



Annales de l'Université de Parakou

Parakou, Bénin

Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

ISSN 1840-8494 / eISSN 1840-8508

Décembre 2022, Volume 12, Numéro 2

<https://sna.fa-up.bj>



Baobab africain (*Adansonia digitata*) en pleine floraison dans la commune de Tchaourou (République du Bénin), avec des fleurs blanches pendantes au bout d'un long pédoncule. © Toukourou Youssef (juillet 2022).

Le baobab peut atteindre 30 m de hauteur et des âges supérieurs à 1000 ans. L'écorce fournit des fibres et du cordage, et les graines de l'huile. Les jeunes feuilles sont cuisinées en sauce ou utilisées comme fourrage. Le fruit contient une pulpe farineuse servant à confectionner des farines de bouillie, des nectars et des sirops très appréciés et dont la commercialisation est en plein essor au Bénin.

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

Site Web de la Série « Sciences Naturelles et Agronomie » : <https://sna.fa-up.bj>

Comité d'édition

Président : Dr Bertrand SOGBOSSI BOCCO, Professeur titulaire

Vice-Président : Dr Mohamed Nasser BACO, Professeur titulaire

Membres :

Dr Salako Alexandre ALLODE,
Professeur titulaire
Dr Obo Yvette ONIBON épouse
DOUBOGAN, Professeure titulaire
Dr Oboubé Mélone Diane
GANDONOU, Assistante

Comité d'impression :

Dr Jean Bosco Kpatindé
VODOUNOU, Professeur titulaire
Dr Sosthène Armand Dèmondji
AHOTONDJI, Assistant
Monsieur B. Ahmed KIMBA
Monsieur Kayodé Roland CHABI

Comité TIC :

Dr Anges Michaël MOUSSE, Maître-
Assistant
Monsieur Sènou Gontrand Hilaire
ADOUHOUNKLA

Comité de Publication Série « Sciences Naturelles et Agronomie »

Directeur de Publication : Dr Samadori S. Honoré BIAOU,
Professeur titulaire
Secrétaire de publication : Dr Youssouf TOUKOUROU, Maître
de Conférences
Membres : Dr Rodrigue V. Cao DIOGO, Maître
de Conférences
Dr Sedjro Gilles Armel NAGO,
Maître de Conférences
Dr Ingrid Sonya Mawussi ADJOVI,
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. SANI (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 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

Site Web de la Série « Sciences Naturelles et Agronomie » : <https://sna.fa-up.bj>

Les articles publiés par la revue Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie » (AUP-SNA) sont en libre accès. Ils sont distribués sous la licence Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).

La propriété des droits d'auteurs sur le contenu des articles demeure à leurs auteurs. Ils sont libres de partager - copier et redistribuer le matériel sur n'importe quel support ou format.

Publier avec la revue AUP-SNA garantit :

- Une rapidité du processus éditorial grâce à la gestion entièrement en ligne ;
 - Un accès immédiat à l'article dès sa publication en ligne ;
 - Un lien durable et permanent à l'article grâce au DOI ;
 - Une grande visibilité sur Internet ;
 - La conservation des droits d'auteur de l'article par les auteurs ;
 - La possibilité de partager les articles dans les réseaux des auteurs, sans restriction ;
 - Des frais de publications très réduits ;
 - Des remises sur les frais de publications pour les évaluateurs de la revue.
-

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

Site Web de la Série « Sciences Naturelles et Agronomie » : <https://sna.fa-up.bj>

Sommaire - Volume 12, Numéro 2 (Décembre 2022)

Contenu et auteurs	Pages
Perception des producteurs agricoles sur l'efficacité des outils d'information et de communication dans la diffusion des pratiques de restauration des terres au Nord-Bénin S. Claude-Gervais ASSOGBA, Sandrine D. ZANCRAN, Rodrigue V. Cao DIOGO	1-12
Caractéristiques structurales et écologiques des populations de <i>Pseudocedrela kotschy</i> de la forêt de Pénésoulou (Bénin) Ibrahim TRAORE MOUSSILIMI, Kourouma KOURA, Augustin K. N. AOUDJI, Jaures Alain GBETOHO, Gaston S. AKOUEHOU, Jean Cossi GANGLO	13-26
Influence du Biochar et du Mycotri sur le développement de la grande morelle (<i>Solanum macrocarpon</i> L.) et la densité de population des nématodes à galles sous serre Octave BEHOUNDJA-KOTOKO, Fabert SOMAKOU, Néhal T. M. DJAOUGA MAMADOU, Manzidath ALAGBA, Ruffin DOSSOU AGBEDE, Hugues BAIMEY	27-34
Déterminants de la viabilité des entreprises agricoles créées par les jeunes au Nord-Ouest du Bénin Patrice BATONWERO, Barnabé AGALATI, Pamphile DEGLA	35-50
Instructions aux auteurs	51-62



Perception des producteurs agricoles sur l'efficacité des outils d'information et de communication dans la diffusion des pratiques de restauration des terres au Nord-Bénin

S. Claude-Gervais ASSOGBA¹, Sandrine D. ZANCRAN¹, Rodrigue V. Cao DIOGO²

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

² Laboratoire d'Innovation en Systèmes de Production Intégrée et de Gestion Durable des
Terres (LISPI-GDT), Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

Emails : a_claude2003@yahoo.fr ; gracezancran@yahoo.fr ; dcao_bj@yahoo.fr

Reçu le 22 Septembre 2022 - Accepté le 23 Décembre 2022 - Publié le 31 Décembre 2022

Résumé : La présente recherche est une contribution à la compréhension du rôle des Outils d'Information et de Communication (OIC) dans la diffusion des mesures de Gestion Durable des Terres (GDT) à travers une évaluation de la perception des producteurs de l'efficacité de ces outils. Elle s'est déroulée à Banikoara, une commune caractérisée par une forte dégradation des sols et qui bénéficie des interventions du Projet Protection et Réhabilitation des Sols pour améliorer la sécurité alimentaire. Les données ont été collectées au moyen d'un questionnaire et d'un guide d'entretien auprès d'un échantillon aléatoire simple de 150 producteurs. La statistique descriptive et l'analyse en composante principale ont été utilisées pour analyser les caractéristiques des enquêtés et l'utilisation des OIC. Des résultats obtenus, la radio, les formations après Assemblées Générales Villageoises, les projections vidéos SOL-Mobil et les foires agricoles constituent les principaux outils utilisés pour la diffusion des mesures GDT. Près de 63,33% des producteurs obtiennent les informations sur les mesures GDT à la fois par les formations, la radio et la projection vidéo SOL-Mobil, 20% obtiennent à la fois par les formations et la projection vidéo SOL-Mobil et 5,33% par les formations. Par ailleurs, l'usage des OIC a un effet positif sur la diffusion des mesures et a permis l'adoption de trois principales mesures GDT dont la Gestion Intégrée de la Fertilité des sols (68%), l'Agriculture de conservation (83,33%) et la Conservation des eaux et des sols (16,66%). Pour rendre l'usage des OIC plus efficace, il importe de lever les contraintes liées à une faible mobilisation des producteurs, au défaut d'énergie électrique, aux difficultés d'accès aux intrants et à un suivi rapproché des producteurs, et celles de la protection des résidus de récolte contre les feux de végétation incontrôlés.

Mots clés : Adoption, TIC, Durabilité, Dégradation, Sol, Banikoara.

Perception of the effectiveness of information and communication tools in land restoration practices dissemination in Northern Benin

Abstract: This research aims to analyze the perception of the effectiveness of information and communication technologies (ICT) in the diffusion of Sustainable Land Management Technologies (SLMT) in the context of high land degradation in Benin. It was carried out in Banikoara located in the North of the country, an area benefiting from the interventions of the Soil Protection and Rehabilitation for Food Security Project. Data were collected among a sample of 150 persons selected at random from the list of producers involved in the project and applying these technologies. Interviews guides, and

questionnaires digitalized and deployed in kobo collect software were used to collect data. Parameters of descriptive statistic and principal components analysis were used to analyze the respondents' characteristics, the level of ICT use, and their effectiveness in the diffusion of technologies. The results show that radio, training, SOL-Mobil video projection, and agricultural fairs are the main tools used to disseminate technologies. Almost 63.33% of producers obtain information on the technologies through training, radio, and SOL-Mobil while 20% obtain it through both training and SOL-Mobil; 5.33% of farmers are informed through only training. ICT have a positive effect on technologies' diffusion. Integrated Soil Fertility Management (68%) and Conservation Agriculture (83.33%) are the two main categories of practices adopted by farmers. To improve the efficacy of ICT, it is important to resolve the constraints of low producers' mobilization, lack of electrical energy, difficulties in accessing inputs and agricultural advice, and protection of crop residues from uncontrolled bush fires.

Keywords: Adoption, ICT, Sustainability, Soil, Degradation, Banikoara.

1. Introduction

Au Bénin, le maintien d'une bonne fertilité des sols demeure une grande préoccupation pour les exploitants agricoles (Serme et al., 2015). En effet, le changement d'occupation des terres et l'intensification des activités anthropiques engendrent une dégradation du couvert végétal à un rythme effréné et inquiétant (Agbanou et al., 2018 ; Serme et al., 2015; Biaou et al., 2016 ; Yabi et al., 2016), notamment au Nord du Bénin qui concentre 92,5% de la couverture forestière nationale (Ahononga et al., 2021). Ce recul du couvert végétal a de graves répercussions sur la durabilité des Ressources Naturelles et accélère la dégradation des sols, principal facteur de production. Une analyse de l'évolution de la fertilité des sols dans la plupart des systèmes de cultures a montré des états de pauvreté et de dégradation progressive inquiétants. Ainsi, globalement, 29% et 33 % des terres au Bénin se trouvent dans un état respectivement de forte et moyenne dégradation (PSI-GDT, 2010 ; Orou Séko, 2013 ; Assogba et al., 2017). Il existe cependant de fortes variations du niveau de dégradation des sols en fonction des zones agro-écologiques. Les sols qui sont fortement dégradés se localisent au Nord-Bénin avec des taux de dégradation de près de 84% (Assogba et al., 2017).

En réponse aux problèmes de dégradation grandissante des sols, des initiatives de Gestion Durable des Terres (GDT), voient le jour et promeuvent des actions de transferts ou de diffusion de technologies ou de mesures GDT auprès des producteurs. L'objectif visé est de prévenir ou d'atténuer la dégradation des sols et de les réhabiliter. Cependant, les différents efforts déployés ne permettent pas une diffusion à large échelle des mesures GDT et de contrer efficacement le fléau de la dégradation des sols. Aussi, l'une des principales préoccupations qui se pose aux initiatives œuvrant pour la GDT est-elle de savoir comment favoriser une

diffusion des mesures GDT au-delà des groupes de contact et de la vie des projets, dans un contexte caractérisé par la limitation des ressources et la nécessité d'une pérennisation des actions. Dès lors les *Information and Communication Technologies for Agriculture (ICT4Ag)* (Outils d'Information et de Communication pour l'Agriculture), ou dispositifs et services permettant de recevoir, d'émettre et d'afficher des données et des informations sous une forme électronique, apparaissent comme une opportunité pour une diffusion à plus grande échelle des innovations technologiques (FARA, 2009 ; Aker et al., 2016). En effet, du fait que les ICT4Ag soient, selon Moati (2005), crédités du pouvoir transformateur des modes de vie et de production, ils suscitent beaucoup d'espoirs quant à leur contribution à la recherche de solutions aux problèmes que pose le développement du secteur agricole (Sylla, 2008). Aussi, dans le but d'améliorer la contribution des ICT4Ag à l'adoption et à la diffusion des mesures GDT, il importe de mieux comprendre le processus de ICT4Ag mis en place par les structures promotrices des mesures GDT, afin de mettre en exergue les freins à l'utilisation de ces outils. Tel est l'objectif du présent article qui se penche sur le cas de la promotion des mesures GDT par le Projet de Réhabilitation et d'amélioration des sols pour la sécurité alimentaire (ProSol) dans la commune de Banikoara, la plus importante zone de production de coton au Bénin.

La commune de Banikoara fait face à un phénomène très récurrent et galopant de la dégradation des terres. Face à ce phénomène, certains dispositifs de développement, dont, le ProSol travaille à la promotion des mesures GDT en intégrant les ICT4Ag aux outils traditionnels de diffusion des innovations technologiques. Le présent article se focalise sur l'analyse de l'efficacité de ces outils dans la diffusion des mesures GDT à Banikoara en répondant aux questions suivantes : Quelles sont les pratiques GDT vulgarisées et adoptées par les producteurs de Banikoara ? Quels sont les outils d'information et de communication utilisés pour la diffusion de ces mesures ? Quels sont les acteurs impliqués dans les stratégies de communication et d'information

* Auteur Correspondant : a_claude2003@yahoo.fr

prises en place pour la diffusion de ces mesures ? Quels sont les effets de ces mesures et les contraintes liées à leur utilisation ?

D'un point de vue théorique, la communication est perçue comme un processus à travers lequel les participants créent et partagent l'information dans le but d'atteindre une compréhension mutuelle (Rogers, 2003). Du fait que toute innovation comporte, par définition, une part de risque et d'incertitude, les individus recherchent des informations afin de réduire ce degré d'incertitude. De manière particulière, la communication interpersonnelle est considérée comme un processus dynamique, une activité collective ou une interaction entre les individus d'une même communauté et par lequel ces derniers créent et règlent la réalité sociale (Parent, 1999 ; Trenholm et al., 1988). La communication répond ainsi à la nécessité d'un échange d'information devant contribuer à résoudre un problème de développement et visant à améliorer la qualité de vie d'un groupe cible spécifique. Pris dans ce sens, et comme pour toute innovation, l'introduction des pratiques GDT en milieu paysan, crée un besoin d'information et de communication nécessaire à une adoption à grande échelle de ces mesures pour la restauration des terres et la réalisation des objectifs de sécurité alimentaire et de lutte contre le chômage. Dans cette perspective, la communication peut développer une approche ou une combinaison d'approches privilégiant les actions de grande envergure s'appuyant sur les mass-médias ou une approche à la base, ou communication communautaire se focalisant sur les microréalisations et s'appuyant sur les médias légers tels que la vidéo, les affiches, les diaporamas, etc. De manière particulière, les ICT4Ag correspondent à l'ensemble de technologies basées sur l'informatique, la microélectronique, les télécommunications (notamment les réseaux), le multimédia et l'audiovisuel, qui, lorsqu'elles sont combinées et interconnectées, offrent la possibilité du stockage, du traitement et de la transmission des informations agricoles, sous de formes variées telles que les documents audio-visuels, les images, les textes, etc. et facilitent l'interaction entre des personnes d'une part et des personnes et des machines d'autre part (Basque, 2005). Elles renvoient à un ensemble de technologies qui permettent de saisir, traiter, stocker et communiquer l'information. Dans le processus de diffusion, ces outils de communication sont indispensables pour porter l'information d'un individu à l'autre (Daude, 2002). La modalité de propagation de l'information peut conduire à une diffusion par contagion ou à une diffusion selon la hiérarchie des lieux. La diffusion par contagion dépend principalement des contacts directs et met en avant l'importance des effets de voisinage qui diminuent à mesure que l'on s'éloigne de la source de l'information, la probabilité de contact entre émetteurs et récepteurs diminuant avec la distance (Daude, 2002). Quant à la diffusion selon la hiérarchie

des lieux, elle se manifeste lorsque certaines innovations tendent à être adoptées en premier lieu dans les grandes villes (ou structures sociales à des niveaux supérieurs), pour se diffuser progressivement vers les villes plus petites (ou structures sociales à des niveaux inférieurs). Ainsi, à mesure que l'innovation se banalise, elle devient une norme de fait et se diffuse alors vers les autres villes du territoire. En termes d'information agricole, la hiérarchie s'illustre par le fait que les responsables agricoles sont les premiers à obtenir les informations et les transmettent progressivement à tous leurs membres. Cependant, selon Daude (2002), les observations empiriques révèlent que la diffusion par contagion et selon la hiérarchie se combinent dans le temps. En effet, l'information circule horizontalement, entre niveaux équivalents, mais aussi verticalement, entre niveaux différents, assurant ainsi la diffusion de l'information sur l'ensemble de l'espace.

2. Matériel et méthodes

2.1. Description de la zone d'étude

La commune de Banikoara, où s'est déroulée la phase empirique de l'étude est localisée dans le Département de l'Alibori, au Nord-Bénin, entre 10°50 et 11°45 Latitude Nord et entre 2° et 2°55 longitude Est. Limitée par les communes de Karimama au Nord, Gogounou et Kérou au Sud, Kandi à l'Est et le Burkina Faso à l'Ouest, elle couvre une superficie de 4 383 km² soit 16,69% de la superficie totale de l'Alibori (Figure 1). La commune comptait en 2012, 246 575 habitants (dont 50,34% de femmes), répartis dans les dix arrondissements (RGPH4, 2013). La commune jouit d'un climat soudanien caractérisé par une alternance de saison pluvieuse de 6 mois (mai à octobre) avec remontée de la mousson et une saison sèche de 6 mois (novembre à avril) avec la prédominance de l'harmattan. La pluviométrie varie entre 780,83 mm et 1108,8 mm avec des irrégularités dans le temps et dans l'espace. L'agriculture demeure la principale activité économique à laquelle s'adonne près de 76% de la population. Le coton constitue la principale culture, faisant de la commune, le bassin cotonnier du Bénin. Outre le coton, le maïs, le sorgho, le riz, le soja et les cultures maraîchères occupent près de 48,15% des 2 148 km² de terres cultivables. Les sols, de types ferrugineux tropicaux à concrétions et indurations, se prêtent à la plupart des cultures si leur profondeur n'est pas un facteur limitant. Quant aux infrastructures de communication et d'information, la commune bénéficie des services des réseaux de téléphonie mobile, des services de la poste, des organes de presse publics (Office de Radio et Télévision du Bénin : ORTB) et privés (radio Dialogue FM, radio rurale Baniganisé).

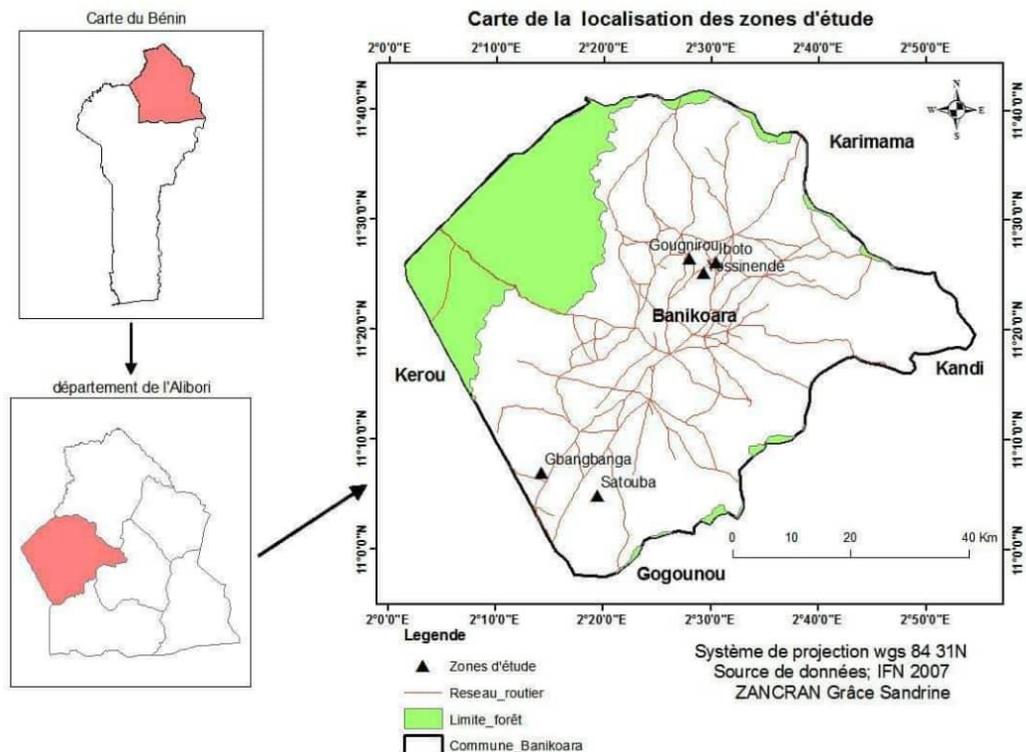


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude / Localisation of the study area

2.2. Unités de recherche et échantillonnage

Les investigations ont été conduites dans cinq villages de la commune, choisis avec le concours des techniciens et superviseurs du projet ProSol sur la base des critères suivants : (i) problème de dégradation du sol ; (ii) producteurs bénéficiaires des appuis du ProSol et mettant en œuvre au moins une des mesures GDT vulgarisées par le projet. Les unités de recherche sont constituées des producteurs régulièrement suivis et formés par le projet ProSol dans ces villages et qui mettent en œuvre les pratiques GDT. Au total, 267 producteurs dont 159 hommes ont été recensés. A partir de cette liste, 150 producteurs, à raison de 30 producteurs par village, ont été choisis au hasard pour constituer l'échantillon d'étude (Tableau 1).

2.3. Méthodes et outils de collecte et d'analyse des données

Les données collectées concernent essentiellement les caractéristiques socio-économiques et démographiques des producteurs (âge, sexe, nombre d'années d'expériences, situation matrimoniale, taille du ménage,

mode d'accès à la terre, etc.), pratiques GDT vulgarisées et celles adoptées, canaux de communication et d'information, principales cultures, superficies totales emblavées pour la production agricole, appartenance à un groupement villageois, etc. Elles ont été collectées grâce aux entretiens structurés au moyen de questionnaire et en focus groups avec de guides d'entretiens. Au total, cinq focus groups avec un effectif de dix producteurs par groupe ont été organisés. Les données ont été encodées et saisies au tableur Excel 2016 puis incorporées sous le logiciel R.3.5.2. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) réalisée sur l'ensemble de ces données a permis de mettre en relation les groupes de producteurs et les outils d'information et de communication. De plus, une Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM) a permis d'obtenir une représentation des exploitations sous forme de projections sur des plans définis par les premiers axes factoriels ; ces exploitations ont été ensuite regroupées suivant leur proximité.

Tableau 1 : Caractéristiques de l'échantillon d'étude / Characterization of the study sample

Villages	Producteurs ProSol		Total	Producteurs enquêtés		Total
	Hommes	Femmes		Hommes	Femmes	
Satouba	42	11	53	25	05	30
Gbangbanga	38	14	52	18	12	30
Yossinendé	34	16	50	15	15	30
Iboto	19	33	52	14	16	30
Gougnirou	26	34	60	18	12	30
Total	159	108	267	90	60	150

3. Résultats

3.1. Caractéristiques socio-économiques et démographiques des enquêtés

Les producteurs enquêtés sont constitués en majorité d'hommes (60%). Près de 52% et 29,33% des producteurs ont un âge compris respectivement entre [30-50]ans et [50-70] ans. L'agriculture constitue la principale activité à laquelle s'adonnent tous les producteurs interviewés. En plus de cette activité, 18% des producteurs pratiquent l'élevage et 19% s'adonnent au commerce. La plupart des producteurs sont lettrés. Près de 67% sont alphabétisés en langue *Batonu* ; 19% et 7% ont atteint respectivement le niveau primaire et secondaire de l'enseignement général alors que près de 79% ne sont pas instruits. Les producteurs sont des musulmans à près de 57%, des chrétiens à 39% et des pratiquants des religions endogènes à 8%.

3.2. Outils d'information et de communication mise en œuvre pour la diffusion des mesures GDT

Les outils mis en œuvre dans le processus de diffusion des pratiques de GDT peuvent être catégorisés en deux grands groupes : les outils mobilisés par le projet ProSol et les outils mobilisés par les producteurs eux-mêmes. Ces outils peuvent être parfois des combinaisons de différents outils et s'inscrivent dans le cadre plus global de stratégies de communication.

3.2.1. Outils d'Information et de Communication mis en œuvre par le ProSol

Différentes stratégies, combinant divers outils d'information et de communication ont été mises en œuvre par le projet ProSol pour la diffusion des mesures GDT. Ces stratégies se résument en l'organisation des assemblées villageoises, des formations, l'initiative Sol-Mobil, les foires agricoles et les émissions radiophoniques.

- *Les formations comme outil de diffusion des pratiques GDT*

Les formations organisées par ProSol constituent une arène pour la diffusion des pratiques GDT. Ces formations s'inscrivent dans un processus qui débute avec les Assemblées Générales Villageoises (AGV). La démarche mise en place pour la réalisation des AGV,

englobe une prise de contact avec le milieu d'intervention, la conduite des AGV et la formation des producteurs volontaires.

Etape 1 : Prise de contact avec le milieu d'intervention

L'objectif de la prise de contact avec le milieu d'intervention est d'instaurer un climat de confiance entre les techniciens et la communauté, condition nécessaire à une bonne exécution des activités. Ainsi, après une prise de contact avec les autorités communales, d'arrondissements puis villageoises pour une présentation des objectifs du ProSol, des échanges ont lieu avec les chefs de villages et les leaders des Groupements Villageois (GV), notamment les Secrétaires, afin de garantir leur forte adhésion à l'organisation des AGV et aux formations ultérieures des producteurs.

Etape 2 : Conduite des assemblées générales villageoises

Les AGV sont souvent organisées sur une place publique ou sous un arbre à palabre pour regrouper une grande partie de la population. L'objectif des AGV est de recenser les producteurs désireux d'adhérer à l'initiative ProSol et prêts à s'engager à mettre en œuvre les pratiques GDT vulgarisées. Pour ce faire, les techniciens présentent le projet à la communauté puis une liste d'intention à la mise en œuvre des pratiques GDT et d'adaptation au changement climatique est ouverte. Au terme de l'AGV une date de démarrage de la formation est définie de commun accord avec le technicien du ProSol, les leaders locaux et les producteurs manifestant le désir d'expérimenter les pratiques GDT et d'adaptation au changement climatique (Tableau 2).

Tableau 2 : Effectif des producteurs recensés après les AGV sur la gestion durable des terres / Number of farmers after village meeting on sustainable land management

Villages	Effectif des producteurs	Hommes	Femmes
Satouba	174	72%	28%
Gbangbanga	122	80%	20%
Yossinendé	144	71%	29%
Iboto	177	41%	59%
Gougnirou	198	44%	56%
Total	815	60%	40%

Source : Données d'enquêtes (Juillet-Septembre, 2021)

Globalement, on note un plus grand intéressement des hommes que des femmes à suivre les formations et à expérimenter les mesures de gestion durable des terres. Aux dires des producteurs, les principales raisons sont entre autres, l'éloignement des lieux de résidence des producteurs du point de formation, les difficultés de prise de parole des femmes en public, l'imminence des tâches domestiques, etc.

Etape 3 : Formation des producteurs volontaires

Au total, sept modules de formation ont été organisés au profit des producteurs volontaires qui se sont faits enregistrés au cours des AGV. Ces sessions sont programmées par les techniciens du ProSol en accord avec les producteurs ayant manifesté le désir de mettre en œuvre les pratiques GDT. Les formations constituent des espaces où le ProSol informe et communique avec les producteurs sur les différentes catégories de mesures de GDT. Ces mesures portent sur : (i) la Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols (GIFS) ; (ii) l'Agriculture de Conservation (AC) ; (iii) la Conservation des Eaux et des Sols (CES) ; (iv) la Gestion Intégrée de l'Agriculture et de l'Élevage (GIAE) ; (v) l'Agroforesterie et Forêts individuelles (AFI) ; et (vi) l'Adaptation au Changement Climatique (ACC). Les formations durent cinq demi-journées. Au terme de la première demi-journée où les producteurs sont longuement instruits sur les mesures GDT au moyen de boîtes d'images, un choix de mesures à mettre en application est fait par chaque producteur. Par village, en fonction des effectifs, deux groupes de 30 producteurs dénommés classes de formation, sont constitués afin de faciliter les apprentissages.

Bien que les producteurs aient manifesté délibérément leur volonté de suivre les formations, leur présence n'est toujours pas une garantie. Une analyse désagrégée des effectifs des participants permet de constater que le degré de participation des producteurs n'est pas le même en fonction du sexe (Figure 2).

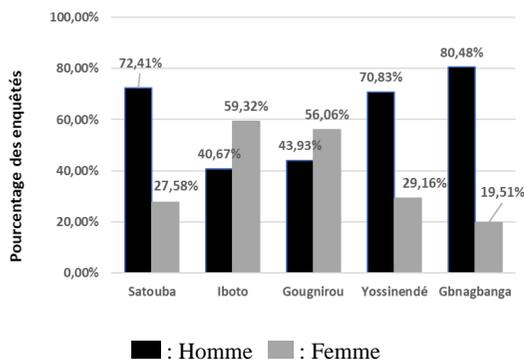


Figure 2 : Répartition des producteurs volontaires formés par village en fonction du sexe / Gender distribution of voluntary producers trained by village

Source : Données d'enquêtes (Juillet-Septembre, 2021)

• L'unité SOL-MOBIL (SM)

Le SOL-Mobil est un concept développé par le ProSol pour la diffusion des mesures GDT au moyen des projections vidéos. Il s'agit d'une unité mobile équipée d'un dispositif de projection vidéo, pour une communication de masse sur l'application des mesures GDT. Le passage de l'unité dans les villages couverts par le ProSol fait suite aux AGV et est basé sur un calendrier mensuel prédéfini. L'unité, constituée de deux techniciens expérimentés en GDT et d'un conducteur électrotechnicien séjourne dans chaque village pendant trois jours et anime les soirs une séance de projection vidéos d'une durée moyenne de trois heures. Le véhicule SOL-Mobil est équipé d'un kit de projection vidéo, d'un dispositif pour l'éclairage et l'alimentation électrique (groupe électrogène, lampes et fils électriques), des boîtes à images, d'autres accessoires (matériel de couchage). En amont aux séances de projection, les techniciens de ProSol définissent ensemble avec les leaders du village (autorités administratives, leaders des organisations des producteurs, des jeunes, etc.) le lieu de rassemblement (endroit public, arbre à palabre, etc.), le jour, l'heure de la projection et la stratégie de mobilisation des producteurs. L'information sur la séance de projection est communiquée à tout le village grâce au crieur public.

Les séances de projection démarrent après 20 heures, le temps de permettre aux femmes d'achever leurs tâches de préparation des repas et durent généralement au moins 3 heures. Elles se déroulent en langue locale, *Batonu, Fulfulé, Boo* avec parfois une association du Français. La démarche adoptée consiste, dans un premier temps, à amener les producteurs de prendre conscience et à réfléchir sur l'état de la dégradation des sols dans leur localité. Cette introduction se base, dans certains cas, sur l'historique du village et l'évolution de son environnement ou sur des témoignages des producteurs. Les discussions sont structurées autour de trois points : l'écosystème sol, le processus de dégradation des sols et ses conséquences, la restauration de la fertilité des sols avec les mesures GDT. La séance est nourrie de forts applaudissements et des distributions de tee-shirts pour encourager la participation active de producteurs, notamment celle des femmes. Au terme de la rencontre, une liste des nouveaux producteurs désireux de rejoindre les classes de formation sur la GDT est constituée. La projection vidéo proprement dite sur l'application des mesures GDT a lieu au lendemain de l'assemblée. Le choix de la vidéo à projeter se base sur les préoccupations exprimées par les producteurs au cours des animations villageoises. Un petit sondage au cours de la journée permet d'apprécier le niveau d'information de la communauté sur la tenue de la séance de projection et à intensifier au besoin la campagne d'information avec SOL-Mobil. La séance de projection commence par la diffusion en langue locale des clips musicaux comme effet de rappel et d'annonce du démarrage.

La projection des vidéos sur l'application des mesures GDT commence dès qu'une bonne partie de la communauté s'est réunie. Cette projection est suivie de témoignages des producteurs d'autres localités appliquant déjà ces mesures puis de débats avec la communauté. Des techniques de relance, revêtant l'aspect de questions-réponses permettent de sonder le niveau de compréhension des participants. Des échantillons de plantes améliorantes de la fertilité des sols sont ensuite présentées aux producteurs.

Tableau 3 : Effectif des producteurs aux animations de sensibilisation SOL-Mobil / Number of producers involved in SOL-Mobil awareness-raising activities

Villages	Effectifs des producteurs	Hommes	Femmes
Satouba	332	62%	38%
Gbangbanga	425	46%	54%
Yossinendé	342	51%	49%
Iboto	527	50%	50%
Gougnirou	353	52%	48%

Source : Données d'enquêtes (Juillet-Septembre, 2021)

Globalement les hommes sont plus présents aux séances de projection des vidéos que les femmes sauf à Gbangbanga. Cependant, les femmes semblent montrer de plus en plus d'intérêt aux activités qui concernent la gestion de la fertilité de leur sol.

L'augmentation de l'effectif des producteurs après la sensibilisation par l'unité SOL-Mobil, permet d'apprécier l'effet de cet outil sur la diffusion des mesures GDT (Tableau 4).

Globalement, le passage de l'unité SOL-Mobil dans les villages d'intervention du ProSol a un effet positif sur le nombre de personnes s'inscrivant aux formations. Ce dispositif permet donc d'atteindre plus de personnes que ne le permettent les simples AGV qui ne mobilisent que le canal oral pour porter le message.

- *Les émissions radio diffusées*

La radio constitue un outil de communication de masse utilisé par ProSol pour la diffusion des mesures GDT/ACC. Elle est utilisée comme un canal

complémentaire aux AVG et SOL-Mobil. Les émissions radiophoniques visent à renforcer les producteurs sur l'application des mesures GDT/ACC. Leur réalisation rentre dans le cadre d'une convention entre le projet ProSol et les promoteurs de la radio locale. Une plage horaire hebdomadaire dédiée au monde rural et sert d'espace d'information et de communication. Les émissions consacrées à la GDT/ACC sont diffusées en direct les mercredis de manière mensuelle et en différé tous les mercredis. Les thèmes débattus sont choisis en fonction du calendrier culturel et du stade phénologique des plantes en vue de permettre aux producteurs une application pratique des informations partagées. Les émissions sont interactives, elles démarrent à 8 heures 40 minutes et durent de 30 minutes à 1 heure, en fonction des sujets débattus. Les invités peuvent être un technicien du ProSol, un agent de l'Agence Territoriale de Développement Agricole (ATDA), un producteur, etc. Au cours de ces émissions, les producteurs, au moyen de leur téléphone portable, expriment leurs préoccupations ou partagent des expériences ou des témoignages avec l'ensemble des auditeurs. Il est rapporté que les hommes, au cours de ces émissions interviennent plus que les femmes et sur des préoccupations relatives à la gestion des exploitations, les femmes par contre s'attardent sur les contraintes liées aux cultures vivrières et aux transformations agroalimentaires des denrées locales. Les émissions ont une large audience. L'écoute se fait au champ ou en groupe ; les femmes préfèrent ne pas rester avec les hommes qui, selon elles, font trop de commentaires, les empêchant de suivre le message véhiculé.

- *Les Foires Agricoles*

Les foires agricoles constituent des espaces où le ProSol informe et communique avec les producteurs sur les GDT/ACC via des outils comme les posters, les expositions des intrants (semences GDT/ACC,...) et des produits de transformation (beurre de Karité, fro-mage de soja, tissus etc.).

Tableau 4 : Effet des sensibilisations de SOL-Mobil sur la diffusion des mesures GDT / Effect of SOL-Mobil sensitization on the dissemination of land restoration practices

Villages	Avant SOL-Mobile		Total	Après SOL-Mobile		Total	Différentielle
	Hommes	Femmes		Hommes	Femmes		
Satouba	42	11	53	46	12	58	+ 5
Gbangbanga	38	14	52	47	19	66	+ 14
Yossinendé	34	16	50	49	23	72	+ 22
Iboto	19	33	52	40	44	88	+ 36
Gougnirou	26	34	60	57	58	115	+ 55
Total	159	108	267	239	156	395	+ 128

Source : Données d'enquêtes (Juillet-Septembre, 2021)

3.2.2. Outils mobilisés par les producteurs eux-mêmes

Les producteurs ne jouent pas un rôle passif dans la diffusion des mesures GDT. Différents outils d'information et de communication sont mobilisés par ces derniers pour renforcer les mesures mises en place par le ProSol. Il s'agit du téléphone portable, du crieur public ou de bouche à oreille, des journées paysannes et des réunions villageoises.

La radio constitue le canal d'information le plus sollicité à près de 79% par les producteurs. Elle est suivie du téléphone (52%) puis de bouche à oreille (41%) et du crieur public (18%). Les producteurs jugent son utilité, à travers sa capacité à les informer sur les bonnes pratiques liées à l'adoption des mesures GDT et à la disponibilité des intrants d'une part et de leurs modes d'emploi d'autre part. Quant au téléphone portable, il permet aux producteurs d'échanger sur leurs difficultés dans l'application des mesures GDT, de partager des informations utiles au bon déroulement des activités, renforçant ainsi les interactions sociales. Ces différents canaux sont utilisés en combinaison de ceux déployés par le ProSol.

3.3. Perception des producteurs agricoles sur l'utilité des outils d'information et de communication

L'utilité des différents outils utilisés dans la diffusion des mesures GDT est mesurée en fonction de sa pertinence dans la sensibilisation des producteurs sur les enjeux liés à la dégradation des sols et à l'adoption des mesures GDT, à la fourniture d'informations sur ces mesures et aux possibilités qu'offrent ces canaux aux producteurs d'expérimenter ces mesures. Il est avéré que les assemblées villageoises se présentent comme un outil qui se trouve en amont de toute la démarche de diffusion des mesures GDT. Elles permettent d'informer les producteurs de l'existence des mesures GDT mais surtout contribuent à faire prendre conscience aux producteurs les dangers liés à la dégradation des terres et la nécessité de prendre des mesures appropriées. La plupart des enquêtés ont mis l'accent sur ce rôle. En ce qui concerne les formations, elles contribuent non seulement à sensibiliser les producteurs, mais favorisent également une mise en application concrète des mesures. Relativement aux émissions radios, les producteurs sont unanimes sur le fait qu'elles constituent un outil capital dans la diffusion des mesures GDT. Les déclarations de certains acteurs rencontrés au cours des enquêtes sont révélatrices du rôle majeur que joue la radio. A ce propos, un producteur de Yossinendé affirme que :

« La radio est un outil d'information très fiable pour s'informer sur les mesures GDT. Il y a une heure de diffusion fixe des émissions que je ne rate pas. Je m'arrange pour être à la maison à temps pour l'écouter. L'avantage aussi est que même si je ne suivais pas

l'émission à temps réel, je peux rattraper en retransmission. »

Il se dégage de ces propos que l'utilité associée par les producteurs aux outils d'information et de communication de masse comme la radio tire son fondement dans la capacité de ces outils à permettre aux auditeurs d'écouter plusieurs fois les mêmes informations. Par ailleurs, la connaissance a priori de la périodicité de ces émissions favorise une meilleure intégration de leur temps de passage aux calendriers des producteurs. Il apparaît que la pertinence de l'information partagée, la possibilité pour le producteur d'avoir accès à l'information de manière répétitive et la compatibilité des périodes de diffusion des informations avec son calendrier constituent des facteurs qui influenceraient positivement la perception de l'utilité des outils par le producteur.

Par ailleurs, les émissions radio constituent également des occasions pour les producteurs d'améliorer leur niveau de connaissance sur les notions débattues. A ce sujet, une animatrice de la radio locale rapporte :

« Au cours d'une de mes tournées de suivi des activités dans un village en tant que superviseur à l'ONG AFVA, j'ai été interpellée par un producteur qui m'a fait part de sa désapprobation par rapport à une information que j'avais apportée au cours d'une émission sur la GDT. Cette occasion m'a permis de mieux échanger avec le producteur et de revenir sur l'information pour mieux l'expliquer ».

L'utilité des outils d'information et de communication comme la radio dépend du degré de feedback que favorisent ces outils. Cette déclaration de l'animatrice des émissions radio sur la GDT révèle l'importance de l'association des rencontres interpersonnelles aux émissions radiophoniques. Il se dégage que, bien que les émissions soient interactives, leur utilité perçue par les producteurs dépend de la possibilité d'interaction qui leur est offerte après les émissions.

Relativement au SOL-Mobil, il apparaît comme une innovation capitale dans la diffusion à grande échelle des mesures GDT en favorisant la sensibilisation, l'information et la formation des producteurs sur ces mesures GDT. Quelques propos recueillis auprès des producteurs/productrices enquêtés édifient :

« Après la projection des films, j'ai échangé avec notre technicien sur les nouvelles mesures diffusées. J'ai pratiqué le labour perpendiculaire à la pente et l'épandage de la bouse de vache. J'ai remarqué les campagnes suivantes que mon sol a bien donné ».

« Mon champ de maïs est sur une pente et l'eau de ruissellement emportait toute la terre. SOL-Mobil m'a conseillée d'ériger des cordons pierreux pour lutter contre cette érosion. J'ai mis en plus dans mon champ le Mucuna et le Pois d'Angole. Je suis passée de deux à douze sacs de maïs ».

Il ressort de ces différentes déclarations que les producteurs apprécient l'utilité des outils d'information et de communication en se basant sur les innovations diffusées au moyen de ces outils d'une part et les résultats de production obtenus à partir de l'adoption de ces innovations d'autre part. Ces résultats englobent le degré auquel les innovations répondent aux besoins du producteur, les répercussions sur le rendement, la production, etc.

3.4. Efficacité des outils d'information et de communication dans la diffusion des mesures GDT

Comme montré précédemment, une combinaison diversifiée d'outils d'information et de communication est faite pour la diffusion des mesures GDT. La sensibilité des producteurs à ces différents outils n'est pas la même comme le montrent les résultats de l'ACP et de l'AFCM (Figure 3).

L'analyse de la répartition de la pertinence des différents outils d'information et de communication permet de distinguer trois catégories de producteurs. Le Groupe I est constitué de 26% des enquêtés dont environ 54% des femmes ; leur âge varie entre 30 et 50 ans. L'agriculture constitue leur principale activité, suivie du commerce des produits maraichers. Ils emblavent moins de 10 ha et obtiennent leur terre par don et héritage. Ils sont pour la plupart alphabétisés en langue

locale et combinent différentes sources pour s'informer sur la mise en œuvre des mesures GDT, ce qui leur permet d'adopter une gamme variée de mesures GDT, principalement les mesures des catégories GIFS, AC, GIAE et CES. Quant au groupe II, il englobe 10% des enquêtés, en grande majorité des femmes (93%) dont l'âge varie entre 30 et 50 ans. Elles s'adonnent plus à l'agriculture et au commerce emblavent moins de 10 ha. L'emprunt constitue leur principal mode d'accès à la terre, les mettant dans une position d'insécurité foncière. Elles sont à près de 55% alphabétisées et reçoivent plus les informations aux assemblées villageoises. Les mesures GDT des catégories AC et GIFS sont les seules adoptées par ce groupe de producteurs. Le Groupe III, enfin, concentre 38% des producteurs enquêtés, essentiellement constitué d'hommes (82%) avec un âge variant entre 30 et 50 ans.

Par ailleurs, il apparaît que les mesures des catégories Agriculture de Conservation (AC) et Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols (GIFS) sont les plus adoptées par respectivement 83% et 68% des producteurs, toutes catégories confondues. De plus, les mesures appliquées par les producteurs au sein de ces deux catégories de mesures sont peu diversifiées.

La gestion des résidus de récolte (95%), suivie du pois d'angole (53%), du mucuna (35%), des associations (15%) et de la bouse de bovin (11%) constituent les principales mesures de gestion durable des terres mises en œuvre par les producteurs.

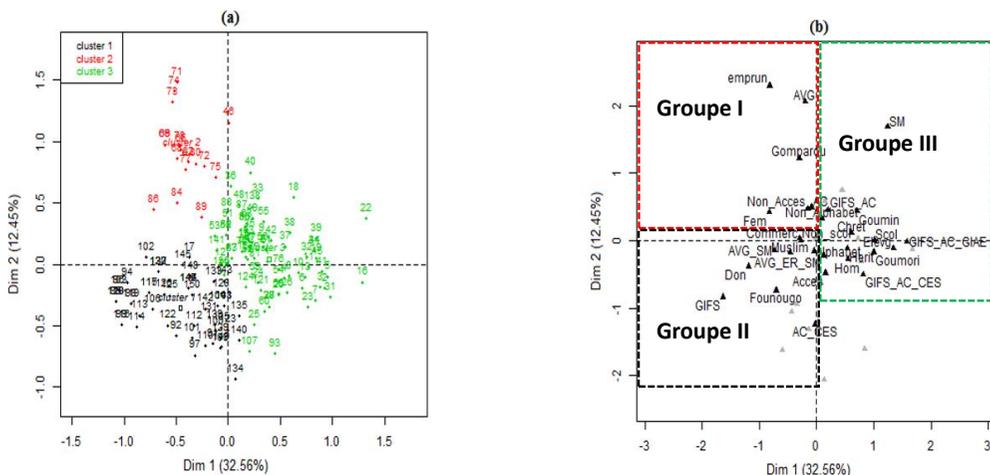


Figure 3: Projection des producteurs enquêtés (a) et des modalités (b) sur les axes 1 et 2 / Projection of producers surveyed (a) and modalities (b) on axes 1 and 2

Source : Données d'enquêtes (Juillet-Septembre, 2021)

Note : Pour plus de visibilité sur les figures, seules les modalités qui ont donné un cosinus carré supérieur à 0,05 ont été retenues / Note: For more visibility on the figures, only modalities with square cosine greater than 0.05 were chosen

4. Discussion

Des analyses, il ressort que les outils mobilisés par le projet ProSOL pour informer et communiquer avec les producteurs dans le processus d'adoption et de diffusion des mesures GDT sont les formations, les assemblées villageoises, les projections vidéos SOL-Mobil et la radio. Le téléphone portable, la télévision, le crieur public, le bouche à oreille, etc. sont les outils mobilisés par les producteurs pour communiquer entre eux et dans une moindre mesure avec les techniciens, sur la gestion durable des terres et les mesures à adopter. L'étude révèle l'existence d'une stratégie de communication et d'information, se traduisant par une combinaison d'outils pour atteindre différents niveaux d'objectifs dans le processus de diffusion à large échelle des mesures de gestion durable des terres. En effet, l'introduction d'une innovation, comme les mesures de gestion durable des terres, dans une localité est souvent perçue comme une source de forte d'incertitude relativement à l'efficacité de celle-ci dans les conditions locales (Barlatier et al., 2022). C'est dans ce sens que Loumedjinon et al. (2021) rapportent que l'adoption d'une innovation constitue un processus de recherche d'information et de son traitement lorsque l'individu cherche à réduire les incertitudes concernant les avantages et les désavantages d'une innovation.

L'accès à une information pertinente revêt de ce fait une importance capitale dans le processus d'adoption des innovations en ce sens qu'il permet d'abord à l'individu de prendre connaissance de l'innovation avant d'être persuadé de la nécessité de tester l'innovation. Ce rôle primordial de l'information a été mis en exergue par Rogers (1983) à travers sa théorie d'adoption des innovations qui distingue cinq étapes dont la connaissance de l'innovation ; la persuasion ; la décision ; l'implantation et la confirmation. Les mesures GDT étant considérées comme une « nouvelle technique », il est donc important, pour la promotion de cette pratique, d'instaurer des séances de formation et d'information adaptées pour les producteurs. Ainsi, le producteur, souvent accompagné par un technicien, met au point, année après année, son nouveau système, en même temps qu'il apprend à le piloter, se convaincre de son intérêt, et réorganise progressivement son travail et ses moyens de production (Mischler et al., 2009). Les producteurs constituent le principal canal de diffusion pour les innovations technologiques des mesures GDT.

L'introduction de nouvelles technologies en matière de diversification des cultures permet d'améliorer efficacement les systèmes de cultures traditionnels. L'impact des politiques et mesures alternatives pouvant favoriser l'adoption des innovations est lié à la disponibilité des ressources foncières, financières et humaines dans les exploitations agricoles. Plus elles disposent de ressources, plus elles bénéficieront des retombées économiques de telles mesures. Des politiques de crédits

visant à promouvoir les systèmes de cultures améliorés ne peuvent être efficaces que dans les grandes exploitations qui disposent des ressources foncières et financières suffisantes pour risquer de se lancer dans la mise en œuvre de nouvelles technologies (Zoundi et al., 2007). Dans ce processus de prise de décisions de l'adoption des innovations relatives à la GDT, les outils d'information et de communication développés par ProSol, contribuent à la mise en place d'une approche de conseil plus interactive, globale et basée sur les besoins des agriculteurs comme postuler par Richardson et al. (2006). Ce potentiel qu'offrent les outils d'information et de communication dans la promotion des mesures GDT a été mis en exergue à travers différentes initiatives en Afrique et dans le Monde. A ce propos, Kiplang'at (2003) rapportent des initiatives en Afrique du Sud, au Sri Lanka et au Kenya où l'utilisation combinée de ICT4Ag traditionnels comme la radio et la télévision d'une part et les nouvelles ICT4Ag d'autre part, notamment le téléphone, permettent de se détacher d'un modèle de diffusion d'informations linéaire mises en œuvre par les intervenants extérieurs et caractéristique de l'approche « *transfert de Technologies : AdT* ».

En outre, il apparaît que l'approche mise en œuvre et qui consiste en la combinaison des outils, permet de renforcer l'efficacité de ces outils en facilitant les processus d'adoption des innovations GDT. Cette combinaison permet aux outils d'information et de communication de remplir les fonctions d'instruments d'identification des besoins et demandes des agriculteurs, de promotion du changement de pratiques et de collecte du feedback pour améliorer les services, comme montrer par FARA (2009), Vignare (2013) et Bell (2015). Cependant, le contexte social dans lequel ces outils sont introduits et mises en œuvre déterminerait l'utilisation et l'impact de ces technologies sur le développement économique et social (Kpadé et al., 2013).

5. Conclusion

La présente étude a analysé l'efficacité des OIC mis en œuvre dans la diffusion des mesures de gestion durable des terres à Banikoara. Il ressort de l'étude qu'une diversité d'outils est utilisée pour la mobilisation, la sensibilisation et la formation des producteurs dans le processus d'adoption et de diffusion des mesures GDT. Les assemblées villageoises couplées aux formations, les animations grâce au dispositif SOL-Mobil et les émissions radio sont essentiellement les outils mobilisés par ProSol pour faciliter l'apprentissage des producteurs et la diffusion des mesures GDT. Les producteurs quant à eux privilégient des outils tels que la radio, le téléphone mobile, le bouche à oreille et le crieur public pour obtenir et partager les informations sur les mesures GDT. Tous ces outils sont combinés pour diffuser l'information aux producteurs et les amener à expérimenter et mettre en œuvre les mesures GDT. Les

producteurs mesurent l'efficacité des outils à travers les types d'innovations qu'ils permettent de vulgariser et leurs caractéristiques telles que la pertinence de l'information apportée, la régularité de la diffusion de l'information, la possibilité de feed-back qu'offrent ces outils. De plus, l'efficacité des outils semble varier en fonction des types de mesures GDT vulgarisées et mises en œuvre par les producteurs. Les outils les plus sollicités regroupent les projections vidéos SOL-Mobil, les formations et les assemblées villageoises. Les mesures vulgarisées, les plus adoptées par les producteurs sont la gestion des résidus, le pois d'angole et le mucuna de la catégorie des mesures de gestion intégrée de la fertilité des sols. Cependant, l'efficacité de ces outils est limitée par diverses contraintes notamment les difficultés de mobilisation des producteurs pour les assemblées villageoises, le défaut d'énergie électrique pour recharger les téléphones et postes radios, le mauvais fonctionnement du système solaire en cas de faible luminosité, les difficultés d'accès aux intrants et à un suivi rapproché des producteurs, les difficultés de gestion des résidus de récolte et leur protection contre les feux de brousse incontrôlés. Les réflexions ultérieures devront prendre en compte les conditions de l'environnement physique et socio-culturel qui favoriseraient une plus grande efficacité des outils d'information et de communication mobilisés pour la diffusion à grande échelle des innovations.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient ProSol/GIZ et ses agents techniques pour l'appui financier et technique ; les producteurs de la commune de Banikoara pour leur participation à la phase empirique de l'étude ; et les anonymes évaluateurs pour leur contribution à l'amélioration de la qualité du manuscrit.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Rôles	Noms des auteurs
Conception de l'étude	S.C-G. Assogba, S.D. Zancran, R.V.C. Diogo
Collecte des données	S.D. Zancran
Analyse des données	S.C-G. Assogba, S.D. Zancran
Acquisition de financement	S.C-G. Assogba, R.V.C. Diogo
Méthodologie	S.C-G. Assogba, S.D. Zancran
Gestion du projet	R.V.C. Diogo
Supervision	S.C-G. Assogba
Rédaction manuscrit initial	S.D. Zancran
Révision et édition manuscrit	S.C-G. Assogba, S.D. Zancran, R.V.C. Diogo

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs déclarent avoir reçu un financement du ProSol/GIZ pour la collecte des données ayant servi à la rédaction de l'article. Le bailleur de fonds n'a cependant pas été impliqué dans la conception de l'étude, la collecte, l'analyse, l'interprétation des données, la rédaction de cet article et la décision de le soumettre pour publication.

REFERENCES

- Agbanou B. T., Djafarou A., Paegelow M., & Tente B. 2018. Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol en zone d'agriculture extensive : cas du secteur Natitingou-Boukoumbe au nord-ouest du Bénin. In *Mélanges en hommage aux professeurs Thomas Omer, Houssou Sègè Christophe et Houndaga Cossi Jean. La géographie au service du développement durable*, (3), 22-34.
- Ahononga F. C., Gouwakinnou G. N., Biauou S. S. H. & Biauou, S. 2021. Vulnérabilité des terres des écosystèmes du domaine soudanien au Bénin de 1995 à 2015. *Bois et Forêts des Tropiques*, 346, 35–50. DOI : <https://doi.org/10.19182/bft2020.346.a36295>
- Aker J.C., Ghosh I. and Burrell J. 2016. The promise (and pitfalls) of ICT for agriculture initiatives. *Agricultural Economics*, 47: 35-48. DOI : <https://doi.org/10.1111/agec.12301>
- Assogba S., Akpinfa E., Gouwakinnou G., Stiem L., Amadji F., Allabi P. M. et al. 2017. *La Gestion Durable des Terres : Analyse d'expériences de projets de développement agricole au Bénin*. Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS).
- Barlâtier P-J ; Burger-Helmchen T., Ayerbe C. ; Dupouët O. ; Grimand A. 2022. Le rôle des connaissances communes pour coordonner l'apprentissage collectif et l'innovation : contributions, tensions et paradoxes. *Finance Contrôle Stratégie* [En ligne], mis en ligne le 1 juin 2022, consulté le 17 août 2022. ; DOI : <https://doi.org/10.4000/fcs.8888>
- Basque J. 2005. Une réflexion sur les fonctions attribuées aux TIC en enseignement universitaire. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 2(1), 30-41.
- Bell M. 2015. *ICT-Powering behavior change for a brighter agricultural future*. Washington DC: USAID/modernizing extension and advisory services (MEAS).
- Biauou D., Yabi J., Yegbemey R., Biauou G. 2016. Performances technique et économique des pratiques culturelles de gestion et de conservation de la fertilité des sols en production maraîchère dans la commune de Malanville, Nord Bénin. *International Journal of Innovation and Scientific*, 21 (1), 201-211.
- Daudé E. 2002. Modélisation de la diffusion d'innovations par la simulation multi-agents : l'exemple d'une innovation en milieu rural. Thèse de doctorat en Géographie. Université d'Avignon et des pays Vaucluse. 328P.

- Forum for Agricultural Research in Africa (FARA). 2009. Inventory of Innovative Farmer Advisory Services using ICTs., Accra, Ghana. 68 pp.
- Kiplang'at J. 2003. Does agricultural extension have a new beginning because of ICTs? Reflections on experience in sub-Saharan Africa., Wageningen, the Netherlands: CTA.
- Kpadé P.C. et Mensah E.R. 2013. Facteurs d'adoption de la lutte étagée ciblée au Nord-Bénin. *Economie rurale*, 338, : 77-91. DOI : <https://doi.org/10.4000/economierurale.4174>.
- Loumedjinon E. V. S., Ayeni G. A., Issaka K., Agani F. O. & Yabi, A. J. 2021. Déterminants de l'adoption du compost à base de la jacinthe d'eau par les producteurs de tomate au Sud Bénin. *Afrique Science*, 18(5), 52-65.
- Mischler P., Lheureux S., Dumoulin F., Menu P., Sene O., Hopquin J.P. et al. 2009. Huit fermes de grande culture engagées en production intégrée réduisent les pesticides sans baisse de marge. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 57(57), 73-91.
- Moati P. 2005. Les nouvelles logiques de décomposition internationale des processus productifs. *Revue d'économie politique*, 115(5), 573-589.
- Orou Séko R., 2013. *Contribution à la restauration des sols agricoles dans la commune de Banikoara*. Diplôme d'Etude Approfondie, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.
- Parent D. 1999. Au-delà de la prescription, les multiples visages de la communication vétérinaire-éleveur. *In Actes du colloque international Groupement technique vétérinaire-INRA*. Nantes, pp. 383-390.
- PSI-GDT. 2010. Plan Stratégique d'Investissement sur la Gestion durable des Terres (Psi/ Gdt) au Benin, Cotonou, Benin.
- RGPH4. 2013. Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation. INSAE, Dynamique de la population, Cotonou, Bénin.
- Richardson Jr L. E., & Cooper C. A. 2006. E-mail communication and the policy process in the state legislature. *Policy Studies Journal*, 34(1), 113-129.
- Rogers, E.M.1983. Diffusion of Innovations. Free Press, New York.
- Rogers E M. 2003. Diffusion of innovations. 5ème édition. Free Press. New York.
- Sermé I, Outtara K, Logah V, Taounda JB, Pale S, Quansah C. et al. 2015. Impact of tillage and fertility management options on selected soil physical properties and sorghum yield. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 9(3) : 1154-1170
- Sylla I. 2008. TIC et accès des ruraux à l'information. L'exemple du Xam Marsé de Manobi au Sénégal. Netcom. *Réseaux, communication et territoires*, 22(1/2), 87-108.
- Trenholm S. & Jensen A. 1988. *Interpersonal communication*. Wadsworth Publishing Company. Belmont. Californie.
- Vignare K. 2013. Options and strategies for information and communication technologies within agricultural extension and advisory services. Michigan State University, East Lansing.
- Yabi J. A., Bachabi F. X., Labiyi I. A., Ode C. A., & Ayena R. L. 2016. Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols utilisées dans la commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(2), 779-792.
- Zoundi J.S., Lalba A., Tiendrebeogo J.P., Bambara D. 2007 Systèmes de cultures améliorées à base de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) pour une meilleure gestion de la sécurité alimentaire et des ressources naturelles en zone semi-aride du Burkina Faso. *Tropicultura*, 25 (2), 87 - 96.

Cet article en libre accès est distribué sous une licence Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).

© Le(s) Auteur(s).

La propriété des droits d'auteurs sur le contenu des articles publiés dans les Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie » (AUP-SNA) demeure à leurs auteurs. Ils sont libres de partager - copier et redistribuer le matériel sur n'importe quel support ou format.

La Série « Sciences Naturelles et Agronomie » (ISSN : 1840-8494 / eISSN : 1840-8508) des Annales de l'Université de Parakou est publiée par l'Université de Parakou au Bénin.

Publier avec la revue AUP-SNA garantit :

- Une rapidité du processus éditorial grâce à sa gestion entièrement en ligne ;
- Un accès immédiat à votre article dès sa publication en ligne ;
- Un lien durable et permanent à votre article grâce au DOI ;
- Une grande visibilité sur Internet ;
- La conservation des droits d'auteur de votre article ;
- La possibilité de partager votre article dans vos réseaux, sans restriction ;
- Des frais de publications très réduits ;
- Des remises sur les frais de publications pour les évaluateurs de la revue.



Soumettez votre manuscrit
sur <https://sna.fa-up.bj/>



Caractéristiques structurales et écologiques des populations de *Pseudocedrela kotschy* de la forêt de Pénésoulou (Bénin)

Ibrahim TRAORE MOUSSILIMI¹, Kourouma KOURA^{1*} , Augustin K. N. Aoudji¹ , Jaures Alain GBETOHO¹ , Gaston S. AKOUEHOU², Jean Cossi GANGLO¹ 

¹ Laboratoire des Sciences Forestières, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, BP 1493 Calavi, Bénin

² Centre d'Etudes, de Recherche et de Formation Forestières, Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable, Cotonou, Bénin

Emails : traoremoussilimii@gmail.com ; kourakourouma@gmail.com ; augustin.aoudji@gmail.com ; gijaures@gmail.com ; akouehougas@yahoo.fr ; gangloj@gmail.com

Reçu le 10 Janvier 2022 - Accepté le 5 Décembre 2022 - Publié le 31 Décembre 2022

Résumé : La présente étude a été conduite dans la forêt classée de Pénésoulou (Nord-Ouest, Bénin) et a caractérisé les structures et étudié l'écologie des populations de *Pseudocedrela kotschy* (Schweinf.) Harms afin d'asseoir de meilleures stratégies de gestion de l'espèce dans ladite forêt. Pour y arriver, vingt-trois (23) placeaux de 50 m x 50 m ont été aléatoirement installés à travers les différentes formations végétales (forêt galerie, savane, forêt dense). Dans ces dispositifs, la circonférence à 1,30 m du sol et la hauteur de tous les arbres de dbh ≥ 10 cm ont été mesurés et les sujets de dbh < 10 cm ont été comptés. Le mode de répartition des individus de l'espèce a été déterminé grâce au calcul des indices de Blackman (IB) et de Green (IG). L'étude révèle une richesse spécifique de 44 espèces et une meilleure répartition ($H = 3,78$ bits, $Eq = 0,87$) des espèces au sein de la forêt galerie. *Pseudocedrela kotschy*, n'est retrouvée que dans la savane (4 arbres/ha) et dans la forêt galerie (104 arbres/ha). Les valeurs du diamètre moyen quadratique, de la hauteur moyenne de Lorey, de la surface terrière des arbres de l'espèce dans la forêt galerie sont respectivement : $Dg = 21,04$ cm, $H_L = 19,24$ m et $G = 3,61$ m²/ha avec une asymétrie gauche pour la structure en diamètre. En ce qui concerne la régénération, les individus juvéniles de l'espèce (dbh compris entre 1 cm et 5 cm) se retrouvent exclusivement dans la forêt galerie (Densité = 125 individus juvéniles/ha) tandis que les savanes sont plus riches en plantules (dbh < 1 cm) de l'espèce (Densité = 1580 plantules/ha). Les jeunes perches (dbh compris entre 5 cm et 10 cm) sont inexistantes dans les formations végétales étudiées. Face à tous ces constats, des stratégies de conservation ont été proposées.

Mots clés : *Pseudocedrela kotschy*, caractéristiques structurales, caractéristiques écologiques, forêt classée de Pénésoulou, Bénin.

Structural and ecological characteristics of populations of *Pseudocedrela kotschy* from the forest of Penessoulou (Benin)

Abstract: The present study was conducted in Penessoulou classified forest (North-West, Benin) and characterized the structures and studied *Pseudocedrela kotschy* (Schweinf.) Harms populations' ecology in order to establish better management strategies for the species in this forest. To achieve this, twenty-three (23) plots of 50 m x 50 m were randomly installed across the different plant formations (gallery forest, savannah, dense forest). In these devices, the circumference at 1.3 m from the ground and the height of all trees with dbh ≥ 10 cm were measured and the trees with dbh < 10 cm were counted.

The mode of distribution of individuals of the species was determined by calculating the Blackman (IB) and Green (GI) indices. The study reveals a specific richness of 44 species and a better distribution ($H = 3.78$ bits, $E_q = 0.87$) of species within the gallery forest. *Pseudocedrela kotschy*, is only found in the savannah (4 trees/ha) and in the gallery forest (104 trees/ha). The values of the quadratic mean diameter, the mean height of Lorey, the basal area of the trees of the species in the gallery forest are respectively: $D_g = 21.04$ cm, $H_L = 19.24$ m and $G = 3.61$ m²/ha with a left asymmetry for the structure in diameter. With regard to regeneration, the juvenile individuals of the species (dbh between 1 cm and 5 cm) are found exclusively in the gallery forest (density = 125 juvenile individuals/ha) while the savannahs are richer in seedlings (dbh < 1 cm) of the species (density = 1580 seedlings/ha). Young poles (dbh between 5 cm and 10 cm) are non-existent in the plant formations studied. Faced with all these findings, conservation strategies have been proposed.

Keywords: *Pseudocedrela kotschy*, structural characteristics, ecological characteristics, Penessoulou forest reserve, Benin.

1. Introduction

La biodiversité de façon générale et celle forestière en particulier revêt une importance capitale pour les ménages béninois, qu'ils soient ruraux ou urbains. En effet, le secteur forestier contribue pour environ 6,64 % au PIB et la filière bois énergie emploie 200.000 personnes et embrasse un chiffre d'affaire de près de sept milliards de FCFA par an (5^{ème} Rapport National sur l'état de la biodiversité au Bénin, 2014). D'après ce rapport, les ressources forestières constituent la première source de combustible domestique et fournissent des aliments, des plantes médicinales, des produits de chasse et d'autres produits forestiers non ligneux (fruits, résine, champignons, graines oléagineuses, légumes, etc.). Elles génèrent des revenus et des emplois pour la population (exploitation, commerce, transport, écotourisme, transformation, plantations privées, etc.). Elles fournissent pour le bien-être des populations, des services écosystémiques (lutte contre les changements climatiques, préservation des écosystèmes terrestres et fluviaux, du régime des eaux, etc.) et d'autres biens et services. La vente de bois de feu et de charbon de bois et des PFNL permet aux producteurs ruraux d'améliorer leurs revenus surtout en saison sèche. Tous ces produits font l'objet de petit commerce vers les pays limitrophes particulièrement les produits forestiers non ligneux utilisés dans la pharmacopée traditionnelle et dans l'alimentation humaine et génèrent des revenus substantiels aux ménages. Par exemple, en période de soudure, les ménages du Nord-Bénin utilisent *Cochlospermum tinctorium* (plante à souche vivace semi-tubéreuse) pour rougir la sauce en remplacement de la tomate fraîche qui devient totalement rare. Mais la croissance démographique galopante du pays oblige les populations à exercer clandestinement des pressions sur ces ressources au point où certains des domaines protégés pour la conservation desdites ressources sont en perte de vitesse de biodiversité entraînant la rareté et la disparition d'un certain nombre d'espèces (Sinsin &

Kampmann (eds) (2010) à tel enseigne que le Bénin est classé parmi les dix (10) pays les plus déforestateurs par la FAO en 2010 (FAO, 2010). Alors une nécessité de conservation de la biodiversité pour une gestion durable s'impose au Bénin. Actuellement au Bénin, les dix premières espèces prioritaires pour la conservation à cause de leur bois sont : *Khaya senegalensis* (Desv.) A. Juss, *Khaya grandifoliola* C. DC., *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg, *Pterocarpus erinaceus* Poir., *Isobertinia tomentosa* Harms) Craib & Stapf, *Antiaris toxicaria* Lesch. subsp. *welwitschii* (Engler), *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill. & Perr., *Pseudocedrela kotschy* (Schweinf.) Harms et *Isobertinia doka* Craib & Stapf (Akpona *et al.*, 2017). Dans cette liste, *Pseudocedrela kotschy* fait partie des espèces ne disposant pas encore d'un statut selon l'UICN et donc n'est pas sur la liste rouge de cette institution pour la Bénin (Adomou *et al.*, 2010). Tenant compte de la répartition de l'espèce comme critère de priorisation, *P. kotschy* (3 phytodistricts sur 10) est la deuxième espèce de cette liste à prioriser après *Antiaris toxicaria* (2 phytodistricts sur 10) pour la conservation (Akpona *et al.*, 2017).

Depuis 2006, elle a été classée parmi les espèces les plus menacées de la forêt classée de Pénésoulou par Sokpon *et al.* (2006) et à ce jour, des études sur l'état actuel de la population de *P. kotschy* dans la forêt classée de Pénésoulou sont inexistantes. Par conséquent, il n'existe pas de données sur les caractéristiques structurales (paramètres dendrométriques, structure en diamètre, structure en hauteur) ainsi que la répartition spatiale de la population de *P. kotschy* de la forêt classée de Pénésoulou. Aussi, les caractéristiques floristiques (richesse spécifique, indices de diversité) des formations végétales qui abritent la population de *P. kotschy* de la forêt classée de Pénésoulou ne sont pas connues. Or, d'après Hitimana *et al.* (2004), la gestion durable des forêts en Afrique subsaharienne passe par une connaissance approfondie des caractéristiques structurales, de la répartition spatiale des espèces de ces forêts et enfin des caractéristiques floristiques des formations végétales abritant les espèces. Ce qui justifie la pertinence de cette étude qui porte sur les caractéristiques

* Auteur Correspondant : kourakourouma@gmail.com

structurales et écologiques des populations de *Pseudocedrela kotschy* de la forêt classée de Pénéssoulou. Les résultats de cette étude serviront d'une part, à attirer l'attention des décideurs sur l'état de dégradation des ressources forestières de cette forêt, et d'autre part à assoier de meilleures stratégies de conservation des populations de *Pseudocedrela kotschy* de la forêt classée de Pénéssoulou.

2. Matériel et méthodes

2.1. Présentation de l'espèce

L'espèce d'étude est *Pseudocedrela kotschy* ou Cèdre des zones sèches ou acajou de cèdre dur en français de la famille des Méliacées. Elle se rencontre de l'Est du Sénégal à l'Ouest de l'Ethiopie et de l'Ouganda (Loupe *et al.* 2008) préférentiellement dans les savanes arborées (Shahina, 1989). L'espèce est un arbre monoïque qui peut atteindre 20 m de hauteur (Akoegninou *et al.*, 2006) alors que les individus couramment rencontrés sont d'une taille de 6 à 9 m de hauteur en raison des dommages causés par le feu. L'espèce a des

feuilles (Photo 1a) plus ou moins pubescentes aux marges ondulées et souvent disposées en touffes terminales des branches (Akoegninou *et al.*, 2006), des fleurs (Photo 1b) unisexuées, de couleur blanche apparaissant entre février et avril et des fruits (Photo 1c et 1d) en capsules ligneuses apparaissant entre janvier et juillet (Akoegninou *et al.*, 2006). C'est une espèce à reproduction par graine et / ou par drageonnage (Lemmens, 2008).

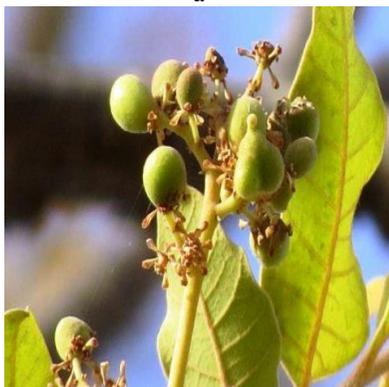
Au Bénin, son bois lourd de couleur rouge et très facile à travailler est très apprécié pour la menuiserie et les outils (Akoegninou *et al.*, 2006). Les organes (feuilles, racines, écorce) de *Pseudocedrela kotschy* sont très sollicités en médecine traditionnelle béninoise pour traiter les œdèmes, les dermatoses, la stérilité féminine, l'ascite, l'incontinence et les convulsions (Akoegninou *et al.*, 2006). Une infusion à base de poudre de racines de l'espèce est utilisée pour traiter la cirrhose du foie en Ouganda (Lemmens, 2008). Dans la médecine traditionnelle vétérinaire nigériane, la trypanosomose du bétail est traité à partir de l'écorce de la tige de *P. kotschy* et les vers intestinaux à partir des feuilles (Lemmens, 2008). Et ses feuilles sont utilisées comme engrais vert (Lemmens, 2008).



a



b



c



d

Photo 1 : a : feuille pennée de *P. Kotschy*, b : Fleurs de *P. kotschy*, c : fruits non mûrs de *P. kotschy*, d : Fruits secs ouverts de *P. kotschy*. (Source : Lemmens (2008) / a : pinnate leaf of *P. kotschy*, b : Flowers of *P. kotschy*, c : unripe fruits of *P. kotschy*, d : Open dried fruits of *P. kotschy*)

2.2. Milieu d'étude

La forêt classée de Pénésoulou où la présente étude s'est déroulée (9°14' de latitude Nord et 1°30' de longitude Est), a une superficie de 5 575,50 ha et est située dans la commune de Bassila, département de la Donga (Nord-Ouest Bénin) (Figure 1). Cette zone est caractérisée par un climat de type guinéo-soudanien avec deux saisons de durées presque égales qui s'alternent : une saison pluvieuse (Avril à Octobre) et une saison sèche (Novembre à Mars). Entre 1980 et 2010 les précipitations moyennes annuelles de la zone variaient entre 1200 et 1300 mm d'eau soit environ 250 mm d'eau par

mois et la température moyenne annuelle de la même période oscille autour de 25 °C (ASECNA, 2011). La température maximale de la période, enregistrée en Mars, est de 38 °C tandis que la température minimale enregistrée en Décembre est de 19 °C (ASECNA, 2011). C'est une zone où l'humidité relative varie entre 15 % (janvier) à 99 % (août-septembre) avec des vents légers durant l'année sauf au début de la saison pluvieuse à cause des tornades. La période d'harmattan (Novembre-Février) est caractérisée par des vents plus ou moins violents.

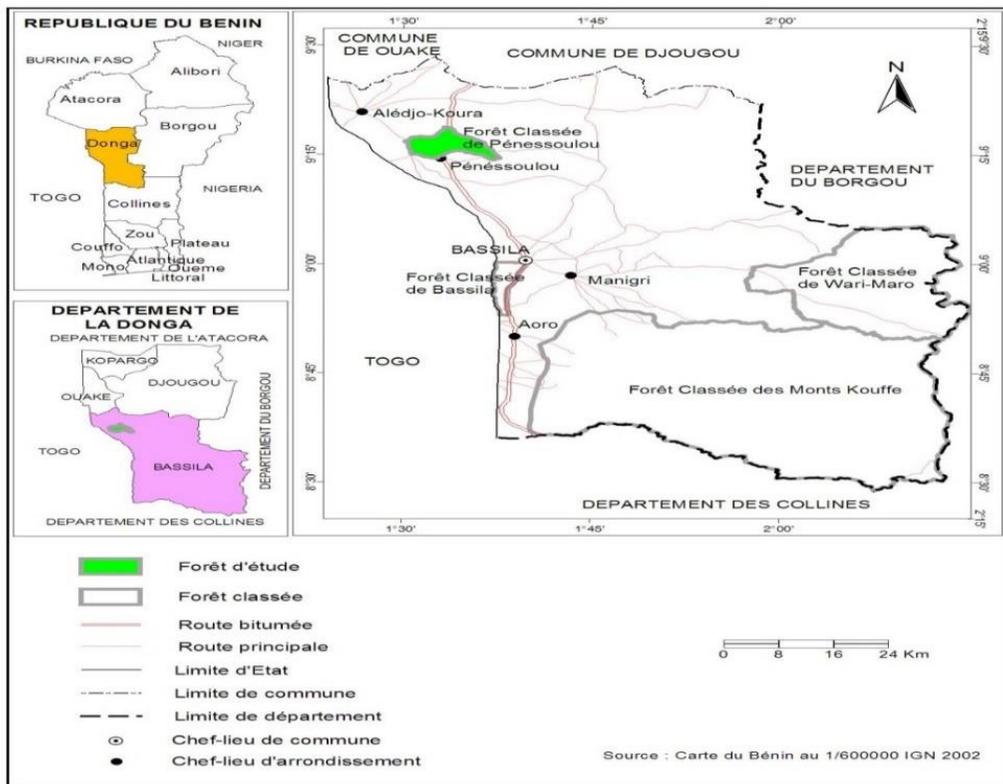


Figure 1 : Carte de situation géographique de la forêt classée de Pénésoulou / Location map of Penessoulou classified forest (Traoré, 2017).

Dans la forêt classée de Pénésoulou, trois types de sols se rencontrent à savoir les sols ferrugineux sableux ou sablo-limoneux à charge gravillonnaire très important et de profondeur utile faible à très faible. Ils représentent 55 % des sols de la forêt. Les sols ferralitiques rouge-brun à brun rouille faiblement ou moyennement désaturés à charge gravillonnaire et profondeur utile variables et argileux en profondeur. Ils représentent 25 %

des sols. Enfin, il y a les sols hydromorphes peu humifères à gley ou à pseudogley à différenciation horizontale marquée avec une profondeur utile parfois limitée par une carapace. Ils représentent 19 % des sols de la forêt. Mais il faut noter qu'à très faible proportion (1 %), des minéraux bruts sur roche-mère affleurante ou sub-affleurante se rencontrent aussi dans cette forêt [Hincourt, 1992]. La forêt classée de Pénésoulou est

traversée par de nombreux ruisseaux et autres petits cours d'eau qui ont favorisé l'installation d'une forêt galerie. Plusieurs formations végétales cohabitent dans la forêt classée de Pénésoulou. Il s'agit de : la galerie forestière (13 %), la forêt dense sèche (10 %), la forêt claire et la savane boisée (29 %), la savane arborée et arbustive (46 %). Le reste de la superficie est constitué de roches latéritiques et d'infrastructures routières (2 %). A côté de ces formations végétales naturelles, 143 ha de plantation dont 84 ha de plantations artificielles de *teck* et d'*anacardier* se rencontrent dans cette forêt. L'état de la végétation de cette forêt est généralement influencé par des facteurs surtout anthropiques : les feux de brousse réguliers favorisant l'extension des savanes au détriment des formations denses (Avakoudjo et Assouan, 1997).

2.3. Méthodes

2.3.1. Echantillonnage

Les différentes formations végétales de la forêt ont été dans un premier temps localisées grâce à la carte de végétation de la forêt classée de Pénésoulou. Ensuite un échantillonnage aléatoire stratifié a été utilisé. En effet, dans le but de réaliser un échantillonnage représentatif, les quatre unités d'aménagement (Pénésoulou, Pénélan, Nioro et Nagayilé) de la forêt ont été considérées. Au sein de chaque unité, des placeaux de 50 m * 50 m (0,25 ha) et distants de 50 m ont été installés lorsqu'au moins un individu de l'espèce est identifié. A ce titre, la savane [formation la plus répandue, 66 % de la forêt (Adame *et al.*, 2020)] a enregistré le plus grand nombre des placeaux (13). Quant aux deux autres formations végétales, le faible nombre de placeaux (05 placeaux dans chaque formation) est lié à leur faible représentativité (0,46 %) pour la forêt dense (Adame *et al.*, 2020).

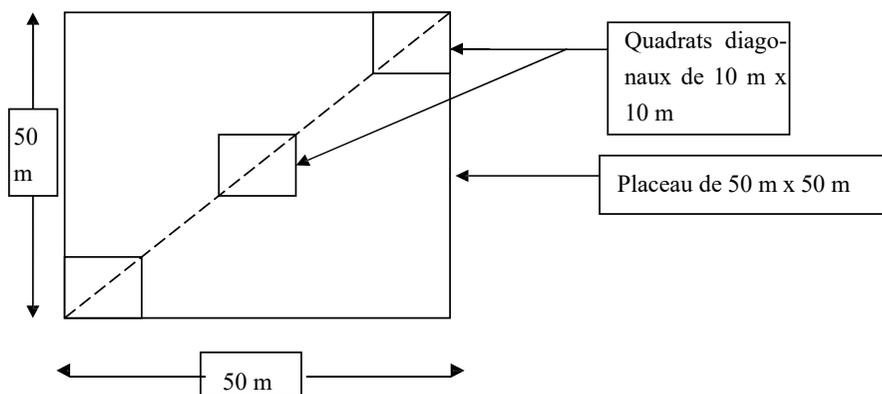


Figure 2 : Dispositif d'échantillonnage mis en place pour l'étude de la régénération de *P. kotschy* / Sampling device set up for the study of *P. kotschy* regeneration

2.3.2. Collecte des données

Dans chaque placeau installé, les circonférences à 1,30 m du sol et les hauteurs totales de tous les arbres ayant une circonférence à 1,30 m du sol supérieure ou égale à 31,4 cm ont été respectivement mesurées grâce au mètre ruban et au clinomètre SUUNTO (Tableau 1).

Tableau 1 : Paramètres mesurés et méthodes utilisées

Paramètres mesurés	Méthodes utilisées
Circonférence à 1,30 m du sol	La mesure de ce paramètre a été faite à l'aide d'un mètre ruban, tenu perpendiculairement à l'axe du tronc de l'arbre au niveau de sa section à 1,30 m du sol.
Hauteur totale	- La distance d'éloignement (L) séparant l'opérateur de l'arbre à mesurer a été, dans un premier temps, prise ; - A l'aide du clinomètre, les mesures angulaires exprimées en pourcentages ont été prises en visant, d'une part, le sommet (bourgeon terminal) de l'arbre (visée haut), puis, d'autre part, le collet de l'arbre (visée bas) ; - La hauteur de l'arbre a ensuite été calculée en appliquant la formule : $h = \frac{(\text{Visée haut} - \text{visée bas})L}{100} \quad (1)$

De plus, trois quadrats de 10 m * 10 m ont été installés diagonalement dans chaque placeau de 0,25 ha (figure 2) pour déterminer la densité de régénération des espèces inventoriées en considérant trois classes de régénération (Feeley *et al.*, 2007 et Yêhouéno Tessi, 2012) : classe des plantules composée d'individus ayant un dbh < 1 cm ; classe des juvéniles composée d'individus de dbh compris entre 1 cm et 5 cm ; classe des jeunes perches composée d'individus ayant un dbh compris entre 5 cm et 10 cm.

2.3.3. Calcul des paramètres dendrométriques des peuplements de *P. kotschy* de la forêt classée de Pénésoulou

Après la collecte des données, les paramètres dendrométriques suivants ont été calculés : le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne ou diamètre moyen quadratique (Dg), la surface terrière (G), la densité de peuplement (N), la hauteur moyenne de Lorey (H_L) et la contribution spécifique en surface terrière (Cs).

Le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne (Dg, cm) est le diamètre moyen quadratique des arbres du plateau (Van Laar & Akc 2007). Elle est exprimée par la formule (2) :

$$Dg = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2} \quad (2)$$

avec d_i le diamètre en cm de l'arbre i du plateau considéré et n le nombre d'arbres dans le plateau.

La surface terrière (G) est la somme des surfaces des sections transversales des troncs de tous les arbres du plateau prises par convention à 1,30 m du sol et exprimée en m² / ha. Elle est calculée par la formule (3) :

$$G = \frac{\pi}{40000s} \sum_{i=1}^n d_i^2 \quad (3)$$

avec G, la surface terrière des arbres du plateau, d_i le diamètre à hauteur d'homme de l'arbre i du plateau considéré et s , la superficie du plateau.

La densité notée N correspond au nombre moyen d'arbres sur pied ramenés à l'hectare, exprimé en tiges / hectare et calculé par la formule (4) :

$$N = \frac{n}{s} \quad (4)$$

La hauteur moyenne de Lorey est la hauteur moyenne des arbres, pondérée par leur surface terrière. Elle s'exprime en mètres (Philip, 2002) et elle est obtenue à partir de la relation (5) :

$$H_L = \frac{\sum_{i=1}^n g_i h_i}{\sum_{i=1}^n g_i} \quad (5)$$

Avec $g_i = \frac{\pi}{4} d_i^2$: surface terrière (en m²/ha) ; h_i hauteur de

l'arbre i .

La contribution spécifique en surface terrière (Cs) calculée pour *P. kotschy* exprime la part de *P. kotschy* dans la surface terrière de l'ensemble des arbres du plateau. Elle est calculée suivant la formule (6) :

$$Cs = \frac{100Gp}{G} \quad (6)$$

Avec Gp : surface terrière des arbres de *P. kotschy*, G : surface terrière de l'ensemble des arbres du plateau.

2.3.4. Analyse statistique des données dendrométriques

La moyenne et l'écart type des cinq paramètres dendrométriques (diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne, surface terrière, densité de peuplement, hauteur moyenne de Lorey, densité de régénération) ont été déterminés pour l'ensemble des espèces inventoriées. De plus, la moyenne et l'écart de la contribution en surface terrière de *Pseudocedrela kotschy* ont été déterminés. La normalité et l'égalité de variance ont été vérifiées grâce respectivement aux tests de Shapiro-Wilk et de Levene. Ensuite, ces paramètres dendrométriques ont été soumis au test d'Analyse de la Variance (ANOVA) afin de comparer les formations végétales explorées. Lorsque les conditions d'application (normalité et/ou homogénéité des variances) ne sont pas respectées pour un paramètre, le test de Kruskal Wallis a été réalisé. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R.

2.3.5. Structure en diamètre des individus de *Pseudocedrela kotschy* identifiés dans les différentes formations

La structure en diamètre des individus de *Pseudocedrela kotschy* identifiés dans les différentes formations a été établie pour l'ensemble des espèces inventoriées dans les différentes formations végétales ainsi que pour les pieds de *P. kotschy* inventoriés. Ainsi, toutes les espèces végétales inventoriées dans les différentes formations végétales d'une part, et uniquement les pieds de *Pseudocedrela kotschy* d'autre part, ont été répartis par classe de diamètre d'amplitude 5 cm. Des histogrammes de fréquence, représentant respectivement les structures en diamètre, ont été établis à partir des densités d'arbre par classe de diamètre grâce au tableur Excel. Pour mieux expliquer chaque structure en diamètre établie, le coefficient d'asymétrie de Fisher a été calculé à l'aide du logiciel R. Si le coefficient d'asymétrie est nul, la répartition de l'échantillon ou de la distribution est symétrique autour de la moyenne. Si le coefficient d'asymétrie est négatif, la distribution est étalée à gauche (asymétrie droite) et s'il est positif, la distribution est étalée à droite (asymétrie gauche).

2.3.6. Calcul des paramètres de diversité des peuplements de *P. kotschy* de la forêt classée de Pénésoulou

La diversité floristique de chaque formation végétale a été estimée grâce à la détermination de la richesse spécifique, de l'indice de diversité de Shannon et de l'indice d'équitabilité de Pielou.

La richesse spécifique (S) est le nombre d'espèces d'arbres recensés dans une formation végétale.

L'indice de diversité de Shannon (Shannon, 1948), aussi appelé indice de Shannon-Weaver ou Shannon-Wiener, est dérivé de la théorie de

l'information (H, en bits). Il a été calculé en utilisant la formule (7) :

$$H = -\sum_{i=1}^b \frac{n_i}{n} \log_2 \frac{n_i}{n}, (7)$$

n_i étant le nombre de pieds de l'espèce d'arbre i , n le nombre total d'arbres inventoriés sur un plateau et b le nombre d'espèces recensées dans le plateau considéré. C'est un indice qui rend compte de l'organisation des espèces et des individus au sein d'une formation végétale. Les valeurs de cet indice sont comprises entre 0 et 5. Une formation végétale est dite peu diversifiée quand la valeur de H est proche de 0 et relativement diversifiée quand la valeur de H est comprise entre 3 et 4,5 bits.

L'indice d'équitabilité de Pielou (Eq) mesure le degré de diversité d'une formation végétale comparée avec le maximum possible. L'indice d'équitabilité de Pielou (Eq) s'exprime à l'aide de la formule (8) :

$$Eq = \frac{H}{H_{\max}} (8),$$

avec $H_{\max} = \log_2 S$, S étant le nombre total d'espèces, H_{\max} l'indice de diversité maximale théorique de Shannon lié au peuplement. Les valeurs de « Eq » sont comprises entre 0 et 1. Lorsque « Eq » est compris entre 0,7 et 0,9, toutes les espèces sont bien représentées au sein des individus (Marcon, 2010). Lorsque Eq inférieur à 0,6, il y a une espèce dominante ou il s'agit d'une communauté peu diversifiée. « Eq », est dit maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et minimal quand un petit groupe d'espèces domine tout le peuplement.

2.3.7. Calcul des paramètres de répartition spatiale des peuplements de *P. kotschy* de la forêt classée de Pénéssoulou

Le calcul de l'indice de Blackman (Blackman, 1942) et de l'indice de Green (1966) a permis de déterminer la répartition spatiale des pieds de *Pseudocedrela kotschy* dans les différentes formations végétales.

L'indice de Blackman (IB) a pour formule (9) :

$$IB = \frac{\delta^2}{\mu} (9),$$

avec μ et δ^2 respectivement moyenne et variance de la densité de l'espèce. Il permet d'apprécier la distribution des arbres d'une espèce donnée au sein d'un groupement végétal donné (Jayaram, 1999). Son interprétation se fait par rapport à l'unité. En effet, si $IB < 1$, la distribution est dite régulière (ou uniforme). Si $IB = 1$, la distribution est dite poissonnière (ou aléatoire) et si $IB > 1$, la distribution est agrégée (ou en bouquets).

L'indice de Green (IG) est une version améliorée de l'indice de Blackman. Son avantage est qu'il peut être utilisé pour comparer des échantillons de populations dont le nombre total d'individus, la moyenne et le

nombre d'unités d'échantillonnage varient. Sa formule est (10) :

$$IG = \frac{\left(\frac{\delta^2}{\mu}\right) - 1}{n-1} = \frac{IB-1}{n-1} (10)$$

avec IB, indice de dispersion de Blackman, δ et μ respectivement écart type et moyenne de la densité de *P. kotschy* dans la formation végétale et n le nombre d'échantillons. IG varie de -1 à 1. Si $IG < 0$, la répartition est qualifiée de régulière. Si $IG = 0$, la répartition est dite aléatoire et si $IG > 0$, la répartition est agrégative.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques dendrométriques de l'ensemble des espèces des formations végétales inventoriées

Les formations végétales étudiées sont : la forêt galerie, la savane et la forêt dense. Dans ces formations végétales, les arbres ont une densité moyenne qui varie de 134,00 à 359,20 arbres / ha. La surface terrière moyenne des arbres varie de 6,11 à 15,86 m² / ha. Le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne et la hauteur moyenne de Lorey varient respectivement de 18,93 à 36,57 cm et de 10,27 à 27,04 m. Les tests ANOVA effectués sur les valeurs moyennes de ces paramètres dendrométriques, montrent une différence hautement significative au seuil de 5 % ($p < 0,05$) (Tableau 2).

3.2. Caractéristiques dendrométriques de la population de *Pseudocedrela kotschy* dans les différentes formations végétales qui l'abritent

En plus, des paramètres calculés pour l'ensemble des espèces des formations, la contribution en surface terrière a été calculée pour *Pseudocedrela kotschy*. Le tableau 3 présente les résultats des différents calculs et des tests d'analyse de variance simple effectués pour comparer les populations de *Pseudocedrela kotschy* des différentes formations étudiées.

Entre les formations végétales qui abritent *Pseudocedrela kotschy*, il existe une différence significative à 5 % ($p = 0,0493$, $p < 0,05$) seulement pour la contribution en surface terrière (Tableau 3). Cependant, l'ensemble de ces paramètres dendrométriques ont leur plus grande valeur dans la forêt galerie.

3.3. Régénération de *Pseudocedrela kotschy* dans les différentes formations

Les différentes formations végétales qui abritent la population de *Pseudocedrela kotschy* ne présentent aucune différence significative à 5 % pour la régénération de l'espèce (Tableau 4). La première catégorie (plantules) de cette régénération est présente dans toutes les formations qui abritent l'espèce, la deuxième (juvéniles)

est présente seulement dans la forêt galerie et la dernière catégorie (jeunes perches) est absente dans toutes les formations abritant l'espèce.

3.4. Structure en diamètre des individus de *Pseudocedrela kotschy* identifiés dans les différentes formations

La structure en diamètre des populations de *Pseudocedrela kotschy* a été déterminée seulement dans la forêt galerie (Figure 3). L'espèce n'existe pas dans la forêt dense et un seul pied de l'espèce ayant un diamètre supérieur ou égale à 10 cm a été inventorié dans la

savane malgré que ce soit la formation où le plus de placeaux a été installé (16 sur 23 placeaux).

Dans la forêt galerie, le coefficient d'asymétrie calculé pour la structure en diamètre de la population de *Pseudocedrela kotschy* est égal à 0,2378605. Il est donc positif et exprime que la distribution est étalée à droite avec une asymétrie gauche et une prédominance des individus de la première classe (10 - 15 cm) et un effectif réduit des individus de gros diamètre (semenciers).

Tableau 2 : Caractéristiques dendrométriques de l'ensemble des espèces inventoriées dans les différentes formations végétales / Dendrometric characteristics of all species inventoried in the different plant formations

Paramètres dendrométriques	Savane		Forêt galerie		Forêt dense		Probabilités
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
Densité (N, tiges/ha)	224,75 b	77,51	359,20 a	73,06	134,00 b	36,76	0,0021**
Surface terrière (G, m ² /ha)	6,11b	1,76	15,86a	3,41	12,81ab	0,24	0,0009***
Diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne (Dg, cm)	18,93b	1,99	23,80a	2,17	36,57a	6,22	0,0018**
Hauteur moyenne de Lorey (H _L , m)	10,27b	1,12	20,10a	4,24	27,04a	1,11	0,0008***

NB : Au niveau de chaque variable, les moyennes suivies de lettres différentes sont soit hautement significatives (**), soit très hautement significatives (***) au seuil de probabilité de 5 % / At the level of each variable, the averages followed by different letters are either highly significantly different (**), or very highly significant (***) at the 5 % probability level.

Tableau 3 : Caractéristiques dendrométriques des pieds de *Pseudocedrela kotschy* inventoriés dans les différentes formations végétales / Dendrometric characteristics of *Pseudocedrela kotschy* plants inventoried in the different plant formations

Formations végétales	Paramètres dendrométriques				
	Densité (N, tiges/ha)	Surface terrière (G, m ² /ha)	Diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne (Dg, cm)	Hauteur moyenne de Lorey (H _L , m)	Contribution en surface terrière (Cs en %)
Savane	0,2500a (1)	0,0100a (0,04)	1,4130a (5,6528)	0,8438a (3,375)	0,1896a (0,7583)
Forêt galerie	22,400a (39,8598)	0,7224a (1,1653)	8,8210a (12,1929)	7,5170a (10,3055)	5,3190b (8,3157)
Probabilités	0,0576ns	0,0576ns	0,0779ns	0,0576ns	0,0493*

NB : Selon l'analyse de variance simple réalisée en utilisant le test de Newman-Keuls, mêmes lettres dans la même colonne = pas de différence (ns) entre les formations ; dissemblance dans le cas contraire (*). Les chiffres entre parenthèses sont les écart-types. / According to the simple variance analysis done using the Newman-Keuls test, the same letters in the same column = no difference (ns) between the formations; dissimilarity in the opposite case (*); numbers in parentheses are standard deviations.

Tableau 4 : Régénération de *Pseudocedrela kotschy* au sein des formations végétales / Regeneration of *Pseudocedrela kotschy* in plant formations

Types de forêt	Classes de diamètre							
	Plants de dbh < 10 mm		Plants de 10 mm < dbh < 50 mm		Plants de 50 mm < dbh < 100 mm		Ensemble des plants	
	Densité	Ecart-type	Densité	Ecart-type	Densité	Ecart-type	Densité	Ecart-type
Forêt galerie	113,20a	155,47	33,20a	74,23	0	0	48,8a	68,6
Savane	346,90a	757,95	0a	0	0	0	115,62a	252,65
Probabilité	0,8766ns		0,0935ns		0ns		0,6766ns	

NB : Au niveau de chaque variable, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (ns). / At the level of each variable, the averages followed by the same letters are not significantly different (ns).

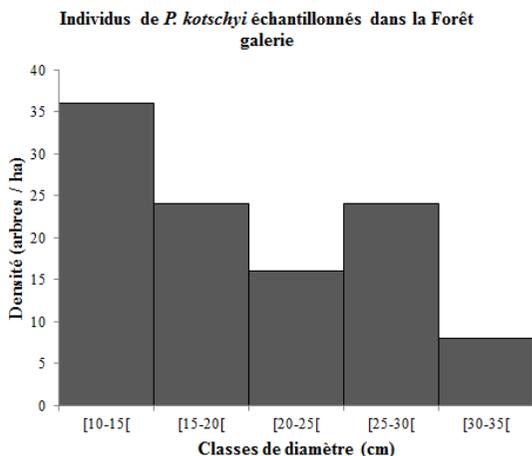


Figure 3 : Structure en diamètre des individus de *Pseudocedrela kotschy* échantillonnés dans la forêt galerie / Diameter structure of *Pseudocedrela kotschy* individuals sampled in gallery forest

3.5. Caractéristiques floristiques des formations étudiées

La richesse spécifique des formations étudiées se présente comme suit : 44 espèces dans la forêt galerie, 42 espèces dans la savane et 17 espèces dans la forêt dense. Ce résultat montre une meilleure richesse spécifique de la forêt galerie par rapport aux deux autres formations.

Le tableau 5 présente les différents paramètres floristiques calculés par formation. Il ressort de ce tableau que toutes les formations végétales de la forêt sont relativement diversifiées et toutes les espèces de chacune de ces formations végétales sont bien représentées au sein des individus.

3.6. Répartition spatiale de *Pseudocedrela kotschy* dans les différentes formations

La répartition spatiale de *Pseudocedrela kotschy* dans les différentes formations a été déterminée grâce

au calcul des indices de Blackman (IB) et de Green (IG) qui ont été calculés en tenant compte de l'ensemble des individus de l'espèce, échantillonnés dans ces formations. Dans la savane, un seul pied de l'espèce ayant un diamètre supérieur ou égale à 10 cm a été identifié rendant impossible les calculs de ces indices dans cette formation. Quant à la forêt dense, aucun pied de l'espèce n'a été retrouvé. Donc, la répartition spatiale de *Pseudocedrela kotschy* déterminée dans le cadre de cette étude, concerne celle de la forêt galerie. Le calcul de ces indices dans la forêt galerie donne 39,38 pour l'indice de Blackman et 0,373 pour l'indice de Green. Ces deux valeurs respectivement supérieures à 1 et à 0 permettent de déduire que *Pseudocedrela kotschy* a une distribution agrégative ou en bouquets. Donc l'espèce a une répartition agrégative dans les forêts galeries de la forêt classée de Pénésoulou.

Tableau 5 : Caractéristiques floristiques des formations étudiées (Indices de diversité de Shannon et d'Équitabilité de Pielou et probabilités issues d'ANOVA) / Floristic characteristics of the studied formations (Shannon diversity indices and Pielou equitability indices and ANOVA probabilities)

Paramètres	Savanes		Forêt galerie		Forêt dense		Probabilités
	Moyenne	CV (%)	Moyenne	CV (%)	Moyenne	CV (%)	
Indice de Shannon (H, bits)	3,31ab	11,74	3,78 a	5,40	2,92 b	0,26	0,0113*
Équitabilité de Pielou (Eq)	0,85 a	7,94	0,87 a	4,33	0,82a	9,88	0,6450ns

NB : Au niveau de chaque variable, les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes (*) au seuil de probabilité de 5 % tandis que les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (ns) / For each variable, the averages followed by different letters are significantly different (*) at the 5 % probability level, while the averages followed by the same letters are not significantly different (ns).

4. Discussion

4.1. Caractéristiques dendrométriques, régénération naturelle et structure en diamètre de *Pseudocedrela kotschy*

De tous les paramètres dendrométriques de *P. kotschy* déterminés, seulement la contribution spécifique de l'espèce varie en fonction des formations végétales ($p < 0,05$). Pour le reste des paramètres, les meilleures valeurs ont été enregistrées dans la forêt galerie. Pourtant, la savane est considérée comme propice à l'espèce (Shahina, 1989). Cette contradiction notée s'explique par les faits comme : (1) le passage régulier et incontrôlé des feux de brousse au sein de cette catégorie de formation, (2) le surpâturage avec la présence permanente des éleveurs et de leurs bêtes dans ladite formation du fait de l'aspect plus ouvert et donc facile d'accès avec comme conséquence la destruction permanente des espèces et enfin (3) le stress hydrique contribuant à l'entretien des individus de l'espèce dans la forêt galerie par rapport à la savane. Dossa *et al.* (2021) tout en avançant des causes similaires à celles de la présente étude ont aussi noté la dangerosité des dégradations (pression anthropique plus concentrée en savane) particulièrement causés aux espèces de la savane au sein de la forêt classée de Pénésoulou. Ces faits corroborent avec les observations réalisées sur le terrain où seulement la forêt galerie contient encore les gros individus de l'espèce. En général, les individus de *P. kotschy* font partie des espèces particulièrement menacées au sein de la forêt classée de Pénésoulou. Sokpon *et al.*, l'ont annoncé depuis 2006. De plus, les valeurs enregistrées par Assédé *et al.* (2012), comparativement élevées dans la réserve de biosphère de la Pendjari au Nord-Ouest du Bénin pour la même espèce soutiennent nos résultats.

Le maintien d'une espèce dans une forêt, ainsi que la réussite de sa gestion sylvicole peuvent être évalués par le succès de sa régénération (Geldenhuys *et al.*, 2010). L'évaluation de la régénération de *Pseudocedrela kotschy* a été faite en considérant les trois classes de régénération d'après Feeley *et al.* (2007) c'est-à-dire les plantules ($dbh < 10$ mm), les juvéniles ($10 \text{ mm} \leq dbh < 50$ mm) et les jeunes perches ($50 \text{ mm} \leq dbh < 100$ mm). Seules les plantules de l'espèce étaient présentes dans la savane alors qu'en plus des plantules, les juvéniles étaient aussi présents dans la forêt galerie. Dans la savane, le passage régulier et incontrôlé des feux de brousse ajouté à la présence permanente des éleveurs avec leurs bêtes maintiennent les individus de certaines espèces dont *P. kotschy* à l'état de plantule. Cela pose alors un problème de succession des classes de régénération dans cette formation qu'il faut à tout prix résoudre pour la survie de l'espèce. Car ces genres de problèmes pourraient mener à l'extinction des espèces en cause, surtout s'il s'agit notamment d'espèces sciaphiles comme *P. kotschy* (Feeley *et al.*, 2007).

L'absence totale des jeunes perches de l'espèce dans la forêt galerie montre la particularité des menaces qui pèsent sur les individus de l'espèce et qu'il faille vite agir quant à la survie de l'espèce dans cette forêt.

La structure en diamètre déterminée pour la population de *Pseudocedrela kotschy* est caractérisée par une fréquence élevée de jeunes individus dans les petites classes de diamètre et une diminution progressive des individus au fur et à mesure que le diamètre devient grand (Pascal, 2003 ; Glèlè Kakaï *et al.*, 2010 ; Dossou *et al.*, 2012). Une telle structure a été décrite par Geldenhuys (2010) comme étant la juxtaposition d'un certain nombre de courbe en cloche formée à partir des événements de régénération individuel et régulier pour les espèces adaptées à leurs conditions stationnelles. Les tiges de petits diamètres assurent l'avenir de la forêt (Feeley *et al.*, 2007). Mais pour plusieurs auteurs (Hiti-mana *et al.*, 2004 ; Yêhouénou-Tessi *et al.*, 2011 ; Dossou *et al.*, 2012), la présence d'individus de faible diamètre ne saurait être interprétée comme un bon état de conservation spécifique de peuplement ligneux de la forêt. Selon ces mêmes auteurs, la situation est à nuancer au niveau des différentes populations d'espèces constituant le groupement du fait de la pression particulière qui pèse sur certaines espèces. Cette remarque semble être justifiée puisque les structures en diamètre de la population de *P. kotschy* dans ces différentes formations sont irrégulières, avec la rareté voire l'absence de certaines classes de diamètre, preuve des régénérations par vagues irrégulières. Les espèces fidèles à ce type de distribution en forêt naturelle sont dites destructurantes car menacées de disparition dans les peuplements (Sokpon *et al.*, 2006 ; Yêhouénou-Tessi *et al.*, 2011). Cette structure correspond bien à nos observations de terrain et semble indiquer qu'il n'y a pas eu de recrutement important de nouveaux arbres depuis plusieurs années. Ces résultats corroborent ceux de Sokpon *et al.* (2006) qui avait constaté que *P. kotschy* présentent des probabilités de régénération très faibles.

4.2. Diversité floristique des formations végétales, mode de répartition spatiale de *Pseudocedrela kotschy* et mesures préconisées pour une gestion durable

Il a été noté une différence de diversité floristique entre les formations végétales qui composent la forêt classée de Pénésoulou avec la plus forte diversité enregistrée dans la forêt galerie et la plus faible diversité floristique enregistrée au sein de la forêt dense. Cette différence peut s'expliquer d'une part par la sensibilité des espèces au stress hydrique reconnu comme étant un facteur important de répartition des espèces (Hounkpèvi *et al.*, 2011) et d'autre part par le gradient d'éléments nutritifs des habitats forestiers (Russo *et al.*, 2008 ; Hounkpèvi *et al.*, 2011). Par rapport à la forêt classée de Pénésoulou, un autre phénomène pouvant expliquer cette différence de diversité floristique entre

les formations végétales est la représentativité des différentes formations végétales au sein de cette formation forestière. En effet, la forêt dense est très peu représentée au sein de la forêt classée de Pénéssoulou à cause surtout des pressions anthropiques (feux de brousse, coupes frauduleuses, coupes de fourrage ligneux par les Peulhs, etc.) sur les espèces de cette formation végétale. Donc, les espèces végétales exclusivement liées à ce milieu de vie (forêt dense) sont contraintes ainsi à long terme à la disparition.

La répartition spatiale d'une espèce est un indicateur important de sa biologie et mérite d'être étudiée plus en profondeur. En effet, son examen plus approfondie demande l'utilisation d'autres indices qui font intervenir des échelles de distance des observations et même des connaissances sur le mécanisme de dispersion des semences et des considérations sur les habitats de préférence des espèces (Nishimura *et al.*, 2008, Comita *et al.*, 2007 et Condit *et al.*, 2000).

Les indices de Blackman et de Green utilisés ici pour déterminer la répartition spatiale de *Pseudocedrela kotschy* ont donné respectivement 39,38 et 0,37, qui sont respectivement supérieurs à 1 et 0. Ces valeurs obtenues montrent que les individus de *Pseudocedrela kotschy* ont une répartition fortement agrégative dans cette forêt étudiée. Une telle répartition peut être expliquée par une faible dispersion des graines de cette espèce. Une répartition similaire de cette espèce a été déterminée par Assédé *et al.* (2012), Paré *et al.* (2009) et Andrew & Oteng-Amoako (2006), respectivement dans la réserve de biosphère de la Pendjari, (Nord-Ouest Bénin) dans les forêts sèches soudanaises du Burkina Faso et le long des forêts galeries du Ghana.

Pour éviter la disparition de *Pseudocedrela kotschy* dans cette forêt, l'enrichissement des formations végétales de cette forêt en cette espèce devra être fait, et des placeaux permanents devront être installés pour fournir des informations sur la dynamique de *Pseudocedrela kotschy* au sein de la forêt classée de Pénéssoulou et par ricochet permettre la mise en place de stratégies pour sa gestion durable. La gestion des ressources naturelles est l'une des préoccupations majeures de nos jours (Holou & Sinsin 2002). Mais face à une population démunie dont l'essentiel des ressources provient de la forêt, il est souvent délicat de manipuler le couple conservation de la biodiversité/utilisation durable des ressources lorsque la dynamique de cette richesse n'est pas maîtrisée.

A l'instar d'autres forêts de la région de cette étude, la forêt classée de Pénéssoulou est soumise à une forte pression anthropique (Natta *et al.*, 2011 et Sokpon *et al.*, 2006). Cette pression anthropique dans la forêt classée de Pénéssoulou s'explique par le surpâturage, l'exploitation abusive des espèces par les populations riveraines, les feux de brousse incontrôlés. En effet, le surpâturage dans cette forêt se caractérise par la présence permanente des éleveurs peulhs avec leurs bêtes qui,

la recherche de fourrage, perturbent dangereusement la régénération des espèces. Aussi, ces éleveurs, à leur passage, coupent les jeunes pieds des espèces appréciées par leurs bêtes mais qui se trouvent être hors de la portée de ces dernières. Au nombre des espèces objet de ce mode d'utilisation, il y a *P. kotschy*. La pression provenant de la population riveraine se caractérisait par des coupes illicites et anarchiques de bois de la forêt destiné à l'exportation ou à l'utilisation locale, l'usage des espèces pour les besoins alimentaire et médicinal. *P. kotschy* est l'une de ces espèces les plus visées par ces populations dans le cadre de cette forme d'utilisation des espèces de la forêt classée de Pénéssoulou. Cela devient plus dangereux pour l'espèce, lorsque les populations lors de la coupe du bois ou du prélèvement des organes de l'espèce ; ne se soucient pas de sa survie. C'est ainsi que par exemple, ces populations peuvent couper toutes les feuilles d'un individu d'espèce ou pire déraciner l'individu entier même s'il semble être le seul pied retrouvé dans la zone. C'est aussi ce qui a été constaté sur le terrain par rapport aux menaces sur les individus de *P. kotschy* dans la forêt classée de Pénéssoulou.

Vu les résultats du présent travail, la réussite de la conservation de *P. kotschy* au sein de la forêt classée de Pénéssoulou pour une gestion durable passera entre autres par : (1) la réglementation des feux de brousse, (2) la sensibilisation des populations riveraines sur les conséquences de leur mauvaise gestion en terme de prélèvement ou de coupe des organes des espèces à eux importantes et / ou du respect des réglementations forestières par rapport aux feux de brousse, (3) la limitation d'accès à la forêt aux éleveurs et leurs bêtes. Mis à part ces réglementations d'ordre général, il faudra envisager l'enrichissement de la forêt en *P. kotschy* suivies des opérations sylvicoles adéquates dont, par exemple, le fauchage raisonné du sous-bois, le déliantage, le desserrement des peuplements en surdensité... pour favoriser la pénétration de la lumière dans le sous-bois.

5. Conclusion

Le présent travail a permis de découvrir l'état de l'ensemble des espèces végétales de la forêt classée de Pénéssoulou en général et celui de *Pseudocedrela kotschy* en particulier. La diversité floristique et la répartition des espèces ont été meilleures dans la forêt galerie et les faibles valeurs de ces paramètres sont dans la forêt dense. La structure en diamètre des espèces des différentes formations a été dominée par des individus de la régénération au détriment des individus de gros diamètre. La pérennisation de ces différentes formations est ainsi assurée. Ceci n'est pas le cas pour *Pseudocedrela kotschy* compte tenu de la forte menace qui pèse sur les gros individus (semenciers) par lesquels l'espèce se régénère.

Les différents résultats de cette étude doivent être affinés par d'autres études complémentaires dans cette forêt pour permettre d'asseoir de meilleures stratégies de conservation et de gestion durable de l'ensemble des espèces en général et des pieds de *Pseudocedrela kotschy* en particulier. Et pour faciliter l'étude de la dynamique des populations d'espèces de cette forêt, il faut y installer des placeaux permanents et mettre en place de stratégies efficaces devant permettre la maîtrise des feux de brousse.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Rôles	Noms des auteurs
Conception de l'étude	Ibrahim TRAORE MOUSSILIMI et Jean Cossi GANGLO
Collecte des données	Ibrahim TRAORE MOUSSILIMI
Analyse des données	Ibrahim TRAORE MOUSSILIMI, Kourouma KOURA, Jean Cossi GANGLO
Méthodologie	Ibrahim TRAORE MOUSSILIMI, Kourouma KOURA, Augustin K. N. AOUJJI, Jaures Alain GBETOHO, Gaston S. AKOUEHOU, Jean Cossi GANGLO
Rédaction manuscrit initial	Ibrahim TRAORE MOUSSILIMI, Kourouma KOURA, Augustin K. N. AOUJJI, Jaures Alain GBETOHO, Gaston S. AKOUEHOU, Jean Cossi GANGLO
Révision et édition manuscrit	Ibrahim TRAORE MOUSSILIMI, Kourouma KOURA, Jean Cossi GANGLO

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

Adame S. M., Tenté B. A. H. & Gbibigaye M. 2020. Caractérisation de la dynamique actuelle des formations végétales de la forêt classée de Pénésoulou (Commune de Bassila, Nord Bénin). *International Journal of Progressive Sciences and technologies(IJPSAT)*. 21(1) :272-285.

Adomou C. 2010. Aperçu sur la flore du Bénin. In Sinsin B. & Kampmann D. (eds) *Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest*, Tome 1: Bénin. Cotonou & Frankfurt/Main. Pp 144-150.

Adjanohoun E., Adjakidje V., Ahyi M. R. A., Ake Assi L., Akoegninou A., D'Almeida J. *et al.* 1989. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République populaire du Bénin. Agence de Coopération Culturelle et Technique (A.C.C.T.), Paris, 895 p. A partir de la banque de données PHARMEL2 (réf.HP10). (http://www.ethnopharmacologia.org/recherche-dans-prelude/?plant_id=589)

Andrew A. & Oteng-Amoako D. 2006. 100 Tropical African Timber Trees from Ghana. Dept of Publishing Studies, KNUST, Kumasi. 9988-7943-4-7. (<http://www.houtdatabase.nl/pdf/100%20Tropical%20African%20Timber%20Trees%20from%20Ghana%20>) (Oteng-Amoako, %202006).pdf)

Akpona J. D. T., Assogbadjo A. E., Fandohan A. B. & Kakai G. R. 2017. Inventory and multicriteria approach to identify priority commercial timber species for conservation in Bénin. *Bois et forêts des tropiques*. N°333(3) : 5-16.

Assédé E. P. S., Adomou A. C. & Sinsin B. 2012. Relationship between stand regime and population structure of *Pseudocedrela kotschy* (Meliaceae) and *Terminalia macroptera* (Combretaceae) in the Biosphere Reserve of Pendjari (Benin, West Africa). *International Journal of Biodiversity and Conservation*.4(12):427-438. (<http://www.academicjournals.org/IJBC>)

Assogbadjo A. E., Djagoun S. C. A. M., Akpona J. D. & Gnonlonfon I. 2016. Rapport sur l'état de la préservation de la biodiversité et corrélation biodiversité et pauvreté au Bénin. MAEP, SGM, INRAB, CENTRE DE RECHERCHES AGRICOLES SUD-BENIN/NIAOULI. 94 p.

Assogbadjo A. E., Gouwakinnou N. G., Djagoun C. S., Akpona J. D., Salako V., Idohou R., *et al.* 2014. Cinquième Rapport National sur la Mise en Œuvre de la Convention sur la Diversité Biologique au Bénin. (DGFRN). 109 p.

Avakoudjo J. & Assouan M. 1997. Rapport de fin de travaux de description et de parcellisation des unités d'aménagement de la forêt classée de Pénésoulou, Bénin, 36 p.

Blackman G. E. 1942. *Statistical and Ecological Studies in the Distribution of Species in Plant Communities: I. Dispersion as a Factor in the Study of Changes in Plant Populations*. *Ann. Bot.*, 6(2): 351-370.

Boyom F. F., Fotio D., Zollo P. H. A., Agnani H., Menut C. & Bessiere J. M. 2004. Aromatic plants of tropical central Africa. Part XLIV. Volatile components from *Pseudocedrela kotschy* (Schweinf.) Harms growing in Cameroon. *Flav. Fragr. J.* 19:9-11

Comita S. L., Condit R. & Hubbell S. P. 2007. Developmental changes in habitat associations of tropical trees. *Journal of Ecology*, 95, 482-492. (<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2745.2007.01229.x>)

- Condit R., Ashton P., S., Baker P., Bunyavejchewin S., Gunatilleke S., Gunatilleke N. & Hubbell S. P. 2000. Spatial Patterns in the Distribution of Tropical Tree Species, *Sciences*, Vol. 288:1414-1417.
(<https://www.researchgate.net/publication/12490055>)
- DGFRN 2010. Rapport d'activités 2010. 63 p.
- Dossa O. S. N. L., Adomou A. C., Dossou G. H. & Amagnide Y. G. G. A. 2021. Diversité floristique et structure des formations végétales de la forêt Classée de Pénésoulou (Bénin, Afrique de l'Ouest). *International Journal of Innovation and Scientific Research*. 54 : 77-89.
- Dossou M. E., Loubégnon O. T., Houessou G. L., Téka S. O. & Tenté A. H. B. 2012. Caractérisation phytoécologique et structurale des groupements végétaux de la forêt marécageuse d'Agonvè et de ses milieux connexes au Sud-Bénin. *Journal of Applied Biosciences* 53: 3821 – 3830
- FAO. 2010. Evaluation des Ressources Forestières Mondiales. Etude F A O: Forêt (163). 377 p.
(<http://www.fao.org/3/i1757f/i1757f.pdf>)
- Feeley K. J., Davies J. S., Noor N. S., Rahman K. A. & Tan S. 2007. Do current stem size distributions predict future populations changes? An empirical test of intraspecific patterns in tropical trees at two spatial scales. *Journal of Tropical Ecology*, 23: 191-198.
(<https://pdfs.semanticscholar.org/e073/74b1042ce0eb70ccd8d732fc4791cb327d23.pdf>)
- Goldenhuy C. J. 2010. Managing forest complexity through application of disturbance-recovery knowledge in development of silvicultural systems and ecological rehabilitation in natural forest systems in Africa. *Journal forest research*, 15:3-13.
- Green R. H. 1966. Measurement of non-randomness in spatial distributions. *Res. Pop. Ecol.*, 8:1-7.
- Hincourt D. 1992. Carte pédagogique et sa notice explicative Bassila, Bénin. 51 p.
- Hitimana J., Kiyapi J. L. & Njunge T. J. 2004. Forest structure characteristics in disturbed and undisturbed sites of Mt. Elgon Moist Lower Montane Forest, western Kenya. Department of Forestry, Moi University, Eldoret, Kenya.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112704001495?via%3DIihub>)
- Hounkpèvi A., Yévidé A. S. I., Ganglo J. C., Devineau J.-L., Azontonde A. H., Adjakidjè V., Agbossou E. K. & De Foucault B. 2011. Structure et écologie de la forêt à *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A.DC. et à *Dialium guineense* Willd. de la réserve de Massi (La Lama), Bénin. *Bois et Forêt des Tropiques*. N°308(2): 33-46.
- Holou S. & Sinsin B. 2002. Embroussaillage des pâturages artificiels et naturels pâturés par des bovins en zone guinéenne au Bénin. *Annales des Sciences agronomiques du Bénin*, (3) 1 : 40-66.
- Jayaram K. C. 1999. The freshwater fishes of the Indian region. Narendra Publishing House, Delhi-110006, India. 551 p.
- Loupe D., Oteng-Amoako A. A. & Brink M. 2008. Plant resources of tropical Africa. Ed. CTA. Wageningen, Germany, p. 705
- Marcon E. 2010. Mesures de la biodiversité. 37 p.
(<https://www.ecofog.gf/fr/enseignement/fth2010/Cours/4-Biodiversite/Mesures%20de%20la%20biodiversite%20C3%A9.pdf>)
- Natta A. K., Yédomonhan H., Zoumarou-Wallis N., Houndehin J., Éwédjè E. B. K. & Glèlè Kakai R. L. 2011. Typologie et Structure des Populations Naturelles de *Pentadesma butyracea* dans la zone soudano-guinéenne du Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques*. 15(2):137-152.
(<https://www.researchgate.net/publication/233799830>)
- Nishimura S., Yoneda T., Fujii S., Mukhtar E. & Kanzaki M. 2008. Spatial patterns and habitat associations of Fagaceae in a hill dipterocarp forest in Ulu Gadut, West Sumatra. *Journal of Tropical Ecology*. 24: 535-550.
(<https://scholar.google.co.id/citations?user=N70BGtIAAAAJ&hl=id>)
- Pare S., Patrice S., Muluale T., Per Christer O. & Jean M. O. 2009. Regeneration and spatial distribution of seedling populations in Sudanian dry forests in relation to conservation status and human pressure. *Tropical Ecology* 50 (2): 339-353.
(http://tropecol.com/pdf/open/PDF_50_2/J-14.pdf)
- Philip M. S. 2002. Measuring trees and forests. Second Edition. Wallingford, Royaume-Uni, CAB International, 311 p.
- Pascal J-P. 2003. Notions sur les structures et dynamique des forêts tropicales humides. *Revue For. Fr. LV - numéro spécial*, 118-130.
- Russo S. E., Brown P., Tan S. & Davies S. J. 2008. Interspecific demographic trade-offs and soil-related habitat associations of tree species along resource gradients. *Journal of Ecology*, 96: 192-203.
- Shannon C. E. 1948. A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*. Vol. 27, pp. 379-423, 623-656.
(<http://www.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf>)
- Shahina G. 1989. Savanna Plants. An Illustrated Guide. Macmillan Publishers Ltd., London, p. 105.
- Sinsin B. & Kampmann D. (eds). 2010 : Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome I : Bénin. Cotonou & Frankfurt/Main.
- Sokpon N., Biau S. H., Ouinsavi C. & Hunhyet O. 2006. Bases techniques pour une gestion durable des forêts claires du Nord-Bénin : rotation, diamètre minimal d'exploitabilité et régénération. *Bois et Forêts des Tropiques*, N° 287(1) :45-57.
(http://bft.cirad.fr/cd/BFT_287_45-57.pdf)
- Traoré M. I. 2017. Caractéristiques structurales, écologiques et ethnobotaniques des populations de *Pseudocedrela kotschy* de la forêt classée de Pénésoulou (Nord-Ouest, Bénin). Mémoire DEA FSA/UAC, 79 p.

Van Laar A. & Akc A. 2007. Forest Mensuration. Springer, Netherlands. (<http://www2.ca.uky.edu/forestry/for250/Forest%20Mensuration%20book.pdf>)

Yêhouéno Tessi D. R. Akouèhou G. S. & Ganglo J. C. 2012. Caractéristiques structurales et écologiques des populations d'*Antiaris toxicaria* (Pers.) Lesch et de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn dans les forêts reliques du Sud-Benin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(6) : 5056-5067. (<https://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/viewFile/88452/78065>)

Cet article en libre accès est distribué sous une licence Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).

© Le(s) Auteur(s).

La propriété des droits d'auteurs sur le contenu des articles publiés dans les Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie » (AUP-SNA) demeure à leurs auteurs. Ils sont libres de partager - copier et redistribuer le matériel sur n'importe quel support ou format.

La Série « Sciences Naturelles et Agronomie » (ISSN : 1840-8494 / eISSN : 1840-8508) des Annales de l'Université de Parakou est publiée par l'Université de Parakou au Bénin.

Publier avec la revue AUP-SNA garantit :

- Une rapidité du processus éditorial grâce à sa gestion entièrement en ligne ;
- Un accès immédiat à votre article dès sa publication en ligne ;
- Un lien durable et permanent à votre article grâce au DOI ;
- Une grande visibilité sur Internet ;
- La conservation des droits d'auteur de votre article ;
- La possibilité de partager votre article dans vos réseaux, sans restriction ;
- Des frais de publications très réduits ;
- Des remises sur les frais de publications pour les évaluateurs de la revue.

The logo for the journal 'SNA' (Sciences Naturelles et Agronomie) is displayed in a bold, green, sans-serif font. The letters 'S', 'N', and 'A' are spaced out and are the only text in this block.

Soumettez votre manuscrit
sur <https://sna.fa-up.bj/>



Influence du Biochar et du Mycotri sur le développement de la grande morelle (*Solanum macrocarpon* L.) et la densité de population des nématodes à galles sous serre

Octave BEHOUNDJA-KOTOKO^{id}, Fabert SOMAKOU, Néhal T. M. DJAOUGA MAMADOU*^{id},
Manzidath ALAGBA, Ruffin DOSSOU AGBEDE, Hugues BAIMEY^{id}

Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123, Parakou, Bénin

Emails : bekoct@gmail.com ; tinondjaouga@gmail.com ; baimeyhugues@gmail.com

Reçu le 11 Juin 2022 - Accepté le 15 Décembre 2022 - Publié le 31 Décembre 2022

Résumé : Afin de réduire les effets néfastes de l'utilisation des pesticides chimiques sur l'environnement et la qualité des aliments, de nouvelles alternatives sont recherchées pour lutter contre les nématodes à galles en culture maraichère. La présente étude analyse l'effet du biochar et d'une formulation (le Mycotri) à base de champignons et de bactéries parasites des nématodes à galles en culture de la grande morelle. Elle a été réalisée en conditions de serre dans un dispositif expérimental en bloc aléatoire complet comportant huit traitements répétés chacun six fois. Les différents traitements étaient : le biochar (26,6 g/kg de sol stérilisé), le Mycotri (2,6 g/kg de sol stérilisé) ou leur combinaison (40 g de biochar et 4 g de Mycotri pour 1456 g de sol stérilisé). Les résultats montrent que le biochar, le Mycotri et leur combinaison améliorent le pH du sol. Le biochar et sa combinaison au Mycotri favorise l'augmentation de la surface foliaire des plants et de la masse des feuilles et racines. L'indice de galles, le nombre de galles et la densité de la population des nématodes dans le sol sont plus élevés au niveau des traitements avec biochar, tandis que la densité de la population de nématodes a diminué dans les racines en présence du Mycotri. Toutefois, l'amendement du biochar combiné au Mycotri mérite une attention particulière dans la lutte contre les nématodes à galles.

Mots clés : Biochar, grande morelle, Mycotri, nématode à galles, Bénin.

Influence of Biochar and Mycotri on the development of nightshade (*Solanum macrocarpon* L.) and the population density of root-knot nematodes under greenhouse

Abstract: In order to reduce the degrading effects of chemical pesticides on the environment and food quality, new alternatives are being sought to control root-knot nematodes in vegetable crops. The present study analyzes the effect of biochar and a formulation (Mycotri) based on fungi and bacteria parasitizing root-knot nematodes in nightshade crops. It was carried out under greenhouse conditions in a complete randomized block design with eight treatments each repeated six times. The different treatments were: biochar (26.6 g/kg sterilized soil), Mycotri (2.6 g/kg sterilized soil) or their combination (40 g biochar and 4 g Mycotri for 1456 g sterilized soil). The results show that biochar, Mycotri and their combination improve soil pH. Biochar and its combination with Mycotri favor the increase of the leaf area of the plants and the mass of the leaves and roots. The gall index, number of galls and nematode population density in the soil were higher in the biochar treatments,

while the nematode population density decreased in the roots in the presence of Mycotri. However, the amendment of biochar combined with Mycotri deserves special attention in the control of root-knot nematodes.

Keywords: Biochar, nightshade, Mycotri, root-knot nematode, Benin.

1. Introduction

Au Bénin, la production maraîchère constitue une composante importante de l'agriculture urbaine et périurbaine. Elle est constituée d'une part des cultures traditionnelles (tomate, piment, gombo, oignon...) et d'autre part des légumes feuilles et les cultures exotiques (grande morelle, chou, laitue, carotte, concombre, poireau, haricot vert etc...) (Tokannou & Quenum, 2007). Ainsi, la production maraîchère et surtout celle des légumes feuilles a pris une importance capitale dans les activités agricoles des villes, en particulier, au Sud-Bénin (Anihouvi et al., 2007).

La grande morelle, *Solanum macrocarpon* L. communément appelée 'Gboma' au Bénin est l'un des légumes feuilles les plus produits dans cette forme d'agriculture et constitue une source importante de revenus aux maraîchers qui le cultivent (Anihouvi et al., 2007). Cependant, la production de la grande morelle est souvent confrontée à de nombreux problèmes parmi lesquels existent les attaques de ravageurs qui sont généralement mal connues et gérées par les producteurs (Mondédji, 2010). Les nématodes à galles (*Meloidogyne* spp.), sont particulièrement des ravageurs très redoutables en maraîchage (Sikora & Fernández, 2005, James et al., 2010). Leurs attaques sont généralement localisées sur les parties souterraines de la plante, à savoir les racines et les radicules. Sur la grande morelle, les nématodes provoquent des galles sur les racines des plants attaqués, le jaunissement des feuilles, le retard de croissance des plants, l'amincissement des feuilles et le flétrissement (James et al., 2010). Ils occasionnent des dégâts à l'origine de 60% des pertes de récoltes (Afouda et al., 2012).

Pour pallier aux attaques de nématodes, les producteurs optent pour l'utilisation des nématicides chimiques qui contaminent les eaux et les récoltes. Parmi les alternatives à l'utilisation des pesticides chimiques, les amendements du sol tels qu'avec le biochar (Djaouga et al., 2020) appliqué seul ou en combinaison avec les agents de lutte biologique tels que les champignons et les bactéries parasites des nématodes (Mukhtar et al., 2013 ; Seenivasan, 2011) s'avèrent être efficaces contre les nématodes à galles et certains pathogènes du sol.

Le biochar réduit la mobilité des polluants organiques comme les pesticides (Jones et al., 2011 ; Xu et

al., 2013) et diminue le risque lié à la contamination des eaux. Aussi, il a été observé une meilleure rétention de nutriments comme les nitrates ou les phosphates dans les horizons de sols amendés au biochar (Yao et al., 2012). Le biochar contribue ainsi de façon directe ou indirecte, par l'intermédiaire des microorganismes, à l'amélioration de la résistance des plantes au stress hydrique en améliorant l'humidité du sol (Djaouga et al., 2020). Il favorise un meilleur développement de la plante dû à la modification de la composition des communautés bactériennes ou fongiques bénéfiques pour la plante et de l'activité de la faune du sol (Lehmann et al., 2011).

Les champignons nématophages tels que *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, et la bactérie *Pseudomonas fluorescens* sont de plus en plus utilisés comme alternatives aux pesticides chimiques dans la lutte contre les nématodes à galles (Wang et al., 2010 ; Affokpon et al., 2011 ; Seenivasan, 2011 ; Mukhtar et al., 2013). Des études antérieures ont montré que *P. lilacinus* (Esfahani & Pour, 2006 ; Mukhtar et al., 2013), *P. fluorescens* (Seenivasan, 2011), *T. viride* et *T. harzianum* (Mukhtar et al., 2013) favorisent la croissance des plantes tout en inhibant la reproduction des nématodes du genre *Meloidogyne* et la formation des galles par ces derniers. Mais les données sur les effets de ces champignons en combinaison au biochar sur la croissance des plants et les densités de population des nématodes à galles sont insuffisantes.

La présente étude a pour objectif de mesurer l'effet du biochar et du Mycotri sur le développement de la grande morelle et la densité de population des nématodes à galles associés à la grande morelle en conditions de serre. Par une expérimentation en serre, les résultats de ce travail permettront d'avoir une connaissance des effets du biochar et de sa combinaison aux champignons sur la croissance des plantes. Aussi ces résultats permettront de prendre des décisions quant à l'utilisation du biochar en combinaison aux champignons sur la densité de population des nématodes à galles.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

L'essai a été réalisé dans une serre de la Faculté d'agronomie de l'Université de Parakou (Latitude : N 09°18.908', Longitude : E 002°42.106', Altitude par rapport au niveau de la mer : 369 m). Le climat y est de

type tropical, avec une période très chaude et sèche de novembre à mars et une période pluvieuse d'avril à octobre. La température au cours de la période de l'essai a entre de 30°(max) et 22°(min).

2.2. Matériel végétal

La variété « GBOMA KOMBARA » de grande morelle (*Solanum macrocarpon* L.), a servi de matériel végétal pour cette étude. Elle est cultivée principalement pour ses feuilles succulentes, mais pour ses fruits amers. Les parties comestibles de *S. macrocarpon* sont nourrissantes et contiennent des glucides, de la cellulose, du calcium, des matières grasses, des protéines et de l'eau.

2.3. Matériel animal

Les nématodes à galles (*Meloidogyne* spp.) préalablement multipliés sur la grande morelle dans la serre ont été utilisés. Les racines infestées des plants de grande morelle ont été utilisées pour l'extraction des juvéniles de nématodes à galles par la collecte des masses d'œufs. Ces masses d'œufs après avoir été conservés des boîtes de Petri afin de permettre aux juvéniles de nématodes d'éclore. Les juvéniles ont ensuite été utilisés pour l'infestation des plants de grande morelle.

2.4. Matériel technique

Le biochar utilisé dans cette étude provenait de la pyrolyse de rafles de maïs dans un four de fabrication artisanal à 350-400°C pendant une heure et le Mycotri acheté dans un centre de vente de produits phytosanitaires. Le Mycotri est une poudre biologique à base de spores de quatre champignons et d'une bactérie. Il s'agit des champignons *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Pleurotus tuberregium* et de la bactérie *Pseudomonas fluorescens*.

2.5. Installation de l'essai

Après une pépinière qui a duré trois semaines, les plantules de grande morelle les plus vigoureuses et ayant cinq à six feuilles ont été repiquées dans des pots de contenance 2 L. Ces pots ont été préalablement remplis chacun avec du sol ferrugineux tropical stérilisé (85°C, 72h, 1496 g/pot) et les différents traitements contenant le biochar (26,6 g/kg de sol stérilisé), le Mycotri (2,6 g/kg de sol stérilisé) ou leur combinaison (26,6 g de biochar et 2,6 g/kg de sol stérilisé) ont été appliqués six jours avant le repiquage puis arrosés. Les pots représentant le traitement Témoin ont été remplis seulement avec 1500 g de sol stérilisé. Ces traitements étaient : Témoin, Biochar, Biochar + nématodes à galles, Biochar + Mycotri, Nématodes à galles, Nématodes à galles + Mycotri, Mycotri, Biochar + nématodes à galles + Mycotri.

Les pots ont été arrangés dans un dispositif en bloc aléatoire simple à randomisation totale composé de huit traitements répétés chacun six fois. Chaque pot

contenant un type de traitement constituait l'unité expérimentale.

2.6. Collecte des données

Les données ont été collectées tous les quinze jours. Les variables collectées concernent t le pH, l'humidité des sols et les paramètres de croissance de la plante (la hauteur des plants, la masse des fruits, la biomasse racinaire et la masse des feuilles et tiges). Le pH du sol a été mesuré avec un pH-mètre de marque PICCOLO de HANNA, et l'humidité du sol a été mesurée avec un hydro-pH-mètre de marque green Tower. La longueur et la largeur des feuilles ont été mesurées à l'aide d'une règle de 30 cm de longueur. La longueur d'une feuille a été mesurée à partir du nœud de son insertion entre la tige et le pétiole jusqu'à son bout final. La largeur a été mesurée au niveau de la partie la plus large de la feuille. La formule de Guevara & Gomez-Pompa (1972) a été utilisée pour estimer la surface foliaire. Ainsi :

$Surface\ foliaire = Longueur \times Largeur \times k$ avec une constante $k = 0,67$

La hauteur de chaque plant a été mesurée avec un centimètre à partir de son collet jusqu'au niveau du point d'insertion de ses dernières feuilles. La masse des fruits au cours du développement des plants : les fruits produits par plant ont été collectés et pesés au fur et à mesure qu'ils atteignent la maturité physiologique. La masse des racines, des feuilles et des tiges des plants à la récolte, trois mois après repiquage : les plants ont été soigneusement arrachés à la récolte. Pour chaque plant, les racines ont été coupées et lavées à l'eau de robinet puis sécher à l'air libre pendant 15 minutes pour retirer l'eau avant d'être pesées. Les feuilles et tiges ont été coupées et pesées séparément.

Des paramètres relatifs à la densité de population des nématodes et aux dégâts causés par ces derniers aux plants ont été évalués à la récolte. Les racines coupées et lavées à l'eau de robinet ont été utilisées pour l'extraction des nématodes. Ceci a été fait uniquement pour les pots ayant reçu l'inoculum de nématodes. Les racines lavées ont été finement coupées (1cm de long environ) à l'aide d'une paire de ciseaux. Les morceaux de racines ont été soigneusement mélangés et un sous-échantillon de 5 g de racines a été prélevé par plant pour l'extraction des nématodes en utilisant le dispositif modifié de Baermann (Coyne et al., 2018). Les nématodes ont été aussi extraits de 50 g de sol prélevé de chaque pot en utilisant le même dispositif. Pour ce faire, le sol contenu dans chaque pot a été soigneusement mélangé avant qu'un sous-échantillon de 50 g ait été pris. Dans les deux cas (des racines et du sol), chaque sous-échantillon a été mis dans un tamis tapissé à l'intérieur de papier filtre et le tout a été placé dans une assiette en plastique. Ensuite, 150 ml d'eau ont été rajoutés jusqu'à couvrir légèrement l'échantillon de sol ou de racines afin de favoriser la migration des nématodes des échantillons vers l'eau qui constitue le milieu d'extraction.

Après 72 h, le tamis contenant le papier filtre sur lequel est déposé chaque échantillon a été retiré délicatement de l'assiette. Les suspensions de nématodes contenues dans les différentes assiettes ont été collectées et transférées dans des béchers gradués et après 30 min de décantation, ensuite, les suspensions contenues dans les béchers ont été ramenées à 50 ml en éliminant les surnageants. Pour chaque suspension, les nématodes ont été comptés trois fois (avec remise chaque fois) au binoculaire à un grossissement de 40x dans 5 ml de suspension à l'aide d'une boîte de Petri de 9 cm de diamètre quadrillée et la densité de population des nématodes par gramme de sol ou de racines a été calculée par extrapolation.

L'indice de galles causées par les nématodes a été déterminé à l'aide de la table d'indexation pour les nématodes à galles dont l'échelle est de 0 à 10 avec pour 0 = pas de galles et 10 = toutes les racines ont des galles, généralement plant mort (Coyné et al., 2018). Le nombre de galles a été déterminé par comptage des galles présentes dans 1 g de racines finement découpées au préalable à la binoculaire de marque Ceti (Medline Scientific™ 7500.9000M).

2.7. Analyse des données

Les données collectées ont été saisies à l'aide du tableur Excel. Les paramètres de croissance et de développement, les propriétés physico-chimiques (pH et humidité) du sol et les densités de populations des nématodes ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à trois facteurs (biochar, Mycotri et nématodes) avec le logiciel R version 4.1.2. Le test de SNK a permis de faire la comparaison deux à deux en cas de différences significatives entre les moyennes au seuil de 5%.

3. Résultats

3.1 Influence du biochar et du Mycotri sur les propriétés physico-chimiques (pH et humidité) du sol

Le Tableau 1 ci-dessous montre que le pH du sol varie significativement ($p < 0,05$) en fonction des différents traitements. En effet, le pH était plus élevé au niveau du traitement d'apport combiné du biochar et du Mycotri comparativement au témoin et aux traitements Mycotri. De même, aucune différence l'humidité du sol n'était observée entre traitement. Le pH et l'humidité étaient généralement plus élevés pour la combinaison du biochar et du Mycotri que le Mycotri seul, où le pH et l'humidité étaient contrairement plus faibles que celles du traitement témoin.

Tableau 1 : Effet du biochar, du Mycotri et de leur combinaison sur le pH et l'humidité du sol

Table 1: Effect of biochar, Mycotri and their combination on soil pH and moisture

Traitements	pH	Humidité (%)
Témoin	7,42±0,03a	48,35±4,10a
Biochar	7,45±0,04a	54,23±9,43a
Biochar + Nématodes	7,46±0,04a	48,83±7,05a
Biochar + Mycotri	7,77±0,04b	56,47±10,10a
Nématodes	7,45±0,03a	47,90±8,24a
Nématodes + Mycotri	7,53±0,27a	56,38±7,49a
Mycotri	7,37±0,03a	44,16±7,33a
Biochar + Mycotri + Nématodes	7,52±0,05a	53,95±8,57a
<i>P</i>	0,002 **	0,29

NB : Dans chaque colonne les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

3.2 Effet du biochar, du Mycotri et de leur combinaison sur quelques paramètres agromorphologiques (hauteur des plants, surface foliaire, masse des feuilles, des tiges, des racines et des fruits) de la grande morelle

Le Tableau 2 ci-dessus résume les valeurs moyennes de quelques paramètres agromorphologiques mesurés sur les plants de grande morelle en fonction des différents traitements. Tous les paramètres mesurés, hormis la masse des tiges ont été significativement ($p > 0,05$) affectés par les différents facteurs. En comparant les moyennes des différents paramètres pour le Biochar et le Mycotri appliqués séparément, seules celles de la masse des racines montrent de différences significatives avec les moyennes du traitement témoin. La même chose a été observée avec les traitements Témoin et Nématodes. La combinaison Biochar + Mycotri + Nématodes a permis d'avoir des hauteurs, des surfaces foliaires et des masses de fruits significativement supérieures à celles obtenues avec les traitements Nématodes et Témoin. Le Biochar seul et le Mycotri seul appliqués avec les nématodes montrent de différences significatives uniquement au niveau de la masse des racines et des fruits. La hauteur, la surface foliaire et la masse des feuilles étaient significativement supérieures avec la combinaison Biochar + Mycotri à celles obtenues avec les deux amendements appliqués séparément. Pour les trois traitements, les masses de tiges, de racines et de fruits ne sont pas statistiquement différentes.

Tableau 2 : Effet du biochar, du Mycotri et de leur combinaison sur quelques paramètres agro-morphologiques (hauteur, surface foliaire, masse des feuilles, racines et fruits) de la grande morelle

Table 2: Effect of biochar, Mycotri and their combination on some agro-morphological parameters (height, leaf area, leaf, root and fruit mass) of nightshade

Traitement	Hauteur (cm)	Surface foliaire (cm ²)	Biomasse feuilles (g)	Masse des tiges (g)	Biomasse racinaire (g)	Masse des fruits (g)
Témoin	13,50±1,02ab	83,02±22,67a	21,26±2,94a	8,28±1,74a	21,70±4,86d	12,68±6,68a
Biochar	14,80±1,50b	81,63±19,31a	27,61±3,32ab	9,15±1,46a	24,43±5,37c	21,08±11,95ab
Biochar + Nématodes	14,70±2,47b	145,34±116,25b	27,94±2,86ab	7,66±0,88a	38,30±4,44a	13,20±4,03a
Biochar + Mycotri	17,61±2,5c	112,01±22,29b	29,86±4,81b	9,60±1,32a	27,86±5,76c	16,98±11,56a
Nématodes	11,33±3,61a	88,40±24,23a	22,03±1,06a	8,00±0,83a	33,5±4,56b	15,60±0,56a
Nématodes + Mycotri	15,83±0,75b	97,09±26,63ab	28,31±2,07ab	8,36±0,97a	34,10±5,77b	27,60±5,62b
Mycotri	15±1,41b	80,85±14,04a	23,28±3,93a	8,13±2,12a	15,30±4,64e	16,50±6,28a
Biochar + Mycotri + Nématodes	16,33±1,21c	111,79±21,65b	26,49±1,71ab	7,81±1,36a	26,90±4,43c	26,08±11,90b
<i>p</i>	0,05*	0,05*	0,008 **	0,54	0,04*	0,04*

NB : Dans chaque colonne les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%

3.3 Effet du Biochar, du Mycotri et de leur combinaison sur l'indice de galles, le nombre de galles et la densité de population des nématodes (DPN) dans le sol et dans les racines

Des différences significatives ($p < 0,05$) ont été observées au niveau des valeurs moyennes de l'indice de galles, le nombre de galles, la densité de population des nématodes dans le sol et les racines en fonction des différents traitements (Tableau 3). La densité de population des nématodes dans les racines était faible dans le traitement ajout de Mycotri ($69,22 \pm 29,70$ nématodes/g de racines, $p = 0,0206$) comparativement au Témoin (sans Mycotri ni Biochar) ($279,02 \pm 181,44$ nématodes/g de racines, $p = 0,0206$) ou avec l'apport du Biochar ($320,44 \pm 251,36$ nématodes/g de racines, $p = 0,0206$). La

multiplication des nématodes dans les racines et les sols était maximale avec les traitements biochar seul et biochar combiné au Mycotri.

Le biochar et le Mycotri appliqués séparément n'ont pas affecté significativement l'indice de galles observées sur les systèmes racinaires des plants. Mais la combinaison biochar et le Mycotri a donné un indice moyen de galles ($4,66 \pm 1,32$; $p < 0,001$) significativement inférieur à celui du traitement témoin ($6,50 \pm 1,26$; $p < 0,001$). Par contre, le nombre de galles a été significativement inférieur au niveau des plants ayant reçu Mycotri + nématodes comparativement à ceux ayant obtenu une application de nématodes seuls. Les combinaisons Biochar + nématodes, Mycotri + nématodes et Biochar + Mycotri + nématodes ont donné des valeurs d'indice de galles et de nombre de galles similaires ($p \leq 0,05$).

Tableau 3 : Effet des différents traitements sur l'indice de galle, le nombre de galle et la densité de population des nématodes dans le sol et les racines.

Table 3: Effect of different treatments on gall index, gall number and nematodes population density of in soil and roots

Traitement	DPN dans les racines	DPN dans le sol	Indice de galles	Nombre de galles
Biochar + Nématodes	320,44±251,36b	214,27±85,94b	5,33±0,54ab	207±27,29ab
Nématodes	279,02±181,44ab	187,72±104,80ab	6,50±1,26b	264,5±79,17b
Mycotri + Nématodes	69,22±29,70a	152,72±53,62ab	5,33±1,47ab	139,5±25,42a
Biochar + Mycotri + Nématodes	99±44,54ab	77±37,10a	4,66±1,32a	198,66±66,93ab
<i>P</i>	0,0206 *	0,0272 *	<0,001 **	<0,001 ***

NB : DPN : Densité de population des nématodes. Dans chaque colonne les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

4. Discussion

Les résultats de cette expérience montrent une augmentation du pH du sol dans tous les pots ayant reçu la combinaison du Biochar et du Mycotri. Cette augmentation pourrait s'expliquer par le fait que le biochar est généralement alcalin, à cause de la présence de minéraux inorganiques tels que les carbonates et les phosphates, et aux cendres formées lors de la pyrolyse et de la carbonisation (Wang et al. 2011). De plus, le biochar utilisé dans cette étude provenait de la pyrolyse de rafles de maïs de nature basique (pH=9,44) alors une fois appliqué au sol, il lui aurait conféré sa propriété. Ceci corrobore les résultats de recherches antérieures qui ont montré que le biochar améliore le rendement des cultures dans les sols tropicaux acides en diminuant le taux d'aluminium biodisponible et en réduisant l'acidité du sol (Major et al., 2010). En effet, une disponibilité suffisante en carbone, apportée par le biochar, stimulerait l'activité biologique du sol tout en améliorant le cycle de l'Azote, grâce à une moindre fixation des nitrates (Steiner et al., 2007).

Les résultats montrent par ailleurs que la surface foliaire, la biomasse feuille et racinaire ont augmenté avec l'apport du biochar bien que la hauteur des plantes, la biomasse tige et fruit n'aient pas changé en fonction des différents traitements. Cette augmentation pourrait être expliquée par la capacité du biochar à favoriser de bonnes conditions de croissance aux plantes par l'amélioration de la porosité du sol et la disponibilité des éléments nutritifs qui sont libérés progressivement. Ces résultats sont similaires à celles de recherches antérieures qui ont montré que l'amendement au biochar permet d'accroître la biomasse racinaire, la masse et le rendement en grains du haricot (Alburquerque et al., 2014). Par ailleurs, la hauteur, la biomasse tige et fruit n'ont peut-être pas été impacté car la grande morelle étant une culture basse n'a pas réellement changé en termes de hauteur. Par ailleurs, l'apparition des fruits n'a pas été très abondante ce qui n'a pas favoriser une grande variabilité pour faciliter la comparaison des traitements.

L'indice de galles, le nombre de galles et la densité de population des nématodes dans le sol a connu une croissance avec l'apport du biochar. Cela pourrait expliquer l'augmentation de la biomasse racinaire observée par apport du biochar. En effet, l'abondance des racines facilitera son exploitation par les nématodes expliquant l'indice de galles et le nombre de galles. Cependant, la densité de population des nématodes dans les racines a baissé avec l'apport du Mycotri. Cela pourrait s'expliquer par la présence dans le Mycotri de champignons et bactéries parasites de nématodes et de leurs œufs. En effet, *P. lilacinus* contenu dans le Mycotri favorise la croissance des plantes en réduisant la pathogénicité de *Meloidogyne javanica* par la suppression de ses galles (Esfahani & Pour, 2006), de même pour *Meloidogyne incognita* (Oclarit et al., 2009).

Aussi, Mukhtar et al. (2013) ont démontré que *Paecilomyces lilacinus* et *Trichoderma harzianum* contribuent à une réduction maximum du nombre de galles, d'œufs et de la fécondité de *M. incognita* en culture de gombo.

5. Conclusion

En somme, les résultats de notre étude montrent que le biochar combiné au Mycotri peut être utilisé dans l'amélioration du pH des sols tandis que le Mycotri seul permet de lutter efficacement contre les nématodes. La combinaison du Mycotri et du biochar n'a eu aucun effet significatif sur les différents paramètres étudiés. Cependant, l'utilisation de cette combinaison contre les nématodes nécessite des recherches plus approfondies car pourrait présenter de nombreux avantages pour le sol, les plantes et les microorganismes du sol. Ces résultats permettent de prendre des décisions quant à l'utilisation du biochar en combinaison aux champignons sur la densité de population des nématodes à galles.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le projet ProSol (Projet de Protection et Réhabilitation des Sols pour améliorer la Sécurité Alimentaire (ProSol)/GIZ) qui a financé cette recherche et les techniciens de laboratoire pour leur assistance.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Rôles	Noms des auteurs
Conception de l'étude	HB, NDTM, OBK, MA, RDA, FS
Gestion des données	NDTM, MA, RDA, FS
Analyse formelle	NDTM, HB, OBK
Acquisition de financement	HB, OBK
Enquête / collecte	NDTM, MA, RDA, FS
Méthodologie	HB, NDTM, OBK, MA, RDA, FS
Administration de projet	HB, NDTM, OBK, RDA
Ressources	HB, OBK
Logiciel	NDTM, HB, FS
Surveillance	NDTM, MA, RDA, FS
Validation	HB, NDTM, OBK, MA, RDA, FS
Visualisation	HB, NDTM, OBK, MA, RDA, FS
Rédaction - brouillon original	HB, NDTM, OBK
Rédaction - révision et édition	HB, NDTM, OBK

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Afouda, L., Baimey, H., Bachabi, F.X., Sero-Kpera, D.H. B. R. (2012). Effet de l'hyptis (*Hyptis suaveolens*), du neem (*Azadirachta indica*), du vernonia (*Vernonia amygdalina*), et de l'amarante (*Amaranthus* Spp.) sur les nématodes à Galles (*Meloidogyne* spp.) en cultures maraîchères. *Agronomie Africaine*, 24(3),209–218. <https://www.ajol.info/index.php/aga/article/view/87010/76776>.
- Affokpon, A., Coyne, D. L., Htay, C. C., Agbèdè, R. D., Lawouin, L. & Coosemans, J. (2011). Biocontrol potential of native *Trichoderma* isolates against root-knot nematodes in West African vegetable production systems. *Soil Biology & Biochemistry*, 43, 600-608.
- Alburquerque, J. A., Calero, J. M., Barrón, V., Torrent, J., del Campillo, M. C., Gallardo, A., & Villar, R. (2014). Effects of biochars produced from different feedstocks on soil properties and sunflower growth. *Journal of plant nutrition and soil science*, 177(1), 16-25.
- Assogba-Komlan, F., Anihouvi, P., Achigan, E., Sikirou, R., Boko, A., Adje, C., & Ayémou, A. (2007). Pratiques culturales et teneur en éléments anti nutritionnels (nitrates et pesticides) du *Solanum macrocarpum* au sud du Bénin. *African journal of food, agriculture, nutrition and development*, 7(4), 1-21.
- Coyne, D. L., Nicol, J. M. & Claudius-Cole, B. (2018). Practical plant nematology: A field and laboratory guide. 3rd edition, *International Institute of Tropical Agriculture (IITA)*, Ibadan, Nigeria, 82p.
- Djaouga, N. T., Diogo, R. V. C., Baimey, H., & Godau, T. (2020). Développement du gboma (*Solanum macrocarpon* L.) sous l'influence du biochar, de la fréquence d'arrosage et des nématodes à galles en conditions de serre. *Annales de l'Université de Parakou-Série Sciences Naturelles et Agronomie*, 10(1), 33-40.
- Guevara, S. S., & Gomez-Pompa, A. (1972). Seeds from surface soils in a tropical region of Veracruz, Mexico. *Journal of the Arnold Arboretum*, 53(3), 312-335.
- James, B., Atcha-Ahowé, C., Godonou, I., Baimey, H., Goergen, G., Sikirou R. & Toko M. 2010. Gestion intégrée des nuisibles en production maraîchère : Guide pour les agents de vulgarisation en Afrique de l'Ouest. *Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA)*, Ibadan, Nigeria, 120 p.
- Jones, D. L., Murphy, D. V., Khalid, M., Ahmad, W., Edwards-Jones, G., & DeLuca, T. H. (2011). Short-term biochar-induced increase in soil CO₂ release is both biotically and abiotically mediated. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(8), 1723-1731.
- Lehmann, J., Rillig, M. C., Thies, J., Masiello, C. A., Hockaday, W. C., & Crowley, D. (2011). Biochar effects on soil biota—a review. *Soil biology and biochemistry*, 43(9), 1812-1836.
- Major, J. (2010). Guidelines on practical aspects of biochar application to field soil in various soil management systems. *International Biochar Initiative*, 8, 5-7.
- Mondédji, A. D. (2010). Potentiel d'utilisation d'extraits de feuilles de neem (*Azadirachta indica* A. Juss et de *Carica papaya* L.) dans le contrôle des insectes ravageurs du chou (*Brassica oleracea* L.) en zones urbaines et périurbaines au sud du Togo. Thèse de doctorat, Université de Lomé, Togo, 193p.
- Mukhtar, T., Arshad Hussain, M., & Zameer Kayani, M. (2013). Biocontrol potential of *Pasteuria penetrans*, *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces lilacinus* and *Trichoderma harzianum* against *Meloidogyne incognita* in okra. *Phytopathologia Mediterranea*, 66-76.
- Oclarit, E., & Cumagun, C. (2009). Evaluation of efficacy of *Paecilomyces lilacinus* as biological control agent of *Meloidogyne incognita* attacking tomato. *Journal of Plant Protection Research*, 49(4), 337-340
- Seenivasan, N. (2011). Efficacy of *Pseudomonas fluorescens* and *Paecilomyces lilacinus* against *Meloidogyne graminicola* infecting rice under system of rice intensification. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 44(15), 1467-1482.
- Sikora, R. A., & Fernandez, E. (2005). Nematode parasites of vegetables. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture, (Ed. 2), 319-392.
- Steiner, C. (2008). Biochar carbon sequestration. *University of Georgia, Biorefining and Carbon Cycling Program, Athens, GA, 30602, USA*, 8p.
- Tokannou, R., & Quenum, R. (2007). Rapport de l'étude sur le sous-secteur du maraîchage au Sud-Bénin. *Rapport provisoire. MAEP, République du Bénin*. 25p.
- Wang, J., Pan, X., Liu, Y., Zhang, X., & Xiong, Z. (2012). Effects of biochar amendment in two soils on greenhouse gas emissions and crop production. *Plant and soil*, 360(1), 287-298.
- Wang, J., Wang, J., Liu, F., & Pan, C. (2010). Enhancing the virulence of *Paecilomyces lilacinus* against *Meloidogyne incognita* eggs by overexpression of a serine protease. *Biotechnology letters*, 32(8), 1159-1166.

- Xu, G., Wei, L. L., Sun, J. N., Shao, H. B., & Chang, S. X. (2013). What is more important for enhancing nutrient bioavailability with biochar application into a sandy soil: Direct or indirect mechanism? *Ecological engineering*, 52, 119-124.
- Yao, Y., Gao, B., Zhang, M., Inyang, M., & Zimmerman, A. R. (2012). Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium, and phosphate in a sandy soil. *Chemosphere*, 89(11), 1467-1471.

Cet article en libre accès est distribué sous une licence Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).

© Le(s) Auteur(s).

La propriété des droits d'auteurs sur le contenu des articles publiés dans les Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie » (AUP-SNA) demeure à leurs auteurs. Ils sont libres de partager - copier et redistribuer le matériel sur n'importe quel support ou format.

La Série « Sciences Naturelles et Agronomie » (ISSN : 1840-8494 / eISSN : 1840-8508) des Annales de l'Université de Parakou est publiée par l'Université de Parakou au Bénin.

Publier avec la revue AUP-SNA garantit :

- Une rapidité du processus éditorial grâce à sa gestion entièrement en ligne ;
- Un accès immédiat à votre article dès sa publication en ligne ;
- Un lien durable et permanent à votre article grâce au DOI ;
- Une grande visibilité sur Internet ;
- La conservation des droits d'auteur de votre article ;
- La possibilité de partager votre article dans vos réseaux, sans restriction ;
- Des frais de publications très réduits ;
- Des remises sur les frais de publications pour les évaluateurs de la revue.

The logo for the journal 'SNA' (Sciences Naturelles et Agronomie) is displayed in a bold, green, sans-serif font. The letters 'S', 'N', and 'A' are spaced out and have a slight shadow effect.

Soumettez votre manuscrit
sur <https://sna.fa-up.bj/>



Déterminants de la viabilité des entreprises agricoles créées par les jeunes au Nord-Ouest du Bénin

Patrice BATONWERO , Barnabé AGALATI , Pamphile DEGLA 

Université de Parakou, Laboratoire d'Analyse et de Recherche sur les
Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES)

Emails : patrobatson@gmail.com ; agalatibarnab88@gmail.com ; pamphile.degla@yahoo.fr

Reçu le 29 Juillet 2022 - Accepté le 20 Décembre 2022 - Publié le 31 Décembre 2022

Résumé : L'amélioration de la performance et la survie des entreprises agricoles est un enjeu majeur pour l'attractivité du secteur agricole. Dans la perspective de l'amélioration de l'employabilité des jeunes par la création et le développement d'entreprises agricoles durables, cette étude s'est intéressée à l'analyse de la viabilité de 140 entreprises agricoles détenues par les jeunes, sélectionnées de façon aléatoire dans le département de l'Atacora au Nord-Ouest du Bénin. La méthode d'indicateurs de durabilité des exploitations agricoles (IDEA) adaptée au contexte du Nord-Bénin a été utilisée pour évaluer les viabilités économique, socio territoriale et agroécologique puis la viabilité globale des entreprises des jeunes enquêtés. Le modèle de régression logistique ordinal a été estimé pour identifier les facteurs qui déterminent la viabilité des entreprises agricoles. Les résultats montrent que seulement 26% des entreprises agricoles enquêtées sont viables. L'utilisation de la main d'œuvre salariée, le renforcement des capacités, l'expérience et la motivation de l'entrepreneur influencent positivement la viabilité des entreprises agricoles détenues par les jeunes. A l'opposé, l'appartenance à une association professionnelle influence négativement la viabilité des entreprises agricoles. Ces résultats pourraient aider à la définition de stratégies visant à booster le développement durable des entreprises agricoles détenues par les jeunes dans la zone d'étude.

Mots clés : Entrepreneurat agricole, viabilité, Indicateurs de durabilité, jeunes entrepreneurs, Bénin.

Determinants of Viability of farm business created by young people in the North-West of Benin

Abstract: Improving the performance and survival of farm businesses is a major challenge in making the agricultural sector attractive. With a view to improving the employability of young people through the creation and development of sustainable agricultural enterprises, this study focused on analyzing the viability of 140 agricultural enterprises owned by young people, selected in a random in the department of Atacora in the North-West of Benin. The method of farm sustainability indicators (IDEA) adapted to the context of northern Benin was used to assess the economic, socio-territorial and agro-ecological viability and then the overall viability of the agricultural enterprises of the young people surveyed. The ordinal logistic regression model was estimated to identify factors that determine business viability. The results show that only 26% of the agricultural enterprises surveyed are viable. The use of hired labor, capacity building, experience and motivation of the entrepreneur positively influence the viability of agricultural enterprises owned by young people. In contrast, membership of a professional association negatively influences the viability of agricultural enterprises. These results could help define strategies aimed at boosting the sustainable development of agricultural enterprises owned by young people in the study area.

Keywords: Agricultural entrepreneurship, viability, sustainability indicators, young entrepreneurs, Benin.

1. Introduction

Face aux enjeux mondiaux de la sécurité alimentaire, de la protection de l'environnement et de la promotion de l'emploi notamment des jeunes, le secteur agricole est appelé à répondre efficacement aux défis de l'agriculture durable. Au-delà des fonctions économiques et de production, les exploitations agricoles doivent associer la qualité, l'aménagement de l'espace, le respect de l'environnement, la diversification, etc. tout en réalisant des coûts optimaux (Coutureau, 1997; Lagarde, 2004; Laurent et al., 1998). La prise de conscience de la nécessité de cette agriculture durable dans des pays pauvres comme le Bénin où la majorité de la population vit de l'agriculture pour sa survie s'impose. En effet, au Bénin, l'agriculture constitue un secteur clé de l'économie, employant et procurant la principale source de revenus à la majorité de la population, bien que son potentiel soit encore faiblement exploité (Sossou, 2015). Les gouvernants ont adopté depuis le renouveau démocratique des stratégies et des politiques visant à améliorer la compétitivité du secteur agricole. Plus récemment, de nombreuses réformes ont été amorcées depuis 2016 dans le secteur avec la création des agences territoriales de développement agricoles basées sur des pôles orientés vers la production par territoire des filières agricoles porteuses (BAI, 2020). La politique de diversification des filières basée sur les territoires offre des créneaux porteurs de création de richesses à travers la promotion de l'entrepreneuriat agricole. Malgré cette volonté politique de l'Etat, on note une faible ruée des jeunes vers le secteur agricole, mais plutôt une orientation de ces derniers vers des secteurs d'emploi plus dynamiques et attractifs (Akron & Hundie, 2022). Les unités de production agricoles existantes peinent à atteindre un niveau soutenu de développement et de création de richesse. La configuration des exploitations agricoles présente un tableau fait d'une faible présence d'entreprises agricoles modernes et une prédominance des exploitations agricoles de type familial (MAEP, 2018). La productivité de ces exploitations est faible et la force de travail n'est que partiellement valorisée, ce qui rend très peu compétitifs les produits agricoles (Sossou 2015; FAO & Commission de la CEDEAO, 2018) et mettant aussi en évidence au Bénin la problématique de la faible viabilité économique des exploitations qui reste toutefois un défi mondial (Weis & Weis, 2007) auquel il urge de trouver des solutions idoines. Malgré les nombreuses initiatives de soutien à l'entrepreneuriat, peu d'entreprises arrivent à émerger parmi les nombreuses entreprises qui se créent chaque année (Badou & Bierschenk, 2019). Le renforcement de la viabilité des unités de production agricole existantes devient un impératif pour intéresser les jeunes à créer des

entreprises dans le secteur agricole ; surtout que la viabilité des exploitations agricoles a un impact sur la sécurité alimentaire, le statut socio-économique des zones rurales et l'utilisation des terres (Vrolijk et al., 2010). C'est un indicateur clé qui permet de se projeter dans la durée et d'interroger la survie les exploitations familiales (Hooks et al., 2017). L'amélioration de la viabilité des exploitations agricoles existantes contribuera à rendre le secteur agricole attractif et intéresser les jeunes à davantage s'y engager. Plusieurs études au Bénin ont abordé la question de la viabilité des exploitations et entreprises agricoles déclinée sous des aspects spécifiques de rentabilité ou de performances techniques, économiques, financières, sociales et environnementales, comme le révèlent les auteurs tels que Mensah (2006), Mensah et al. (2011), Degla (2012), Yabi et al. (2012), Kindemin et al. (2019), Agalati & Degla (2020) et Ayedegue & Degla (2020). Mais, malgré l'importance de ces différentes œuvres, la question de la viabilité et plus spécifiquement celle des entreprises de jeunes entrepreneurs reste toujours posée et surtout pertinente pour mettre plus en évidence l'attrait du secteur agricole dans une logique de promotion de l'entrepreneuriat agricole au Bénin. Dans cette perspective, l'analyse des facteurs susceptibles d'influencer la viabilité des entreprises créées par les jeunes s'impose, étant donné que la survie d'une entreprise dépend de sa viabilité, laquelle passe forcément par une performance s'inscrivant dans la durabilité (Zahm et al., 2015). Ainsi, cette étude vise à contribuer à une meilleure connaissance de ces déterminants et ce faisant offrir de perspectives d'amélioration de l'employabilité des jeunes par la création et le développement durable des entreprises agricoles au Bénin.

2. Matériel et méthodes

2.1. Zone d'étude, échantillonnage et collecte de données

L'étude s'est déroulée dans le département de l'Atacora au Nord-Ouest du Bénin. Situé entre 10°45'0" Nord et 1°40'0" Est, ce département fait partie des zones de production agricole. Trois communes sur les neuf que compte le département ont été retenues en fonction du potentiel d'entreprises agricoles et des spécificités de la production agricole dans ces localités. Ainsi Natitingou, chef-lieu du département prend en compte les spécificités des entreprises agricoles péri-urbaines ; Boukoubé et Kouandé prennent plus en compte les réalités des entreprises rurales et sont respectivement dans les régions de l'Atacora Ouest et de l'Atacora Est. Dans chacune des communes d'étude, deux arrondissements ont été sélectionnés compte tenu de l'accessibilité et de la diversité des filières agricoles rencontrées (Figure 1).

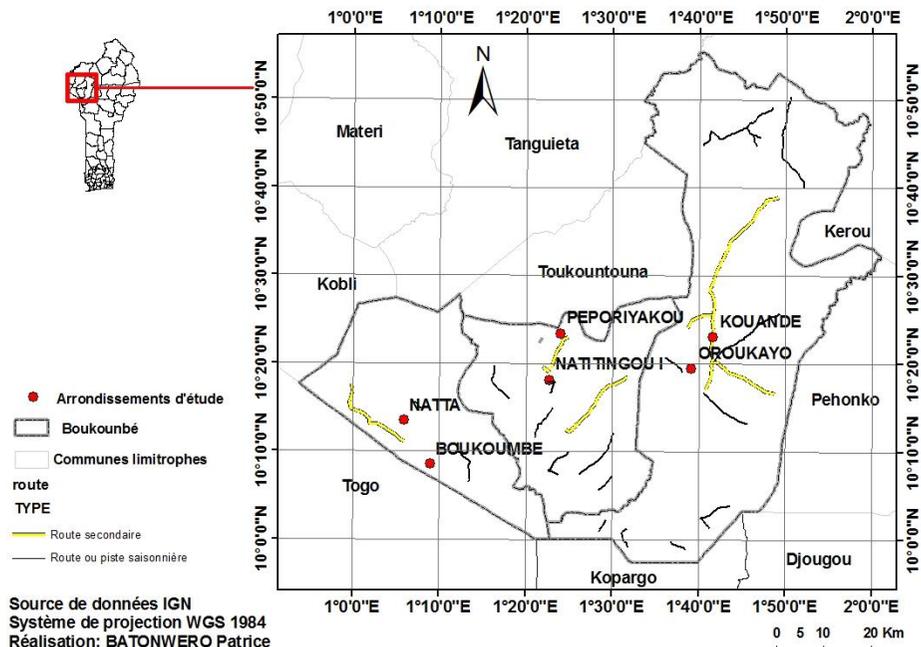


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

Figure 1: Location of the study area

Les unités de recherche sont les entreprises agricoles représentées par les chefs d'exploitation qui sont des producteurs individuels dont l'âge se situe entre 15 et 35 ans. Sur la base d'une technique d'échantillonnage aléatoire, 140 exploitations classées comme entreprise agricole en tenant compte du critère de la production marchande, ont été retenues. La collecte de données a été faite sur la base d'entretiens semi-structurés au moyen d'un questionnaire individuel auprès des jeunes exploitants agricoles.

2.2. Cadre théorique de la viabilité des entreprises agricoles

Le secteur agricole est caractérisé par une diversité d'exploitations agricoles. Cette diversité fonde la richesse de l'agriculture (Zahm *et al.*, 2015). Quelle que soit sa nature, l'exploitation s'appuie sur la combinaison des facteurs de production (terre, travail, capital) pour réaliser une production (Chombart de Lauwe *et al.*, 1964). Les exploitations agricoles peuvent être classées en deux grands groupes : un modèle de production de type familial et un modèle de production de type entrepreneurial. Au niveau du premier modèle, la production est prioritairement destinée à la consommation du ménage et l'exploitation utilise les ressources du ménage

(main d'œuvre, terre, équipements). Cette conception de l'exploitation agricole fait d'elle une conjonction d'une unité de production et d'une unité familiale où le seul but n'est pas la recherche de profit mais la satisfaction des besoins vitaux notamment alimentaires des membres de la famille (Sourisseau *et al.*, 2012). Au niveau du second modèle, la production est prioritairement orientée vers le marché et l'exploitation utilise moins les ressources du ménage (Lamarque, 1991). Dans le cas de la présente étude, sont considérées comme entreprises agricoles, les exploitations agricoles qui mettent en œuvre une production prioritairement marchande.

La viabilité d'une organisation se réfère à sa rentabilité, sa pérennité, sa survie ainsi que les intérêts et retournes qu'elle génère (Akouangou, 2009). La viabilité est une notion qui est associée à la durabilité et à la performance des organisations. Ainsi, la viabilité d'une exploitation agricole est une performance de durabilité de celle-ci (Mensah, 2006). Cette performance intègre les aspects techniques, économiques, financières, sociales et écologiques. (Colson *et al.*, 1993; Chatelier, 2002; Reynaud, 2003; Baret, 2005; Mensah, 2006; Dohou & Berland, 2007;). Selon Baret (2006). La performance globale peut être définie comme « l'agrégation

des performances économiques, sociales et environnementales ». Pour Cadilhon et *al.* (2006), la viabilité des exploitations agricoles est sous-tendue par une agriculture économiquement viable, écologiquement saine et socialement équitable. Bosc et *al.* (2010) définissent la viabilité comme la contribution au développement durable résultant de la combinaison de variables et d'indicateurs socio-économiques, biologiques et environnementaux.

Les approches d'évaluation de la viabilité des entreprises agricoles s'appuient globalement sur les différents types de performances des entreprises et mettent plus en avant les performances techniques et économiques (Mensah, 2006; Tovignan et *al.*, 2018). Au-delà de la fonction de production, la multifonctionnalité de l'agriculture prend en compte la protection de l'environnement, l'occupation du territoire, le rôle social, la contribution aux aménités rurales (Simon, 2010). Pour être globale, la mesure de viabilité de l'entreprise agricole doit tenir compte de cette multifonctionnalité de l'agriculture. Elle doit également tenir compte aussi bien du fonctionnement interne que des interactions de l'entreprise avec son environnement (Duval, 1997). Dans cette optique, Briquel et *al.* (2001) ont développé la méthode « Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles (IDEA) ». Cette méthode permet de faire une évaluation globale de la performance des exploitations agricoles à travers les aspects agroécologiques, socio-territorial et économique. La mesure de la viabilité des entreprises agricoles pour la présente étude s'inspire de cette approche et associe à chaque type de performance, la viabilité correspondante. Ainsi pour le compte cette étude la viabilité globale d'une entreprise agricole est la résultante des viabilités économiques, socio-territoriales et agroécologiques.

2.3. Approche d'estimation de la viabilité des entreprises agricoles

En utilisant la méthode « Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles (IDEA) », la viabilité globale est estimée à partir des viabilités économique, agroécologique et socio territoriales (Briquel et *al.*, 2001).

2.3.1. Viabilité économique

La viabilité économique mesure la capacité de l'entreprise à poursuivre ses activités à court et moyen terme (Eaton, 1993). L'estimation de la viabilité économique a été faite à partir de trois principaux indicateurs souvent utilisés dans l'évaluation de la performance

économique des entreprises et exploitations agricoles. Il s'agit de la marge nette qui évalue le résultat, la capacité d'autofinancement qui mesure l'indépendance financière et la rentabilité économique. Cette dernière mesure le revenu généré par l'ensemble des ressources engagées dans la firme ou dans l'exploitation indépendamment de leur origine (Gregersen & Contreras, 1994). Chaque valeur de variable a été calculée sous forme d'un taux auquel un score est attribué selon une échelle de 1 à 4 par niveau de performance croissante (Tableau 1). Cette annotation permet de standardiser les données avec les variables des autres composantes de viabilité.

2.3.2. Viabilité agroécologique

La viabilité agroécologique illustre l'indépendance des exploitations par rapport à l'utilisation d'énergies et de matières non renouvelables (source de pollution) à travers la diversité des productions, l'organisation de l'espace et les pratiques agricoles (Briquel et *al.*, 2001). Le potentiel de pérennité de la culture/race, la capacité d'organisation de l'espace et la capacité de protection de l'environnement sont les trois indicateurs retenus par la méthode IDEA pour évaluer la viabilité agroécologique des exploitations agricoles. L'adaptation de cette approche aux réalités socioéconomiques de l'étude permet de définir la méthode de calcul du score de viabilité agroécologique des entreprises agricoles étudiées (Tableau 2).

2.3.3. Viabilité socio territoriale

Une analyse de la viabilité d'une entreprise ne saurait exclure la dimension sociale et territoriale. Le système de production de l'entreprise agricole intègre non seulement son organisation économique mais aussi les structures sociales de la production et la division du travail (Aubert et *al.*, 1985). L'analyse de l'entreprise met en exergue la dynamique productive dans l'exploitation et une dynamique économique et sociale (Laurent et *al.*, 2003). La viabilité socio-territoriale vise à savoir comment l'entreprise valorise les produits du terroir, contribue à la création d'emplois et au développement humain (Briquel et *al.*, 2001). L'estimation de la viabilité socio territoriale inspirée de la méthode IDEA est présentée dans le tableau 3.

2.3.4. Viabilité globale

Le score de la viabilité globale est la somme des scores des trois composantes de viabilité (économique, agroécologique, socio-territoriale).

Tableau 1 : Grille d'évaluation de la viabilité économique des entreprises agricoles / Table 1: Evaluation grid of economic viability of farm business

Indicateurs	Signification	Formule	Score (S)
Taux de Marge Nette (TMN)	Mesure l'efficacité du résultat	TMN=MN/CT MN=PBV-CV-CF CT=CV+CF MN= Marge Nette PBV= Production Brute en Valeur CV= Coûts Variables CF= Coûts Fixes CT=Coûts Totaux	SMN =1 si TMN ≤ 0 SMN =2 si 0 < TMN ≤ 25% SMN =3 si 25% < TMN ≤ 50% SMN =4 si TRN ≥ 50% SMN=Score de Marge Nette
Taux de Capacité d'autofinancement (TCA)	Mesure l'indépendance de l'exploitation appelée à dégager les ressources nécessaires pour la poursuite de l'activité	TCA= (MN + Am) /CT CT=CV+CF Am= Amortissement	SCA =1 si CAF ≤ 25% SCA =2 si 25% < CAF ≤ 50% SCA =3 si 50% < CAF ≤ 100% SCA =4 si CAF ≥ 100% SCA=Score de Capacité d'autofinancement
Taux de Rentabilité Economique (TRE)	Mesure la capacité des moyens de production mobilisés par l'entreprise à dégager un résultat	TRE=MN/K K= Capital investi (terrain, aménagements, équipements et matériels, fonds de roulement)	SRE =1 si TRE ≤ 25% SRE =2 si 25% < TRE ≤ 50% SRE =3 si 50% < TRE ≤ 100% SRE =4 si TRE ≥ 100% SRE= Score de Rentabilité Economique
Viabilité Economique (VEC)	Mesure la performance économique de l'entreprise	S _{VEC} =SMN+SCA+SRE S _{VEC} = Score de Viabilité Economique	- Pas du tout viable si 3 ≤ S _{VEC} ≤ 4 - Faiblement viable si 5 ≤ S _{VEC} ≤ 7 - Moyennement viable si 8 ≤ S _{VEC} ≤ 10 Très viable si 11 ≤ S _{VEC} ≤ 12 S _{VEC} = Score de Viabilité Economique

Source : Adapté de Briquel et al., (2001)

Tableau 2 : Grille d'évaluation de la viabilité socio territoriale des entreprises agricoles / Table 2: Evaluation grid of socio-territorial viability of farm business

Indicateurs	Signification	Formule	Score (S)
Potentiel de pérennité des Culture/races(PP) produites	Mesure le potentiel de pérennité de la culture ou de la race produite	NCP=nombre de culture pérennes/race régionale	SPP =1 si NCP = 0 SPP =2, si NCP =1 SPP =3 si NCP =2 SPP =4 si NCP ≥ 3 SPP=Score de Potentiel de pérennité de la Culture/race
Capacité d'Organisation de l'espace (COE)	Mesure la capacité d'organisation de l'espace par les pratiques agricoles (Assolement, fertilisation du sol par les plants, la fumure organique et autres actions de régénération du sol, recyclage de déchets) ou en faveur du patrimoine naturel (protection d'espèce végétale et animale)	NARA = nombre d'actions de régulation agroécologique ou d'action en faveur du patrimoine naturel	SCOE =1 si NARA = 0 SCOE =2, si NARA =1 SCOE =3 si NARA =2 SCOE =4 si NARA ≥ 3 SCOE= Score de Capacité d'Organisation de l'espace
Capacité de protection de l'environnement (CPE)	Mesure la Capacité de l'exploitation à se départir des pratiques qui ne nuisent pas à l'environnement et effort de protection de l'environnement	NAPN= nombre d'action d'atténuation des pratiques nuisibles à l'environnement ou de protection de l'environnement (compost, pesticides bio, foyers améliorés etc.)	SCPE =1 si NAPN = 0 SCPE =2, si NAPN =1 SCPE =3 si NAPN =2 SCPE =4 si NAPN ≥ 3 SCPE= Score de Capacité de protection de l'environnement
Viabilité agroécologique (VAE)	Mesure la performance agroécologique de l'entreprise	S _{VAE} =SPP+SCOE+SCPE	- Pas du tout viable si 3 ≤ S _{VAE} ≤ 4 - Faiblement viable si 5 ≤ S _{VAE} ≤ 7 - Moyennement viable si 8 ≤ S _{VAE} ≤ 10 Très viable si 11 ≤ S _{VAE} ≤ 12 S _{VAE} = Score de Viabilité agroécologique

Source : Adapté de Briquel et al., (2001)

Tableau 3 : Grille d'évaluation de la viabilité agroécologique des entreprises agricoles / Table 3: Evaluation grid of agro-ecological viability of farm business

Indicateurs	Signification	Formule	Score (S)
Potentiel de pérennité des Culture/races(PP) produites	Mesure le potentiel de pérennité de la culture ou de la race produite	NCP=nombre de culture pérennes/race régionale	SPP =1 si NCP = 0 SPP =2, si NCP =1 SPP =3 si NCP =2 SPP =4 si NCP ≥3 SPP=Score de Potentiel de pérennité de la Culture/race
Capacité d'Organisation de l'espace (COE)	Mesure la capacité d'organisation de l'espace par les pratiques agricoles (Assolement, fertilisation du sol par les plants, la fumure organique et autres actions de régénération du sol, recyclage de déchets) ou en faveur du patrimoine naturel (protection d'espèce végétale et animale)	NARA = nombre d'actions de régulation agroécologique ou d'action en faveur du patrimoine naturel	SCOE =1 si NARA = 0 SCOE =2, si NARA =1 SCOE =3 si NARA =2 SCOE =4 si NARA ≥3 SCOE= Score de Capacité d'Organisation de l'espace
Capacité de protection de l'environnement (CPE)	Mesure la Capacité de l'exploitation à se départir des pratiques qui ne nuisent pas à l'environnement et effort de protection de l'environnement	NAPN= nombre d'action d'atténuation des pratiques nuisibles à l'environnement ou de protection de l'environnement (compost, pesticides bio, foyers améliorés etc.)	SCPE =1 si NAPN = 0 SCPE =2, si NAPN =1 SCPE =3 si NAPN =2 SCPE =4 si NAPN ≥3 SCPE= Score de Capacité de protection de l'environnement
Viabilité agroécologique (VAE)	Mesure la performance agroécologique de l'entreprise	SVAE=SPP+SCOE+SCPE	- Pas du tout viable si $3 \leq S_{VAE} \leq 4$ - Faiblement viable si $5 \leq S_{VAE} \leq 7$ - Moyennement viable si $8 \leq S_{VAE} \leq 10$ Très viable si $11 \leq S_{VAE} \leq 12$ SVAE = Score de Viabilité agroécologique

Source : Adapté de Briquel et al., (2001)

Tableau 4 : Grille d'évaluation de la viabilité globale des entreprises agricoles / Table 4: Evaluation grid of global viability of farm business

Indicateurs	Signification	Formule	Score (S)
Viabilité globale	Mesure la performance et la durabilité de l'entreprise	SVGL= SVEC+SVST+SVAE	- Pas du tout viable si $9 \leq S_{VGL} < 16$ - Faiblement viable si $16 \leq S_{VGL} < 23$ - moyennement viable si $23 \leq S_{VGL} < 30$ Très viable si $30 \leq S_{VGL} \leq 36$ SVGL= Score de Viabilité Globale

Source : Adapté de Briquel et al., (2001)

2.4. Spécification du modèle des déterminants viabilité des entreprises agricoles

La viabilité globale des entreprises agricoles a été répartie en quatre classes de viabilité : les entreprises agricoles pas du tout viables ($9 \leq S_{VGL} < 16$), les entreprises agricoles faiblement viables ($16 \leq S_{VGL} < 23$), les entreprises agricoles moyennement viables ($23 \leq S_{VGL} < 30$) et les entreprises agricoles très viables ($S_{VGL} \geq 30$). Les modalités de la variable à expliquer sont hiérarchisées sur une échelle de niveau de 0 à 3

correspondant respectivement aux différents niveaux de viabilité de l'entreprise agricole. Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser une régression logistique ordonnée (Bourbonnais, 2021). Pour modéliser la viabilité des entreprises agricoles, nous partons de l'hypothèse que le niveau de viabilité d'une entreprise agricole i est influencé par j caractéristiques sociodémographiques et économiques notés X de l'entreprise considérée. Soit Y_i^* la variable latente viabilité globale des entreprises agricoles et Y_i la variable dépendante à estimer correspondant aux classes de viabilité globale des entreprises

agricoles. En partant de notre hypothèse énoncée plus haut, le modèle empirique de régression de la variable latente peut se présenter comme suit :

$$Y_i^* = \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_{ij} X_{ij} + \varepsilon_i$$

avec α_0 , le terme constant, α_i les coefficients à estimer ; j le nombre de variables explicatives et ε_i la marge d'erreur.

Les valeurs prises par la variable Y_i correspondent à des intervalles dans lesquels se trouve Y_i^* définissant ainsi le modèle de décision suivant :

$$\begin{cases} Y_i = 0 & \text{si } Y_i^* \leq c_1 \\ Y_i = 1 & \text{si } c_1 < Y_i^* \leq c_2 \\ Y_i = 2 & \text{si } c_2 < Y_i^* \leq c_3 \\ Y_i = 3 & \text{si } Y_i^* > c_3 \end{cases}$$

Soit P_i la probabilité d'apparition de chaque évènement pour l'entrepreneur agricole i et Φ la fonction de répartition. De ce fait, la probabilité associée à chaque modalité de Y_i aura pour expression :

$$P_{i0} = Prob(Y_i = 0) = \Phi(c_1 - (\alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_{ij} X_{ij} + \varepsilon_i))$$

$$P_{i1} = Prob(Y_i = 1) = \Phi(c_2 - (\alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_{ij} X_{ij} + \varepsilon_i)) - \Phi(c_1 - (\alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_{ij} X_{ij} + \varepsilon_i))$$

$$P_{i2} = Prob(Y_i = 2) = \Phi(c_3 - (\alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_{ij} X_{ij} + \varepsilon_i)) - \Phi(c_2 - (\alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_{ij} X_{ij} + \varepsilon_i))$$

$$P_{i3} = Prob(Y_i = 3) = 1 - \Phi\left(c_3 - \left(\alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_{ij} X_{ij} + \varepsilon_i\right)\right)$$

Etant donné que Φ est la fonction de répartition de la loi logistique alors Φ a pour expression :

$$\Phi(Y_i) = \frac{1}{1 + e^{-Y_i}} \text{ Avec } \sum_{i=0}^3 P_i = 1$$

L'estimation de tous les paramètres (les coefficients de régression (α_i) et les valeurs des seuils (c_i)) du modèle logit ordonné est effectuée à l'aide des algorithmes de maximisation d'une fonction de Log-vraisemblance définie par les P_i (Bourbonnais, 2021).

Plusieurs auteurs ont essayé d'identifier les facteurs qui concourent à la viabilité des entreprises et exploitations agricoles à travers la déclinaison des performances économique, technique, sociale et écologique, le succès entrepreneurial et la survie de l'entreprise. Dans ce registre Littunen (2000) a répertorié trois groupes de variables influençant la survie d'une entreprise : la motivation du créateur, son capital humain général (âge, sexe et niveau d'éducation) et ses compétences (compétences managériales et entrepreneuriales). En tenant compte de ces trois groupes de facteurs et du contexte de la zone d'étude, pour identifier les déterminants de la viabilité des entreprises agricoles, nous avons introduit les variables socio-économiques ci-après :

- La passion de l'agriculture pour la motivation du créateur. Ce facteur appartient au groupe des motivations positives ou de type push (Robichaud et al., 2006) ;
- L'âge, le sexe, le niveau d'éducation pour le capital humain général de l'entrepreneur ;
- La formation professionnelle en agriculture, les renforcements de capacités en entrepreneuriat agricole et l'expérience professionnelle dans le secteur agricole pour le groupe de facteurs compétences de l'entrepreneur.

A ces trois groupes de facteurs, nous avons complété un quatrième groupe répertorié à partir des enquêtes de terrain. Ce groupe matérialise le capital socio-économique de l'entrepreneur à partir des ressources humaines et matérielles qu'il mobilise. Au titre de ce groupe, les variables ci-après ont été testées dans le modèle de régression : le nombre d'actifs agricoles, l'utilisation de la main d'œuvre salariée et l'appartenance à une association professionnelle.

Tableau 5 : Variables du modèle de régression / Table 5 : Regression model variables

Variables	Code	Unités	Type (code 0)	Modalités	Signes attendus
Viabilité globale de l'entreprise	VGL	Score de viabilité	D	0=Pas du tout viable 1= faiblement viable 2=moyennement viable 3=très viable	
Main d'œuvre salariée	MODS	-	D	1=oui 0=non	+
Age de l'entrepreneur	AGEENT	Années	C	-	+
Appartenance à une association professionnelle	ASSO	-	D	1=oui 0=non	+
Nombre d'années d'expérience de l'entrepreneur	EXP	Années	C	-	+
Formation Professionnelle Agricole	FPA	-	D	1=oui 0=non	+
Niveau d'étude primaire	PRIM	-	D	1=oui 0=non	+
Niveau d'étude secondaire	SEC	-	D	1=oui 0=non	-
Niveau d'étude supérieur	SUP	-	D	1=oui 0=non	-
SEXE	SEXE	-	D	1=Masculin 0=Féminin	+
Renforcement de capacités dans le secteur agricole	RENF	-	D	1=oui 0=non	+
Passion pour agriculture	PASS	-	D	1=oui 0=non	+

(Code 0) : D = Variable qualitative ; C = Variable quantitative continue

Source : Résultats d'analyse des données d'enquête

3. Résultats

3.1. Caractéristiques socioéconomiques des jeunes entrepreneurs agricoles

Les entrepreneurs agricoles enquêtés ont en moyenne 30 ans d'âge et 10 ans d'expériences dans l'agriculture (Tableau 6). Ils sont en majorité de sexe masculin (60%) et scolarisés (71%) avec un pic observé au niveau de l'enseignement secondaire soit 34% de l'ensemble (Tableau 6). Les entrepreneurs ayant reçu une formation professionnelle agricole initiale avant de s'engager dans l'agriculture ne représentent que 28% des enquêtés. Il existe une faible dynamique associative (20% d'appartenance aux associations professionnelle) au niveau des jeunes entrepreneurs agricoles. La superficie moyenne de terre exploitée est de 0,92 ha. Ces terres sont la propriété des jeunes pour 96% d'entre eux. Elles ont été acquises soit par héritage, don ou par achat. Les entreprises agricoles qu'ils gèrent ont en moyenne 5 ans d'existence et sont caractérisées par une faible utilisation de la main d'œuvre salariée (26%) et un nombre d'actifs agricoles estimé en moyenne à 1 personne pour une taille de ménage de 3 personnes. Seulement 14% des jeunes entrepreneurs agricoles ont à la base la passion pour l'agriculture avant de s'y engager. En moyenne 88% de la production totale des entreprises détenues par les jeunes est commercialisée.

3.2. Viabilité des entreprises agricoles détenues par les jeunes

Le score moyen de viabilité globale des entreprises agricoles est de 21. Ce score correspond à une performance de faible viabilité conformément à la grille d'évaluation des entreprises (tableau 7). Autrement dit, les entreprises agricoles détenues par les jeunes sont faiblement performantes du point de vue de la viabilité globale. En analysant les types de viabilité, on remarque que, les entreprises agricoles détenues par les jeunes sont du point de vue économique moyennement viables ($S_{VEC}=10$) et faiblement viables du point de leur performance socio territoriale ($S_{VST}=6$) et agroécologique ($S_{VAE}=5$).

Une analyse approfondie de la viabilité en termes de fréquence (Tableau 8) révèle que la plupart des entreprises agricoles (86%) détenues par les jeunes sont économiquement viables. Il s'agit bien sûr de la proportion des entreprises dont la viabilité part d'un score de viabilité moyen jusqu'à celui de viabilité très élevée. Ainsi dans une perspective de court et moyen terme, ces entreprises peuvent survivre économiquement, mais à long terme leur durabilité globale n'est pas garantie du fait de l'incidence de la faible performance des autres types de viabilité. Contrairement à la viabilité économique, les viabilités socio-territoriale et agroécologique restent avec respectivement des taux de 20% et de 2% très faibles, révélant ainsi que les pratiques adoptées dans les entreprises agricoles créées par les jeunes

sont très peu respectueuses de l'environnement, que ces entreprises valorisent peu les ressources du terroir, ne génèrent pas suffisamment d'emplois et contribuent faiblement au développement humain. Les emplois créés dans ces entreprises sont probablement précaires pour participer véritablement au développement du capital humain. L'utilisation abusive de pesticides courante dans ces entreprises de la zone d'étude reste sûrement aussi un élément déterminant dans la faiblesse de la viabilité agroécologique observée au niveau de ces

entreprises. De façon globale, seulement 26% des entreprises sont viables lorsqu'on considère la tranche de viabilité allant de la viabilité moyenne jusqu'à la viabilité très élevée. Etant donné que la viabilité globale ne s'observe qu'au niveau de 26% de l'ensemble des entreprises enquêtées, des actions à initier par les agences de promotion agricole s'imposent pour amener les entreprises à une meilleure prise de conscience de l'enjeu de la durabilité et ce faisant garantir la viabilité des entreprises dans la zone d'étude.

Tableau 6 : Caractéristiques socioéconomiques des exploitants agricoles / Table 6: Socioeconomic characteristics of farmers

Variables	Entreprise agricole (140)	
	Effectif	Fréquence (%)
Variables qualitatives		
Genre de l'exploitant		
Masculin	84	60%
Féminin	56	40%
Éducation		
Non scolarisé	41	29%
Niveau Primaire	39	28%
Niveau Secondaire	48	34%
Niveau Universitaire	12	9%
Formation professionnelle agricole		
Oui	39	28%
Non	101	72%
Appartenance à une association professionnelle		
Oui	28	20%
Non	112	80%
Propriété foncière		
Oui	135	96%
Non	5	4%
Main d'œuvre plus utilisée		
Main d'œuvre salariée	36	26%
Main d'œuvre familiale	104	74%
Accès aux services de vulgarisation agricole		
Oui	39	28%
Non	101	72%
Motivation de l'entrepreneur		
Passion pour le secteur agricole	20	14%
Autre motivation que la passion pour le secteur agricole	120	86%
Variables quantitatives		
	Entreprise agricole (140)	
	Moyenne	Ecart type
Age du jeune entrepreneur	30	3
Age de l'entreprise agricole	5	3
Nombre d'années d'expérience	10	3
Nombre d'actifs agricoles	1	1
Taille du ménage	3	1
Superficie exploitée (ha)	0,92	1,55
Taux de production marchande	88%	13%

Source : Résultats d'analyse des données d'enquête

Tableau 7 : score par type de viabilité / Table 7: score by type of viability

Type de viabilité	Viabilité économique	Viabilité socio-territoriale	Viabilité agroécologique	Viabilité globale
Score	10(2)	6(2)	5(1)	21(3)
Echelle de niveau de viabilité correspondante	3	2	2	2
Appréciation basée sur le score et l'échelle de niveau	Moyennement Viable	Faiblement viable	Faiblement viable	Faiblement viable

() l'écart type

Source : Résultats d'analyse des données d'enquête

Tableau 8 : Fréquence de viabilité des entreprises agricoles détenues par les jeunes / Table 8: Frequency of viability of farm business owned by young people

Variables	Entreprise agricole (140)	
	Effectif	Fréquence (%)
Viabilité économique		
Viable (entreprises moyennement viables et très viables)	121	86%
Non viable (Pas du tout et peu viables)	19	14%
Viabilité socio territoriale		
Viable	28	20%
Non viable	112	80%
Viabilité agro écologique		
Viable	3	2%
Non viable	137	98%
Viabilité globale		
Viable	36	26%
Non viable	104	74%

Source : Résultats d'analyse des données d'enquête

Tableau 9 : Résultat du modèle de régression logistique ordonné / Table 9: Result of the ordered logistic regression model

Viabilité globale de l'entreprise	Facteurs déterminant le niveau de viabilité globale des entreprises agricoles		
	Coefficients	St Err.	P> z
Main d'œuvre salariée (MODS)	2,964***	0,656	0,000
Age de l'entrepreneur (AGEENT)	0,065	0,082	0,424
Formation Professionnelle Agricole (FPA)	-0,217	0,705	0,758
Passion pour l'agriculture (PASS)	3,209***	0,791	0,000
Nombre d'année d'expérience professionnelle (EXP)	0,925***	0,164	0,000
Sexe masculin (SEXE)	0,393	0,589	0,505
Niveau d'étude Primaire (PRIM)	-0,050	0,760	0,947
Niveau d'étude Secondaire (SEC)	0,942	0,741	0,204
Niveau d'étude Universitaire (UNIV)	0,732	1,112	0,510
Appartenance à une association professionnelle (ASSO)	-1,403*	0,813	0,085
Renforcement de capacités dans le secte (RENF)	1,511**	0,737	0,041
/Cut1	8,201	2,960	
/Cut2	15,573	3,420	
/Cut3	20,977	3,906	
Résumé du modèle		Nombre d'observations : 140	
		LR Chi2 (11) :130,77	
		Pseudo R2 : 0,5084	
		F-statistic: 9,252 on 13 and 175 DF,	
		Prob>chi2 : 0,0000	

NB : *** : Valeur significative à 1 % ; ** Valeur significative à 5 % ; * Valeur significative à 10%

NB: ***: Significant value at 1%; ** Significant value at 5%; * Significant value at 10%

Source : Résultats d'analyse des données d'enquête

3.3. Facteurs déterminant la viabilité des entreprises agricoles détenues par les jeunes

Le modèle tel que spécifié est globalement significatif au seuil de 1% % (P-value < 0,001). Ces résultats renseignent que, le pseudo R2 est de 50,84%, ce qui signifie que les variables indépendantes expliquent à ce taux la variable dépendante. Ces données permettent de valider et d'interpréter le modèle. Comme l'indiquent les résultats (Tableau 9), l'âge de l'entrepreneur, le fait d'avoir à la base une formation professionnelle agricole et le niveau d'éducation n'ont pas une incidence significative sur les niveaux de viabilité de l'entreprise agricole. Par contre, l'utilisation de la main d'œuvre salariée, l'expérience dans le secteur agricole, le renforcement de capacités en agriculture, et la motivation (passion) de l'entrepreneur influencent positivement le niveau de viabilité des entreprises agricoles tandis que le fait d'appartenir à une association professionnelle diminue les chances pour un jeune entrepreneur agricole d'avoir une bonne viabilité pour son entreprise.

3.3.1. L'utilisation de la main d'œuvre salariée

Le recours à la main d'œuvre salariée accroît au seuil de 1%, la probabilité pour une entreprise agricole d'avoir un niveau élevé de viabilité. Le recours à la main d'œuvre salariée suppose des charges qu'il faut rentabiliser. Ainsi les entreprises agricoles qui ont recours à ce type de main d'œuvre s'inscrivent dans une dynamique de production marchande et de maximisation du profit, ce qui accroît la rentabilité économique de l'entreprise et ce faisant la composante économique de la viabilité globale. Aussi les emplois induits par l'utilisation de la main d'œuvre salariée renforcent le capital humain et par ricochet la viabilité socio-territoriale. L'utilisation de la ressource humaine implique aussi dans une certaine mesure un faible recours aux intrants chimiques, prédateurs de l'environnement tels que les herbicides pendant les défrichements des terres, contribuant ainsi à une meilleure viabilité écologique. La convergence de ces viabilités spécifiques renforce le niveau de viabilité globale de l'entreprise.

3.3.2. Motivation de l'entrepreneur (Passion pour le secteur agricole)

La motivation en termes de passion pour le secteur agricole augmente au niveau d'un jeune entrepreneur la probabilité, que l'entreprise qu'il détient, soit viable. La passion permet à l'entrepreneur de mettre son énergie et ses compétences pour le succès de son entreprise. Cette passion est une force déterminante permettant de surmonter les éventuels obstacles, d'identifier les opportunités et de fédérer les efforts de toutes les parties prenantes de l'entreprise (employés, clients, fournisseurs) vers la réussite.

3.3.3. Le renforcement de capacités

Le renforcement de capacités de l'entrepreneur accroît les chances de viabilité des entreprises agricoles détenues par les jeunes. Les renforcements de capacités sont plus adaptés aux besoins des jeunes déjà en activités et permettent de développer ou d'améliorer des compétences spécifiques. En effet, 73% des jeunes entrepreneurs enquêtés n'ont pas à la base une formation agricole avant de s'engager dans l'entrepreneuriat agricole ; la plupart se sont donc formés sur le tas et par les renforcements complémentaires de leurs capacités pendant qu'ils exerçaient déjà.

3.3.4. Le nombre d'année d'expérience dans l'entrepreneuriat agricole

Le nombre d'années d'expérience dans l'entrepreneuriat agricole a une incidence positive sur la viabilité des entreprises agricoles détenues par les jeunes. L'expérience permet de développer des compétences par apprentissage sur le terrain au regard des situations vécues. C'est aussi une occasion de tirer leçons des échecs et de capitaliser les succès. Les connaissances acquises par la pratique ont beaucoup de chance d'être consolidées et ainsi induire une performance globale et durable de l'entreprise.

3.3.5. Appartenance à une association professionnelle

Le fait pour un jeune chef d'entreprise agricole d'être membre d'une association professionnelle diminue la viabilité de son entreprise. Ce résultat met en exergue le problème de la faible efficacité des services rendus par les associations professionnelles au profit des entreprises détenues par les jeunes ou que les entrepreneurs à succès ne sont pas motivés à s'engager dans des organisations qui pourraient réduire le temps de travail au profit de leurs entreprises. Ce résultat s'explique aussi par le fait que les entrepreneurs qui s'inscrivent dans la dynamique de l'agro business priorisent l'intérêt de leur entreprise que celui du groupe. Ils sont plus orientés vers les réseaux de commercialisation plutôt que des associations professionnelles.

4. Discussion

La viabilité globale a été appréciée à partir des dimensions économique, socio territoriale et agroécologique de la performance de durabilité des entreprises étudiées. La plupart des entreprises agricoles détenues par les jeunes ne sont viables ni sur le plan socio-territorial (79% des entreprises) ni sur le plan agroécologique (98% des entreprises) mais ni aussi au niveau de la viabilité globale (73% des entreprises). Parmi toutes les composantes de la viabilité globale c'est seulement au niveau de la dimension économique que la plupart des entreprises détenues par les jeunes (86%) réalisent un bon score de viabilité. La revue de littérature met en exergue une diversité d'appréciation de la performance des entreprises et des exploitations agricoles dans la zone d'étude. Cette performance varie selon la nature (technique, économique, écologique, socio-territoriale etc.) ou le système de production étudié dans le secteur agricole (Yabi et al., 2012; Yabi et al., 2016; Degla, 2020; Agalati et al., 2022;) ou encore selon les filières d'activité de ces exploitations (Mensah et al., 2011; Degla, 2012; Tovignan et al., 2018; Ayedegue & Degla, 2020;).

Tout comme les entreprises agricoles détenues par les jeunes dans la zone d'étude, Ayedegue (2020) a trouvé une durabilité économique moyenne au niveau des exploitations maraichères au Nord Est du Bénin. Selon Agalati et al. (2022), les exploitations de coton du Nord et du centre Bénin, sont dans l'ensemble économiquement rentables en considérant la marge nette. Pour sa part Tovignan et al. (2018) révèlent que 49% des exploitations cunicoles à Parakou au Nord du Bénin sont rentables économiquement. Par contre les exploitations maraichères au Sud du Bénin sont caractérisées par une faible viabilité économique au regard des résultats obtenus par Ahouangninou et al. (2015). Pour ce qui est de la dimension socio territoriale et agroécologique, tout comme les résultats trouvés pour les entreprises agricoles, la viabilité des exploitations maraichères au Nord du Bénin est faible (Ayedegue & Degla, 2020). Par contre au Sud Bénin selon Ahouangninou et al. (2015), les exploitations de tomate ont une durabilité agroécologique et socio territoriale légèrement supérieure atteignant un niveau moyen. Toutefois, la valeur limitante de la durabilité globale est déterminée par la dimension agroécologique. Hors du Bénin, les scores de durabilité des exploitations agricoles varient d'un pays et d'une région à une autre. C'est le cas par exemple en Algérie dans les régions d'Annaba et de Mitidja, où selon Bekhouche-Guendouz (2011), l'échelle économique présente les scores les plus élevés pour les exploitations bovines laitières. Viennent ensuite, l'échelle agro-environnementale de durabilité et l'échelle socio-territoriale. Cette dernière est la plus faible et est celle qui limite plus la durabilité globale. Ce résultat est similaire à la performance des jeunes entreprises agricoles étudiées au Nord-ouest du Bénin

pour la dimension économique mais diffère un peu pour la dimension agroécologique qui non seulement enregistre le score de viabilité le plus faible mais concentre la plus grande proportion des entreprises faiblement durables. Le constat est identique au Burkina-Faso où l'échelle agro écologique est selon Ouédraogo et al., (2019) celle qui limite la durabilité globale. Cette diversité de résultats conforte l'approche d'estimation de la viabilité globale adoptée par cette étude pour mieux apprécier de façon systémique et standardisée la performance globale de l'entreprise agricole.

Par ailleurs plusieurs facteurs socio-économiques influençant la viabilité des entreprises agricoles. Entre autres facteurs, le recours à la main d'œuvre salariée par opposition à l'utilisation exclusive de la main d'œuvre familiale influence positivement la viabilité de l'entreprise agricole. Dans le même ordre d'idée, Mensah et al. (2011) ont trouvé que l'utilisation exclusive de la main-d'œuvre familiale ne permet pas d'utiliser efficacement et de façon rentable le personnel de l'exploitation, ce qui peut affecter la rentabilité de l'exploitation. Ndjadi et al. (2019) relèvent que la quantité de la main d'œuvre détermine la performance de l'entreprise. Le recours à la main d'œuvre salariée s'inscrit dans une logique de production orientée vers le marché et tout comme le précisent Papadaki & Chami (2002), l'orientation commerciale a une incidence positive sur la survie et la croissance de l'entreprise. Outre le recours à la main d'œuvre salariée, la passion pour l'entrepreneuriat agricole augmente la probabilité de viabilité des entreprises agricoles étudiées. La passion de l'agriculture est un facteur de motivation positive qui comme le démontrent Kizaba et al. (2013) ainsi que Shane et al. (2003) déterminent fortement la performance de l'entreprise. Les travaux de Littunen (2000) s'inscrivent également dans cette dynamique tout comme plusieurs autres chercheurs qui ont mis en exergue le lien positif entre la croissance de l'entreprise et la motivation de type « pull » du chef d'entreprise (Storey, 1989; Kalleberg & Leicht, 1991). Le renforcement de capacités et l'expérience sont aussi apparus au terme de l'étude comme des déterminants positifs de la viabilité des entreprises agricoles. Ce résultat est soutenu par les travaux de Evans (1987) qui a souligné l'influence positive de l'expérience et du background de l'entrepreneur sur la performance de son entreprise. Le renforcement des capacités et l'expérience confèrent des compétences. Ces compétences comme l'indiquent Ndjambou & Sassine (2014) influencent de façon significative la performance tangible des petites et moyennes entreprises. A l'opposé des déterminants positifs, nos résultats montrent que l'appartenance à une association professionnelle influence négativement la viabilité de l'entreprise. Ces résultats sont contraires aux travaux de Ndjadi et al. (2019) pour qui l'appartenance à une association professionnelle accroît la productivité des exploitations. Odunze et al. (2015) dans

le cadre de l'agriculture contractuelle au Zimbabwe abondent dans le même sens que Ndjadi et al. (2019). Selon leurs travaux, le fait d'être membre d'une association agricole accroît la probabilité et la viabilité de l'exploitation agricole. Cette différence notable de résultat s'explique par la faible dynamique associative constatée chez les jeunes entrepreneurs de la zone d'étude. Seulement 20% de l'effectif total appartiennent aux associations professionnelles. Cela voudrait signifier qu'ils n'y trouvent pas d'intérêt ou n'en tirent pas profit pour leur entreprise.

5. Conclusion

Cette étude a permis d'évaluer la viabilité des entreprises agricoles créées par les jeunes à travers les performances techniques, économiques et sociales. La plupart des entreprises agricoles détenues par les jeunes sont viables du point de vue économique, mais peu performantes du point de vue de la viabilité globale, socio territoriale et agroécologique. La durabilité de ces entreprises est compromise à long terme du fait de l'incidence de la faible performance des autres types de viabilité. L'utilisation de la main d'œuvre salariée, le renforcement de capacités, l'expérience et la passion pour le secteur agricole influencent positivement la viabilité des entreprises agricoles tandis que l'appartenance à une association professionnelle influence négativement la viabilité des entreprises agricoles. Dans une perspective de promotion de l'entrepreneuriat agricole, les résultats de la présente étude pourraient aider les différents acteurs engagés dans le développement agricole à définir de meilleures stratégies visant à booster le développement durable des entreprises agricoles détenues par les jeunes au Bénin.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Rôles	Noms des auteurs
Conception de l'étude	Batonwero P.
Collecte des données	Batonwero P. Agalati B.
Analyse des données	Batonwero P. Agalati B. Degla. K. P.
Acquisition de financement	Batonwero P.
Méthodologie	Batonwero P. Agalati B. Degla. K. P.
Gestion du projet	Batonwero P. Agalati B. Degla. K. P.
Supervision	Degla. K. P. Agalati B.
Rédaction manuscrit initial	Batonwero P.
Révision et édition manuscrit	Batonwero P. Agalati B. Degla. K. P.

CONFLIT D'INTERET

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

REFERENCES

- Agalati, B., Boukari, K., Ayedegue, O. I., Degla, P., & Batonwero, P. 2022. Effets des rotations culturales sur la performance économique des exploitations cotonnières au Centre et Nord du Bénin. *Afrique Science*, 20(5):1-12. <http://www.afriquescience.net>
- Agalati, B., & Degla, P. 2020. Effets de l'internalisation des coûts de transaction sur la performance économique des exploitations de coton biologique et conventionnel au Centre et au Nord du Bénin. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 3(1): 2-15. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
- Ahouangninou, C., Martin, T., Assogba-Komlan, F., Cledjo, P., Kpenavoun, S., Nouatin, G., Boko, W., Soumanou, M., Houssou, C., Biaou, G., Ahanchede, A., Boko, M., & Fayomi, B. 2015. *Evaluation de la durabilité de la production maraichère au sud du Bénin*. 2(7).
- Akouangou, M. 2009. *Les impacts de la recomposition des communautés rurales québécoises sur la viabilité des coopératives, des organisations d'économie sociale et des petites entreprises privées en milieu rural*. Thèse de Doctorat, Université du Québec à Rimouski.
- Akrong, R., & Hundie, B. K. 2022. Economic analysis of youth participation in agripreneurship in Benin. *Heliyon*, e08738.
- Aubert, D., Lifran R., Mathal P., Perraud, D., & Viallon, J.-B. 1985. *Systèmes de production et transformation de l'agriculture* (p. 107). INRA.
- Ayedegue, D. P., & Degla K. P. 2020. Agroecological Sustainability of Tomato-Producing Vegetable Farms in Northern Benin. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 9(4), 1344-1351. <https://doi.org/10.21275/SR20417133004>
- Ayedegue, D. P., & Degla, P. K. 2020. Durabilité socio territoriale des exploitations maraichères productrices de tomate au nord Bénin. *Agronomie Africaine*, 32(2) : 221-237.
- Ayedegue, P. D. 2020. *Durabilité des systèmes de production de tomate au Nord-est du Bénin*. Thèse de Doctorat, Ecole Doctorale Sciences Agronomiques et de l'Eau, Université de Parakou, Bénin, 228p.

- Badou, A., & Bierschenk, T. 2019. Les entrepreneurs Béninois et leurs associations : Un capitalisme sous tutelle. *Arbeitspapiere des Instituts für Ethnologie und Afrikastudien der Johannes Gutenberg-Universität (Working Papers of the Department of Anthropology and African Studies of the Johannes Gutenberg University Mainz)*, 186.
- BAI. 2020. *État de mise en œuvre du pag : agriculture, élevage et pêche* (p. 48). Bureau d'Analyse et d'Investigation.
- Baret, P. 2005. Evaluation de la Performance Globale des Entreprises : Quid d'une approche économique ? *colloque Aderse, IAE Lyon*: 18-19.
- Bekhouché-Guendouz, N. 2011. *Evaluation de la durabilité des exploitations bovines laitières des Bassins de la Mitidja et d'Annaba*. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine.
- Bosc, P., M., Loyat, J., Lemoisson, P., Andrianirina, N., Ulate, A., Samper, M., Passouant, M., Tonneau, J.-P., & David-Benz, H. 2010. *Information scientifique et technique et développement rural : Éclairages sur des pratiques innovantes* (IIIème congrès mondial de l'IAALD). Observatoire des Agricultures du Monde.
- Bourbonnais, R. 2021. *Econométrie*. Dunod.
- Briquel, V., Vilain, L., Bourdais, J.-L., Girardin, P., Mouchet, C., & Viaux, P. 2001. La méthode IDEA (indicateurs de durabilité des exploitations agricoles) : Une démarche pédagogique. *Ingénieries eau-agriculture-territoires*, 25, p-29.
- Cadilhon, J.-J., Bossard, P., Viaux, P., Girardin, P., Mouchet, C., & Vilain, L. 2006. *Caractérisation et suivi de la durabilité des exploitations agricoles françaises : Les indicateurs de la méthode IDERICA*.
- Chatellier, V. 2002. *Les exploitations laitières françaises sont-elles assez performantes pour faire face à une baisse du prix du lait?*
- Chombart de Lauwe, J., Poitevin, J., & Tirel, J.C. 1964. *Nouvelles gestion des exploitations agricoles*. Dunod.
- Colson, F., Blogowski, A., Dechambre, B., Chia, E., Desarmenien, D., & Sorin, B. 1993. Prévenir les défaillances financières en agriculture. Application de la méthode des scores. *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales (CESR)*, 29(905-2016-70382) : 21-44.
- Coutureau, G. 1997. Groupes domestiques et recomposition sociale de l'agriculture. Le cas des micro-exploitations agricoles du piémont pyrénéen. *Économie rurale*, 241(1) : 27-33.
- Degla, K. P. 2012. Rentabilité économique et financière des exploitations cotonnières basées sur la Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols et des Ravageurs au Nord-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*, Numéro spécial Coton, Septembre, 26-35.
- Degla, P. K. 2020. Analyse comparative des performances économiques des systèmes de production du maïs dans la commune de Banikoara au Nord-Bénin. *Sciences de la vie, de la terre et agronomie*, 8(1).
- Dohou, A., & Berland, N. 2007. Mesure de la performance globale des entreprises. *Congrès de l'Association Francophone de Comptabilité*.
- Duval, L. 1997. *La viabilité des exploitations privées en Moldavie dans le but de la mise en place d'un système financier*. Thèse de Doctorat, ENSAM.
- Eaton, H. D. (1993). *Farm succession, viability and retirement: Ten case studies from Canterbury*. Ministry of Agriculture and Fisheries.
- Evans, D. S. 1987. The relationship between firm growth, size, and age: Estimates for 100 manufacturing industries. *The journal of industrial economics*: 567-581.
- FAO, & Commission de la CEDEAO. 2018. *Profil National Genre des Secteurs de l'Agriculture et du Développement Rural – Bénin. Serie des Évaluations Genre des Pays*.
- Gregersen, H., & Contreras, A. H. 1994. *Evaluation économique des impacts des projets forestiers* (Vol. 106). Food & Agriculture Org.
- Hooks, T., Macken-Walsh, Á., McCARTHY, O., & Power, C. 2017. Farm level viability, sustainability and resilience: A focus on co-operative action and values-based supply chains. *Studies in Agricultural Economics*, 119: 123-129.
- Kalleberg, A. L., & Leicht, K. T. 1991. Gender and organizational performance: Determinants of small business survival and success. *Academy of management journal*, 34(1) : 136-161.
- Kindemin, O. A., Hougni, A., balarabe, O., & YABI, J. A. 2019. Déterminants de la Rentabilité Economiques des Exploitations Cotonnières Utilisant des Pratiques Agro-Ecologique dans la Commune de Kandi au Nord Bénin. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 15(1), 114-126.
- KIZABA, G., Assaïdi, A., & Guilluy-Sulikashvili, N. 2013. Influence positive de la motivation entrepreneuriale sur la performance de la PME. *Actes du colloque CIFEPM*.

- Lagarde, V. 2004. Influence du profil entrepreneurial dans l'adaptation aux mutations du secteur agricole. *Colloque Société française d'économie rurale. Les systèmes de production agricole: performance, évolutions, perspectives*, 1-15.
- Lamarque, H. 1991. *Agriculture familiale : Comparaison internationale; tome 1, une réalité polymorphe*. Editions l'Harmattan, Paris, FR.
- Laurent, C., Cartier, S., Fabre, C., Mundler, P., Ponchelet, D., & Rémy, J. 1998. L'activité agricole des ménages ruraux et la cohésion économique et sociale. *Économie rurale*, 244(1)v 12-21.
- Laurent, C., Maxime, F., Mazé, A., & Tichit, M. 2003. Multifonctionnalité de l'agriculture et modèles de l'exploitation agricole. *Économie rurale*, 273(1), 134-152.
- Littunen, H. 2000. Networks and local environmental characteristics in the survival of new firms. *Small Business Economics*, 15(1) : 59-71.
- MAEP. 2018. *Stratégie Nationale du Conseil Agricole 2018-2025*.
- Mensah, E. 2006. Etude de la viabilité des exploitations aulacodicoles au Bénin : Détection précoce des élevages à risque. *Mémoire de 3^e cycle, ENA, Mèknès (Maroc)*, 105.
- Mensah, E. R. C., Mensah, R., Pomalègni, S. C. B., Mensah, G. A., Akpo, P. J. E., & Ibrahimy, A. 2011. Viabilité et financement des élevages d'aulacode (*Thryonomys swinderianus*) au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(5) : 1842-1859.
- Ndjadi, S. S., Basimine, G. C., Masudi, G. F., Kyalondawa, A. M., Mugumaarhahama, Y., & Vwima, S. N. 2019. Déterminants de la performance des exploitations agricoles à Kabare, Sud-Kivu, Est de la République Démocratique du Congo. *Agronomie Africaine*, 31(2) : 199-212.
- Oduze, D., Van Niekerk, J. A., & Ndlovu, S. 2015. Assessment of factors that impact on the viability of contract farming : A case study of maize and soya beans in Mashonaland West and Central Provinces in Zimbabwe. *South African Journal of Agricultural Extension*, 43(2) : 78-90.
- Ouédraogo, R. A., Kambiré, F. C., Kestemont, M.-P., & Bièlders, C. L. 2019. Caractériser la diversité des exploitations maraîchères de la région de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso pour faciliter leur transition agroécologique. *Cahiers Agricultures*, 28, 20.
- Papadaki, E., & Chami, B. 2002. Les facteurs déterminants de la croissance des micro-entreprises au Canada. *document de travail, direction générale de la Politique de la petite entreprise, Industrie Canada*, 17.
- Reynaud, E. 2003. Développement durable et entreprise : Vers une relation symbiotique. *Journée AIMS, Atelier développement durable, ESSCA Angers*, 15v 1-15.
- Robichaud, Y., LeBrasseur, R., Riverin, N., & Zinger, J. T. 2006. L'influence des motivations pression-attraction («push-pull») sur la conduite d'une petite entreprise lors de la phase de création : Une comparaison hommes/femmes. *8th Congrès International Francophone en Entrepreneuriat et PME (CIFEPME), Fribourg (Switzerland)*, 1-19.
- Shane, S., Locke, E. A., & Collins, C. J. 2003. Entrepreneurial motivation. *Human resource management review*, 13(2) : 257-279.
- Simon, B. 2010. L'intention entrepreneuriale, l'application au terrain agricole. Actes du 10^{ème} Congrès International Francophone en Entrepreneuriat et PME.
- Sossou, C. H. 2015. Le financement de l'agriculture au Bénin : Stratégies de gestion et d'adaptation des exploitations agricoles. Thèse de doctorat en français, Université de Liège-Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique 181p.
- Sourisseau, J. M., Bosc, P.-M., Fréguin Gresh, S., & Bélière, J. F. 2012. *Modèles familiaux de production agricole : Comprendre leur diversité et leur fonctionnement*. 62: 159-181.
- Storey, J. 1989. Human resource management in the public sector. *Public Money & Management*, 9(3) : 19-24.
- Tovignan, D. S., Adeguelou, K. R., Hountondji, P., & Yacoubou, A. B. 2018. *Evaluation de la viabilité des exploitations cunicoles de la Commune Parakou au Nord du Bénin*.
- Vrolijk, H. C., De Bont, C., Blokland, P. W., & Soboh, R. 2010. *Farm viability in the European Union : Assessment of the impact of changes in farm paymen*. LEI Wageningen UR.
- Weis, A. J., & Weis, T. 2007. The global food economy : The battle for the future of farming. Zed Books.
- Yabi, A. J., Paraiso, A., Ayena, R. L., & Yegbemey, R. 2012. Rentabilité économique de production agricole sous pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols dans la commune de Ouaké au nord-ouest du Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques*, 16(2) : 229-242.

- uYabi, J. A., Bachabi, F. X., Labiyi, I. A., Ode, C. A., & Ayena, R. L. 2016. Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols utilisées dans la commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(2) : 779-792.
- Zahm, F., Ugaglia, A. A., Boureau, H., d'Homme, B., Barbier, J. M., Gasselin, P., Gafsi, M., Guichard, L., Loyce, C., & Manneville, V. 2015. *Agriculture et exploitation agricole durables : État de l'art et proposition de définitions revisitées à l'aune des valeurs, des propriétés et des frontières de la durabilité en agriculture.*

Cet article en libre accès est distribué sous une licence Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).

© Le(s) Auteur(s).

La propriété des droits d'auteurs sur le contenu des articles publiés dans les Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie » (AUP-SNA) demeure à leurs auteurs. Ils sont libres de partager - copier et redistribuer le matériel sur n'importe quel support ou format.

La Série « Sciences Naturelles et Agronomie » (ISSN : 1840-8494 / eISSN : 1840-8508) des Annales de l'Université de Parakou est publiée par l'Université de Parakou au Bénin.

Publier avec la revue AUP-SNA garantit :

- Une rapidité du processus éditorial grâce à sa gestion entièrement en ligne ;
- Un accès immédiat à votre article dès sa publication en ligne ;
- Un lien durable et permanent à votre article grâce au DOI ;
- Une grande visibilité sur Internet ;
- La conservation des droits d'auteur de votre article ;
- La possibilité de partager votre article dans vos réseaux, sans restriction ;
- Des frais de publications très réduits ;
- Des remises sur les frais de publications pour les évaluateurs de la revue.

The logo for the journal 'SNA' (Sciences Naturelles et Agronomie) consists of the letters 'S', 'N', and 'A' in a bold, green, sans-serif font, spaced out horizontally.

Soumettez votre manuscrit
sur <https://sna.fa-up.bj/>



Instructions aux auteurs

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** (zootechne, santé animale, pêche, aquaculture, amélioration génétique des animaux, domestication et exploitation des espèces non conventionnelles) ;
- Les **sciences agroalimentaires**, la **nutrition** et la **sécurité alimentaire**, notamment la transformation et l'utilisation des produits animaux et végétaux dans l'alimentation ou l'industrie ;
- L'**aménagement** et la **gestion des ressources naturelles (forêt, faune, 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 à la fois électronique et papier, en accès libre.

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 Types d'articles

La revue publie des articles originaux, des articles de synthèse et des errata. L'auteur doit clairement indiquer le type d'article au moment de la soumission de son manuscrit.

2.1 Articles originaux

La longueur souhaitée d'un article original est au plus **8 000 mots et 6 illustrations (figures et tableaux) au total**. 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. 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.

2.2 Articles synthèses

Un article synthèse doit résumer, mettre en évidence et critiquer la littérature récente, et également discuter des orientations futures sur un sujet important. Il ne doit généralement pas dépasser **10 000 mots** et ne doit pas comporter plus de **8 illustrations** (figures et tableaux) au total. La revue peut toutefois admettre, à titre exceptionnel, des textes plus longs pour les articles synthèse comportant de nombreuses références bibliographiques. La longueur de l'article s'entend pour le manuscrit complet

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.

2.3 Errata

Des errata peuvent être publiés pour corriger ou ajouter du texte ou des informations importantes à un article publié antérieurement. L'erratum doit être soumis par les auteurs et ne doit en principe pas dépasser 3 pages au format A4, police « Times New Roman 12 », avec une marge normale (2,54 cm) sur tous les bords et en interligne simple. Le titre doit contenir la phrase « Erratum pour: [titre de l'article] » et la citation de l'article référent doit contenir la phrase «Erratum dans: [titre de l'article]».

L'opportunité de publier un erratum doit être clairement établie et justifiée par les auteurs.

3 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 pour les articles originaux (avec au plus 6 illustrations) et 10 000 mots pour les synthèses (avec au plus 8 illustrations)**. 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 synthèse recevables comprennent : la synthèse narrative, l'analyse bibliométrique, la revue systématique et la méta-analyse ;
- 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. Aucune modification ne sera apportée à la liste des auteurs après la soumission.
- Les éléments constituant le manuscrit (titre et résumé en français et 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 (tableaux et figures) seront limitées au minimum nécessaire pour la compréhension de l'article 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. Si des figures à haute résolution sont jugées nécessaires, les auteurs peuvent choisir de joindre séparément les fichiers de chaque figure concernée, notamment pour les photographies ;

- 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.

3.1 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 résumé en français (300 mots maximum). Les sections devant être résumées comprennent l'introduction (contexte, problématique et objectifs), la méthodologie, les résultats et la conclusion ;
- Un résumé en anglais (300 mots maximum). 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 de préférence indexés dans le thésaurus Agrovoc de la FAO (<http://aims.fao.org/standards/agrovoc/functionalities/search>). Les mots clefs comporteront généralement : 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.

De la page 2 à la fin du manuscrit : Texte complet avec les illustrations et références 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. La structure de la synthèse narrative peut être organisée différemment pour refléter son contenu. Exception faite de la synthèse narrative, tous les autres types d'article synthèse doivent obligatoirement comporter une section méthodologie.

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. Elle démarre généralement par la présentation du milieu d'étude et du contexte de l'étude (dates, périodes de réalisation, saisons, etc.). 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 suffisants.

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 les questions ou les hypothèses 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. Pour les illustrations, préférer les figures aux tableaux lorsque c'est possible.

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. Voici quelques exemples de déclaration de conflit d'intérêt qu'il est possible d'adapter :

- L'auteur XXXXXXXX (initiales) était employé par la société XXXXXXXX. Les auteurs déclarent toutefois que la recherche a été menée en l'absence de toute relation commerciale ou financière pouvant être interprétée comme un conflit d'intérêts potentiel.
- Les auteurs déclarent que cette étude a reçu un financement de XXXXXXXX. Le bailleur de fonds a participé à l'étude : XXXXXXXX ».
- Les auteurs déclarent que cette étude a reçu un financement de XXXXXXXX. Le bailleur de fonds n'a pas été impliqué dans la conception de l'étude, la collecte, l'analyse, l'interprétation des données, la rédaction de cet article ou la décision de le soumettre pour publication.

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). Lorsque le nom de l'auteur fait partie intégrante d'une phrase, seule l'année sera mise entre parenthèses. Autrement, le nom de l'auteur et l'année sont tous entre parenthèses, séparés par une virgule. 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 à la fin du manuscrit, **les références seront rangées par ordre alphabétique des noms des auteurs et séparées par des lignes vides**. 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 nécessaire 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**

- Adjanohoun E. 1962. Etude phytosociologique des savanes de la basse Côte-d'Ivoire (savanes lagunaires). *Vegetatio* 11 : 1-38.
- Grönblad R. Prowse G. A. & Scott A. M. 1958. Sudanese Desmids. *Acta Bot. Fenn.* 58: 1-82.
- 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](#)).

* Pour les jeux de données

Les auteurs sont encouragés à citer les jeux de données générés ou analysés dans leur étude. Il existe plusieurs plateformes de dépôt de données (y compris gratuites) tels que : Dryad, Zenodo, FigShare, Open Science Framework, GBIF, Mendeley, etc. Vous pouvez consulter quelques recommandations sur les pages suivantes :

- <https://www.nature.com/sdata/policies/repositories#close>,
- http://oad.simmons.edu/oadwiki/Data_repositories
- <https://www.lib.umn.edu/datamanagement/datacenters>

Lorsque des jeux de données sont cités, ils doivent être inclus dans la liste de références et le format suivant doit être utilisé :

- Noms des auteurs. année. Titre des données. Nom de la plateforme de dépôt des données. Version (si disponible). Identifiant (par exemple DOI) et date de consultation.

Exemple:

- Amahowe O I, Affoukou C, Natta A K. 2016. Species composition in twelve (12) *Azelia africana* Sm & Pers populations in Benin. GBIF Benin. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/9wycdn> accessed via GBIF.org on 2021-05-02.

3.2 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. Le style propre aux Annales de l'Université de Parakou – Série Sciences Naturelles et Agronomie est téléchargeable [sur ce lien](#) (nom du fichier : "harvard-AnnalesUP-SNA-1.csl"). *Vous devez absolument être connecté à votre compte pour pouvoir accéder au fichier.*

Installation du style AUP-SNA dans Mendeley : 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 »). Pour l'installer, faites un clic-double sur le fichier téléchargé pendant que l'application Zotero est ouverte ou ouvrez-le avec Zotero et confirmez l'installation.

3.3 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 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.

Enfin, agrémentez votre article avec une image de couverture accrocheuse : une fois qu'un article est accepté pour publication, vous devez proposer une image (photo ou dessin) liée à l'article qui apparaîtra dans le sommaire ou sur la couverture du numéro concerné. Ajouter une image de couverture à votre article permet d'introduire l'article. C'est la première chose qu'un lecteur verra.

3.4 Matériel supplémentaire

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

4 Soumission et évaluation des manuscrits

4.1 Plateforme et documents de soumission

Toutes les étapes depuis la soumission des manuscrits jusqu'à la production finale des articles acceptés est désormais gérée en ligne. La soumission et le suivi se font donc exclusivement en ligne à l'adresse : <https://sna.fa-up.bj/>. L'auteur qui soumet l'article devra se connecter à son compte sur ladite plateforme, ou 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. la lettre de soumission de l'article selon le modèle de la revue AUP-SNA (obligatoire, [cf. modèle](#)). *Vous devez absolument être connecté à votre compte sur la plateforme pour pouvoir accéder au fichier.* Cette lettre contient entre autres les propositions de trois (3) reviewers de pays différents si possible, avec leurs adresses email ainsi que la déclaration de contribution des co-auteurs (obligatoire). De même, si un manuscrit doit être considéré pour un numéro spécial thématique, les auteurs doivent l'indiquer dans la lettre d'accompagnement ;
2. le manuscrit de l'article en un seul fichier « .doc », « .docx » ou « .rtf » (obligatoire) et ne contenant aucune information sur les auteurs ou leurs affiliations (cf. section suivante sur la préservation de l'anonymat) ;
3. les fichiers des figures en haute résolution (300 à 600 dpi) et convenablement numérotées ;
4. les matériels supplémentaires (annexes), si applicable ;
5. les autorisations de reproduction d'illustrations réalisées par des tiers (si applicable).

4.2 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.

4.3 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 du manuscrit complet (sans les auteurs et les affiliations), lettre d'accompagnement, et anonymisation des fichiers) ;
 - l'analyse de conformité à la ligne éditoriale de la revue et d'originalité des résultats ;
 - le contrôle de plagiat et d'auto-plagiat ;
2. une **évaluation anonyme** par des experts du domaine du manuscrit soumis.

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.

4.4 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 par le Comité de publication. Le rapport de contrôle de plagiat met en exergue les sources plagiées ainsi que les liens internet vers ces sources. ***Le manuscrit est rejeté en cas de plagiat avéré.***

4.5 Epreuves et révision des manuscrits

Tous les échanges concernant un manuscrit, y compris les commentaires des évaluateurs et les épreuves des manuscrits sont adressées à l'auteur correspondant par e-mail via la plateforme de soumission.

En cas de demande de révisions, la version modifiée du manuscrit doit être déposée sur la plateforme de soumission par l'auteur correspondant dans un délai d'***une semaine pour des révisions mineures*** et d'***un mois pour des révisions majeures***. Toutes les recommandations des évaluateurs 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 les logiciels de traitement de texte, soit en mettant le texte modifié en couleur.

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

5 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.

Le paiement doit être effectif dans un délai maximum de **sept (7) jours** suivant l'acceptation de l'article.

Les références du **compte bancaire de la recherche universitaire de l'Université de Parakou** à utiliser pour le paiement seront fournis à l'auteur par email après l'acceptation de son manuscrit.

6 Mention de droit d'auteur

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.

7 Déclaration de confidentialité

Les noms et courriels saisis dans le site de la revue seront utilisés exclusivement aux fins indiquées par cette revue et ne serviront à aucune autre fin, ni à toute autre partie.

8 Conseils généraux

- 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/> et <http://www.precisement.org/blog/Logiciels-anti-plagiat-gratuits-et-payants-une-selection.html>.

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