 85,71% respectivement d'enquêtés au Nord-Bénin et Sud-Niger se sont adaptés dans l'optique de garantir leurs moyens de subsistance. Ces résultats traduisent donc que l'adaptation est capitale pour les producteurs du fait de leur dépendance de l'agriculture pluviale. Les non adoptants respectivement 3,94% au Nord Bénin et 14,29% au Sud Niger comme le soulignent déjà les travaux de Deressa *et al.* (2009) dans le bassin du Nil en Ethiopie, mentionnent aussi le manque d'informations sur les stratégies d'adaptation et les contraintes financières comme principales barrières à ladite adaptation.

En suivant les travaux de Yegbemey *et al.*, (2013), les stratégies répertoriées lors de l'étude ont été regroupées en quatre classes en fonction des similarités et de la nature des ressources qu'elles impliquent à savoir : (1) diversification des cultures ou variétés de cultures, (2) ajustement des pratiques culturales et du calendrier

agricole, (3) stratégies d'utilisations des terres et (4) autres adaptations comme les prières et rituels traditionnels, le crédit, les migrations des producteurs. D'autant plus que les stratégies d'adaptation varient en fonction des cultures, les figures 2, 3 et 4 présentent les fréquences d'adoption de ces stratégies suivant les cultures et la zone d'étude.

L'analyse de la figure 2 nous indique que les stratégies d'ajustement du calendrier culturel et des pratiques agricoles sont les plus utilisées au Nord Bénin dans les systèmes de production de maïs. Cette prédominance de ce groupe (97,13% des enquêtés) est dû au fait que ce type de stratégie touche directement les itinéraires techniques de production, les plus concernés par le producteur, où il décide compte tenu de son expérience dans la production d'allouer ses ressources productives en vue de maximiser son rendement. Ensuite viennent les stratégies d'utilisation des terres (72,04%), les stratégies de diversification culturale (49,46%) et les autres adaptations comme les prières et rituels traditionnels, le

crédit agricole et les migrations (43,01%). Ces diverses fréquences d'adoption constatées ont corroboré avec celles enregistrées par Yegbemey et *al.* (2014) dans le Nord Bénin. Les stratégies de diversification culturale ne sont pas majoritairement considérées par les producteurs du fait qu'elles nécessitent une intervention externe, c'est à dire des structures d'aide au développement agricole et rural pour apporter aux producteurs des variétés de cultures plus adaptées au changement climatique. Dans le dernier groupe, le crédit agricole

joue aussi un rôle important dans la réussite de la campagne agricole au niveau producteur. Il utilise le crédit agricole pour s'approvisionner en ressources productives, obtenir de la main d'œuvre extérieure et gérer au mieux son exploitation dans l'optique de couvrir les périodes de bonne précipitation avant que les instabilités de pluies ne surviennent. Cette prédiction est aléatoire puisqu'il n'existe pas de services d'aide aux producteurs dans la connaissance des données météorologiques.

Tableau 3 : Perception des modifications dans les facteurs climatiques

Modifications observées	Nord Bénin (%)	Sud Niger (%)
Précipitation		
Diminution	96,06	100
Répartition	88,53	52,86
Retards de pluie	79,57	97,14
Pluies précoces	43,73	52,86
Arrêts précoces des pluies	86,74	95,71
Poches de sécheresse	84,95	70
Fréquence inondation	55,20	50
Température		
Augmentation	86,38	94,29
Changement d'intervalle	26,42	20,79
Vent		
Vents plus forts	12,54	5,71
Autres changements		
Augmentation maladies des cultures	49,46	87,17
Reduction population d'insectes	62,01	50
Apparition animaux et végétaux	14,05	17,14
Disparitions des végétaux	30,11	95,71

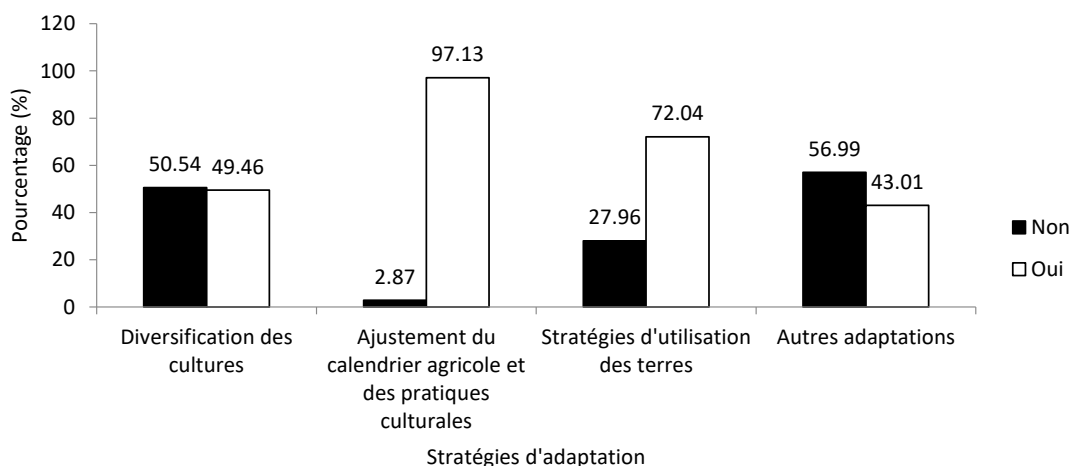


Figure 2 : Stratégies d'adaptation des producteurs de maïs au Nord Bénin

La figure 3 illustre le cas des fréquences de stratégies d'adaptations utilisées par les producteurs de coton au Nord Bénin.

L'analyse de la figure 3 indique que les stratégies d'ajustement du calendrier culturel et des pratiques culturales sont les plus adoptées par les producteurs de coton au Nord Bénin. La raison fondamentale rejoint celle précédemment élucidée pour la production du maïs dans cette région. Les producteurs sont imprégnés de l'effet des pesticides et des engrais dans la maximisation du profit et sur la base de leur expérience dans la production, font des choix rationnels pouvant induire un profit considérable en tenant compte des précipitations. Il va s'en dire que l'adaptation à porter de main

du producteur est l'ajustement de ses pratiques culturales et de son calendrier agricole. En dépit de cette adaptation, les producteurs font beaucoup recours au crédit agricole ; stratégie prioritaire du groupe des autres adaptations. Ledit crédit leur est facilement octroyé par la Caisse locale de Crédit Agricole de leur localité sous fond de garantie. Aussi l'Etat offre des subventions et des crédits agricoles aux producteurs de coton. Le changement climatique suggère donc que des dispositions nouvelles soient prises de façon ponctuelle et rapide si l'objectif visé est la maximisation du profit agricole, d'où l'importance accordée au crédit agricole pour la mobilisation rapide des ressources de production indispensables à une probable adaptation.

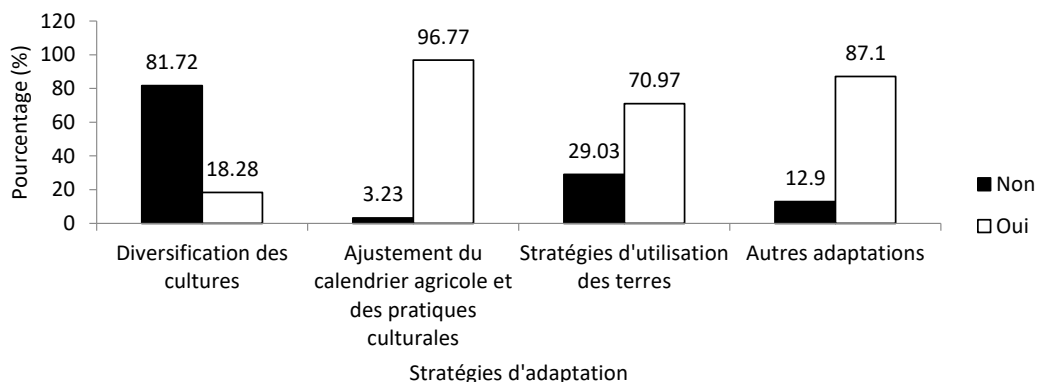


Figure 3 : Stratégies d'adaptation répertoriées des producteurs de coton au Nord Bénin

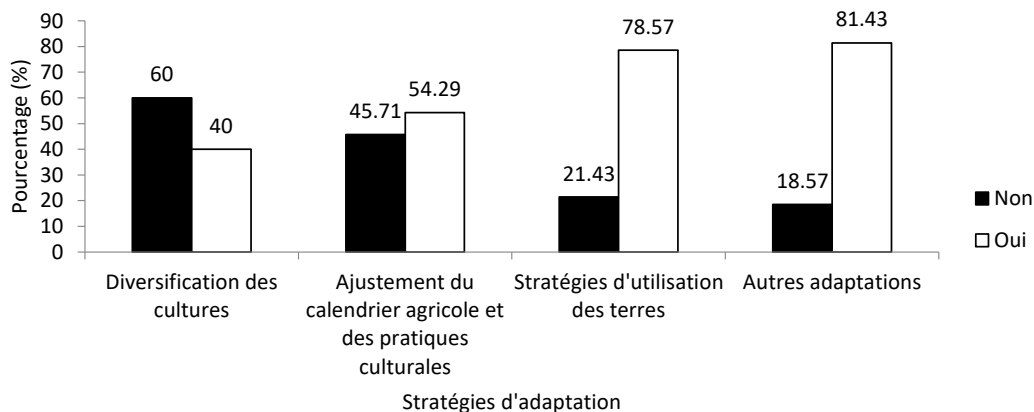


Figure 4 : Stratégies d'adaptation répertoriées des producteurs de Mil au Sud Niger

Les stratégies d'utilisation des terres (70,97% des enquêtés) sont aussi d'une importance capitale chez les producteurs de coton du Nord Bénin. Ces derniers se basent sur l'agroforesterie (parcs à karité de Bembèrèkè par exemple) et des pratiques qui visent la conservation de la structure du sol. Enfin la diversification culturale (18,28% des enquêtés) a été adoptée par une minorité de producteurs de coton du Nord Bénin.

Enfin la figure 4 illustre les adaptations utilisées au Sud du Niger dans la Production du mil.

De l'analyse de la figure 4, il ressort qu'en production du mil au Sud Niger, les producteurs adoptent majoritairement les "autres stratégies d'adaptation" telles que la migration, le crédit agricole et prières. Le mil est connu comme une plante plus rustique que le maïs et son adaptation au changement climatique paraît plus aisée. Toujours est-il que l'objectif de maximisation du profit amène à penser aux adaptations qui pourraient y jouer significativement un rôle. Ensuite les stratégies d'utilisation des terres (78,57% des enquêtés) pour la conservation de l'humidité du sol et la protection des cultures contre les intempéries climatiques ont été mentionnées par les producteurs, et ceux du fait de la vulnérabilité de leurs terres au changement climatique en question. La stratégie d'ajustement du calendrier culturel et des pratiques culturales (54,29% des enquêtés) n'a pas enregistré un nombre élevé d'adoptants du fait de la nature de la culture du mil et des ressources productives non exigeantes comparées au maïs et au coton qu'elle implique. Enfin, la diversification culturale a été mentionnée par 40% des producteurs enquêtés comme faisant partie des adaptations qu'ils utilisent.

De façon générale, ces diverses adaptations rejoignent celles obtenues par bien d'autres notamment Deressa *et al.* (2009), Yegbemey *et al.* (2014) et Nhemachena *et al.* (2014) dans leurs travaux sur les adaptations des producteurs au changement climatique et

ont reporté des stratégies telles que l'utilisation des variétés précoces et le changement des doses d'engrais, l'ajustement du calendrier agricole par le changement des dates de semis et des opérations culturales. De même, Eakin *et al.* (2014) ont reporté des options d'adaptations similaires en Méso-Amérique telles que le changement dans l'allocation de la terre, la modification des opérations culturales, la diversification culturale, la diversification des activités génératrices de revenus, le changement de variété culturale.

3.6. Déterminants de l'adaptation du producteur au changement climatique

Avant d'en venir à une adaptation effective, il est important d'identifier les facteurs qui déterminent l'adaptation des producteurs au changement climatique. La régression logistique n'étant pas significative dans les paramètres pour les déterminants de la décision d'adaptation au Nord Bénin en raison de la similarité des caractéristiques des producteurs qui s'y adaptent ou non et du taux élevé des adoptants, elle a été utilisée pour l'identification des probables déterminants de l'adaptation du producteur au changement climatique au Sud Niger. Les résultats de cette analyse de régression sont consignés dans le tableau 4.

Le tableau 4, nous indique que le modèle est globalement significatif à 1% (Prob > F = 0,003). Quant au pouvoir explicatif du modèle, 51,1% des variations de la variable dépendante sont expliquées par les variations des variables explicatives. Le nombre d'actifs agricoles possédés par le ménage, le contact avec un service de vulgarisation et l'exercice d'une activité secondaire sont significatives à 10%. La production d'une légumineuse et celle du riz, variables utilisées comme proxy pour le niveau de dépendance des cultures en eau, sont significatives au seuil de 5%.

Tableau 4 : Résultat du modèle de régression logit pour les déterminants de l'adaptation au changement climatique au Sud Niger

Variables	Adaptation au changement climatique		
	Coefficient	Erreur Type T	P>t
Accès à l'éducation	0,411	1,219	,736
Activité secondaire	2,618*	1,575	0,096
Nombre d'actifs agricoles	0,783*	0,441	0,076
Expérience dans l'agriculture	0,029	0,040	0,459
Contact avec les services vulgarisation	2,383*	1,431	0,096
Alphabétisation	0,046	0,608	0,940
Production de légumineuse	-3,569**	1,479	0,016
Production de riz	2,4**	1,521	0,038
Constante	-3,152	1,466	0,756
Résumé du modèle	Nombre d'observations = 280 Chi2 = 23,574 Degré de liberté (ddl) = 8 Prob > F = 0,003 McFadden Pseudo R ² = 0,51		

*** significatif à 1% ; ** significatif à 5% ; * significatif à 10%

3.6.1. Contact avec un service de vulgarisation

Le contact avec un vulgarisateur a un impact positif et significatif à 10% sur la décision d'adaptation du producteur au changement climatique. Autrement dit, le contact avec un agent vulgarisateur augmente la probabilité du producteur de s'adapter au changement climatique. Cette corrélation positive paraît normale d'autant plus qu'un agent vulgarisateur constitue pour le producteur, une source d'information sur les techniques culturales à même d'augmenter ses performances. Ainsi, le producteur par le biais de son contact avec les Structures de Développement Agricole obtient des technologies agricoles et des conseils sur les options d'adaptation nécessaires à l'amélioration de sa production. Gbetibouo (2009), dans le bassin Limpopo en Afrique du Sud et Nhemachena et al.(2014) dans leur étude en Zambie, Zimbabwe et Afrique du Sud avaient trouvé que l'accès du producteur aux services de vulgarisation facilite son adaptation au changement climatique. Il en est de même avec les résultats des travaux menés par Yegbemey et al. (2014) dans l'adaptation des producteurs de maïs face au changement climatique au nord Bénin.

3.6.2. Activité secondaire

Quant à l'activité secondaire, la corrélation positive et significative avec la décision d'adaptation peut s'expliquer par le fait qu'un producteur exerçant une activité secondaire dispose des ressources financières lui permettant d'adopter les techniques culturales que nécessitent l'adaptation au changement climatique. Yegbemey et al. (2014) au Nord Bénin avaient déjà mentionné que dans le but de l'adaptation, les revenus issus de l'activité secondaire peuvent être mis à profit pour augmenter le niveau d'investissement dans les intrants tels que la main-d'œuvre, les engrais et pesticides, les nouvelles variétés, etc. De plus, Below et al. (2012) avaient également mis en exergue l'importance du capital financier dans la décision d'adaptation au changement climatique en Tanzanie.

3.6.3. Nombre d'actifs agricoles

Le nombre d'actifs agricoles a un impact positif et significatif sur la décision d'adaptation du producteur au changement climatique au seuil de 10%. Lorsqu'on passe d'un producteur à faible nombre d'actifs agricoles à celui à nombre d'actifs agricoles importants, la probabilité de s'adapter au changement climatique augmente. Un tel producteur dispose de main d'œuvre familiale lui permettant d'intégrer les différentes pratiques culturales susceptibles d'atténuer les effets néfastes du changement climatique.

3.6.4. La production de légumineuse et du riz

L'adaptation au changement climatique varie aussi suivant le fait que le producteur produit du riz ou des

légumineuses en complément aux productions de base. La production de légumineuse a un impact négativement significatif au seuil de 5% sur la décision d'adaptation du producteur au changement climatique au Sud Niger. Cela signifie qu'un producteur cultivant les légumineuses n'est pas sujet à une modification de ces pratiques culturales en vue de s'adapter au changement climatique. Cette relation négative peut être expliquée par le fait que les légumineuses sont rustiques et du fait de leur cycle végétatif non exigeant en humidité, sont peu sensibles aux variabilités climatiques. Ce qui fait que les producteurs cultivant abondamment les légumineuses, ne ressentent pas de façon prononcée les effets néfastes du changement climatique sur leur revenu agricole au point d'ajuster leurs pratiques culturales dans une perspective d'adaptation. Par contre, un producteur de riz, a une probabilité plus élevée de s'adapter au changement climatique. La production du riz est positivement significative au seuil de 5%. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la production du riz est dépendante de grandes quantités d'eau et est donc très vulnérable aux périodes de sécheresses, ce qui stimule le producteur à l'adaptation.

5. Conclusion

Les producteurs du Nord Bénin et du Sud Niger perçoivent le changement climatique et développent diverses stratégies pour s'y adapter. La perception des producteurs du risque climatique se traduit par des péjorations pluviométrique et thermique, des vents violents mais aussi par les changements dans les populations de végétaux et animaux. La diversification des cultures ou variétés de cultures, l'ajustement des pratiques culturales et du calendrier agricole, les stratégies d'utilisations des terres et autres adaptations comme les prières et rituels traditionnels, le crédit, les migrations des producteurs sont les options d'adaptations développées par les producteurs. Par ailleurs, les activités secondaires, le nombre d'actifs agricoles, le contact avec un service de vulgarisation agricole, et le type de production déterminent l'adaptation du producteur. Ces facteurs devront attirer l'attention des décideurs dans la mise en œuvre des plans de politiques d'adaptation au changement climatique dans la sous-région Ouest-Africaine. Cette a aussi montré que les perceptions des producteurs dans les deux zones d'études du Bénin et du Niger sont identiques et que les mesures d'adaptation sont quasiment les mêmes stratégies.

REMERCIEMENTS

Les auteurs de cet article remercient le Fonds Africain de Développement (FAD) pour avoir financé cette étude à travers le Projet d'Appui à l'Enseignement Supérieur (PAES) dans les Pays de la Commission de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA).

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Atchikpa, M. T., Adzawla, W., Yegbemey, R. N., Diallo, M., & Aman, N. A. (2017). Determinants of Farmer's Perception and Adaptation to Climate Change: The Case of Maize and Sorghum Farmers in Benin and Nigeria. *International Journal of Scientific Research and Reviews*, 6(4), 227–243.
- Atchikpa, M. T., Yegbemey, R. N., Noma, F., & Yabi, A. J. (2018). Modélisation de l'intensité de la perception du changement climatique par les producteurs de maïs du Nord-Bénin (Afrique de l'Ouest). *Bulletin de La Recherche Agronomique Du Bénin (BRAB)*, 6(82), 59–71.
- Becerril, J., & Abdulai, A. (2010). The impact of improved maize varieties on poverty in Mexico: A propensity score matching approach. *World Development*, 38 (7), 1024-1035.
- Below T. B., Mutabazi K. D., Kirschke D., Franke C., Sieber S., Siebert R. et Tscherning K. (2012). Can farmers' adaptation to climate change be explained by socio-economic household-level variables? *Global Environmental Change*, 22, 223–235. Doi:10.1016/j.gloenvcha.2011.11.012.
- Bouchard, M. A., & Goudou, D. G. (2009). Inventaire des connaissances sur la résilience climatique au Niger. Programme Pilote pour la Résilience Climatique. Rapport final. République du Niger. 85 p.
- Comoé, H., & Siegrist, M. (2013). Relevant drivers of farmers' decision behavior regarding their adaptation to climate change: a case study of two regions in Côte d'Ivoire. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* (2015) 20:179–199 DOI 10.1007/s11027-013-9486-7
- Deressa, T. T., Hassan, R. M., Ringler C (2011). Perception of and adaptation to climate change by farmers in the Nile basin of Ethiopia. *Journal of Agricultural Science* 149 : 23-31.
- Deressa, T. T., Hassan, R. M., Ringler, C., Alemu, T., Yesuf, M. (2009). Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global Environmental Change* 19 (2009) 248–255.
- Eakin, H., Tucker, C., M., Castellanos, E., Porras, R., D., Barrera, J. F., Morales, H. (2014). Adaptation in a multi-stressor environment: perceptions and responses to climatic and economic risks by coffee growers in Mesoamerica. *Environ Dev Sustain* (2014) 16:123–139 DOI 10.1007/s10668-013-9466-9
- Gbetibouo, G. A. (2009). Understanding Farmers' Perceptions and Adaptations to Climate Change and Variability: The Case of the Limpopo Basin, South Africa. Environment and Production Technology Division. IFPRI Discussion Paper 00849. 52 p.
- Gemenne, F., Blocher, J. M. D., De Longueville, F., Vigil Diaz Telenti, S., Zickgraf, C., Gharbaoui, D., & Ozer, P. (2017). Changement climatique, catastrophes naturelles et déplacements de populations en Afrique de l'Ouest. *Geo-Eco-Trop: Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Écologie Tropicales*, 41(3).
- Gnanglè, P. C., Egah, J., Nasser Baco, N. M., Gbemavo, C. D. S. J., Kakaï, G. R., Sokpon, N. (2012). Perceptions locales du changement climatique et mesures d'adaptation dans la gestion des parcs à karité au Nord-Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(1): 136-149, February 2012 ISSN 1991-8631. Available online at <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
- Hassan, R., Nhemachena, C. (2008). Determinants of African Farmers' strategies for adapting to climate change: Multinomial choice analysis. *African Journal of Agricultural and Resource Economics* 2: 84-104

- Kassie, M., Jaleta, M., Shiferaw, B., Mmbando, F., & Mekuria, M. (2013). Adoption of interrelated sustainable agricultural practices in smallholder systems: Evidence from rural Tanzania. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(3), 525–540. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.08.007>
- Kassie, M., Shiferaw, B., Muricho, G. (2014). Agricultural Technology, Crop income and Poverty Alleviation in Uganda. *World Development*, Vol. 39, N. 10, pp.1784-1795, 2011
- Khonje, M. G., Manda, J., Mkandawire, P., Tufa, A. H., & Alene, A. D. (2018). Adoption and welfare impacts of multiple agricultural technologies: evidence from eastern Zambia. *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 49(5), 599–609. <https://doi.org/10.1111/agec.12445>
- Khonje, M., Manda, J., Alene, A. D., & Kassie, M. (2015). Analysis of Adoption and Impacts of Improved Maize Varieties in Eastern Zambia. *World Development*, 66, 695–706-706. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.09.008>
- Khonje, M., Manda, J., Alene, D., A., Kassie, M. (2014). Analysis of adoption and impacts of improved maize varieties in Easter Zambia. *World Development*, vol. 66, pp, 695-706, 2015 <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.09.008>
- Larwanou, M., Oumarou, I., Snook, L., Danguimbo, I., & Eyog-Matig, O. (2010). Pratiques sylvicoles et culturales dans les parcs agroforestiers suivant un gradient pluviométrique nord-sud dans la région de Maradi au Niger. *Tropicultura*, 28(2), 115–122.
- Le Dang, H., Li, E., & Bruwer, J., Ian Nuberg, J. (2013). Farmers' perceptions of climate variability and barriers to adaptation: lessons learned from an exploratory study in Vietnam. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* DOI 10.1007/s11027-012-9447-6
- MEHU (2011). Deuxième Communication Nationale de la République du Bénin sur les Changements Climatique. Bénin, MEHU, Cotonou. 168 p.
- Mohamed, A. B., Duivenbooden, N. V., and Abdoussallam, S. (2002a), 'Impact of climate change on agricultural production in the Sahel—Part 1: Methodological approach and case study for groundnut and cowpea in Niger', *Clim. Change*, 54, 327–348.
- Mohamed, A. B., Duivenbooden, N. V., and Abdoussallam, S. (2002b). Impact of climate change on agricultural production in the Sahel—Part 2: Methodological approach and case study for millet in Niger, *Clim. Change*, 54, 349–368.
- Nassourou, L. M., Sarr, B., Alhassane, A., Traoré, S., & Abdourahamane, B. (2018). Perception et observation : les principaux risques agroclimatique de l'agriculture pluviale dans l'ouest du Niger. *Vertigo*, 18(Volume 18 numéro 1). <https://doi.org/10.4000/vertigo.20003>
- Nhemachena, C., Hassan, R., and Chakwizira, J. (2014). Analysis of determinants of farm-level adaptation measures to climate change in Southern Africa. *Journal of Development and Agricultural Economics*, Vol.6 (5) pp.232-241, May 2014. Doi 10.589 71 JDAE 12,0441
- Noudomessi, B. A. F., & others. (2019). Travail de fin d'études: " Dynamique et modification environnementale dans un contexte de variabilité et changement climatique: Analyse sectorielle des risques pour la production agricole et la sécurité alimentaire dans la Commune de Djidja (Centre Bénin)". Université de Liège, Liège, Belgique.
- Ofuoku, U. A. (2011). Rural farmers' perception of climate change in central agricultural zone of delta state, Nigeria. *Indonesian Journal of Agricultural Sciences*, 12(2), 2011: 63-69
- Paeth, H., Capo-Chichi, A., Endlicher, W. (2008). Climate change and food security in tropical West Africa – A dynamic-statistical modeling approach. DOI: 10.3112/Erdkunde. 2008.02.01. ISSN 0114-0015. Vol. 62. No 2. P101-115.
- Rawski, C. (2020). Risques climatiques et agriculture en Afrique de l'Ouest. EDP Sciences.

- Yegbemey, R. N., Yabi, J. A., Aïhounton, D. G. B., Paraïso, A. (2014). Modélisation simultanée de la perception et de l'adaptation au changement climatique : cas des producteurs de maïs du Nord Bénin (Afrique de l'Ouest). *CahAgric*, 23:177-87. doi:10.1684/agr.2014.0697
- Yegbemey, Rosaine N., Yabi, J. A., Tovignan, S. D., Gantoli, G., & Haroll Kokoye, S. E. (2013). Farmers' decisions to adapt to climate change under various property rights: A case study of maize farming in northern Benin (West Africa). *Land Use Policy*, 34, 168–175. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.03.001>
- Yegbemey, Rosaine Nérice, Biao, G., Yabi, J. A., & Kokoye, S. E. H. (2014). Does Awareness Through Learning About Climate Change Enhance Farmers' Perception of and Adaptation to Climate Uncertainty? In Springer (pp. 227–238). https://doi.org/10.1007/978-3-319-04489-7_16.



Facteurs socio-économiques expliquant la déforestation et la dégradation des écosystèmes dans les domaines soudanien et soudano-guinéen du Bénin

Fiacre Codjo AHONONGA^{1,*}, Gérard Nounagnon GOUWAKINNOU^{1,2}, Samadori Sorotori Honoré BIAOU^{1,2}, Séverin BIAOU¹

¹ Laboratoire d'Ecologie, de Botanique et de Biologie végétale, Université de Parakou, 03 BP : 125 Parakou, République du Bénin

² Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, 03 BP : 125 Parakou, République du Bénin

Emails : fiacreahononga@gmail.com ; gougerano@gmail.com ; hbiaou@gmail.com ; sbbiaou@gmail.com

Reçu le 30 Septembre 2020 - Accepté le 10 Décembre 2020 - Publié le 31 Décembre 2020

Socio-economic factors explaining ecosystems deforestation and degradation in the Sudanese and Sudano-Guinean areas of Benin

Abstract: Land-use change is one of the major drivers of forest degradation and deforestation worldwide. In Benin, ecosystems are largely dependent on human activities. This study aims to analyse the perception of the state of forest ecosystems and the drivers of land use, deforestation and degradation in order to formulate sustainable management strategies. It is based on a survey of 671 individuals from 66 villages, in six communes and in two ecological zones. The socio-economic characteristics, perception of the state and drivers of forest ecosystem degradation were collected. After a descriptive analysis of the local perception of the drivers of degradation, the binary logistic regressions was used to test the effect of socio-economic factors on the probability of citing a cause of degradation and deforestation. The results show that the local community has a broad perception of the drivers of degradation, including direct and indirect factors. Agriculture, animal husbandry, illegal logging, demography, urbanization, hunting and poverty were perceived differently and according to the ecological region, education level, age and ethnicity. Consideration must be given to these determinants of the perceived drivers of degradation and deforestation when designing sustainable development and integrated environmental management programs.

Keywords: land use, perception, drivers, degradation, deforestation.

Résumé : Le changement d'affectation des terres est l'une des causes majeures de la dégradation et de la déforestation dans le monde. Au Bénin, les écosystèmes sont largement dépendants des activités anthropiques. Cette étude vise à analyser la perception de l'état des écosystèmes forestiers ainsi que des moteurs d'affectation des terres de déforestation et de dégradation afin de formuler des stratégies de gestion durable. Elle s'est basée sur une enquête auprès de 671 individus dans 66 villages de six communes repartis dans deux zones écologiques. Les caractéristiques socio-économiques, la perception de l'état et des moteurs de dégradation des écosystèmes forestiers ont été collectés. Après une analyse descriptive de la perception locale des moteurs de dégradation, la régression logistique binaire a été utilisée pour tester l'effet des facteurs socio-économiques sur la probabilité de citation d'une cause de dégradation et de déforestation. Les résultats montrent que la communauté locale a une large perception des moteurs de dégradation, incluant les facteurs directs et indirects. L'agriculture, l'élevage, l'exploitation forestière illégale, la démographie, l'urbanisation, la chasse et la pauvreté ont été perçus différemment et en fonction de la région écologique, du niveau d'instruction, de l'âge et de l'ethnie. La prise en compte de ces facteurs déterminants de

la perception des moteurs de dégradation et de déforestation doit être considérée pour élaborer les programmes de développement durable et de gestion intégrée de l'environnement.

Mots clés : affectation des terres, perception, causes, dégradation, déforestation.

1. Introduction

Le rôle des forêts tropicales dans le maintien de l'équilibre global de la planète et la subsistance des populations est largement reconnu (FAO, 2018; Su *et al.*, 2011). Malgré leur importance, la déforestation et la dégradation dues aux activités humaines provoquent la perte d'énormes surfaces forestières (Su *et al.*, 2011). La déforestation se produit lorsque la forêt est convertie en une autre couverture terrestre ou lorsque la couverture de la canopée tombe en dessous d'un seuil de 10% (Lambin *et al.*, 2003). Elle se distingue de la dégradation laquelle dénote un processus de changement au sein de la forêt qui affecte négativement ses caractéristiques par une baisse de la qualité de son état se rapportant à l'une ou à plusieurs composantes de l'écosystème forestier (strate de végétation, faune, sol, etc.), aux interactions entre ces composantes et, plus généralement, à son fonctionnement. Les études récentes coordonnées par la FAO font état d'un recul du couvert forestier terrestre passant de 31,6% en 1990 à 30,6% en 2015 (FAO, 2018). Ce déclin perturbe la conservation de la biodiversité (Durand and Lazos, 2008; Gibbs *et al.*, 2010) et concourt à l'émission de 17,4% de CO₂ dans le monde (GIEC, 2007). Ces forts taux d'émission sont à la base des variabilités climatiques dont les conséquences sont de plus en plus perceptibles (Bala *et al.*, 2007).

L'ampleur des moteurs de dégradation et la déforestation est plus alarmante en Afrique subsaharienne. En effet entre 1990 et 2015, le taux de régression du couvert forestier est estimé à 3,5% en Afrique alors qu'à l'échelle mondiale il est estimé à 1% au cours de la même période (FAO, 2018). Le Bénin, l'un des pays de l'Afrique subsaharienne enregistre un taux annuel de déforestation estimé à 70 000 ha/an entre 1990 et 2000.

Les pressions anthropiques couplées à des variabilités climatiques impactent inévitablement la vulnérabilité des écosystèmes et leur fonction globale (Sean *et al.*, 2016; Traoré *et al.*, 2011). Ces conséquences constituent un problème majeur pour la préservation des écosystèmes tropicaux. Ainsi face à ces problèmes et modifications, l'étude des moteurs de dégradation et de déforestation constitue une priorité des efforts

internationaux de lutte contre les changements globaux afin d'élaboration des stratégies d'atténuation de ces moteurs de la déforestation et de la dégradation. En effet, la connaissance des moteurs sous-jacents de la déforestation et la dégradation des forêts est indispensable pour une mise en œuvre efficace des stratégies de lutte contre ces changements globaux. Selon Maddison, (2007), la mise en œuvre des stratégies d'adaptation nécessite l'identification et la connaissance des causes des changements observés dans les écosystèmes forestiers. Sur ce, plusieurs études se sont intéressées à l'identification des causes de la déforestation et la dégradation des forêts (Ahmad and Pandey, 2018; Appiah *et al.*, 2009; Olanrewaju *et al.*, 2018; Santilli *et al.*, 2005; Van Khuc *et al.*, 2018; Zeb *et al.*, 2019). Le déclin du couvert forestier est causé par de multiples facteurs anthropiques et naturels (Ciza *et al.*, 2015). L'agriculture contribue à environ 80% de ces modifications dans le monde (TEEB, 2019). Aussi, le pâturage dans les forêts, la collecte de bois de feu, la production de charbon de bois font partie des principaux facteurs de dégradation des écosystèmes (Hosonuma *et al.*, 2012; Kissinger *et al.*, 2012). D'autres auteurs ont identifié des facteurs indirects qui favorisent la perte des forêts notamment les processus socioéconomiques et culturels, la croissance démographique, la pauvreté et la technologie (Geist and Lambin, 2001; Geist and Lambin, 2002; Obersteiner *et al.*, 2009).

L'agriculture, la transhumance et l'exploitation forestière illégale, les activités principales de la population, constituent des menaces qui pèsent sur les ressources forestières et impactent la biodiversité. La croissance démographique corrélée avec le manque de terres cultivables conduit à l'installation des fermes agricoles dans les réserves de conservation de la biodiversité surtout dans la zone soudanienne et soudano-guinéenne. Pourtant, ces zones abritent 92% des réserves forestières du pays. Ainsi, il urge de préserver les écosystèmes de ces zones pour répondre aux objectifs de développement durable. Même si plusieurs études se sont focalisées sur les processus de changement du couvert forestier par l'analyse d'images satellitaires, la prise en compte de la perception des populations locales dans la politique de prise de décision face à l'ampleur des facteurs de changement du couvert forestier est importante (Kodjovi *et al.*, 2019). A cet effet, plusieurs études se sont focalisées sur la perception locale des facteurs de dégradation et de déforestation (Angelsen and Kaimowitz, 1999; Santilli *et al.*, 2005).

* Auteur Correspondant : fiacreahononga@gmail.com

Tel. : +229 96 00 46 95

Copyright © 2020 Université de Parakou, Bénin

Cependant, très peu se sont intéressées à l'influence des facteurs socio-économiques sur les perceptions des acteurs locaux. En effet, la dégradation forestière et la déforestation varient d'une région à une autre en raison des facteurs socioéconomiques, du contexte culturel et traditionnel ainsi que l'histoire de la gestion forestière de la région (Borrego and Skutsch, 2019; Zeb *et al.*, 2019).

La connaissance de la perception de la population de leur environnement et des facteurs qui affectent ces perceptions et leurs interactions sont des questions centrales en ethnécologie (Fernández-Llamazares *et al.*, 2016; Gaoue and Ticktin, 2009; Loureiro *et al.*, 2018). Ces facteurs socio-économiques sont des éléments clés qui influencent la modification de l'environnement (Rutebuka *et al.*, 2018).

Cette stratégie induirait une meilleure compréhension des aspects socio-économiques des processus de dégradation forestière et de déforestation au niveau local. Elle permettra de comprendre les motivations et la cohérence de la perception des acteurs impliqués dans le processus de la dégradation et la déforestation (Zeb *et al.*, 2019). Ainsi évaluer comment les facteurs socio-économiques prédisent la perception locale des moteurs de la dégradation des forêts s'avère important. Les objectifs liés à cette étude sont d'analyser la perception locale de l'état et des moteurs de déforestation et de dégradation des écosystèmes forestiers des zones soudanienne et soudano-guinéenne au Bénin et d'identifier les déterminants de la perception locale des moteurs.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

L'étude s'est déroulée en République du Bénin dans les villages administratifs de la zone soudanienne (9°45' N et 12°25' N) et de la zone soudano-guinéenne (7°30' N et 9°45' N) (Figure 1). La zone soudano-guinéenne est caractérisée par des mosaïques de forêts claires, avec éventuellement des forêts denses sèches, parsemées de savanes arborées et arbustives et traversées par des galeries forestières (White, 1986). Par contre, la zone soudanienne présente une végétation climacique constituée des savanes arbustives et des mosaïques de champs et de jachères et quelques îlots de forêts claires et de savanes boisées (White, 1986). Les grandes tendances observées au niveau de la poussée démographique de certaines localités de ces zones pourraient être le résultat d'une migration interne importante (INSAE, 2016). A cela s'ajoute l'agriculture itinérante sur brûlis presque exclusivement pluviale, la transhumance et l'exploitation du bois d'œuvre. Ces activités empiètent sur la couverture forestière tout en occasionnant la déforestation et la dégradation. Elle laisse derrière elles des écosystèmes anthropisés allant des parcs arborés aux jachères et impactent sur la biodiversité (Sambiéni

et al., 2015; Vodouhê *et al.*, 2010). Ces zones présentent une diversité d'ethnie avec des pratiques culturelles différentes.

2.2. Echantillonnage et choix des villages d'étude

Deux zones écologiques du Bénin dans lesquelles six (6) communes ont été choisies suivant leur appartenance aux régions floristiquement homogènes distinctes (phytodistricts) (Adomou, 2005) et leur niveau de vulnérabilité des modes d'existence. Ce sont les communes de Matéri, Toucountouna, Ségbana pour la zone soudanienne, Parakou, Ouaké et de Dassa pour la zone Soudano-guinéenne qui ont été considérées. Ainsi, 25% des villages administratifs de chaque commune ont été choisis de façon aléatoire. Pour définir la taille représentative de la population à interviewer, nous avons tenu compte de la proportion des individus de chaque commune appartenant au secteur primaire (agriculture, pêche, chasse, élevage, exploitation forestière) (Tableau 1) mentionné dans le rapport de INSAE (2016). La taille de l'échantillon des personnes à interviewer dans chaque commune a été estimée en utilisant la formule proposée par Dagnelie (1998) :

$$N = U_{1-\alpha/2}^2 \frac{Pi(1 - Pi)}{\delta^2}$$

Pi : proportion des individus appartenant au secteur primaire de chaque commune et qui tire profit des écosystèmes. $U_{1-\alpha/2} = 1,96$, la valeur de la variable aléatoire normale pour un risque α égal à 0,05. La marge d'erreur δ prévue est de 7%.

Ainsi le nombre d'enquêtés estimé par commune a été réparti proportionnellement dans les villages en fonction de la taille du village. Au total 671 individus ont été échantillonnés dans les 66 villages. Dans chaque village les individus interviewés sont choisis aléatoirement et rangés en fonction de leurs activités et leurs appartenances à un groupe socioculturel et professionnel. L'échantillon n'est constitué que des personnes ayant au moins 18 ans (tableau 1).

2.3. Collecte de données

La collecte des données sur la perception des moteurs de dégradation et de déforestation a été réalisée avec l'aide d'agents collecteurs. Ces agents ont été formés sur les techniques de conduite d'entretiens avec la communauté locale. Les interprètes ont été sollicités lorsque c'était nécessaire. Un questionnaire semi-structuré a été adressé aux répondants individuellement dans chaque village. Les adolescents (moins de 18 ans) ne sont pas pris en compte et les âges ont été catégorisés comme suit : personnes jeunes (< 30 ans), adultes (30 ≤ âge ≤ 60) et les personnes âgées (âge > 60) (Mensah *et al.*, 2017).

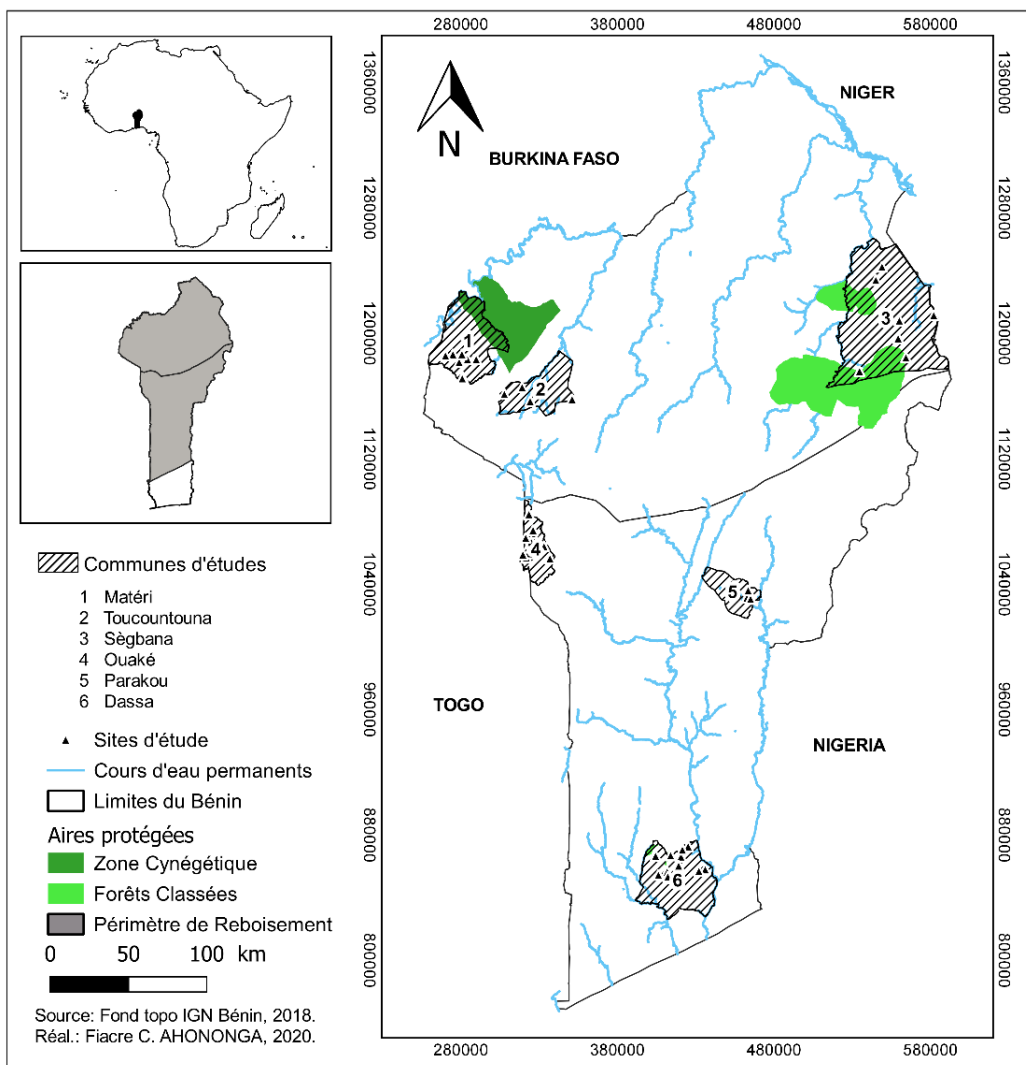


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

Figure 1: Location of the Study Area

Les individus enquêtés appartiennent au secteur primaire (agriculture, pêche, chasse, élevage, exploitation forestière). Le questionnaire comportant des questions ouvertes et fermées a permis de collecter des informations relatives à la perception de l'état actuel des forêts suivant une échelle à trois niveaux (1=Intact, 2= Amélioration/Progression, 3= Déforestation/Dégradation). Le niveau de la dégradation forestière et de la déforestation a également été apprécié par les enquêtés suivant une échelle à trois niveaux (1=Faible ; 2= Moyen ; 3= Elevé). Cette méthode nous a permis de prendre en compte la perception de la communauté des moteurs du changement d'affectation des terres dans les

écosystèmes forestiers environnants. Des données liées aux caractéristiques socioéconomiques telles que le sexe, l'âge, l'ethnie, le niveau d'éducation, la profession ont également été recueillies.

2.4. Méthode d'analyse

La statistique descriptive a été utilisée pour décrire les fréquences de citations des moteurs de la dégradation et la déforestation des écosystèmes forestiers. La régression logistique binaire a ensuite été utilisée pour tester si la probabilité de citation d'une cause de dégradation et de déforestation varie significativement d'une ethnie à une autre, d'un genre à un autre, avec l'âge,

avec l'activité principale, avec le niveau d'instruction et avec la région écologique. La variable ethnique a été exclue du modèle parce que la proportion des groupes socio-culturels ayant mentionné cette cause et dont l'effet était supérieur à 3 était très faible (23,07%). La fonction step AIC du package MASS a été utilisée pour la sélection automatique des variables prédictives des

probabilités de citation (Venables et Ripley 2002). Pour établir le lien entre les perceptions et les groupes socio-culturels, une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée avec le package FactoMineR (Husson *et al.*, 2016). Toutes les analyses ont été effectuées avec le logiciel statistique R version 3.5.0 (R Core Team 2018).

Tableau 1 : Caractéristiques socio-économiques des enquêtés suivant la zone écologique (n=671)

Table 1: Socio-economic characteristics of respondents according to ecological zone (n=671)

Caractéristiques	Groupes socio-culturels	Zone écologique	
		Soudanienne	Soudano-guinéenne
Groupes socio-culturels	Autre	25	17
	Bariba	1	51
	Biali	64	8
	Boo	33	-
	Ditamari	15	1
	Fon	-	60
	Foudou	-	15
	Idaatcha	-	118
	Kabiè	-	15
	Lokpa	-	138
	Nateni	17	-
	Natimba	27	-
	Peulh	21	10
Waama	35	-	
Genre	Femme	68	150
	Homme	170	283
Groupe socio-professionnel	Agriculteurs	212	401
	Eleveurs	16	26
	Autres	10	6
Niveau d'instruction	Analphabète	162	204
	Niveau primaire	37	123
	Au moins secondaire	39	106
Age	Jeune (< 30 ans),	63	123
	Adulte (30 ≤ âge ≤ 60)	149	264
	Personne âgée (âge>60)	26	46

3. Résultats

3.1. Perception de l'état et du niveau de dégradation des écosystèmes forestiers

Les écosystèmes du soudanien et du soudano-guinéen subissent une régression selon la communauté locale (78,53%) (Figure 2a). Le niveau élevé de cette régression est reconnu par 55,78% des enquêtés (Figure

2b) et l'amélioration des écosystèmes est faiblement citée (18,47%).

3.2. Perception des facteurs de dégradation et de déforestation des écosystèmes forestiers

Les facteurs qui occasionnent la dégradation et la déforestation des deux écosystèmes peuvent être regroupés en deux catégories. Il s'agit des facteurs directs et indirects. Comme facteurs directs, l'agriculture

(62,74%) suivie de l'exploitation du bois d'œuvre (52,60%) ont été les plus citées (Figure 3a) par contre, l'élevage (7,60%), la chasse (10,28%) et l'urbanisation (16,54%) ont été faiblement cités. Les facteurs indirects sont faiblement cités. Par ailleurs, la pauvreté suivie de

la croissance démographique, de l'immigration et de l'utilisation des herbicides ont été les facteurs perçus par la communauté locale (Figure 3b).

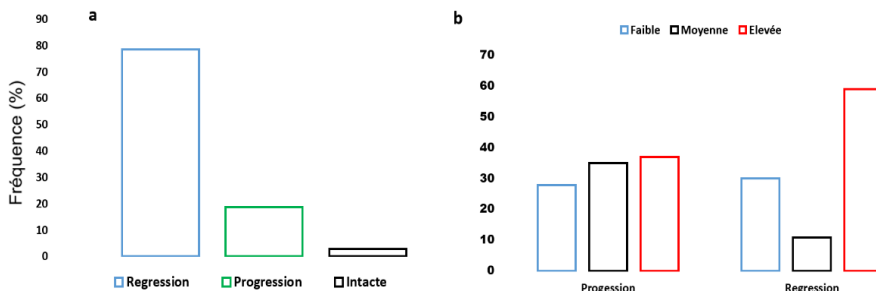


Figure 2 : Perception de l'état (a) et du niveau de dégradation et de la déforestation (b).

Figure 2: Perception of status (a) and level of degradation and deforestation (b).

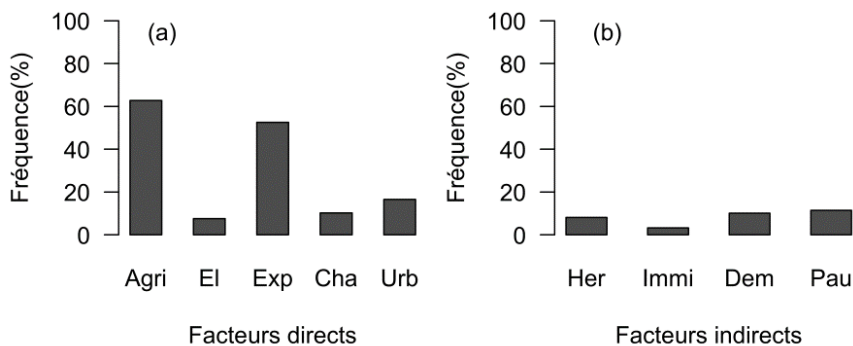


Figure 3 : Causes directes et indirectes de la dégradation et de déforestation de l'écosystème

Figure 3: Direct and indirect drivers of ecosystem degradation and deforestation

Agri = agriculture ; El = élevage ; Exp = exploitation forestières ; Cha = chasse ; Urb = urbanisation ; Her = herbicide ; Immi = immigration ; Dem = démographie ; Pau = pauvreté.

3.3. Perception des causes de la régression en fonction des facteurs socio-économiques et la région écologique

La perception locale des facteurs de dégradation et de dégradation est influencée par la zone écologique et le genre (Figure 4a). L'agriculture et l'exploitation suivie de l'urbanisation sont les plus citées dans la zone soudano-guinéenne (Figure 4a). En ce qui concerne les facteurs indirects, la croissance démographique a été plus citée par la communauté locale du soudanien que

ceux de la zone soudano-guinéenne (Figure 4b). Aussi, le taux de citation des facteurs ne varie-t-il pas significativement avec le genre. L'agriculture, l'urbanisation et les activités de chasse contribuent à la dégradation selon la majorité des femmes contrairement aux hommes (Figure 4c). Les facteurs indirects ont été plus cités par les hommes à l'exception de la pauvreté (Figure 4d).

Les facteurs directs de la dégradation ont été cités en fonction des groupes socioprofessionnels (Figure 5d). Les exploitants forestiers ont plus cité l'agriculture et

l'exploitation du bois d'œuvre comme les principales causes de la dégradation des forêts contrairement aux autres groupes socioprofessionnels (Figure 5d). La pauvreté est aussi largement perçue par ces exploitants comme la cause indirecte (Figure 5d).

Le niveau d'instruction a été déterminant dans la citation des facteurs de dégradations. Les enquêtés ayant un niveau primaire et au moins le secondaire ont plus

cité les facteurs directs et indirects que les personnes non instruites. L'agriculture et l'exploitation forestière sont les facteurs directs les plus cités par les personnes instruites. Aussi l'utilisation d'herbicide la croissance démographique et la pauvreté ont été les facteurs indirects cités par ces derniers. Les personnes moins instruites par contre ont plus cité les activités de chasse et l'urbanisation (figure 5a).

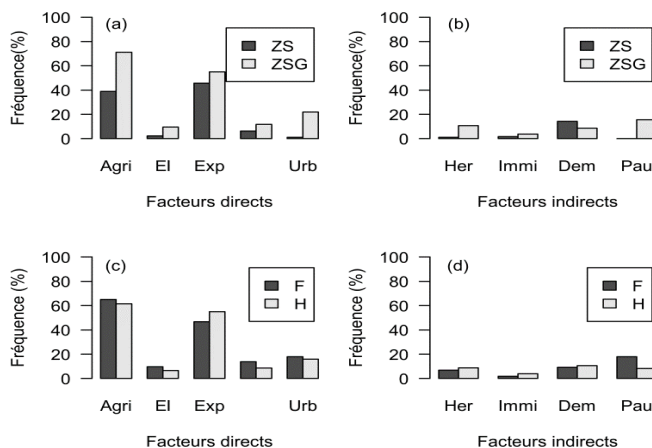


Figure 4 : Perception en fonction de la zone (a et b) et du genre (c et d)

Figure 4: Perception according to area (a and b) and gender (c and d)

Agri = agriculture ; El = élevage ; Exp = exploitation forestière ; Cha = chasse ; Urb = urbanisation ; Her = herbicide ; Immi = immigration ; Dem = démographie ; Pau = pauvreté

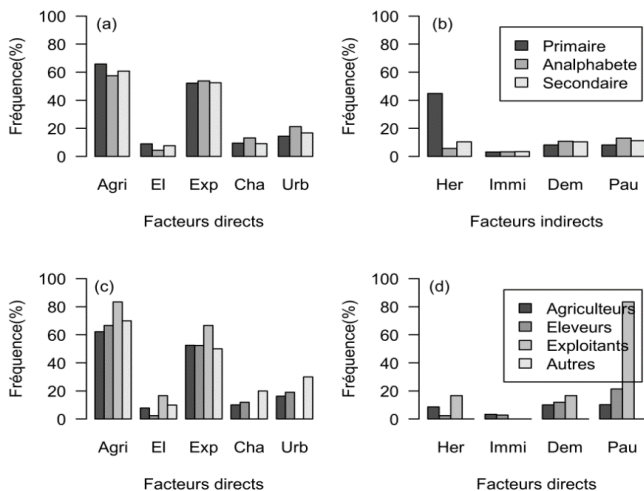


Figure 5 : Perception en fonction du niveau d'instruction (a et b) et le groupe socioprofessionnel (c et d)

Figure 5: Perception according to educational level (a and b) and socio-professional group (c and d)

Agri = agriculture ; El = élevage ; Exp = exploitation forestière ; Cha = chasse ; Urb = urbanisation ; Her = herbicide ; Immi = immigration ; Dem = démographie ; Pau = pauvreté

3.4. Facteurs socio-économiques déterminant la perception des moteurs de déforestation et de dégradation

L'ethnie, l'âge et la zone écologique sont les variables prédictives de la probabilité de perception de l'expansion de l'agriculture comme cause de dégradation des formations forestières (Tableau 2). Bien que cette probabilité augmente avec l'âge, cette augmentation n'est pas significative ($\beta=0,01\pm0,006$, $Z=1,631$, $p=0,103$). La probabilité de perception de l'expansion de l'agriculture comme cause de dégradation et la déforestation est plus élevée dans la zone soudano-guinéenne que dans la zone soudanienne ($\beta=0,99\pm0,265$, $Z=3,72$, $p=0,0002$) (Figure 6A), et varie d'une ethnie à une autre (Figure 6B).

Le niveau d'instruction, l'activité primaire et la zone écologique sont des variables qui prédisent la probabilité de percevoir l'élevage comme activité qui entraîne une dégradation des formations forestières (Tableau 2). Les habitants de la zone soudano-guinéenne perçoivent plus l'élevage comme cause de dégradation que ceux de la région soudanienne (Figure 7B, $\beta =1,39\pm0,54$, $Z=2,571$, $p=0,0101$). Les analphabètes citent l'élevage comme source de dégradation que les enquêtés ayant le niveau primaire (Figure 7A).

Le genre et l'ethnie des enquêtés sont les variables qui prédisent la probabilité de citer l'exploitation forestière illégale comme une action anthropique pouvant dégrader les forêts.

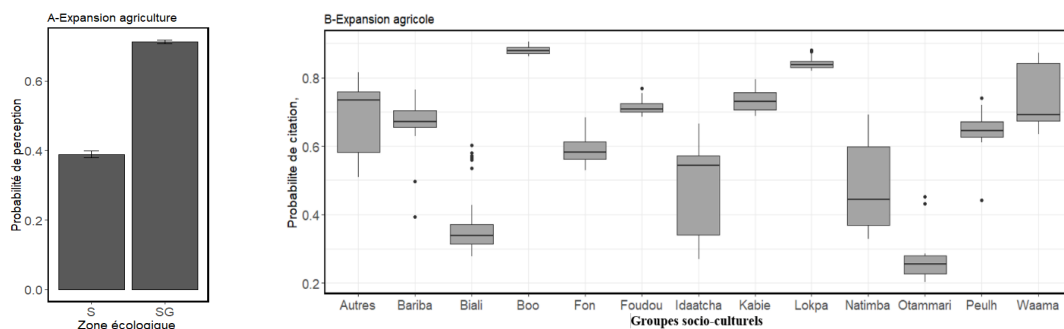


Figure 6 : Variation des probabilités de citations de l'expansion agricole comme source de dégradation des écosystèmes forestiers entre les régions écologiques (A) soudanienne (S) et soudano-guinéenne (SG) et entre les groupes socio-culturels (B).

Figure 6: Variation in the probabilities of citing agricultural expansion as a source of forest ecosystem degradation between the Sudanian (S) and Sudano-Guinean (SG) ecological regions (A) and between ethnic groups (B).

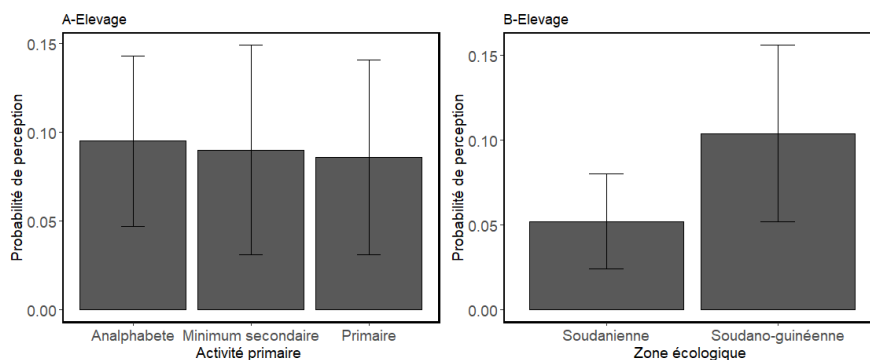


Figure 7 : Variation des probabilités de citations de l'élevage comme source de dégradation des écosystèmes forestiers selon le niveau d'instruction des enquêtés (A) et entre les régions écologiques (B).

Figure 7: Variation in the probabilities of citing livestock as a source of forest ecosystem degradation according to the level of education of respondents (A) and between ecological regions (B).

Tableau 2 : Régression logistique binaire pour tester la différence de probabilité de prédiction des causes directes de la réduction des écosystèmes forestiers.

Table 2: Binary logistic regression to test the difference in probability of predicting the direct drivers of forest ecosystems regression.

Moteurs	Variables	Estimate	SE	Z-value	Pr(> z)
Expansion agricole	Intercept	-0,190252	0,455209	-0,418	0,675987
	Bariba	-0,442964	0,47829	-0,926	0,354372
	Biali	-0,902189	0,4486	-2,011	0,044313*
	Boo	0,859918	0,656043	1,311	0,189937
	Fon	-0,855895	0,459313	-1,863	0,062402
	Foodo	-0,232148	0,703524	-0,33	0,741416
	Idaatcha	-0,992004	0,408392	-2,429	0,015138*
	Kabie	-0,194934	0,696948	-0,28	0,77971
	Lokpa	0,534871	0,446432	1,198	0,230878
	Natimba	-0,717382	0,472752	-1,517	0,12915
	Otammari	-1,363872	0,647878	-2,105	0,035279*
	Peulh	-0,534509	0,532434	-1,004	0,315428
	Waama	0,548705	0,534941	1,026	0,305019
	Age	0,009738	0,005972	1,631	0,102977
ZEZSG	0,987746	0,265521	3,72	0,000199***	
Elevage	Intercept	-3,07087	0,51971	-5,909	<0,0001***
	Primaire	-0,94092	0,43807	-2,148	0,0317*
	Au moins secondaire	-0,58815	0,42115	-1,397	0,1625
	Autres activités	-0,04507	0,78791	-0,057	0,9544
	Elevage	-1,72454	1,0323	-1,671	0,0948
ZSG	1,38526	0,5388	2,571	0,0101*	
Exploitation forestière	Intercept	-0,2951	0,3489	-0,846	0,397635
	Masculin	0,2663	0,1758	1,515	0,129818
	Bariba	1,6204	0,4913	3,298	0,001***
	Biali	-0,136	0,4031	-0,337	0,735835
	Boo	0,1132	0,4794	0,236	0,813344
	Fon	0,2017	0,4146	0,486	0,626702
	Foodo	-0,184	0,6314	-0,291	0,770762
	Idaatcha	-0,1159	0,3749	-0,309	0,75724
	Kabie	-0,8089	0,6722	-1,203	0,228824
	Lokpa	0,3882	0,3696	1,05	0,293605
	Natimba	0,8012	0,4542	1,764	0,077725
	Otammari	-0,1798	0,5769	-0,312	0,755232
	Peulh	0,6884	0,4973	1,384	0,166268
Waama	-0,2423	0,4697	-0,516	0,605902	
Activité de chasse	Intercept	-0,40891	0,43789	-0,934	0,350399
	Biali x Age	-0,06302	0,01886	-3,342	0,000831***
	Fon x Age	-0,03956	0,01471	-2,69	0,007148**
	Foodo x Age	-0,02117	0,02072	-1,022	0,30696
	Idaatcha x Age	-0,03692	0,01237	-2,986	0,002829**
	Lokpa x Age	-0,02021	0,01324	-1,526	0,12699

Moteurs	Variables	Estimate	SE	Z-value	Pr(> z)
Urbanisation	Intercept	-3,7595	1,0618	-3,541	0,000399***
	Bariba	-1,4046	0,545	-2,577	0,009959**
	Boo	0,534	0,5495	0,972	0,331191
	Fon	-1,3519	0,5189	-2,605	0,009179**
	Idaatcha	-1,6814	0,505	-3,329	0,000871***
	Lokpa	-1,9005	0,485	-3,918	<0,0001***
	Natimba	-0,6976	0,6154	-1,134	0,256926
	Peulh	-0,7595	0,5778	-1,315	0,188676
	Niveau primaire	0,6366	0,2964	2,148	0,031739*
	Au moins secondaire	0,4374	0,3165	1,382	0,166919
ZSG	3,5385	1,0393	3,405	0,000662***	

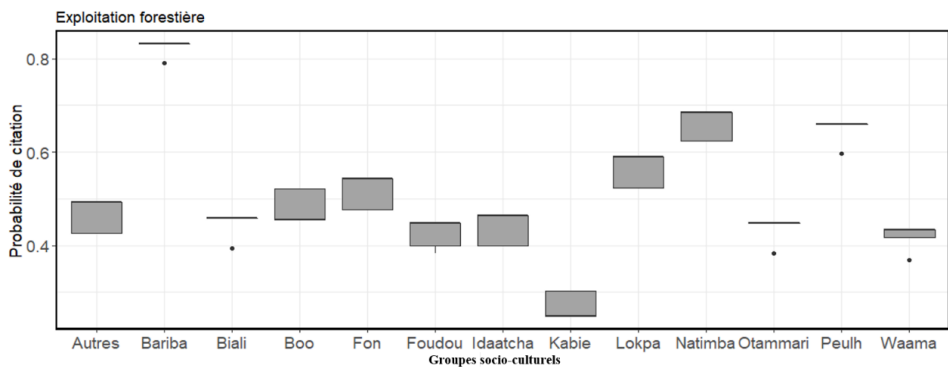


Figure 8 : Variation des probabilités de citations de l’exploitation forestière comme source de dégradation des écosystèmes forestiers entre les groupes socio-culturels.

Figure 8: Variation in the probabilities of citing logging as a source of forest ecosystem degradation between ethnic groups.

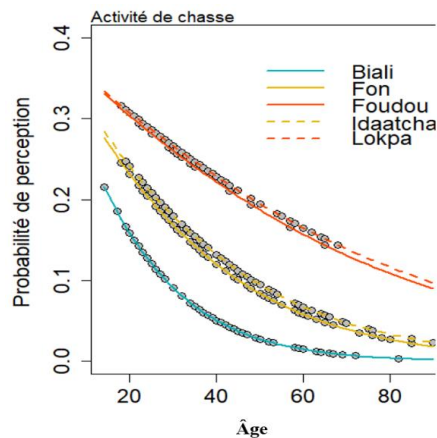


Figure 9 : Interaction de l’effet de l’âge et de l’ethnie sur les probabilités de citations des activités de chasse comme source de dégradation des écosystèmes forestiers

Figure 9: Interaction of the effect of age and ethnic groups on the probability of citing hunting activities as a source of forest ecosystem degradation.

La probabilité de désigner les activités de chasse comme cause de dégradation des forêts diminue avec l'âge (Figure 9). De même, les probabilités de citations des activités de chasse comme cause de dégradation des forêts varient entre les groupes socio-culturels (Tableau 2).

L'ethnie, le niveau d'instruction et la région écologique sont les variables pouvant prédire la probabilité de percevoir que l'urbanisation est une cause de la dégradation des écosystèmes forestiers. Ces trois variables présentent des effets significatifs (Tableau 2 ; Figure 10).

Le niveau d'instruction, l'activité principale et la zone écologique prédisent la probabilité que l'enquêté signale que l'utilisation des herbicides soit source de dégradation des écosystèmes forestiers (Tableau 3). Cependant, cette probabilité ne varie pas significativement entre zone écologique et activités principales. Il y a une différence significative de perception entre les analphabètes et ceux qui ont fait seulement le primaire ($\beta = 0,7526 \pm 0,3592$, $Z = 2,095$, $p = 0,0361$) (Figure 11), mais pas de différence entre les analphabètes et ceux ayant fait au moins le secondaire ($\beta = 0,528 \pm 0,914$, $Z = 1,349$, $p = 0,1772$) (Figure 11).

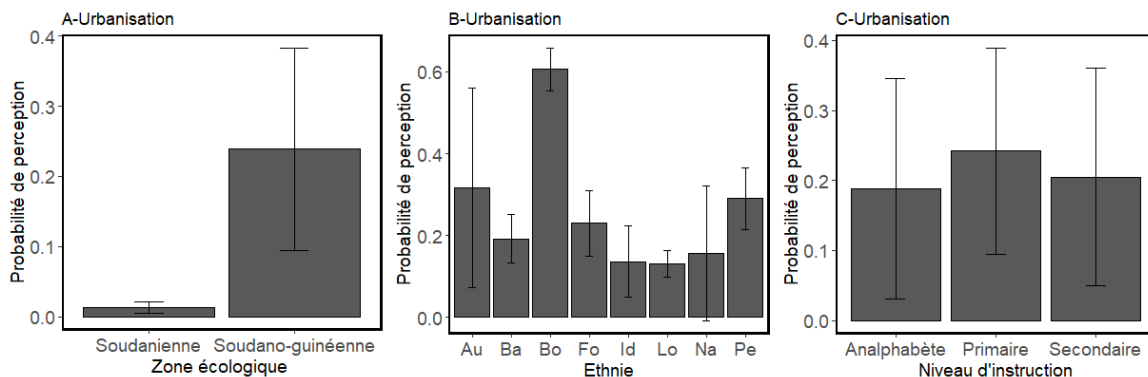


Figure 10 : Moyenne \pm 1SD des probabilités de citation de l'urbanisation comme source de dégradation des écosystèmes forestiers suivant les régions écologiques (A), les groupes socio-culturels (B) et le niveau d'instruction (C) des enquêtés. Avec Au : autres groupes socio-culturels, Ba : Bariba, Bo : Boo, Fo : Fon, Id : Idaatcha, Lo : Lokpa, Na : Natimba, Pe : Peulh.

Figure 10: Mean \pm 1SD of the probabilities of citing urbanisation as a source of forest ecosystem degradation according to the ecological regions (A), ethnic groups (B) and educational level (C) of the respondents. With Au : other ethnic groups, Ba : Bariba, Bo : Boo, Fo : Fon, Id : Idaatcha, Lo : Lokpa, Na : Natimba, Pe : Peulh.

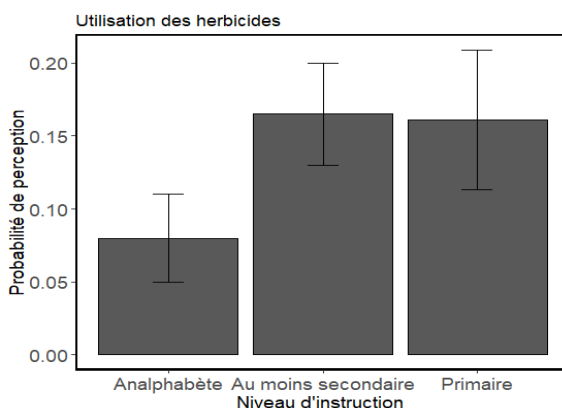


Figure 11 : Moyenne \pm 1SD des probabilités de citation de l'utilisation des herbicides comme source de dégradation des écosystèmes forestiers entre le niveau d'instruction des enquêtés

Figure 11: Mean \pm 1SD of the probabilities of citing the use of herbicides as a source of forest ecosystem degradation between the level of education of the respondents.

Le sexe, l'ethnie et la région écologique prédisent la probabilité que l'enquêté perçoive la poussée démographique comme une des causes de la dégradation des écosystèmes forestiers (Tableau 3, Figure 12). Cependant, cette perception ne varie pas significativement suivant le genre ($\beta = 0,5713 \pm 0,32798$, $Z = 1,742$, $p = 0,08153$). Ceux de la région soudano-guinéenne attribuent très peu à la poussée démographique la dégradation des écosystèmes ($\beta = -1,266 \pm 0,56$, $Z = -2,258$, $p = 0,02392$).

Le sexe et l'ethnie des enquêtés sont les variables qui prédisent la probabilité de percevoir la pauvreté comme une cause indirecte de la dégradation des écosystèmes (Tableau 3). Les femmes pensent que la pauvreté est une cause de la dégradation des écosystèmes forestiers contrairement aux hommes ($\beta = -0,587 \pm 0,288$, $Z = -2,039$, $p = 0,041446$) (Figure 13A).

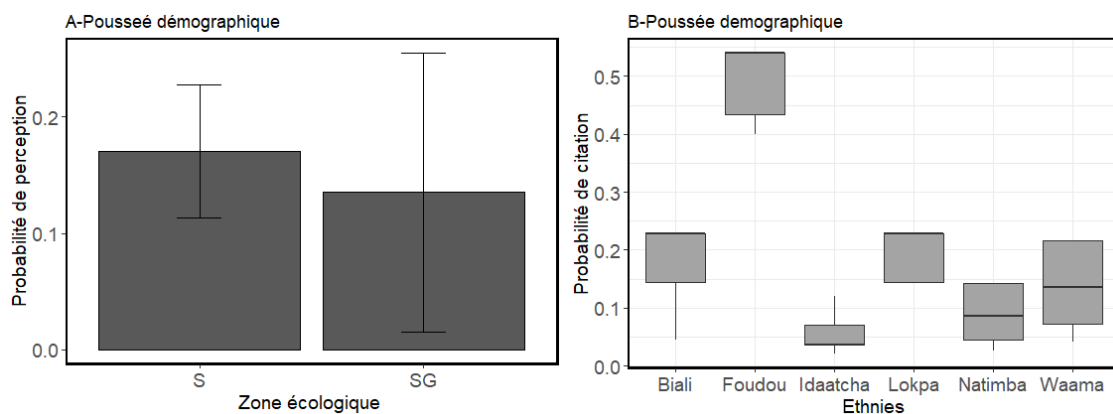


Figure 12 : Moyenne \pm ISD des probabilités de citation de la poussée démographique comme source de dégradation des écosystèmes forestiers dans la zone soudanienne (S) et dans la zone soudano-guinéenne (SG) et la variation de cette probabilité entre les groupes socio-culturels

Figure 12: Mean \pm ISD of the probabilities of population growth citing as a source of forest ecosystem degradation in the Sudanian zone (S) and in the Sudano-Guinean zone (SG) and the variation in this probability between ethnic groups

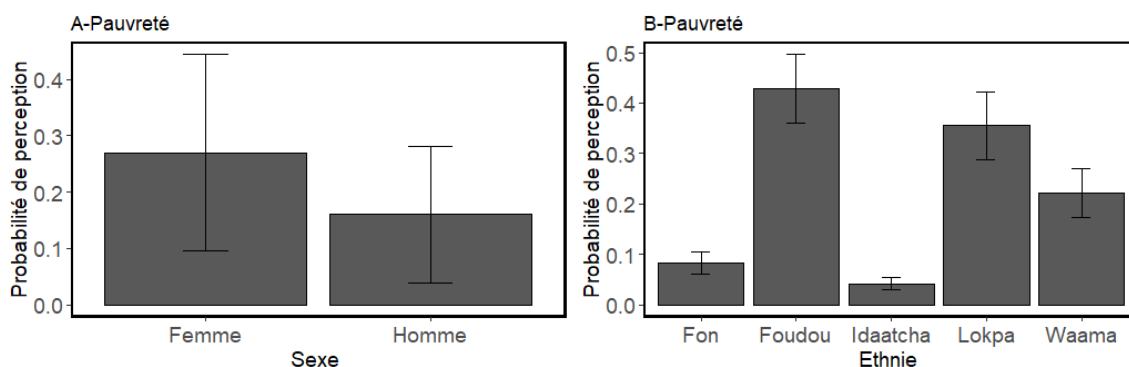


Figure 13 : Moyenne \pm ISD des probabilités de citation de la pauvreté comme source de dégradation des écosystèmes forestiers suivant le sexe (A) et l'ethnie (B).

Figure 13: Mean \pm ISD of the probabilities of citing poverty as a source of forest ecosystem degradation according to gender (A) and ethnic groups (B).

Tableau 3 : Régression logistique binaire pour tester la différence de probabilité de prédiction des causes indirectes de la réduction des écosystèmes forestiers.

Table 3; Binary logistic regression to test the difference in probability of predicting the indirect drivers of forest ecosystems regression.

Moteurs	Variabes	Estimate	SE	Z-value	Pr(> z)
Utilisation des herbicides	Intercept	-3,2727	0,7723	-4,237	<0,0001***
	Niveau primaire	0,7526	0,3592	2,095	0,0361*
	Niveau secondaire	0,5281	0,3914	1,349	0,1772
	Autres activites	-14,5146	792,1505	-0,018	0,9854
	Elevage	-1,534	1,031	-1,488	0,1368
	Zsg	1,0178	0,7496	1,358	0,1745
	Poussée démographique	Intercept	-1,78659	0,40798	-4,379
Masuclin		0,5713	0,32798	1,742	0,08153
Foudou		2,64414	0,81756	3,234	0,00122**
Idaatcha		-0,78017	0,57167	-1,365	0,17234
Lokpa		1,26569	0,65542	1,931	0,05347
Natimba		-0,57484	0,61766	-0,931	0,35202
Waama		-0,07305	0,58641	-0,125	0,90086
Pauvreté	Zsg	-1,26698	0,56099	-2,258	0,02392*
	Intercept	-2,0223	0,5007	-4,039	<0,0001***
	Masculin	-0,5879	0,2883	-2,039	0,041446*
	Foudou	2,151	0,7189	2,992	0,002769**
	Idaatcha	-0,7545	0,6554	-1,151	0,249642
	Lokpa	1,7242	0,5029	3,429	0,000606***
	Waama	1,1928	0,6185	1,929	0,05378

4. Discussion

4.1. Perception de l'état et moteur de déforestation et de dégradation des écosystèmes forestiers

La déforestation et la dégradation des écosystèmes du soudanien et du soudano-guinéen sont évidentes, car le niveau de régression du couvert forestier est largement perçu par la communauté locale des deux régions écologiques. De plus, le niveau de régression très élevé de ces écosystèmes a été fortement signalé par la communauté locale. De pareils résultats sont rapportés par plusieurs études sur l'état des écosystèmes forestiers sur la base des images satellitaires (Biaou *et al.*, 2019; Houéssou *et al.*, 2013; Imorou *et al.*, 2019; Islam *et al.*, 2020; Lydia *et al.*, 2019; Mawenda and Watanabe, 2020; Nyanda *et al.*, 2018). La convergence des perceptions locales et les résultats de la télédétection confirment l'avantage et la pertinence de considérer les savoirs locaux sur la dynamique du paysage (Sambiéni *et al.*, 2015). Dans le même contexte, Hahn-Hadjali (2000) propose d'explorer la perception locale pour lever toute ambiguïté du changement dans la composition de la

végétation. Toutefois, plusieurs facteurs ont été rapportés comme étant les moteurs de la régression du couvert forestier par la population locale. L'agriculture, l'exploitation du bois d'œuvre, l'élevage, la chasse et l'urbanisation ont été cités. Ces résultats corroborent ceux de Bah *et al.* (2019), de Mama *et al.* (2013), de Mawenda and Watanabe (2020) et de Twongvirwe *et al.* (2018). Les travaux de Makunga and Misana (2017) ont aussi montré que l'agriculture, l'extraction du bois et l'expansion des habitations sont les principaux moteurs de dégradation des écosystèmes du Masito-Ugalla à Tanzanie. La zone soudanienne bien qu'étant le bassin cotonnier du Bénin, sa population signale peu les facteurs directs dans le processus de dégradation et de déforestation des écosystèmes forestiers. Par contre, la croissance démographique a été plus citée par la communauté locale du soudanien que ceux de la zone soudano-guinéenne. Ce résultat s'expliquerait par une fuite de responsabilité de ces populations face aux causes de la régression du couvert forestier car de pareils résultats ont été rapportés par Biaou (2019) autour de deux forêts classées du soudanien. Selon Sambiéni *et al.* (2015), les raisonnements que les populations ont de leur activité et son avenir déterminent la relation avec

l'environnement et le comportement. La contribution de la croissance démographique dans le processus de la dégradation a été largement rapportée (Hamandawana *et al.*, 2005; Kindu *et al.*, 2015; Munthali *et al.*, 2019). Généralement cette étude montre un système de gestion non durable des écosystèmes forestiers dans les deux régions écologiques. L'expansion des terres agricoles avec la culture de coton et de l'igname sont des pratiques occasionnant la régression du couvert forestier. L'utilisation des herbicides limite l'intensité de la main-d'œuvre, favorise l'expansion des terres de culture et appauvrit les sols. La baisse de la fertilité du sol conduit à la recherche de nouvelles terres agricoles.

Sous la pression démographique, ce système de production continuera à causer des pertes de superficie forestière (Ciza *et al.*, 2015). Cette croissance de l'effectif au sein des ménages entraîne l'accroissement du nombre de personnes à nourrir et nécessite plus de revenus et davantage de produits agricoles (Avakoudjo *et al.*, 2014). L'enjeu socio-économique de l'avenir de la communauté locale des deux zones écologiques est important. La diminution continue du couvert forestier affectera non seulement les revenus de la population locale, mais aussi la raréfaction des pluies. Les effets seront ressentis sur l'économie du pays, car l'agriculture contribue pour 32,7% en moyenne au Produit Intérieur Brut (PIB) du pays. Dans ce contexte, la mise en place des actions pour une amélioration du système de gestion forestière constituerait un moyen urgent pour réduire la déforestation et la dégradation induites par les activités agricoles non durables. Pour ce faire, la promotion des actions de conservation du sol telles que le Système Amélioré de Production (SAP) et l'agroforesterie qui améliorent sa fertilité combinée aux actions d'intensification agricole permettra de conserver les superficies forestières et sa biodiversité. Aussi, la citation de la pauvreté comme un moteur, suggère donc la mise en place de stratégies d'amélioration de la subsistance de la population locale à travers la promotion des activités génératrices de revenus compatibles avec la conservation des ressources forestières (collecte de PFNL, apiculture, etc.). Cette stratégie réduirait le taux de pauvreté et par ricochet les pressions sur les écosystèmes forestiers. Toutefois, il est apparu que le taux de citation des facteurs ne varie pas significativement avec le genre. Le même résultat a été rapporté par Sambieni *et al.* (2015). Cette différence pourrait s'expliquer par une utilisation indifférente au sein de la communauté locale des ressources affectée par déforestation et la dégradation (Mouhamadou *et al.*, 2013; Sambieni *et al.*, 2015). L'agriculture, l'urbanisation et les activités de chasse ont été les plus indexées par la majorité des femmes bien que n'étant pas leurs activités principales. Ce résultat s'explique par l'ampleur remarquable de ces activités dans la régression du couvert forestier. La raréfaction d'un certain nombre de ressources collectées par les femmes du fait de ces activités non

respectueuses de l'environnement constitue une preuve de leur implication dans le processus de la déforestation et la dégradation des écosystèmes forestiers. La divergence de citation des facteurs directs ou indirects suggère une conscience avérée de l'action de l'homme dans la régression du couvert forestier par la communauté locale (Sambieni *et al.*, 2015). Cette remarque suggère une prise en compte de tous les groupes socio-professionnels et culturels lors de la conception des programmes de gestion et d'éducation environnementale autour des écosystèmes forestiers. De tels programmes contribueraient au changement de comportement de la population locale. Selon Willock *et al.* (1999) la connaissance influence les attitudes et les intentions comportementales d'un individu.

4.2. Déterminants de la perception locale des moteurs de déforestation et de dégradation

Pour mettre en place une politique d'éducation environnementale, la prise en compte des déterminants de la perception de la population locale des forêts est urgente. La variation des facteurs selon la zone concernée suggère que les causes du changement d'affectation des terres varient en fonction de la zone. Cette variation impose la prise en compte des réalités de chaque zone pour définir la politique de gestion durable des écosystèmes forestiers.

Il est aussi apparu que l'ethnie est une variable prédictrice de la probabilité de perception de l'expansion de l'agriculture, la poussée démographique, l'exploitation forestière, l'urbanisation et les activités de chasse comme moteurs de dégradation et de déforestation. La citation de ces facteurs connaît une divergence au sein des différents groupes socio-culturels. Par exemple, comparé aux autres groupes socio-culturels, la majorité des Bariba a cité l'exploitation forestière comme destructrice des forêts. Cette conception différente de ces moteurs par les groupes socioculturels montre la complexité de la mise en place des stratégies efficaces de réduction de ces facteurs.

L'âge affecte la perception locale des activités de chasse comme cause de dégradation des formations forestières. Cette probabilité augmente avec l'âge et varie entre les groupes socio-culturels. Ce qui suggère que les personnes âgées ont une connaissance historique de ces écosystèmes forestiers et donc ont une base de comparaison pour décrire leur environnement. Selon Sánchez-cortés *et al.* (2011), l'expérience fait partie de la logique de signification pour expliquer les changements environnementaux courants.

Le genre prédit la probabilité de percevoir la pauvreté et la poussée démographique dans le changement d'affectation des terres. De pareils résultats sont rapportés par Twongyirwe *et al.* 2018, dans la région de Budongo en Ouganda. La perception de la poussée démographique ne varie pas significativement entre les hommes et les femmes. Ceci suggère que l'affectation

des terres affecte toutes les ressources qui sont utilisées de la même manière par les femmes et les hommes (Sambiéni *et al.*, 2015). Par contre, les femmes pensent que la pauvreté est une cause de la dégradation des écosystèmes forestiers contrairement aux hommes. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les femmes sont plus impliquées dans la collecte de produits forestiers (bois-énergie, plantes médicinales, etc.) qui se raréfient davantage. De plus, le manque d'activités alternatives génératrices de revenus pour assurer leur bien-être incite davantage les femmes ou les hommes à l'expansion des terres agricoles et/ou l'exploitation du bois d'œuvre ; lesquelles favorisent la régression du couvert forestier. Ainsi, pour enrayer ou réduire les facteurs de changement d'affectation des terres, les activités génératrices de revenus compatibles avec la conservation de la biodiversité doivent être promues au sein de villages riverains des écosystèmes forestiers avec une implication des décideurs et des partenaires techniques et financiers.

En ce qui concerne le niveau d'instruction, les personnes de la zone soudano-guinéenne ayant le niveau primaire ont plus identifié l'utilisation des herbicides et l'urbanisation comme facteur de la dégradation des forêts. L'identification de l'utilisation de l'herbicide par les personnes avant le niveau primaire témoigne de l'ampleur de ces produits dans la destruction du couvert végétal. Par ailleurs la citation de l'urbanisation montre la nécessité d'un minimum de niveau d'instruction pour percevoir la part de l'urbanisation dans la dégradation des forêts. De pareils résultats ont été rapportés par Munthali *et al.* (2019) au Malawi.

5. Conclusion

Cette étude montre que la communauté locale à une connaissance des facteurs de dégradation et déforestation des écosystèmes forestiers. Les facteurs relevés par la communauté locale bien qu'incluant les facteurs directs et indirects, varient en fonction de la région écologique, du groupe socio-culturel. L'agriculture, l'urbanisation, l'exploitation du bois, la croissance démographique, l'utilisation de l'herbicide, les activités de chasse et la pauvreté sont les principaux facteurs les plus indexés. La probabilité qu'un moteur soit perçu par un répondant est affectée par différents facteurs socio-économiques. La zone écologique, le niveau d'instruction, le genre, le groupe socio-culturel, l'âge et l'activité socioprofessionnelle ont déterminé la perception locale des différents moteurs. L'aptitude de percevoir l'agriculture, la poussée démographique et les activités de chasse évolue avec l'âge. Aussi, les femmes et les hommes ont-ils la même perception des facteurs directs. Par ailleurs, les femmes ont plus perçu la pauvreté comme moteur des changements du couvert forestier. Bien que les facteurs socio-économiques affectent différemment les perceptions locales, il est toutefois

important de les considérer dans la politique de prise de décision qui se veut d'enrayer ou de réduire ces moteurs de dégradation et de déforestation. La mise en place de stratégies de sensibilisation et d'éducation environnementale ciblées est nécessaire pour la préservation des écosystèmes et leur biodiversité. La promotion des activités génératrices de revenus compatibles avec la conservation des ressources forestières et la biodiversité en partenariat avec les acteurs techniques et financiers permettra de réduire le taux de pauvreté qui conduit à l'exploitation anarchique des terres forestières.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Adomou A. C., 2005. Vegetation patterns and environmental gradients in Benin Implications for biogeography and conservation. PhD thesis, Wageningen University, 150p
- Ahmad N., Pandey P., 2018. Assessment and monitoring of land degradation using geospatial technology in Bathinda district, Punjab, India. 75–90.
- Angelsen A., Kaimowitz D., 1999. Rethinking the Causes of Deforestation. World Bank Res Obs. 14: 73–98.
- Appiah M., Blay D., Damnyag L., Dwomoh F.K., 2009. Dependence on forest resources and tropical deforestation in Ghana. Environ Dev Sustain. 11: 471–87. <https://doi.org/10.1007/s10668-007-9125-0>
- Avakoudjo J., Mama A., Toko I., Kindomihou V., Sinsin B., 2014. Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du Bénin. International Journal of Biological and chemical Sciences. 8(6): 2608–25.
- Bah O.A., Kone T., Yaffa S., Ndiaye M.L., 2019. Land Use and Land Cover Dynamics in Central River Region of the Gambia, West Africa from 1984 to 2017. 5(2): 5–18. <https://doi.org/10.11648/j.ajme.20190502.11>
- Bala G., Caldeira K., Wickett M., Phillips T., Lobell D., Delire C., Mirin A., 2007. Combined climate and carbon-cycle effects of large-scale deforestation. Proceedings of the National Academy of Sciences. 6550–5.

- Biaou S., Houeto F., Gouwakinnou G., Honoré S.S., Awessou B., 2019. Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol de la forêt classée de Ouénou-Bénou au Nord Bénin HAL Id : hal-02189367.
- Borrego A., Skutsch M., 2019. How Socio-Economic Differences between Farmers Affect Forest Degradation in Western Mexico. *Forestry*. 10: 893.
- Ciza S.K., Mikwa J., Malekezi A.C., Gond V., Bosela F.B., 2015. Identification des moteurs de déforestation dans la région d'Isangi, République démocratique du Congo. *Bois et forêts des tropiques*. 324(2): 29–38. <https://doi.org/10.19182/bft2015.324.a31264>
- Dagnelie P., 1998. Statistique théorique et appliquée volume 2. De Boeck et Larcier, Paris et Bruxelles.
- Durand L., Lazos E., 2008. The Local Perception of Tropical Deforestation and its Relation to Conservation Policies in Los Tuxtlas Biosphere Reserve, Mexico. 383–94. <https://doi.org/10.1007/s10745-008-9172-7>
- FAO, 2018. La situation des forêts du monde: les forêts au service du développement durable.
- Fernández-Llamazares Á., Díaz-Reviriego I., Guèze M., Cabeza M., Pyhälä A., Reyes- García V., 2016. Local perceptions as a guide for the sustainable management of natural resources: empirical evidence from a small-scale society in Bolivian Amazonia. *Ecol. Soc.* 21(1): 2.
- Gaoue O.G., Ticktin T., 2009. Fulani knowledge of the ecological impacts of *Khaya senegalensis* (Meliaceae) foliage harvest in Benin and its implications for sustainable harvest. *Econ. Bot.* 63: 256–270.
- Geist H., Lambin E., 2001. What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence. *Land-Use and Land-Cover Change (LUCC) Project*.
- Geist H., Lambin E., 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience*. 52: 143–150.
- Gbedahi L.O., C., Biaou S. S., H., Mama A., Gouwakinnou G.N., Soulémane N., 2019. Dynamique du couvert végétal à Bassila au nord Bénin pendant et après la mise en œuvre d'un projet d'aménagement forestier Dynamic of vegetation cover in Bassila in northern Benin before and after a forest management project. 13(February): 311–24.
- Gibbs H.K., Ruesch A.S., Achard F., Clayton M.K., Holmgren P., Ramankutty N., Foley J.A., 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States Of America*. 16732–16737.
- GIEC, 2007. Changements climatiques-Rapport de synthèse, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
- Hahn-Hadjali K. et A.T., 2000. Perception des espèces en voie de disparition en milieu gourmantché (Est du Burkina Faso). *Berichte des Sonderforschungsbereichs*. 268(14): 285–97.
- Hamandawana H., Nkambwe M., Chanda R., Eckardt F., 2005. Population driven changes in land use in Zimbabwe's district of Masvingo province: Some lessons from recent history. *Appl. Geogr.* 25: 248–270.
- Hosonuma N., Herold M., Sy V. De, Fries R.S. De, 2012. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044009>
- Houéssou L.G., Tèka O., Imorou I.T., Lykke A.M., Sinsin B., 2013. Land use and land-cover change at W Biosphere Reserve and its surroundings areas in Benin Republic (West Africa). *Environment and Natural Resources Research*. 3(2): 87–101.
- Imorou I.T., Arouna O., Zakari S., Djaouga M., Thomas O., Kinmadon G., 2019. Évaluation de la déforestation et de la dégradation des forêts dans les aires protégées et terroirs villageois du bassin cotonnier du Bénin INSAE, 2016. Cahier des villages et quartiers de ville du département du borghou (rgph-4, 2013).
- Islam M., Rahman S., Kabir A., Islam N., 2020. Remote Sensing Applications: Society and Environment Predictive assessment on landscape and coastal erosion of Bangladesh using geospatial techniques. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 17(November 2019): 100277. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.100277>
- Kindu M., Schneider T., Teketay T., Knoke T., 2015. Drivers of land use/land cover changes in Munessa-Shashemene landscape of the south-central highlands of Ethiopia. *Environ. Monit. Assess.* 187: 452.
- Kissinger G., Herold M., Veronique D.S., 2012. Drivers of Deforestation and Forest Degradation. A Synthesis Report for REDD+ Policymakers. Vancouver Canada.

- Kodjovi A., Léonard M., Sêmihinva A., Béssan A.K., Amah A., Badabaté D., Koudzo K.D., Kokou A., 2019. Connaissances écologiques locales sur les indicateurs de dégradation des sols utilisées par les paysans dans la zone guinéenne du Togo (Afrique de l'ouest). *Science de la vie, de la terre et agronomie*. 07: 47–56.
- Loureiro J., Campos A., Lima E. De, Gaoue O.G., Paulino U., 2018. Science of the Total Environment How can local representations of changes of the availability in natural resources assist in targeting conservation? *Science of the Total Environment*. 628–629: 642–9. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.064>
- Maddison D., 2007. The perception of and adaptation to climate change in Africa. Policy Research Working Paper.
- Makunga J.E., Misana S.B., 2017. The Extent and Drivers of Deforestation and Forest Degradation in Masito-Ugalla Ecosystem, Kigoma Region, Tanzania. *Open Journal of Forestry*. 7: 285–305. <https://doi.org/10.4236/ojf.2017.72018>
- Mama A., Sinsin B., Cannière C. De, Bogaert J., 2013. Anthropisation et dynamique des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin. *Tropicicultura*. 31(1): 78–88.
- Mawenda J., Watanabe T., 2020. sustainability An Analysis of Urban Land Use / Land Cover Changes in Blantyre City , Southern Malawi (1994 – 2018). 1–18.
- Mensah, S., Veldtman, R., Ephrem, A., Ham, C., Glèlè, R., Seifert, T., 2017. Ecosystem service importance and use vary with socio-environmental factors: A study from household-surveys in local communities of South Africa. *Ecosystem Services* 23, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.10.018>
- Mouhamadou I.T., Imorou I.T., Mèdaho A.S., Sinsin B., 2013. Perceptions locales des déterminants de la fragmentation des îlots de forêts denses dans la région des Monts Kouffé au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*. 66: 5049–59. <https://doi.org/10.4314/jab.v66i0.95002>
- Munthali M.G., Davis N., Adeola A.M., Botai J.O., Jonathan M., Chisale H.L.W., Orimoogunje O.O.I., 2019. Local Perception of Drivers of Land-Use and Land- Cover Change Dynamics across Dedza District, Central Malawi Region. *Sustainability*. 11: 1–25. <https://doi.org/10.3390/su11030832>
- Nyanda H.N., Kegamba J.J., Sangha K.K., 2018. Impacts of Land Cover Change on Conservation, a Linkage of Spatial Analysis and Anthropogenic Activities in Tanzania. 344–61. <https://doi.org/10.4236/ojf.2018.83022>
- Obersteiner M., Huettner M.M., Kraxner F., McCallum I., Aoki K., Bottcher H., Fritz S., Gusti M., Havlik P., Kindermann G., Rametsteiner E., Reyers B., 2009. On fair, effective and efficient REDD mechanism design. *Carbon Balance and Management*. 4: 11.
- Olanrewaju R.M., Tilakasiri S.L., Bello F.B., 2018. Community perception of deforestation and climate change in Ibadan, Nigeria Community perception of deforestation and climate change in Ibadan, Nigeria. *J. Univ. Ruhuna*. 6(1): 26–36. <https://doi.org/10.4038/jur.v6i1.7866>
- Rutebuka E., Mwaru F., Asamoah E.F., Rukundo E., 2018. Quantitative of Ecosystem Services and Disservices Studies in the Tropics. *Journal of Ecosystem & Ecography*. 8: 258–69. <https://doi.org/10.4172/2157-7625.1000258>
- Sambiéni K.R., Toyi M.S., Mama A., 2015. Perception paysanne sur la fragmentation du paysage de la Forêt classée de l'Ouémé Supérieur au nord du Bénin. [Vertigo] La revue électronique en sciences de l'environnement. 15(2).
- Sánchez-cortés M.S., Lazos E., Silvia M., Lazos S.E., 2011. Indigenous perception of changes in climate variability and its relationship with agriculture in a Zoque community of Chiapas, Mexico. (August). <https://doi.org/10.1007/s10584-010-9972-9>
- Santilli M., Moutinho P., Schwartzman S., Nepstad D., Curran L.M., Nobre C., 2005. Tropical Deforestation and the Kyoto Protocol. *Climate Change*. 71: 267–276.
- Sean M., Richard F., Thomas B., James W., 2016. Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature*. 536(143).
- Su G.S., Macawile J., Villarino A., Agapito J., Gomez N., 2011. Recognizing Local People' s Perceptions Towards Deforestation in Quezon. *Environmental Research Journal*. 5(3): 131–5. <https://doi.org/10.3923/erj.2011.131.135>
- Traoré L., Ouédraogo I., Ouédraogo A., Thiombiano A., 2011. Perceptions, usages et vulnérabilité des ressources végétales ligneuses. *International Journal of Biological and chemical Sciences*. 5(1): 258–78.

- Twongyirwe R., Bithell M., Richards K.S., 2018. Revisiting the drivers of deforestation in the tropics: Insights from local and key informant perceptions in western Uganda. *Journal of Rural Studies*. 63(August): 105–19. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.08.013>
- Van Khuc Q., Tran B.Q., Meyfroidt P., Paschke M.W., 2018. Drivers of deforestation and forest degradation in Vietnam: An exploratory analysis at the national level. *Forest Policy and Economics*. 90: 128–141.
- Vodouhê F.G., Coulibaly O., Adégbidi A., Sinsin B., 2010. Forest Policy and Economics Community perception of biodiversity conservation within protected areas in Benin. 12: 505–12. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2010.06.008>
- White F., 1986. *La Végétation de l’Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l’Afrique/AETFAT/UNESCO*. Paris, France.
- Willock J., Deary I.J., Edwards-Jones G., Gibson G.J., McGregor M.J., Sutherland A., Dent J.B., Morgan O., Grieve R., 1999. The Role of Attitudes and Objectives in Farmer Decisionmaking: Business and Environmentally Oriented Behaviour in Scotland. *Journal of Agricultural Economics*. 50: 286–303.
- Zeb A., Hamann A., Armstrong G.W., Acuna-castellanos D., 2019. Forest Policy and Economics Identifying local actors of deforestation and forest degradation in the Kalasha valleys of Pakistan. *Forest Policy and Economics*. 104(March): 56–64. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.04.005>

Instructions aux auteurs

Note importante : à partir de Janvier 2021, la revue SNA n'accepte plus de soumissions d'articles par email. La soumission se fait exclusivement en ligne, sur la plateforme prévue à l'adresse : <https://sna.fa-up.bj/>. Des conseils et informations utiles sont fournis sur la plateforme dans la rubrique « Ressources pour les auteurs » : <https://sna.fa-up.bj/ojs/index.php/sna/ressources>. Veuillez les consulter si c'est votre première soumission d'article sur la plateforme.

1 Ligne éditoriale

La revue Annales de l'Université de Parakou - Série « Sciences Naturelles et Agronomie », en abrégé AUP-SNA, 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, 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 et synthèses) sur tous les domaines des sciences naturelles, biologiques, agronomiques, environnementales et connexes. Elle s'intéresse en particulier à la rationalisation de la production agricole, l'amélioration des systèmes de production agricole, ainsi qu'à la valorisation et à l'exploitation durable des productions agricoles et des ressources naturelles.

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

- Les **sciences et techniques de production végétale** (phytotechnie, mycologie, horticulture, biotechnologie et protection des végétaux, stockage et conservation des produits de récolte) ;
- Les **sciences et techniques de production animale** (zootechnie, 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, sol, eau) et des territoires ruraux**, y compris la sylviculture, l'écologie, les impacts environnementaux, la conservation et l'évolution de la biodiversité, la gestion des aires protégées, l'écotourisme et les aménagements hydro-agricoles ;
- L'**économie et la sociologie** des systèmes de production agricole et des ressources naturelles ;
- Le **développement agricole en général** et les **innovations** techniques, institutionnelles et politiques dans tous les domaines ci-dessus.

La revue "Annales de l'Université de Parakou - Série Sciences Naturelles et Agronomie" est publiée par l'Université de Parakou (Bénin). Elle a été créée en 2010 et paraissait jusqu'en 2017 sous un numéro unique par an, en format papier.

Depuis 2018, la revue paraît semestriellement (deux fois par an : en Juin et Décembre) et est passée de la publication au format papier à une diffusion électronique uniquement et en accès libre. Les auteurs intéressés par la version papier peuvent toujours en faire la demande au comité de publication et les frais d'impression leurs seront précisés.

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

Les articles soumis pour publication, y compris dans le cadre de colloques scientifiques, sont examinés par le Comité de Publication (pré-évaluation) et par des relecteurs anonymes (évaluation en double-aveugle) 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 ;
- L'originalité du manuscrit soumis ;
- 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 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 types d'article synthèses recevables comprennent : la synthèse narrative, l'analyse bibliométrique, la revue systématique et la méta-analyse. Exception faite de la synthèse narrative, tous les autres types d'article synthèse doivent obligatoirement comporter une section méthodologie ;
- La liste des auteurs et leurs affiliations doit être supprimée du manuscrit, pour préserver l'anonymat des auteurs pendant l'évaluation. Elle sera **saisie directement en ligne dans le formulaire prévu** à cet effet pendant le processus de soumission.
- Les éléments constituant le manuscrit (titre et résumé en français, titre et résumé en anglais, mots clés, texte, références bibliographiques, tableaux et illustrations avec leurs titres et légendes bilingues), **sans les auteurs et leurs affiliations**, 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 doivent être 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 en interligne simple ;
- Les sous-titres sont limités à trois niveaux 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 au total : tableaux et figures) et seront fournies avec leurs titres et légendes bilingues (français et anglais). Elles seront **insérées directement dans le texte** aux emplacements appropriés, et non à la fin de l'article ;
- Le texte doit être rédigé dans un langage simple et compréhensible, en français ou en anglais. 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 équations seront insérées avec l'éditeur d'équations disponible dans le logiciel de traitement de texte ;
- 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 ;
- Le manuscrit sera subdivisé en plusieurs parties sur des pages séparées et dont les contenus sont décrits ci-après.

2.1 Manuscrit complet de l'article (sans les auteurs et affiliations)

Page 1 : Titre de l'article, Résumé et abstract

Cette page doit indiquer clairement :

- Le titre de l'article (20 mots au maximum) en français et en anglais : il comporte l'objet et le taxon s'il y en a avec les noms scientifiques sans auteur (s) ;
- Le titre réduit de l'article dans la langue de rédaction de l'article (10 mots au maximum) ;
- Un bref résumé (300 mots maximum) dans la langue de l'article (français ou anglais selon le cas). Les sections devant être résumées comprennent l'introduction (contexte, problématique et objectifs), la méthodologie, les résultats et la conclusion ;
- Un résumé dans la seconde langue (français ou anglais selon le cas). Les sections devant être résumées comprennent l'introduction (contexte, problématique et objectifs), la méthodologie, les résultats et la conclusion ;
- Cinq (5) mots clés suivront chacun des résumés (français et anglais), 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, structure des populations, Bénin.

Page 2 à xx : Texte complet avec les illustrations incluses

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

Introduction : L'introduction présente la nature et l'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 (Dagnélie, 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 les résultats présentés. Elle est différente du résumé et ne doit pas être une reprise de celui-ci.

Conflits d'intérêt : Cette section permet de signaler tout conflit d'intérêt existant.

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

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 à l'intérieur d'une parenthèse, 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**

- Adjahoun 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 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. *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*) 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 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).

2.2 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 AUP-SNA dans Mendeley : Le style propre aux Annales de l'Université de Parakou – Série Sciences Naturelles et Agronomie est téléchargeable sur ce [lien](#). 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 AUP-SNA dans Zotero : Avec l'application Zotero standalone, vous devez d'abord télécharger le style sur votre ordinateur (avec l'extension « .csl ») sur ce [lien](#). Pour l'installer, faites un clic-double sur le fichier téléchargé pendant que l'application Zotero est ouverte ou ouvrez la avec Zotero et confirmez l'installation.

2.3 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. Ils doivent être aussi traduits dans la seconde langue (français ou anglais) selon la langue de rédaction du manuscrit. 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). Il faut éviter de répéter les mêmes données contenues dans les tableaux et figures dans le texte.

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, etc) 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, etc) 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, etc) ne sont pas concernés.

2.4 Matériels supplémentaires (annexes)

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 soumis séparément comme « matériel supplémentaire ». Les matériels supplémentaires sont indiqués dans le texte par des appels : « (Matériel supplémentaire I ou matériel supplémentaire IV) ».

3 Soumission et évaluation des manuscrits

3.1 Plateforme et documents de soumission

La soumission se fait exclusivement en ligne, sur la plateforme prévue à l'adresse : <https://sna.fau-up.bj/>. L'auteur qui soumet l'article devra se connecter à son compte sur ladite plateforme. Il peut en créer un s'il n'était pas déjà enregistré comme utilisateur. **Aucune attention ne sera accordée à un manuscrit envoyé sous une autre forme.**

Chaque soumission comprend :

1. une *lettre de soumission* de l'article selon le modèle de la revue AUP-SNA (**obligatoire**, cf. modèle sur ce [lien](#)) ;
2. le *manuscrit de l'article* en un seul fichier « .doc », « .docx » ou « .rtf » (**obligatoire**) et sans les noms des auteurs ou leurs affiliations ;
3. les *fichiers des images* en haute résolution (300 dpi) et convenablement numérotées, si applicable ;
4. les *matériels supplémentaires* (annexes), si applicable ;
5. les *autorisations de reproduction d'illustrations* réalisées par des tiers (si applicable).

3.2 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 à soumettre (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). De même, les auteurs sont invités à ne pas laisser apparaître sur les tableaux de données, cartes, photos ou illustrations des labels, notes ou légende pouvant permettre d'identifier un ou plusieurs des co-auteurs du manuscrit soumis. Ces informations pourront être rajoutées dans la version finale de l'article après l'acceptation.

3.3 Etapes d'évaluation des manuscrits

Les manuscrits soumis à la revue passent successivement par :

1. une **pré-évaluation** par le comité de publication :
 - l'analyse de recevabilité du manuscrit (complétude de la soumission: fichier des auteurs, fichier du texte complet, lettre d'accompagnement, et anonymisation des fichiers) ;
 - l'analyse de conformité à la ligne éditoriale (instructions aux auteurs) de la revue et d'originalité des résultats ;
 - le contrôle de plagiat et d'auto-plagiat ;
2. une **évaluation anonyme** par des experts internationaux.

À chacune de ces étapes, l'article pourra être rejeté, s'il n'est pas conforme aux instructions et à la ligne éditoriale de la revue ou s'il est jugé de qualité insuffisante.

3.4 Contrôle de plagiat et d'auto-plagiat

La revue Annales de l'Université de Parakou - Série Sciences Naturelles et Agronomie est engagée contre le plagiat et l'auto-plagiat. La pré-évaluation inclut le contrôle de plagiat à l'aide de logiciels informatiques sous contrôle du Comité de publication. 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 est élevé.***

3.5 Epreuves et révision des manuscrits

En cas de demande de révisions, la version modifiée doit être soumise par l'auteur correspondant sur la plateforme dédiée, dans un délai d'***une semaine pour des révisions mineures*** et d'***un mois pour des révisions majeures***. Toutes les recommandations des experts et du comité de publication sont à prendre en compte. En cas de désaccord avec certaines remarques, 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 doit être joint à la version révisée.

La version révisée de l'article doit ***clairement mettre en exergue les modifications apportées*** par les auteurs, soit en utilisant la fonction "suivi des modifications" disponible dans MS Word, soit en mettant le texte modifié en couleur ou en le surlignant.

Les épreuves sont adressées à l'auteur correspondant par e-mail. 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.

4 Contribution aux frais de publication

Les auteurs doivent contribuer aux frais de publication à hauteur de **40 000 FCFA** (soit 62 Euros) par article accepté, dans un délai de 7 jours suivant l'acceptation de l'article. Les références du compte bancaire de l'Université de Parakou à utiliser pour le paiement seront fournis à l'auteur par email après l'acceptation de son manuscrit.

En aucun cas, le paiement des frais de publication ne doit être envoyé à un membre du comité de publication, par quelque moyen que ce soit. La revue décline toute responsabilité des désagréments qui pourraient en découler.

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 d'en distribuer des exemplaires, de présenter ou communiquer les articles au public par tout procédé technique.

6 Conseils généraux

- Ressources pour les auteurs de la revue AUP-SNA (accessible sur la plateforme de soumission): <https://sna.fa-up.bj/ojs/index.php/sna/ressources>
- Conseils méthodologiques : Pochet B. (2015). Comprendre et maîtriser la littérature scientifique : <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/186181> ou <http://infolit.be/CoMLiS>
- Logiciels gratuits pour l'édition des images : <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/>
 - <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.