

Onzième article : Effet de l'ombrage *Prosopis africana* sur le rendement de *Manihot esculenta* dans les agrosystèmes *Manihot esculenta-Prosopis africana* au Sud-Est-Bénin

Par : T. Houetchegnon, B. Sourou, A. A. Wedjangnon et C. A. I. N. Ouinsavi

Pages (pp.) 132-142.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) – Décembre 2022 – Volume 32 - Numéro 04

Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net> et peut être aussi consulté sur le site web de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) <http://www.inrab.org>

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Direction Scientifique (DS) - Service Animation Scientifique (SAS)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél. : (+229) 21 30 02 64 ; E-mail : sp.inrab@inrab.org / inrabdg1@yahoo.fr / brabpisbinrab@gmail.com

La rédaction et la publication du bulletin de la recherche agronomique du Bénin (BRAB) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)
 01 B.P. 884 Recette Principale, Cotonou 01 - Tél. : (+229) 21 30 02 64
 E-mail: brabpisbinrab@gmail.com - République du Bénin

Sommaire

Sommaire	i
Informations générales	ii
Indications aux auteurs	iii
Traditional knowledge and morphometric characteristics of the fruits, seeds, and kernels of <i>Vitex doniana</i> , <i>Cleome gynandra</i> and <i>Riciodendron heudelotii</i> , three wild oil species in Bénin N. F. Adomè, F. G. Honfo, F. J. Chadare and D. J. Hounhouigan	1
Distribution géographique de <i>Brachiaria falcifera</i> et de <i>Pennisetum polystachion</i> au Bénin K. O. Badarou, S. B. Adehan, A. F. Abiodoun, C. B. Azankpe, S. Adjolohoun, A. G. Zoffoun, P. Akouango, M. Oumorou et S. Babatounde	13
Séroprévalence de la brucellose et caractéristiques de l'élevage des petits ruminants dans le département du Borgou au Nord-Est du Bénin K. C. Boko, A-R Zoclanclounon, S. B. Adéhan, R. Assogbakpè, O. Aguidissou, C. Dété, P. Capo Chichi et S. Farougou	26
Perceptions locales sur les services écosystémiques des vestiges de forêt dense au Sud-Bénin A. Gbéhi, C. A. M. S. Djagoun, F. Assongba, E. A. Padonou, S. Zanvo, J. Djagoun, G. R. M. Adoukè et A. E. Assogbadjo	34
Analyse des déterminants du consentement à payer de nouvelles semences de variétés de maïs tolérante à la sécheresse au Bénin T. M. Atchikpa, A. N. Boro Chabi, S. I. Boni, B. Itchesside et J. A. Yabi	47
Statut environnemental et quelques éléments de biologie des Cichlidae dans les lagunes anciennes du Sud-Bénin Y. S. G. Houndjèbo, D. Adandédjan, A. G. G. Akotchéou, D. Lederoun et P. A. Lalèyè	58
Investissement public agricole et productivité agricole dans l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) K. Alla Houessou, A. Hougni et J. A. Yabi	76
Le lien intrinsèque entre la vie et la pensée du philosophe Ludwig Wittgenstein B. M. Somé	97
Terres Rurales au nord-est du Bénin et délivrance de l'attestation de détention coutumière dans le cadre de la formation des droits fonciers H. Edja	105
Socialisation organisationnelle influencée par les compétences interculturelles D. I. Houngue	117
Effet de l'ombrage <i>Prosopis africana</i> sur le rendement de <i>Manihot esculenta</i> dans les agrosystèmes <i>Manihot esculenta</i> - <i>Prosopis africana</i> au Sud-Est-Bénin T. Houetchegnon, B. Sourou, A. A. Wedjangnon et C. A. I. N. Ouinsavi	132
Effets du biochar et de la bouse de vache sur la densité de population des nématodes à galles (<i>Meloidogyne</i> spp.) et la production du piment (<i>Capsicum annum</i> L.) en conditions de serre O. Behoundja Kotoko, R. Hokpo, N. T. Djaouga Mamadou, R. V. C. Diogo, R. Y. Gaba et H. Baïmey	143

Informations générales

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) édité par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) est un organe de publication créé en mai 1991 pour offrir aux chercheurs béninois et étrangers un cadre pour la diffusion des résultats de leurs travaux de recherche. Il accepte des articles originaux de recherche et de synthèse, des contributions scientifiques, des articles de revue, des notes et fiches techniques, des études de cas, des résumés de thèse, des analyses bibliographiques, des revues de livres et des rapports de conférence relatifs à tous les domaines de l'agronomie et des sciences apparentées, ainsi qu'à toutes les disciplines du développement rural. La publication du Bulletin est assurée par un comité de rédaction et de publication appuyés par un conseil scientifique qui réceptionne les articles et décide de l'opportunité de leur parution. Ce comité de rédaction et de publication est appuyé par des comités de lecture qui sont chargés d'apprécier le contenu technique des articles et de faire des suggestions aux auteurs afin d'assurer un niveau scientifique adéquat aux articles. La composition du comité de lecture dépend du sujet abordé par l'article proposé. Rédigés en français ou en anglais, les articles doivent être assez informatifs avec un résumé présenté dans les deux langues, dans un style clair et concis. Une note d'indications aux auteurs est disponible dans chaque numéro et peut être obtenue sur demande adressée au secrétariat du BRAB. Pour recevoir la version électronique pdf du BRAB, il suffit de remplir la fiche d'abonnement et de l'envoyer au comité de rédaction avec les frais d'abonnement. La fiche d'abonnement peut être obtenue à la Direction Générale de l'INRAB, dans ses Centres de Recherches Agricoles ou à la page vii de tous les numéros. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <http://www.slire.net>. Un thesaurus spécifique dénommé « TropicAgrif » (Tropical Agriculture and Forestry) a été développé pour caractériser les articles parus dans le BRAB et servir d'autres revues africaines du même genre. Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Comité de Rédaction et de Publication du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin - 01 BP 884 Recette
Principale - Cotonou 01 – Tél.: (+229) 21 30 02 64 - E-mail: brabpbinrab@gmail.com – République du Bénin

Éditeur : Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Comité de Rédaction et de Publication : -i- **Directeur de rédaction et de publication :** Directeur Général de l'INRAB ; -ii- **Rédacteur en chef :** Directeur Scientifique de l'INRAB ; -iii- **Secrétaire documentaliste :** Documentaliste archiviste de l'INRAB ; -iv- **Maquettiste :** Analyste programmeur de l'INRAB ; -v- **Opérateur de mise en ligne :** Dr Ir. Sètchéme Charles Bertrand POMALEGNI, Chargé de recherche ; -vi- **Membres :** Dr Ir. Guy A. MENSAH, Directeur de Recherche, Dr Ir. Angelo C. DJIHINTO, Maître de Recherche, Dr Ir. Rachida SIKIROU, Maître de Recherche et MSc. Ir. Gbènakpon A. Y. G. AMAGNIDE.

Conseil Scientifique : Membres du Conseil Scientifique de l'INRAB, Pr. Dr Ir. Brice A. SINSIN (Écologie, Foresterie, Faune, PFNL, Bénin), Pr. Dr Michel BOKO (Climatologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Joseph D. HOUNHOUGAN (Sciences et biotechnologies alimentaires, Bénin), Pr. Dr Ir. Abdourahmane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Pr. Dr Ir. Kakai Romain GLELE (Biométrie et Statistiques, Bénin), Pr. Dr Agathe FANTODJI (Biologie de la reproduction, Elevage des espèces gibier et non gibier, Côte d'Ivoire), Pr. Dr Ir. Jean T. C. CODJIA (Zootechnie, Zoologie, Faune, Bénin), Pr. Dr Ir. Euloge K. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin), Pr. Dr Sylvie M. HOUNZANGBE-ADOTE (Parasitologie, Physiologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Jean C. GANGLO (Agro-Foresterie), Dr Ir. Guy A. MENSAH (Zootechnie, Faune, Elevage des espèces gibier et non gibier, Bénin), Pr. Dr Moussa BARAGÉ (Biotechnologies végétales, Niger), Pr. Dr Jeanne ZOUNDJIHEKPON (Génétique, Bénin), Pr. Dr Ir. Gauthier BIAOU (Économie, Bénin), Pr. Dr Ir. Roch MONGBO (Sociologie, Anthropologie, Bénin), Dr Ir. Gualbert GBEHOUNOU (Malherbologie, Protection des végétaux, Bénin), Dr Ir. Attanda Mouinou IGUE (Sciences du sol, Bénin), Dr DMV. Delphin O. KOUDANDE (Génétique, Sélection et Santé Animale, Bénin), Dr Ir. Aimé H. BOKONON-GANTA (Agronomie, Entomologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Rigobert C. TOSSOU (Sociologie, Bénin), Dr Ir. Anne FLOQUET (Économie, Allemagne), Dr Ir. André KATARY (Entomologie, Bénin), Dr Ir. Hessou Anastase AZONTONDE (Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. Claude ADANDEDJAN (Zootechnie, Pastoralisme, Agrostologie, Bénin), Dr Ir. Paul HOUSSOU (Technologies agro-alimentaires, Bénin), Dr Ir. Adolphe ADJANOHOUN (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir. Isidore T.GBEGO (Zootechnie, Bénin), Dr Ir. Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Élevage), Dr Ousmane COULIBALY (Agro-économie, Mali), Pr. Dr Ir. Luc O.SINTONDJI (Hydrologie, Génie Rural, Bénin), Dr Ir. Vincent J. MAMA (Foresterie, SIG, Bénin)

Comité de lecture : Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

Indications aux auteurs

Types de contributions et aspects généraux

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) accepte des articles scientifiques, des articles de synthèse, des résumés de thèse de doctorat, des analyses bibliographiques, des notes et des fiches techniques, des revues de livres, des rapports de conférences, d'ateliers et de séminaires, des articles originaux de recherche et de synthèse, puis des études de cas sur des aspects agronomiques et des sciences apparentées produits par des scientifiques béninois ou étrangers. La responsabilité du contenu des articles incombe entièrement à l'auteur et aux co-auteurs. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <http://www.slire.net>. Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Soumission de manuscrits

Les articles doivent être envoyés par voie électronique par une lettre de soumission (*covering letter*) au comité de rédaction et de publication du BRAB aux adresses électroniques suivantes : *E-mail* : brabpbinrab@gmail.com. Dans la lettre de soumission les auteurs doivent proposer l'auteur de correspondance ainsi que les noms et adresses (y compris les e-mails) de trois (03) experts de leur discipline ou domaine scientifique pour l'évaluation du manuscrit. Certes, le choix des évaluateurs (*referees*) revient au comité éditorial du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. Les manuscrits doivent être écrits en français ou en anglais, tapé/saisi sous Winword ou Word ou Word docx avec la police Arial taille 10 en interligne simple sur du papier A4 (21,0 cm x 29,7 cm). L'auteur doit fournir des fichiers électroniques des illustrations (tableaux, figures et photos) en dehors du texte. Les figures doivent être réalisées avec un logiciel pour les graphiques. Les données ayant servi à élaborer les figures seront également fournies. Les photos doivent être suffisamment contrastées. Les articles sont soumis par le comité de rédaction à des évaluateurs, spécialistes du domaine.

Sanction du plagiat et de l'autoplégat dans tout article soumis au BRAB pour publication

De nombreuses définitions sont données au plagiat selon les diverses sources de documentations telles que « -i- Acte de faire passer pour siens les textes ou les idées d'autrui. -ii- Consiste à copier les autres en reprenant les idées ou les résultats d'un autre chercheur sans le citer et à les publier en son nom propre. -iii- Copie frauduleuse d'une œuvre existante en partie ou dans sa totalité afin de se l'approprier sans accord préalable de l'auteur. -iv- Vol de la création originale. -v- Violation de la propriété intellectuelle d'autrui. » (<https://integrite.umontreal.ca/reglements/definitions-generales/>). Le Plagiat et l'Autoplégat sont à bannir dans les écrits scientifiques. Par conséquent, tout article soumis pour sa publication dans le BRAB doit être préalablement soumis à une analyse de plagiat, en s'appuyant sur quelques plateformes de détection de plagiat. Le **plagiat constaté dans tout article** sera sanctionné par un retour de l'article accompagné du **rapport de vérification du plagiat par un logiciel antiplagiat** à l'auteur de correspondance pour sa correction avec **un taux de tolérance de plagiat ou de similitude inférieur ou égal à sept pour cent (07%)**.

Respecter de certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture

Pour qu'un article soit accepté par le comité de rédaction, il doit respecter certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture. Ne pas oublier que les trois (3) **qualités fondamentales d'un article scientifique** sont la **précision** (supprimer les adjectifs et adverbes creux), la **clarté** (phrases courtes, mots simples, répétition des mots à éviter, phrases actives, ordre logique) et la **brèveté** (supprimer les expressions creuses). **Le temps des verbes doit être respecté**. En effet, tout ce qui est expérimental et non vérifié est rédigé au passé (passé composé et imparfait) de l'indicatif, notamment les parties *Méthodologie (Matériels et méthodes)* et *Résultats*. Tandis que tout ce qui est admis donc vérifié est rédigé au présent de l'indicatif, notamment les parties *Introduction*, avec la citation de résultats vérifiés, *Discussion* et *Conclusion*. Toutefois, en cas de doute, rédigez au passé. Pour en savoir plus sur la méthodologie de rédaction d'un article, prière consulter le document suivant : **Assogbadjo A. E., Aïhou K., Youssou A. K. I., Fovet-Rabot C., Mensah G. A., 2011. L'écriture scientifique au Bénin. Guide contextualisé de formation. Cotonou, INRAB, 60 p. ISBN : 978-99919-857-9-4 – INRAB 2011. Dépôt légal n° 5372 du 26 septembre 2011, 3^{ème} trimestre 2011. Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin.**

Titre

Dans le titre se retrouve l'information principale de l'article et l'objet principal de la recherche. Le titre doit contenir 6 à 10 mots (22 mots au maximum) en position forte, décrivant le contenu de l'article, assez informatifs, descriptifs, précis et concis. Un bon titre doit donner le meilleur aperçu possible de l'article en un minimum de mots. Il comporte les mots de l'index *Medicus*. Le titre est un message-réponse aux 5 W [what (quoi ?), who (qui ?), why (pourquoi ?), when (quand ?), where (où ?)] & 1 H [how (comment ?)]. Il est recommandé d'utiliser des sous-titres courts et expressifs pour subdiviser les sections longues du texte mais écrits en minuscules, sauf la première lettre et non soulignés. Toutefois, il faut éviter de multiplier les sous-titres. Le titre doit être traduit dans la seconde langue donc écrit dans les deux langues français et anglais.

Auteur et Co-auteurs

Les initiales des prénoms en majuscules séparées par des points et le nom avec 1^{ère} lettre écrite en majuscule de tous les auteurs (auteur & co-auteurs), sont écrits sous le titre de l'article. Immédiatement, suivent les titres académiques (Pr., Dr, MSc., MPhil. et/ou Ir.), les prénoms écrits en minuscules et le nom écrit en majuscule, puis les adresses complètes (structure, BP, e-mail, Tél. et pays) de tous les auteurs. Il ne faut retenir que les noms des membres de l'équipe ayant effectivement participé au programme de recherche et à la rédaction de l'article.

Résumé

Un bref résumé dans la langue de l'article est précédé d'un résumé détaillé dans la seconde langue (français ou anglais selon le cas) et le titre sera traduit dans cette seconde langue. Le résumé est une compression en volume plus réduit de l'ensemble des idées développées dans un document, etc. Il contient l'essentiel en un seul paragraphe de 200 à 350 mots. Le résumé contient une **Introduction** (contexte, Objectif, etc.) rédigée avec 20% des mots, la **Méthodologie** (type d'étude, échantillonnage, variables et outils statistiques) rédigée avec 20% des mots, les **Résultats obtenus et leur courte discussion** (résultats importants et nouveaux pour la science), rédigée avec 50% des mots et une **Conclusion** (implications de l'étude en termes de généralisation et de perspectives de recherches) rédigée avec 10% des mots.

Mots-clés

Les 3 à 5 mots et/ou groupes de mots clés les plus descriptifs de l'article suivent chaque résumé et comportent le pays (la région), la problématique ou l'espèce étudiée, la discipline ou le domaine spécifique, la méthodologie, les résultats et les perspectives de recherche. Il est conseillé de choisir d'autres mots/groupes de mots autres que ceux contenus dans le titre.

Texte

Le texte doit être rédigé dans un langage simple et compréhensible. L'article est structuré selon la discipline scientifique et la thématique en utilisant l'un des plans suivants avec les Remerciements (si nécessaire) et Références bibliographiques : *IMReD* (Introduction, Matériel et Méthodes, Résultats, Discussion/Résultats et Conclusion) ; *ILPIA* (Introduction, Littérature, Problème, Implication, Avenir) ; *OPERA* (Observation, Problème, Expérimentation, Résultats, Action) ; *SOSRA* (Situation, Observation, Sentiments, opinion, Réflexion, Action) ; *ESPRIT/SPRIT* [Entrée en matière (introduction), Situation du problème, Problème précis, Résolution, Information appliquée ou détaillée, Terminaison (conclusion)] ; *APPROACH* (Annonce, Problématique (perutable avec Présentation), Présentation, Réactions, Opinions, Actions, Conclusions, Horizons) ; etc.

Introduction

L'introduction c'est pour persuader le lecteur de l'importance du thème et de la justification des objectifs de recherche. Elle motive et justifie la recherche en apportant le background nécessaire, en expliquant la rationalité de l'étude et en exposant clairement l'objectif et les approches. Elle fait le point des recherches antérieures sur le sujet avec des citations et références pertinentes. Elle pose clairement la problématique avec des citations scientifiques les plus récentes et les plus pertinentes, l'hypothèse de travail, l'approche générale suivie, le principe méthodologique choisi. L'introduction annonce le(s) objectif(s) du travail ou les principaux résultats. Elle doit avoir la forme d'un entonnoir (du général au spécifique).

Matériels et méthodes

Il faut présenter si possible selon la discipline le **milieu d'étude** ou **cadre de l'étude** et indiquer le lien entre le milieu physique et le thème. **La méthodologie d'étude** permet de baliser la discussion sur les résultats en renseignant sur la validité des réponses apportées par l'étude aux questions formulées en introduction. Il faut énoncer les méthodes sans grands détails et faire un extrait des principales utilisées. L'importance est de décrire les protocoles expérimentaux et le matériel utilisé, et de préciser la taille de l'échantillon, le dispositif expérimental, les logiciels utilisés et les analyses statistiques effectuées. Il faut donner toutes les informations permettant d'évaluer, voire de répéter l'essai, les calculs et les observations. Pour le matériel, seront indiquées toutes les caractéristiques scientifiques comme le genre, l'espèce, la variété, la classe des sols, etc., ainsi que la provenance, les quantités, le mode de préparation, etc. Pour les méthodes, on indiquera le nom des dispositifs expérimentaux et des analyses statistiques si elles sont bien connues. Les techniques peu répandues ou nouvelles doivent être décrites ou bien on en précisera les références bibliographiques. Toute modification par rapport aux protocoles courants sera naturellement indiquée.

Résultats

Le texte, les tableaux et les figures doivent être complémentaires et non répétitifs. Les tableaux présenteront un ensemble de valeurs numériques, les figures illustrent une tendance et le texte met en évidence les données les plus significatives, les valeurs optimales, moyennes ou négatives, les corrélations, etc. On fera mention, si nécessaire, des sources d'erreur. La règle fondamentale ou règle cardinale du témoignage scientifique suivie dans la présentation des résultats est de donner tous les faits se rapportant à la question de recherche concordant ou non avec le point de vue du scientifique et d'indiquer les relations imprévues pouvant faire de l'article un sujet plus original que l'hypothèse initiale. Il ne faut jamais entremêler des descriptions méthodologiques ou des interprétations avec les résultats. Il faut indiquer toujours le niveau de signification statistique de tout résultat. Tous les aspects de l'interprétation doivent être présents. Pour l'interprétation des résultats il faut tirer les conclusions propres après l'analyse des résultats. Les résultats négatifs sont aussi intéressants en recherche que les résultats positifs. Il faut confirmer ou infirmer ici les hypothèses de recherches.

Discussion

C'est l'établissement d'un pont entre l'interprétation des résultats et les travaux antérieurs. C'est la recherche de biais. C'est l'intégration des nouvelles connaissances tant théoriques que pratiques dans le domaine étudié et la différence de celles déjà existantes. Il faut éviter le piège de mettre trop en évidence les travaux antérieurs par rapport aux résultats propres. Les résultats obtenus doivent être interprétés en fonction des éléments indiqués en introduction (hypothèses posées, résultats des recherches antérieures, objectifs). Il faut discuter ses propres résultats et les comparer à des résultats de la littérature scientifique. En d'autres termes c'est de faire les relations avec les travaux antérieurs. Il est nécessaire de dégager les implications théoriques et pratiques, puis d'identifier les besoins futurs de recherche. Au besoin, résultats et discussion peuvent aller de pair.

Résultats et Discussion

En optant pour **résultats et discussions** alors les deux vont de pair au fur et à mesure. Ainsi, il faut la discussion après la présentation et l'interprétation de chaque résultat. Tous les aspects de l'interprétation, du commentaire et de la discussion des résultats doivent être présents. Avec l'expérience, on y parvient assez aisément.

Conclusion

Il faut une bonne et concise conclusion étendant les implications de l'étude et/ou les suggestions. Une conclusion fait ressortir de manière précise et succincte les faits saillants et les principaux résultats de l'article sans citation bibliographique. La conclusion fait la synthèse de l'interprétation scientifique et de l'apport original dans le champ scientifique concerné. Elle fait l'état des limites et des faiblesses de l'étude (et non celles de l'instrumentation mentionnées dans la section de méthodologie). Elle suggère d'autres avenues et études permettant d'étendre les résultats ou d'avoir des applications intéressantes ou d'obtenir de meilleurs résultats.

Références bibliographiques

La norme Harvard et la norme Vancouver sont les deux normes internationales qui existent et régulièrement mises à jour. Il ne faut pas mélanger les normes de présentation des références bibliographiques. En ce qui concerne le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), c'est la norme Harvard qui a été choisie. Les auteurs sont responsables de l'orthographe des noms cités

dans les références bibliographiques. Dans le texte, les publications doivent être citées de la manière suivante : Sinsin (2020) ou Sinsin et Assogbadjo (2020) ou Sinsin *et al.* (2007). Sachez que « *et al.* » est mis pour *et alteri* qui signifie et autres. Il faut s'assurer que les références mentionnées dans le texte sont toutes reportées par ordre alphabétique dans la liste des références bibliographiques. Somme toute dans le BRAB, selon les ouvrages ou publications, les références sont présentées dans la liste des références bibliographiques de la manière suivante :

Pour les revues scientifiques :

- ✓ **Pour un seul auteur** : Yakubu, A., 2013: Characterisation of the local Muscovy duck in Nigeria and its potential for egg and meat production. *World's Poultry Science Journal*, 69(4): 931-938. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043933913000937>
- ✓ **Pour deux auteurs** : Tomasz, K., Juliusz, M. K., 2004: Comparison of physical and qualitative traits of meat of two Polish conservative flocks of ducks. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 47(4): 367-375.
- ✓ **A partir de trois auteurs** : Vissoh, P. V., R. C. Tossou, H. Dedehouanou, H. Guibert, O. C. Codjia, S. D. Vodouhe, E. K. Agbossou, 2012 : Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements climatiques : le cas des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud-Est Bénin. *Les Cahiers d'Outre-Mer N° 260*, 479-492.

Pour les organismes et institutions :

- ✓ FAO, 2017. L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2017 : Renforcer la résilience pour favoriser la paix et la sécurité alimentaire. Rome, FAO. 144 p.
- ✓ INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique), 2015 : Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH-4): Résultats définitifs. Direction des Etudes Démographiques, Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique, Cotonou, Bénin, 33 p.

Pour les contributions dans les livres :

- ✓ Whithon, B.A., Potts, M., 1982: Marine littoral: 515-542. *In*: Carr, N.G., Whithon, B.A., (eds), *The biology of cyanobacteria*. Oxford, Blackwell.
- ✓ Annerose, D., Cornaire, B., 1994 : Approche physiologique 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., R.J. Adams, M.D. Jenkins, 1990: Biodiversity in sub-Saharan Africa and its islands. IUCN–The World Conservation Union, Gland, Switzerland.

Pour les communications :

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

Pour les abstracts :

- ✓ Takaiwa, F., Tnifuji, S., 1979: RNA synthesis in embryo axes of germination pea seeds. *Plant Cell Physiology abstracts*, 1980, 4533.

Thèse ou mémoire :

- ✓ Valero, M., 1987: Système de reproduction et fonctionnement des populations chez deux espèces de légumineuses du genre *Lathyrus*. PhD. Université des Sciences et Techniques, Lille, France, 310 p.

Pour les sites web : <http://www.iucnredlist.org>, consulté le 06/07/2007 à 18 h.

Equations et formules

Les équations sont centrées, sur une seule ligne si possible. Si on s'y réfère dans le texte, un numéro d'identification est placé, entre crochets, à la fin de la ligne. Les fractions seront présentées sous la forme « 7/25 » ou « (a+b)/c ».

Unités et conversion

Seules les unités de mesure, les symboles et équations usuels du système international (SI) comme expliqués au chapitre 23 du Mémento de l'Agronome, seront acceptés.

Abréviations

Les abréviations internationales sont acceptées (OMS, DDT, etc.). Le développé des sigles des organisations devra être complet à la première citation avec le sigle en majuscule et entre parenthèses (FAO, RFA, IITA). Eviter les sigles reconnus localement et inconnus de la communauté scientifique. Citer complètement les organismes locaux.

Nomenclature de pesticides, des noms d'espèces végétales et animales

Les noms commerciaux seront écrits en lettres capitales, mais la première fois, ils doivent être suivis par le(s) nom(s) communs(s) des matières actives, tel que acceptés par « International Organization for Standardization (ISO) ». En l'absence du nom ISO, le nom chimique complet devra être donné. Dans la page de la première mention, la société d'origine peut être indiquée par une note en bas de la page, p.e. PALUDRINE (Proguanil). Les noms d'espèces animales et végétales seront indiqués en latin (genre, espèce) en italique, complètement à la première occurrence, puis en abrégé (exemple : *Oryza sativa* = *O. sativa*). Les auteurs des noms scientifiques seront cités seulement la première fois que l'on écrira ce nom scientifique dans le texte.

Tableaux, figures et illustrations

Chaque tableau (avec les colonnes rendus invisibles mais seules la première ligne et la dernière ligne sont visibles) ou figure doit avoir un titre. Les titres des tableaux seront écrits en haut de chaque tableau et ceux des figures/photographies seront écrits en bas des illustrations. Les légendes seront écrites directement sous les tableaux et autres illustrations. En ce qui concerne les illustrations (tableaux, figures et photos) seules les versions électroniques bien lisibles et claires, puis mises en extension jpeg avec haute résolution seront acceptées. Seules les illustrations dessinées à l'ordinateur et/ou scannées, puis les photographies en extension jpeg et de bonne qualité donc de haute résolution sont acceptées.

Les places des tableaux et figures dans le texte seront indiquées dans un cadre sur la marge. Les tableaux sont numérotés, appelés et commentés dans un ordre chronologique dans le texte. Ils présentent des données synthétiques. Les tableaux de données de base ne conviennent pas. Les figures doivent montrer à la lecture visuelle suffisamment d'informations compréhensibles sans recours au texte. Les figures sont en Excell, Havard, Lotus ou autre logiciel pour graphique sans grisés et sans relief. Il faudra fournir les données correspondant aux figures afin de pouvoir les reconstruire si c'est nécessaire.

Effet de l'ombrage *Prosopis africana* sur le rendement de *Manihot esculenta* dans les agrosystèmes *Manihot esculenta-Prosopis africana* au Sud-Est-Bénin

T. Houetcheignon^{1*}, B. Sourou¹, A. A. Wedjangnon¹ et C. A. I. N. Ouinsavi¹

¹Dr MSc. Towanou HOUETCHEIGNON, Laboratoire d'Etudes et de Recherches Forestières (LERF), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), BP 123 Parakou, E-Mail : houetcheignon@gmail.com, Tél. : (+229)95287644, République du Bénin

Dr MSc. Nawan Bienvenue SOUROU KUIGA, LERF/FA/UP, BP123 Parakou, E-mail : bienvenuessourou@yahoo.fr, Tél. : (+229)97242352, République du Bénin

Dr MSc. Adigla Apollinaire WEDJANGNON, LERF/FA/UP, BP 123 Parakou, E-mail : wedjangnon_app@yahoo.com, Tél. : (+229)97364888, République du Bénin

Pr Dr Ir Christine Ajokè Ifétayo Nougbodé OUINSAVI, LERF/FA/UP, BP 123 Parakou, E-mail : ouinsch@yahoo.fr, Tél. : (+229)97256207, République du Bénin

*Auteur de correspondance : Dr Towanou HOUETCHEIGNON, E-Mail : houetcheignon@gmail.com

Résumé

L'effet de l'ombrage de *Prosopis africana* sur le rendement de *Manihot esculenta* a été évalué à travers un inventaire dans les agroécosystèmes de *Prosopis africana* et de *Manihot esculenta* dans quatre villages de deux communes au Sud-Est du Bénin. Les diamètres houppiers variaient de 3,50 à 11,00 mètres. Six arbres par village ont été considérés. Les arbres choisis ont été ceux dont le houppier n'interagissait pas avec d'autres arbres dans le parc. Sous chaque arbre et dans chacune des quatre directions cardinales, une placette circulaire d'observation de 3 m de diamètre a été installée ainsi qu'une placette circulaire d'observation témoin de 3 m de diamètre. Les observations sur le manioc des placettes ont concerné par placette le nombre de plantes de manioc, la hauteur de plantes de manioc et le rendement du manioc. Les cultures de manioc ont été installées et traitées suivant les systèmes traditionnels des paysans. Les données analysées ont révélé une différence très hautement significative ($p < 0,001$) des variables (le nombre de plants/m², la hauteur et le rendement des plantes de manioc) entre les placettes sous influence et hors influence. La hauteur moyenne a été respectivement 1,65 m hors houppier et 1,37 m sous houppier de *Prosopis africana*. Le rendement moyen a été 1.297,6 kg/ha sous houppier et 2.851,7 kg/ha hors houppier de *Prosopis africana*. Le nombre de racines tubérisées a été 180 et 80 respectivement pour hors houppier et sous houppier de *Prosopis africana*. *Prosopis africana* a un effet négatif par son ombrage sur la production de manioc.

Mots clés : écosystème cultivé, influence, sous houppier, hors houppier, Afrique de l'Ouest

Effect of *Prosopis africana* shade on the yield of *Manihot esculenta* in the *Manihot esculenta-Prosopis africana* agrosystems in South-Eastern Bénin

Abstract

The effect of *Prosopis africana* shade on the yield of *Manihot esculenta* was evaluated through an inventory in the agroecosystems of *Prosopis africana* and *Manihot esculenta* in four villages of two communes in South-Eastern Bénin. The crown diameters varied from 3.50 to 11.00 meters. Six trees per village were considered. The chosen trees were those whose crown did not interact with other trees in the park. Under each tree and in each of the four cardinal directions, a circular observation plot 3 m in diameter was installed as well as a circular control observation plot 3 m in diameter. The observations on the cassava plots concerned per plot the number of plants, the height of cassava plants and the yield of cassava. The cassava crops were installed and treated according to the traditional systems of the farmers. The analyzed data revealed a very highly significant ($p < 0.001$) difference in variables (number of plants/m², height and yield of cassava plants) between the plots under influence and without influence. The average height was respectively 1.65 m above the crown and 1.37 m below the crown of *Prosopis africana*. The average yield was 1,297.6 kg/ha under the crown and 2,851.7 kg/ha outside the crown of *Prosopis africana*. The number of tuberous roots was 180 and 80 respectively for above and below the crown of *Prosopis africana*. *Prosopis africana* has a negative effect by its shade on cassava production.

Key words: cultivated ecosystem, influence, under crown, outside crown, West Africa

Introduction

La présence des arbres au milieu des zones de cultures crée des paysages appelés parcs ou "paysages agrosylvicoles" (Maman *et al.*, 2020 ; Zomboudré *et al.*, 2005). Ces paysages agrosylvicoles sont des systèmes d'utilisation des terres qui associent l'arbre et les cultures dans un arrangement spatial aléatoire (Ouoba *et al.*, 2018 ; Dussol, 2016 ; Sinclair, 1999 ; Boffa, 2000). De même, ce système qui intègre, dans un but précis, l'arbre aux cultures, répond, d'après World Agroforestry Centre (2013), à un

système d'utilisation du territoire dans lequel des espèces pérennes ligneuses (arbres, buissons, palmiers et bambous) sont délibérément utilisées sur la même unité de gestion du territoire que des cultures agricoles (ligneuses ou non), des animaux ou les deux, sous une forme d'arrangement spatial ou de séquence temporelle.

Dans les systèmes agroforestiers, on retrouve des interactions écologiques et économiques entre les différentes « composantes ». Plusieurs espèces bien connues des populations telles que le néré (*Parkia biglobosa*), le karité (*Vitellaria paradoxa*), le prosopis (*Prosopis cineraria* et *Prosopis africana*) sont conservées dans les champs de cultures vivrière et industrielle au Bénin, en Inde, au Burkina-Faso (Agbahungba et Depommier, 1989 ; Gbèmavo *et al.*, 2010 ; Gnanglè *et al.*, 2013 ; Pasiecznik *et al.*, 2004 ; Lompo, 1992 ; Houèthégnon *et al.*, 2015a). L'avantage de l'intégration de l'arbre dans les systèmes de production par les paysans a été souligné par plusieurs auteurs (Jonsson *et al.*, 1999 ; Maiga, 1987 ; Nyberg et Högberg, 1995). Le parc arboré permet de maintenir la fertilité des terres et la durabilité des systèmes de culture (Traoré, 2003). En effet, la biomasse produite par les arbres est décomposée, ce qui permet un recyclage des nutriments pompés par l'arbre des horizons de profondeur vers les horizons de surface. Par contre, les influences de l'arbre sur les cultures en association semblent être contradictoires. Selon certains auteurs (Kessler, 1992 ; Young, 1986 ; Zomboudré *et al.*, 2005), dans la zone d'influence de l'arbre, les rendements des cultures sont tantôt meilleurs (Zomboudré *et al.*, 2005) et tantôt réduits (Kessler, 1992 ; Gbèmanvo *et al.*, 2010 ; Gnanglè *et al.*, 2013). Dans ce dernier cas, la compétition entre l'arbre et la culture pour l'utilisation de l'eau, des nutriments et de la lumière a été souvent mise en cause. La compétition pour l'eau et la lumière dépend du type de houppier et surtout son diamètre qui peut influencer la production de la culture annuelle sous-jacente (Zomboudré *et al.*, 2005).

La combinaison de manioc et de prosopis est l'un des systèmes d'exploitation les plus courants en milieu Adja dans les Communes Aplahoué et Klouékanmè au Sud du Bénin. *Prosopis africana* et *Manihot esculenta* contribuent considérablement à l'économie et assurent la sécurité alimentaire d'une grande partie de la population de cette zone (Houèthégnon *et al.*, 2015a ; CeC Aplahoué, 2022 ; CeC Klouékanmè, 2022). De plus *Prosopis africana* qui a une multitude d'usages pour les populations locales a une densité de plus en plus réduite d'une part et une régénération quasi-inexistente d'autre part au Sud du Bénin (Houèthégnon *et al.*, 2015a ; Houèthégnon *et al.*, 2015b). Il est donc nécessaire de renforcer la conservation de ce système agroforestier et d'améliorer sa productivité en étudiant l'influence de l'ombrage de prosopis sur la hauteur des plantes et le rendement des cultures. La présente étude a pour objectif d'évaluer l'influence de la couronne de l'arbre de prosopis sur la productivité (hauteur, la densité, le rendement) de manioc en milieu Adja au Sud du Bénin.

Matériel et méthodes

Milieu d'étude et choix des sites d'étude

L'étude a été réalisée dans quatre villages des Communes de Klouékanmè et d'Aplahoué (Figure 1). Géographiquement, Klouékanmè est comprise entre les latitudes 6° 58' 49" Nord et 1° 50' 32" de longitude Est puis, Aplahoué est comprise entre latitude Nord 6° 56' 32" et 1° 40' 25 de longitude Est (tableau 1). Le climat de type subéquatorial humide et chaud avec une pluviométrie annuelle varie entre 900 et 1.200 mm à Aplahoué à Klouékanmè. La végétation est assez homogène et dominée par la savane arborée et herbeuse. Les sols sont de types ferrugineux tropicaux sur socle cristallin aux caractéristiques très variables. On observe encore une disponibilité en terres inexploitées.

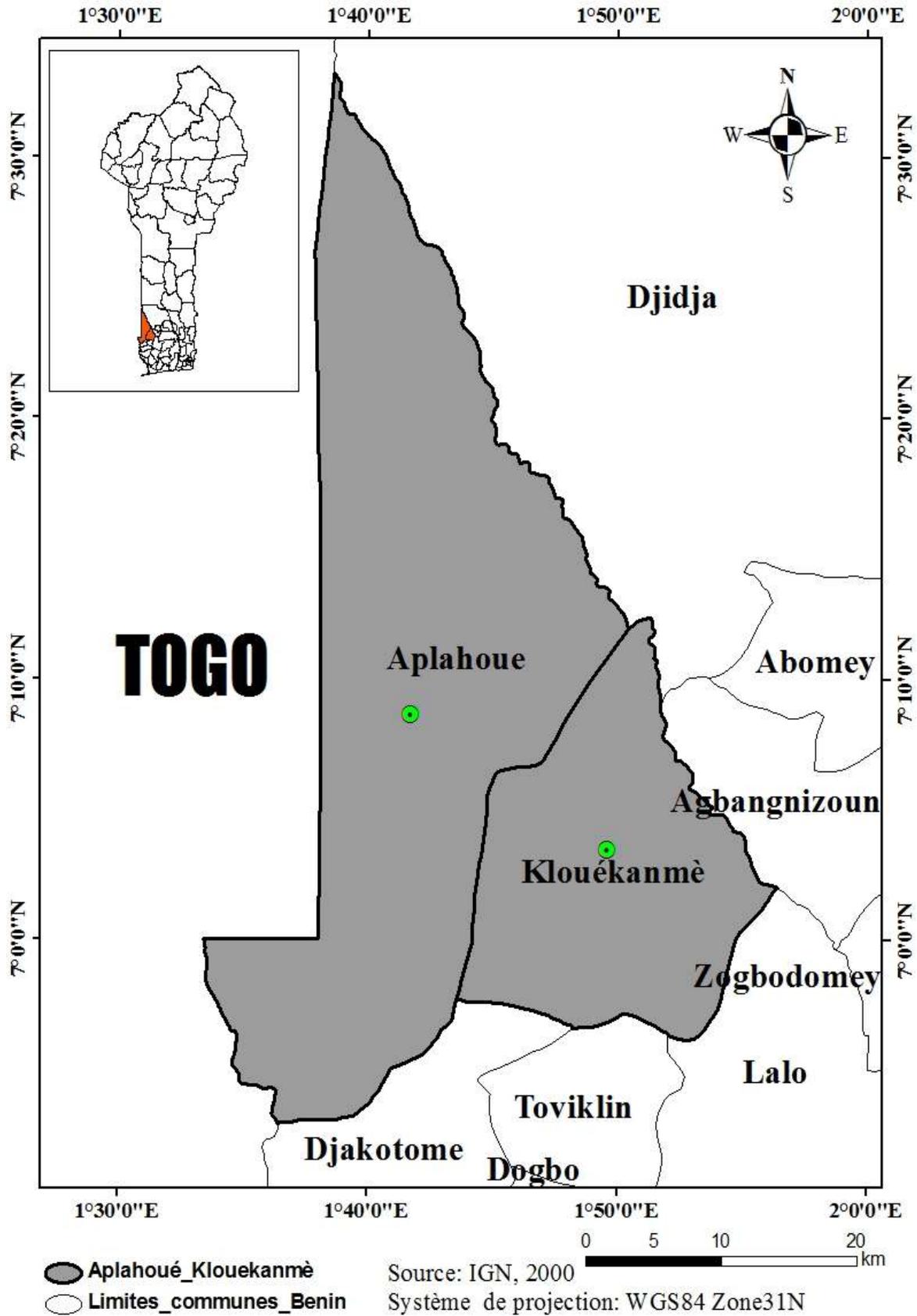


Figure 1. Carte présentant les Communes d'Aplahoué et de Klouékanmè au sud-est du Bénin

Tableau 1. Présentation des sites d'études

Communes	Sites d'étude	Latitude	Longitude	Caractéristiques					Système agroforestier
				Nombre ménages	Taille ménage	Population	Nombre ménages agricoles	Population agricoles	
Kouékanmè	Tokanmè-Aliho	07°07'09.0"N	01°49'45.5"E	190	8,9	1 697	160	1 557	Système agroforestier traditionnel d'association plante (palmier et prosopis) et culture de rente ou culture vivrière.
	Tokanmè-Kpodji	07°02'27.2"N	01°50'19.9"E	238	4,3	1 021	232	988	
Aplahoué	Hoky	07°10'31.1"N	01°39'29.4"E	216	6,1	1 325	157	1 023	
	Eglimè	07°04'51.0"N	01°40'33.0"E	278	7,6	2 121	275	2 112	

Description des espèces étudiées

Le prosopis (*Prosopis africana*) et le manioc (*Manihot esculenta* L.) ont été les deux espèces étudiées. Le prosopis est une espèce de la famille des Fabaceae-Mimosoïdeae. C'est un arbre des savanes guinéennes et soudaniennes, il se développe lentement et peut atteindre une hauteur de 20 m dans des stations naturelles et les arbres ont généralement une forme droite et sont très ramifiés à la base du tronc (Weber *et al.*, 2008). Le manioc (*M. esculenta*) est une espèce de la famille des Euphorbiacées. C'est une plante à racine amylacée, introduite en Afrique au 16^{ème} siècle par des marchands portugais (Westphal, 1985 ; Ambang *et al.*, 2007). Le manioc est très cultivé dans les zones tropicales et sert d'aliment de base à plus de 500 millions de personnes à travers le monde. L'Afrique subsaharienne produit plus de 85 millions de tonnes de manioc par an, soit environ la moitié de la production mondiale (Fews, 1998).

Collecte des données

Afin d'évaluer le niveau d'influence des arbres de prosopis sur la culture du manioc, des types de houppier (sous et hors houppiers) des arbres de prosopis ont été retenus pour la phase d'inventaire. Les diamètres houppiers variaient de 3,50 à 11,00 mètres. Au total six (06) arbres par village, soit 24 arbres ont été considérés pour l'expérimentation. Les arbres qui ont été choisis étaient ceux dont le houppier n'interagissait pas avec d'autres arbres dans le parc. Sous chaque arbre de prosopis échantillonné pour l'expérimentation et dans chacune des quatre directions cardinales (nord, sud, est, ouest), une placette circulaire d'observation de 3 m de diamètre à $\frac{1}{2} r$ a été installée (figure 2). De même, il a été installé dans chacune des quatre directions cardinales (nord, sud, est, ouest) de l'arbre une placette circulaire d'observation témoin de 3 m de diamètre à $2r$ (non influencée par le houppier). Au total, huit (08) unités expérimentales autour de chaque arbre échantillon ont été considérées, soit 192 unités expérimentales pour la présente étude à raison de 48 par village. Les observations sur le manioc des placettes expérimentales ont concerné le nombre de plantes de manioc par placette, la hauteur de plantes de manioc par placette et le rendement du manioc par placette. Les cultures de manioc ont été installées et traitées suivant les systèmes traditionnels des paysans.

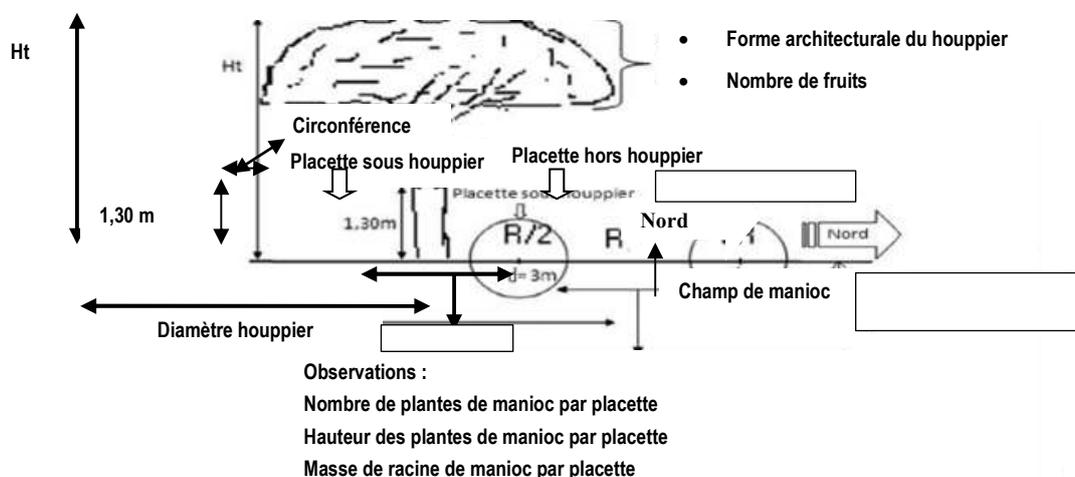


Figure 2. Dispositif d'étude et paramètres mesurés (Schéma adapté de Gbèravô *et al.*, 2010)

Traitement statistique des données

Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer la hauteur, la densité et le nombre de racines en fonction des sites, des positions et des orientations puis que les données recueillies n'étaient pas normalement distribuées (Test de normalité de Ryan-Joiner). Le logiciel statistique Minitab 16 a été utilisé à cet effet.

Résultats

Effet de l'ombrage du prosopis sur la hauteur du manioc

Les résultats du test du Kruskal-Wallis relatifs à l'effet de l'ombrage du prosopis sur la hauteur du manioc ont révélé l'existence d'une similitude entre les sites d'étude concernant la hauteur des plantes de manioc ($p = 0,556$). Il en a été de même pour l'orientation (Nord, Sud, Est et Ouest) avec $p = 0,643$. Par

contre les résultats relatifs à la position (hors houppier et sous houppier) ont révélé l'existence d'une différence très hautement significative ($p = 0,000$) de la hauteur des plantes de manioc entre positions. Cela impliquait que l'influence du facteur position sur la hauteur des plantes de manioc (tableau 2) dépendait du type houppier du prosopis et vice versa. Toutes les autres interactions des facteurs sur la hauteur des plantes de manioc n'ont eu aucun effet significatif (tableaux 3 et 4).

Tableau 2. Test de Kruskal-Wallis : hauteur en fonction d'orientation

Orientation	N	Médiane (mètre)	Moyen (mètre)	Z
Est	66	1,600	136,2	0,20
Nord	72	1,600	125,0	-1,22
Ouest	69	1,600	137,4	0,36
Sud	61	1,600	140,6	0,70
Global	268		134,5	
		H = 1,67	P = 0,643	

Tableau 3. Test de Kruskal-Wallis : Hauteur en fonction de Site

Site	N	Médiane (mètre)	Moyen (mètre)	Z
Egrimè	65	1,600	143,7	1,10
Hoky	71	1,600	135,1	0,08
Tokanmè-Aliho	64	1,600	134,7	0,03
Tokanmè-Kpodji	68	1,600	124,8	-1,19
Global	268		134,5	
		H = 2,08	P = 0,556	

Tableau 4. Test de Kruskal-Wallis : Hauteur en fonction de Position

Position	N	Médiane (mètre)	Moyen (mètre)	Z
Hors houppier	180	1,700	177,2	12,88
Sous houppier	88	1,400	47,3	-12,88
Global	268		134,5	
		H = 174,49	P = 0,000	

A Lanta-Aliho et Lanta-Kpodji, la hauteur moyenne des plantes de manioc (tableau 5) a été plus faible sous houppiers (1,40 m à Lanta-Aliho et 1,35 m à Lanta-Kpodji) que des hors houppier Tokanmè-Kpodji (1,64 m) et Tokanmè-Aliho (1,67 m). A Hoky et Egrimè, une tendance analogue a été notée où les hauteurs de manioc ont été presque les mêmes (1,37 m à Hoky et 1,37 m à Egrimè) et faibles que les plantes de manioc hors houppier (1,65 m à Hoky et 1,66 m à Egrimè). Ces différentes variations expliquaient l'effet conjugué du site et de position (hors houppier et sous houppier) sur la survie des plantes de manioc. Par ailleurs, la hauteur moyenne de plantes de manioc au niveau des placettes sous houppier de prosopis a été de 1,38 m, tandis qu'il a été en moyenne de 1,67 m au niveau des placettes hors houppier de prosopis (Tableau 5). La différence entre la croissance relative des plantes de manioc sous houppier par rapport à la zone « hors houppier » a été en moyenne de 0,28 m, ce qui représentait en fait une influence négative de l'ombrage du prosopis sur la survie des plantes de manioc. Des facteurs défavorables à la survie des plantes de manioc ont existé sous les arbres de prosopis.

Tableau 5. Paramètres du manioc suivant les types de houppiers au niveau des villages

Paramètres	Village	Types de houppiers			
		Hors houppier		Sous houppier	
		Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Hauteur (en m)	Hoky	1,6567	0,0160	1,3709	0,0225
	Egrimè	1,6667	0,0146	1,3776	0,0313
	Tokenmè-Aliho	1,6708	0,0153	1,4068	0,0172
	Tokenmè-Kpodji	1,6438	0,0118	1,3568	0,0229
	-	1,6595	0,00722	1,3780	0,0119
Densité (pieds/ha)	Hoky	2892	134	1480,8	64,4
	Egrimè	2538	170	1416,4	0,000000
	Tokenmè-Aliho	2479	128	1480,8	64,4
	Tokenmè-Kpodji	2714,8	81,6	1416,4	0,000000
	-	2655,8	67,2	1449,0	22,9
Rendement (kg/ha)	Hoky	3149	139	1281,2	28,7
	Egrimè	2702	176	1274,8	46,9
	Tokenmè-Aliho	2724	144	1319,9	30,0
	Tokenmè-Kpodji	2832	115	1313,4	43,9
	-	2851,7	73,8	1297,6	18,8

Influence de l'ombrage du prosopis sur la densité de la culture du manioc

Le nombre moyen de manioc a été plus élevé au niveau des plantes hors houppier des prosopis (tableau 5). Le nombre moyen de manioc au niveau des plantes hors houppier de prosopis a été plus élevé à Hoky (2.892 plantes/ha) et à Tokenmè-Kpodji (2.714,8 plantes/ha), tandis qu'il avoisinait 2.538 plantes/ha à Egrimè et restait faible à Tokenmè-Aliho (2.479 plantes/ha). Par ailleurs, le nombre de plantes de manioc par hectare diminuait d'un site à l'autre au niveau des plantes sous houppier de prosopis avec la valeur la plus élevée enregistrée à Tokenmè-Aliho et à Hoky (1480,8 plants/ha) et la plus faible à Tokenmè-Kpodji et à Egrimè (1416,4 plantes/ha). Aussi, le nombre moyen au niveau des plantes de manioc sous houppier prosopis a été de 1449 plants, tandis qu'il a été en moyenne de 2.655,8 plantes au niveau des plantes de manioc hors houppier du prosopis (tableau 5). L'effet de l'ombrage du prosopis sur le nombre de plantes de manioc sous-jacent a été négatif et entraîne ainsi une réduction du nombre de plantes de 4,35 %. Ainsi, des facteurs défavorables affectaient la densité des plantes de manioc sous le houppier des arbres de prosopis.

Effet de l'ombrage sur la productivité des plantes de manioc

Les résultats obtenus (tableaux 7 et 8) indiquaient l'inexistence d'une différence significative du rendement des plantes de manioc entre respectivement les sites d'étude ($p = 0,314$) et entre l'orientation des plantes de manioc ($p = 0,971$). Les différentes interactions des facteurs sur la productivité des plantes de manioc n'ont aucun effet significatif (tableaux 6 et 7). Par contre les résultats relatifs à la position (tableau 8) montraient l'existence d'une différence très hautement significative ($p = 0,000$) du rendement des plantes de manioc entre la position d'études. Le rendement moyen de manioc au niveau des plantes de manioc sous houppier de prosopis a été de 1.416,4 kg/ha ; tandis qu'il a été en moyenne de 3.364 kg/ha au niveau des plantes de manioc hors houppier de (tableau 8). Le rendement moyen de manioc a été moins élevé sous houppier de manioc de 57,9 % par rapport aux plantes manioc hors houppier du prosopis. Ainsi, des facteurs défavorables à la production des plantes de manioc ont existé dans la zone d'influence de l'ombrage des arbres de manioc.

Tableau 6. Test de Kruskal-Wallis : Nombre de racines de manioc en fonction de Site

Site	N	Médiane	Moyen	Z
Egrimè	65	4,000	144,8	1,23
Hoky	71	4,000	138,7	0,54
Tokanmè-Aliho	64	4,000	132,6	-0,22
Tokanmè-Kpodji	68	4,000	122,0	-1,54
Global	268		134,5	
H = 3,55		P = 0,314		

Tableau 7. Test de Kruskal-Wallis : Nombre de racines de manioc-en fonction d'Orientation

Orientation	N	Médiane	Moyen	Z
Est	66	4,000	133,3	0,46
Nord	72	4,000	133,0	-0,19
Ouest	69	4,000	133,6	-0,11
Sud	61	4,000	133,1	-0,16
Global	268		134,5	
H = 0,24		P = 0,971		

Tableau 8. Test de Kruskal-Wallis : Nombre de racines de manioc en fonction de la position

Position	N	Médiane	Moyen	Z
Hors houppier	180	4,000	175,8	12,48
Sous houppier	88	2,000	50,0	-12,48
Global	268		134,5	
H = 175,64		P = 0,000		

Discussion

La hauteur, la densité et le rendement des plantes de manioc sont significativement plus élevés en dehors du houppier de *Prosopis africana* que sous le houppier. La densité varie d'un milieu à l'autre (sous *P. africana* et hors *P. africana*), ce qui permet de soupçonner que la baisse de rendement observée au niveau des plantes de manioc sous houppier de *P. africana* comparativement à ceux hors houppier de *P. africana* est due à l'effet de l'ombrage. La nature du sol, la disponibilité en eau et l'incidence des rayons solaires sont les trois facteurs principaux qui peuvent expliquer la variation de la densité des plantes de manioc et du rendement de manioc sous houppier de prosopis et hors houppier de prosopis. En effet, Diatta *et al.* (2016) ont noté une nette amélioration de l'humidité et de la fertilité du sol sous les houppiers de *Cordyla pinnata* dans le Sud du Bassin Arachidier du Sénégal. En ce qui concerne l'eau, une partie des pluies est interceptée par le houppier des arbres. La quantité d'eau qui atteint le sol situé sous houppier peut s'avérer insuffisante du fait qu'ensemble, l'arbre et la culture sous-jacente, absorbent plus d'eau que la composante culturale unique (Gbemavo *et al.*, 2015). Toutefois, il faut nuancer car les arbres ont aussi la capacité d'empêcher la chute brutale de l'eau durant les pluies réduisant ainsi l'érosion du sol. Mieux, le couvert participe aussi à l'économie de l'utilisation de l'eau du sol (Boumba et Samba-Kimbata, 2019). Balandier-et Prévosto- (2016) ont signalé que les températures sont modérées sous chêne et pin sous l'effet de l'ombrage de leur houppier. Ainsi, la diminution de la densité et du rendement sous houppier de prosopis des plantes de manioc est fortement corrélée à la diminution régulière de l'intensité lumineuse et de l'eau constatée sous le houppier des *P. africana* à cause de leur ombrage.

La densité moyenne des plantes de manioc est moins élevée sous *P. africana* de 4,35 % dans la présente étude. Ce pourcentage est inférieur à ceux rapportés par Gbèravô *et al.* (2010) et Libert et Eyog-Matig (1996) qui ont trouvé une diminution respectivement de 24,14 % et de 20 % du nombre de plantes de cotonnier sous le karité et le *Faidherbia albida*. Cette différence du taux de l'effet du houppier

peut s'expliquer par le fait que le cotonnier a un cycle végétatif plus court que celui du manioc. La présente étude révèle que le rendement des plantes de manioc diminue de 57,9 % en moyenne sous houppier de prosopis. Les résultats corroborent ceux de plusieurs auteurs en ce qui concerne l'influence de l'arbre sur les rendements agricoles. En effet, Zouboudré *et al.* (2005) remarquent que malgré l'importance de l'humidité et la fertilité du sol sous les houppiers, la production du maïs est restée bien inférieure à celle relevée hors houppier. Louppe et Ouattara (1997) en Côte d'Ivoire ont trouvé que l'arbre induit de faibles pertes de rendements. Des observations semblables ont été faites sur une culture de sorgho associée au néré et au karité où les rendements avaient fléchi dans les parcelles sous houppier (Gnanglè *et al.*, 2013 ; Maiga, 1987 ; Nyberg et Högberg, 1995). Sarr (2001), a trouvé au Sénégal que le néré entraîne une baisse du rendement en gousses de l'arachide. Zhu *et al.* (1991) concluent dans leurs travaux que le rendement des cultures est fortement réduit par les arbres dans les associations blé-paulownia en Chine. Les résultats de l'analyse du rendement en coton graine dans les parcs à *Faidherbia albida* sont plus nuancés car neuf (09) arbres sur 15 ont montré un effet en faveur de la culture sous l'arbre et six (06) en défaveur (Libert et Eyog-Matig, 1996). Ce résultat conclut à un effet globalement positif du *Faidherbia* sur le rendement du cotonnier. Les auteurs ont tenté d'expliquer cela par le fait que *Faidherbia albida* aurait un effet variable en fonction de la fertilité de la station ; il favorise les cotonniers en mauvaises conditions et les concurrences lorsque les conditions sont meilleures. Louppe et Ouattara (1997) en Côte d'Ivoire ont trouvé que l'arbre à karité induit de très légers gains pour le maïs et l'arachide sur les parcelles les plus fertiles. Ces auteurs se rejoignent sur la fertilité des stations qui peut faire varier l'influence exercée par les arbres. Globalement les influences de l'arbre sur les rendements agricoles semblent être contradictoires.

L'existence de relations symbiotiques entre les deux espèces données soit possible. L'intérêt de l'association arbre-culture réside dans le maintien de la fertilité des terres et dans la durabilité des systèmes de culture (Traoré, 2003) d'autant plus que beaucoup d'auteurs ont trouvé que les arbres de prosopis sont des fertilisants des parcs de par leur biomasse foliaire et des nodosités de leur racine. En effet, les études de Kater *et al.* (1992) et de Tomlinson *et al.* (1995) rapportent que les arbres des champs ont des effets positifs sur la fertilité des sols, notamment sur les teneurs en matière organique et en azote, leurs zones d'influence représentant des îlots de fertilité en zone semi-aride. De même, les travaux de Bayala *et al.* (2002) à Saponé au Burkina Faso ont montré que le mulch des feuilles de karité a induit chez le mil, une augmentation de 120 % de son rendement grain et 43 % de son rendement en matière sèche totale.

Conclusion

Prosopis africana influence par son ombrage la production de manioc si l'on ne sait pas gérer son ombrage. Le nombre de racines tubérisées varient considérablement selon que l'on soit sous le houppier ou hors houppier. La croissance en hauteur et le rendement sont en fonction de l'ombrage de *Prosopis africana*. L'association de *P. africana* avec d'autres cultures supportant l'ombrage telles que le poireau, les épinards sont à recommander pour la conservation de cette espèce forestière. Il en est de même pour certains légumes racines comme la pomme-de-terre, certaines sortes de carottes ou encore la betterave et le navet qui supportent l'ombre.

Références bibliographiques

- Agbahungba, G., Depommier, D., 1989 : Aspects du parc à karité-néré (*Vitellaria paradoxa* Gaertn, f, *Parkia biglobosa* Jacq, Benth) dans le sud du Borgou (Benin), Bois et Forêts des Tropiques, n° 222, pp. 41-54.
- Ambang, Z., A. Akoa, N. Bekolo, J. Nantia, L. Nyobe, Y. S. Ongono, 2007 : Tolérance de quelques cultivars de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) et de l'espèce sauvage (*Manihot glaziovii*) à la mosaïque virale africaine et à la cercosporiose du manioc, Tropicultura, volume 25, n° 3, pp. 140-145.
- Balandier, P., Prévosto, B., 2016 : *Conséquences de l'application de sylvicultures dynamiques sur la biodiversité floristique du sous-bois en forêt: les apports d'un réseau d'expérimentation* (Doctoral dissertation, irstea) Rapport de recherche] irstea. 2016, pp. 36.
- Bayala, J., Z. Teklehaimanot, J. S. Ouedraogo 2002 : Millet production under pruned tree crowns in a parkland system in Burkina Faso, Agrofor, Syst; volume 54, pp. 203-214.
- Boffa, J., M., 2000 : Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne Food & Agriculture Org. (Vol. 34).
- Boumba, H., B., G., Samba-Kimbata, M., J., 2019 : Analyse de l'impact des déterminants de dégradation du couvert végétal sur les composantes environnementales de la réserve de chasse de la Lefini (Congo). EDUCI). Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement, volume 1, pp. 75-89.
- CeC (Cellule Communale) d'Aplahoué, 2022 : Rapport annuel d'activités. Agence Territoriale du Développement Agricole 5/Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche 41 p. +annexes.

- CeC (Cellule Communale) de Klouékanmè, 2022 : Rapport annuel d'activités. Agence Territoriale du Développement Agricole 5/Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche 44 p. +annexes.
- Diatta, A. A., N. Ndour, A. Manga, B. Sambou, C. S. Faye, L. Diatta, A. Goudiaby, C. Mbow, S. D. Dieng, 2016 : Services écosystémiques du parc agroforestier à *Cordyla pinnata* (Lepr. ex A. Rich.) Milne-Redh. dans le Sud du Bassin Arachidier (Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(6), 2511-2525. ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print). <http://ajol.info/index.php/ijbcs>, <http://indexmedicus.afro.who.int>, <http://www.ifgdg.org>.
- Dussol, L., 2016 : Économie des bois et gestion des forêts chez les anciens Mayas. Approche anthracologique à Naachtun (Guatemala). *Les nouvelles de l'archéologie* volume 142, pp. 38-43.
- FEWS (Financed Famine Early Warning System), 1998. La mosaïque du manioc menace la sécurité alimentaire en Afrique de l'Est, Rapport spécial N° 98-4 du 30 juillet 1998, pp. 80
- Gbèmavo, D. S. J. C., R. Glèlè Kakaï, A. E. Assogbadjo, A. Katary, P. Gnanglè, 2010 : Effet de l'ombrage du karité sur le rendement capsulaire du coton dans les agroécosystèmes coton-karité du Nord Bénin, *Tropicicultura*, volume 28 n°4 pp.193-199.
- Gbèmavo, D. S. J. C., R. Glèlè Kakaï, N. Sokpon, 2015 : Productivité du coton et du sorgho dans un système agroforestier à karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn) au Nord Bénin. Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, June 4-6, 2013, pp. 211.
- Gnanglè, C. P., C. Gbèmavo, K. Aïhou, R. Glèlè Kakaï, N. Sokpon, 2013 : Productivity of cotton and sorghum in an agroforestry system of shea trees (*Vitellaria paradoxa* gaertn) in northern Benin, *Natural Science*, Vol, 5, No, 2, pp. 207-213
- Houëtchégnon, T., D. S. J. C. Gbèmavo, C. Ouinsavi, N. Sokpon, 2015a: Structural characterization of *Prosopis africana* populations (Guill., Perrott. Et Rich.) Taub in Benin. *International Journal of Forestry Research* Volume 2015, pp. 9.
- Houëtchégnon, T., D. S. J. C. Gbèmavo, C. Ouinsavi, N. Sokpon, 2015b: Ethnobotanical knowledge and traditional management of mesquite (*Prosopis africana* Guill., Perrot. et Rich.) populations in Benin, West Africa. *The Journal of Ethnobiology and Traditional Medicine*. volume 125 pp. 1124-1135.
- Jonsson, K., C. K. Ong, J. C. W. Odongos, 1999: Influence of scattered nere and karite on microclimate, soil fertility and millet yield in Burkina Faso, *Exp, Agric*, volume 35, pp. 39-53.
- Kater, L. J. M., S. Kante, A. Budelman, 1992: Karité (*Vitellaria paradoxa*) and nere (*Parkia biglobosa*) associated with crops in South Mali, *Agrofor Syst*, volume 18 pp. 89-106.
- Libert, C. et Eyog-Matig, O, 1996 : *Faidherbia albida* et production cotonnière, in : «Les Parcs à Faidherbia » (*Acacia albida* Parklands), *Cahiers scientifiques du Cirad-Forêt*, volume 12, pp. 103-122.
- Lompo, L., 1992 : Dynamique et place de *Prosopis africana* (Guill, Perrot, et Rich.) Taub, dans les systèmes agricoles de la Sissili Burkina-Faso, Thèse d'Ingénieur du Développement Rural/ Institut du Développement Rural/Université de Ouagadougou, 63P + annexes.
- Louppe, D., Ouattara, N. K., 1997 : Influence du karité sur les productions agricoles du Nord de la Côte d'Ivoire. In : CIRAD-Forêt. 11ème Congrès forestier mondial. Synthèse « après-congrès ». Montpellier : CIRAD, Antalya, Turquie. Congrès forestier mondial, n°11, 10-13.
- Maiga, A., 1987 : L'arbre dans les systèmes agroforestiers traditionnels dans la province du Bazèga, Influence du karité, du néré et d'*Acacia albida* sur le sorgho et le mil, Rapport de stage, Ouagadougou : IRBET/CNRST, pp, 86.
- Maman, A., 2021 : Vulnérabilité du Karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn., 1807) face à la variabilité climatique dans la Commune de N'Dali au Bénin. Licence Professionnelle. Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 61 p.
- Nyberg, G., Högborg, P., 1995: Effects of young agroforestry trees on soils in farm situations in Western Kenya, *Agrofor, Syst*, volume 32, pp. 145-152.
- Ouoba, H. Y., B. Bastide, P. Coulibaly-Lingani, S. A. Kabore, J. I. Boussim, 2018 : Connaissances et perceptions des producteurs sur la gestion des parcs à *Vitellaria paradoxa* CF Gaertn.(Karité) au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, volume 12 n°6 pp. 2766-2783.
- Pasiecznik, N. M., P. J. C. Harris, S. J. Smith, 2004: Identifying Tropical *Prosopis* Species: A Field Guide. HDRA, Coventry, UK. ISBN 0 905343 34 4.
- Sarr, D., 2001 : Importance du néré (*Parkia biglobosa* Jacq Benth,) dans le système de culture à arachide (*Arachis hypogaea* L.) dans le terroir de la Néma en zone soudano-sahélienne (Sine-Saloum, Sénégal) – DEA biologie végétale UCAD, 37 p.
- Sinclair, F. L., 1999: A general classification of agroforestry practice, *Agrofor, Syst*, volume 46 pp.161-180.
- Tomlinson, H., Z. Teklehaimanot, A. Traore, E. Olapade, 1995: Soil amelioration and root symbioses of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth, in West Africa, *Agroforestry Systems*, volume 30, pp. 145-159.
- Traoré, K. B., 2003 : Le parc à karité : sa contribution à la durabilité de l'agrosystème, Cas d'une toposéquence à Konobougou (Mali-Sud), Thèse de doctorat : Sciences du sol Montpellier, CIRAD, 216 p.
- Weber, J. C., M. Larwanou, T. A. Abasse, A. Kalinganire, 2008 : Growth and survival of *Prosopis africana* provenances tested

in Niger and related to rainfall gradients in the West African Sahel. *Forest Ecology and Management*. Volume 256, n°4, pp 585-592.

Westphal, E. 1985 : Cultures vivrières tropicales avec références au Cameroun, Pudoc, Wageningen- Netherlands, 119-163.

World Agroforestry Centre, 2013: Agroforestry Glossary – Agroforestry System. <http://www.worldagroforestrycentre.org/InformationResources/AB.asp> Consulté le 17 février 2021.

Young A, 1986: Effects of trees on soils, In: Prinsley R, T, Swift M, J, (eds), *Amelioration of soil by trees*, London: Commonwealth Science Concil, 10-15.

Zhu, Z., M. Cail, S. Wang, Y. Jiang, 1991: *Agroforestry systems in China*, Chinese Academy of Forestry and Intern, Singapour: Canada Development Research Center, 216 p.

Zomboudré, G., G. Zombré, S., Guinko, H. R. Macauley, 2005 : Réponse physiologique et productivité des cultures dans un système agroforestier traditionnel : cas du maïs (*Zea mays* L.) associé au karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn.) dans la zone est du Burkina Faso. *BASE*. Volume 9 n°1 pp. 75–85.