

Troisième article : **Systèmes locaux de culture du pois de terre (pois Bambara) et adaptabilité des producteurs à la variabilité climatique au Bénin**

Par : C. A. Kanninkpo, Y. Y. Akin, G. Dagbenonbakin et C. A. I. N. Ouinsavi

Pages (pp.) 17-31.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) – Juin 2022 – Volume 32 - Numéro 01

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](mailto:sp.inrab@inrab.org) / [inrabdg1@yahoo.fr](mailto:inrabdg1@yahoo.fr) / [brabpisbinrab@gmail.com](mailto: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](mailto:brabpisbinrab@gmail.com)

République du Bénin

## Sommaire

Sommaire	i
Informations générales	ii
Indications aux auteurs	iii
Déterminants de l'abandon des foyers améliorés dans les systèmes de production du sel à Djègbadji, au Sud-Bénin <b>E. A. Padonou, E. Totin, B. A. Akakpo, E. Gbenontin et M. A. Kolawole</b>	1
Evaluation of acute toxicity of aqueous extract of <i>Parkia biglobosa</i> and <i>Pterocarpus erinaceus</i> in albino wistar rats <b>V. F. G. N. Dèdèhou, G. G. Alowanou, A. P. Olounladé and S. M. Hounzangbé Adoté</b>	10
Systèmes locaux de culture du pois de terre (pois Bambara) et adaptabilité des producteurs à la variabilité climatique au Bénin <b>C. A. Kanninkpo, Y. Y. Akin, G. Dagbenonbakin et C. A. I. N. Ouinsavi</b>	17
Banana Bunchy Top Disease (BBTD): Distribution, incidence and farmers' knowledge in Benin <b>M. Y. Vodounou, U. Agoi and M. Zandjanakou-Tachin</b>	32
Massage avec des extraits de plantes médicinales dans le traitement traditionnel des lombalgies et douleurs chroniques de l'appareil locomoteur humain : Synthèse bibliographique <b>M. S. Dako, H. A. S. Kora, K. M. Kafoutchoni, V. S. Kolawole, L. Yessoufou, F. J. Chadare, A. E. Assogbadjo et M. M. Lawani</b>	44
Caractérisation de la production du pain à base de farine de blé au Bénin <b>T. K. Bossou, D. S. Dabadé, S. Adetonah, O. D. Bello, G. D. L. Atchouke, K.U.S. Edikou et J. Dossou</b>	83
Evaluation des performances des technologies endogènes les plus prometteuses pour la production de jus d'orange à petite échelle au Bénin <b>P. A. F. Houssou, V. Dansou, A. B. Hotegni, W. A. Sagui, C. Sacca, K. Aboudou et H. Zannou</b>	98
Renforcement des capacités de résilience des ménages ruraux aux changements climatiques en production animale et halieutique au Bénin <b>S. C. Akpovi et P. V. Vissoh</b>	106
Genetic diversity and phylogeny of wild cowpea [ <i>Vigna unguiculata</i> L. (Walp)] accessions using Simple Sequence Repeat Markers (SSRM) <b>A. J. C. Quenum, A. Bodian, D. Foncéka, N. Cissé, I. Diédhiou, S. Diallo, D. Diouf and M. S. Mbaye</b>	124
Influence des représentations sociales sur l'adoption de la mécanisation dans la production agricole au Bénin <b>C. L. Hinnou, A. O. A. Ayedoun, G. Maboudou Alidou et R. Okouadé</b>	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](mailto: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 ADJANOHOOUN (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](mailto: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'autoplaiat 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'Autoplaiat 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 **brièveté** (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., Youssao 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<sup>ème</sup> 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<sup>ère</sup> 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.



## Systèmes locaux de culture du pois de terre (pois Bambara) et adaptabilité des producteurs à la variabilité climatique au Bénin

C. A. Kanninkpo<sup>1,2,3</sup>, Y. Y. Akin<sup>1,2</sup>, G. Dagbenonbakin<sup>3</sup> et C. A. I. N. Ouinsavi<sup>1</sup>

<sup>1,2,3</sup>MSc. Ir. Claude Amoussou KANNINKPO, Laboratoire d'Etudes et de Recherches Forestières (LERF), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), BP 123 Parakou & Laboratoire d'Appui à l'Amélioration de la Santé des Sols, de la qualité de l'Eau et de la Sauvegarde de l'Environnement (2A2S2E), Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 01 BP 988 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : [ckanninkpo@gmail.com](mailto:ckanninkpo@gmail.com), Tél. : (+229)97600365, République du Bénin

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

<sup>2</sup>MSc. Yanik Yaï AKIN, <sup>1</sup>LERF/FA/UP, <sup>3</sup>Laboratoire de Biomathématiques et d'Estimations Forestières (LABEF), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (UAC), BP 123 Parakou, E-mail : [yanakinde22@gmail.com](mailto:yanakinde22@gmail.com), Tél. : (+229)66354393, République du Bénin

<sup>3</sup>Pr. Dr Ir. Gustave Dieudonné DAGBENONBAKIN, Programme d'Amélioration de la Productivité des Petites Exploitations PAPAPE/SAPEP/INRAB-MAEP, 01 BP 988 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : [daoust63@yahoo.fr](mailto:daoust63@yahoo.fr), Tél. : (229) 95 56 18 60, République du Bénin

\* Auteur correspondant : E-mail : [ckanninkpo@gmail.com](mailto:ckanninkpo@gmail.com)

### Résumé

Les luttes contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté sont devenues une préoccupation majeure dans la plupart des pays du monde dans un contexte marqué par les variations climatiques concomitamment à la dégradation des sols et autres ressources naturelles. Ainsi, le défi de la recherche agricole est de contribuer durablement à l'amélioration des rendements des cultures et de la productivité des sols. L'étude a évalué les différentes contraintes liées à la promotion ou à l'extension de la culture du pois de terre au Bénin. Une enquête a été réalisée sur un échantillon de 202 producteurs de pois de terre. Les données liées aux caractéristiques sociodémographiques, aux variables d'état agricoles (productivité, pratiques culturales, systèmes de cultures, etc.), aux contraintes inhérentes aux opérations culturales (labour, défrichage, sarclage, semis, récolte, etc.) et aux antécédents culturels ont été collectées. Les résultats ont indiqué que le rendement a varié seulement suivant les zones agroécologiques ( $P < 0,001$ ). De plus, les régressions linéaires logistiques binaires n'ont indiqué l'influence manifeste d'aucun facteur sociodémographique (ZAE, niveau d'instruction, genre et groupe ethnique) sur les systèmes de culture ( $P > 0,05$ ); à l'exception de l'association de la culture de pois de terre aux cultures céréalières (Coefficient =  $0,99 \pm 0,39$ ,  $P = 0,009$ ); suggérant que les producteurs qui étaient mieux instruits pratiquaient plus l'association des céréales au pois de terre. Les résultats des tests d'indépendance de Chi-deux de Pearson ont indiqué une forte association entre les variables sociodémographiques et le choix des antécédents culturels ( $X^2 = 237,03$ ; ddl = 180 et  $P = 0,003$ ). Ainsi, les femmes et les hommes adultes Ditamari et Natimba de la ZEA 3 ont préféré plus faire précéder la culture du sorgho à celle du pois de terre, par opposition aux femmes adultes Boko et Ditamari respectivement dans les ZAE 2 et 4. Par ailleurs, les hommes ont plus indiqué les opérations de défrichage comme problème majeur en lien aux opérations culturales par opposition aux femmes qui en ont désigné le labour. Les résultats obtenus peuvent permettre de définir les stratégies de promotion et de conservation mais aussi être utilisés dans les programmes d'amélioration des conditions de culture ou de l'extension de la culture du pois de terre au Bénin.

**Mots clés** : Pois de terre, systèmes de culture, adaptation, variabilité climatique, Bénin

### Local cultural systems of Bambara nut and adaptability of farmers to climate variability in Benin

#### Abstract

The fight against food insecurity and poverty has become a major concern in most countries of the world in a context of climatic variations coupled with the degradation of natural resources including the soil. In such circumstances, great attention needs to be paid to the sustainable improvement of soil productivity and crop yields. The study assessed the different constraints related to the promotion or extension of bambara groundnut production in Benin. A survey was conducted among 202 bambara groundnut producers. Data related to socio-demographic characteristics, status of agricultural variables such as productivity, cultural practices, cropping systems and constraints inherent in farming practices (ploughing, clearing, weeding, sowing, harvesting) as well as previous cropping history were collected. The results indicated a significant yields variation across the agro-ecological zones (Prob < 0.001). The socio-demographic factor (ZAE, level of education, gender, ethnic group) did not significantly influence the cropping systems ( $P > 0.05$ ), except for the intercropping of bambara groundnut with cereal crops (Coefficient =  $0.99 \pm 0.39$ , Prob = 0.009). The results of Pearson's chi-squared test indicated a strong association between sociodemographic variables and the choice of previous crops ( $X^2 = 237.03$ ; df =

180; Prob = 0.003). Besides, the male and female of Ditamari and Natimba from the AEZ 3 preferred to precede the cultivation of sorghum to bambara groundnut, as opposed to the female of Boko and Ditamari from the AEZs 2 and 4 respectively. Besides, the male had pointed out more land clearing as a major problem linked to farming practices, as opposed to a female who highlighted ploughing. These results are of great importance in promoting the sustainable production of bambara groundnut in Benin.

**Key words:** Bambara nut, cultural systems, adaptation, climate variability, Bénin

## Introduction

Au plan mondial, environ 795 millions de personnes sont sous-alimentées. En Afrique subsaharienne, une personne sur quatre est concernée par ce fléau (Heri-Kazi et Biolders, 2020). Ainsi la sécurité alimentaire et la lutte contre la pauvreté sont devenues une priorité de la plupart des pays du monde (Ovono *et al.*, 2009). La situation est particulièrement préoccupante dans plusieurs pays de l'Afrique subsaharienne car l'agriculture y constitue la base de l'économie et tout y est mis en œuvre pour son intensification ou sa diversification (Eromosele *et al.*, 2008). Dans le contexte actuel de ces pays, les petits producteurs organisés ou non en petites entreprises agricoles jouent un rôle très important dans la lutte pour la sécurité alimentaire des ménages agricoles pauvres (Ellis, 2005; Heri-Kazi et Biolders, 2020). Toutefois, ce type d'agriculture est basé sur un système de production agricole peu performant et est paradoxalement caractérisé par une surexploitation des ressources naturelles qui constituent le socle de son fonctionnement en raison de la forte pression démographique provenant essentiellement de la population rurale (Diao *et al.*, 2010). Ceci justifie le fait que l'Afrique subsaharienne, reste la seule région au monde où, depuis des décennies, le rendement des produits agricoles et les quantités produites par habitant continuent de baisser (Jayne *et al.*, 2010 ; Muchena *et al.*, 2005). A contrario, les besoins alimentaires en milieu rural augmentent (Bricas *et al.*, 2016). Le défi de la recherche agricole est donc de contribuer à l'amélioration des rendements des cultures et de la productivité des sols, tout en sauvegardant l'environnement. De nombreux pays africains, à l'instar du Bénin continuent d'investir dans la production des cultures de rentes (coton, café et cacao) et surtout industrielles au détriment des cultures vivrières dont certaines sont à l'abandon et menacées de disparition comme certaines plantes alimentaires (Bertrand *et al.*, 2021 ; Djè *et al.*, 2005).

Le pays connaît depuis des décennies (plus de 40 ans) de très fortes variabilités climatiques caractérisées par une fluctuation de la périodicité ou de la durée des précipitations, une variation de la pluviométrie annuelle, un climat de plus en plus chaud, la sécheresse ou, des inondations subites et imprévisibles, la dégradation des sols, des vents violents et la prolifération des maladies et ravageurs (Yabi et Afouda, 2012). Ces changements climatiques, grandes sources d'inquiétude pour les agriculteurs (Luka et Yahaya, 2012), affectent négativement les rendements agricoles par leurs impacts sur la croissance, le développement des plantes et la diversité variétale (Rahman, 2015). Ils se manifestent essentiellement par la hausse de la température et la diminution des précipitations (Gnangle *et al.*, 2012). Ainsi, beaucoup d'agriculteurs hésitent la plupart du temps et par précaution, à investir dans des cultures stratégiques comme les cultures vivrières, dont le rendement dépend pour une large part de la composante climatique. Ce sont autant de facteurs qui contribuent à coup sûr à une insécurité alimentaire croissante, à la vulnérabilité des populations agricoles, à la réduction des revenus des ménages et à une augmentation de la pauvreté (Deressa *et al.*, 2011; Srivastava *et al.*, 2012). Dans ce contexte, les légumineuses à graines sont très importantes du fait de la forte contribution de leur culture à la résilience des populations à l'insécurité alimentaire et nutritionnelle (Ouoba *et al.*, 2018). Le voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) ou pois Bambara encore pois de terre, est appelé à jouer un rôle important (Heri-Kazi et Biolders, 2020). Cette plante serait une légumineuse à graine très importante dans l'amélioration des propriétés physico-chimiques des sols et l'augmentation du rendement des cultures non fixatrices d'azotes en association ou rotation (Bado, 2002 ; Bertrand *et al.*, 2021). Sa graine serait hautement calorique (387 kcal/100 g), très riche en vitamines, en éléments minéraux et en protéines et la plante serait bien adaptée à diverses conditions climatiques et écologiques (Amarteifio *et al.*, 2006 ; Onwubiko *et al.*, 2011). Le pois de terre est la troisième légumineuse la plus importante en termes de production et de consommation après l'arachide (*Arachis hypogaea* (L.) et le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Oparaeke et Bunmi, 2006). Bertrand *et al.* (2021), ont mentionné qu'elle est devenue une partie intégrante des systèmes agricoles et alimentaires en Afrique de l'Ouest. Sa forte valeur nutritive fait d'elle un aliment capital et un très bon complément alimentaire des céréales et tubercules qui constituent la base de l'alimentation, et lui assure une grande importance sur les plans social et culturel.

L'un des atouts de la culture de cette plante est le fait de son adaptation aux sols pauvres, à la sécheresse, au stress salin, ainsi que son aptitude à produire dans les conditions où l'arachide échoue (Jideani et Diedericks, 2014 ; Taffouo *et al.*, 2010) et à diverses conditions climatiques et écologiques des zones agroécologiques (Chantal *et al.*, 2018). Ainsi, se comprend le fait qu'elle est souvent utilisée dans les systèmes traditionnels de rotation et d'assolement avec les céréales (Akedrin *et al.*, 2010 ; Anikwe et Atuma, 2003). Nonobstant les contraintes liées aux conditions climatiques et édaphiques, sa culture serait confrontée à certains us et coutumes et nécessiterait un travail particulièrement pénible du sol. Plusieurs travaux de recherche conduits sur l'optimisation de l'efficacité du travail du sol ou de l'utilisation des biofertilisants efficaces sur la culture des légumineuses ont révélé que le pois de terre est une denrée bien présente et très appréciée par les populations est sous-exploitée et jadis qualifiée de « nourriture des pauvres » (Bertrand *et al.*, 2021) mais qui connaît de plus en plus une envolée de ses prix de consommation sur les marchés locaux ; sans doute en raison de certains préjugés et des conditions de culture. Ainsi la faible tendance de la production du pois de terre serait probablement due au fait qu'il soit considéré traditionnellement comme une culture indigène marginal ; réservée surtout aux femmes et non comme une culture lucrative ou de rente (De Kock, 2013). Par conséquent, elle est considérée comme une plante négligée et sous utilisée au Bénin (Dansil *et al.*, 2012) comme dans d'autres pays d'Afrique (Chijioko *et al.*, 2010). Ainsi, les efforts de la recherche scientifique doivent s'atteler à travailler afin d'améliorer les conditions de culture ou tout au moins à la rendre plus visible. C'est dans cette logique que l'étude a été réalisée dans le but de décrire les systèmes locaux et d'évaluer les contraintes liées aux opérations culturales du pois de terre au Bénin.

## Méthodologie

### **Localisation, Technique d'échantillonnage et de collecte des données**

Les sites de collecte des données ont été localisés dans 20 communes réparties dans quatre Zones Agroécologiques (figure 1). Cinq cent un (501) producteurs locaux de pois sont préalablement recensés au niveau des sites de recherches du PAPAPE répartis dans 20 communes ou cinq zones agroécologiques (tableau 1). Sur cet effectif, deux cent deux (202) producteurs ont été ciblés au hasard. Les données d'enquête ont été collectées à l'aide de fiche structurée sous forme de questionnaire. Les éléments de description des systèmes locaux de culture du pois, la productivité des systèmes et les principales contraintes à l'essor de la culture dans les différentes zones ont été recueillis.

**Tableau 1. Taille de l'échantillonnage suivant les zones agro écologiques (ZAE) considérées**

Zone Agroécologique (ZAE)	Nombre d'enquêtés	Effectif total des producteurs	Effort d'échantillonnage (%)
ZAE 2	28	83	33,73
ZAE 3	83	129	64,34
ZAE 4	41	120	34,17
ZAE 5	48	169	28,40
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>501</b>	<b>39,92</b>

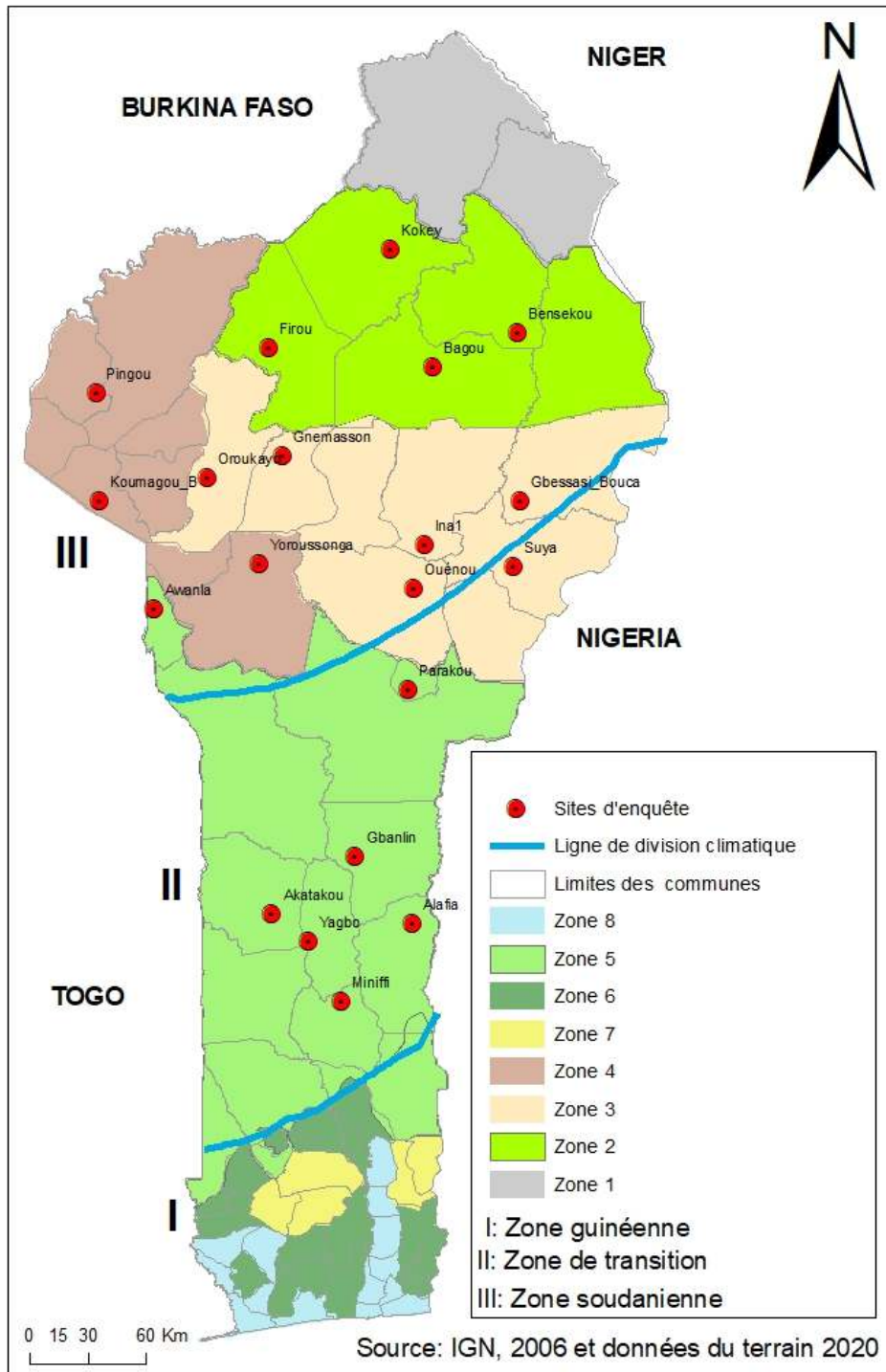


Figure 1. Localisation des sites d'enquête

**Traitements et analyse statistique des données**

Les variables socioprofessionnelles (genre, ethnie, niveau d'instruction, âge, nombre d'activités) ont été soumises aux statistiques descriptives (calcul de proportion pour les variables qualitatives et moyennes suivies d'erreur type pour les variables quantitatives). Pour déterminer l'effet des facteurs

sociodémographiques sur les pratiques agricoles, des analyses de variance (interligne, inter-plants, densité) et des régressions linéaires généralisées de la famille de poisson (nombre sarclages, cycle mois) ont été réalisées. Des statistiques descriptives (Moyenne, Erreur-type) des pratiques culturales suivant les zones agroécologiques étaient calculées pour illustration. Les régressions linéaires logistiques binaires ont été réalisées pour évaluer l'effet des facteurs professionnels sur les systèmes de culture (association culturale, association avec les légumineuses, association avec les céréales). Le test d'indépendance Chi-deux de Pearson suivi des analyses factorielles de correspondances simples (ACF) étaient réalisés pour mesurer et décrire l'association entre les variables sociodémographiques et le choix des antécédents culturels. Pour décrire la variabilité des contraintes liées aux opérations culturales suivant le profil des enquêtés, une Analyse en Composante principale (ACP) a été faite sur la matrice de dimension  $n_i \times p_i$  avec  $n_i$  les variables sociodémographiques d'intérêts et  $p_i$  les différentes contraintes évoquées. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées dans le logiciel R.4.1.1 (R Core Team, 2021)

## Résultats

### Description sociodémographique des enquêtés

Les statistiques descriptives permettant de renseigner la situation sociodémographique des enquêtés ont été présentées dans le tableau 1.

Tableau 2. Description sociodémographique des enquêtés suivant les zones agroécologiques

Variables	Modalités	Zone agroécologique			
		ZAE 2	ZAE 3	ZAE 4	ZAE 5
Genre	Féminin	10 (35,71)	51 (75,00)	34 (82,93)	11 (45,83)
	Masculin	18 (64,29)	17 (25,00)	07 (17,07)	13 (54,17)
Ethnie	Bariba	21 (75,00)	1 (1,47)	-	-
	Boko	07 (25,00)	-	-	-
	Berba	-	-	12 (29,27)	-
	Ani	-	1 (1,47)	-	-
	Ayindè	-	2 (2,94)	-	-
	Biara	-	1 (1,47)	-	-
	Ditamari	-	9 (13,24)	22 (53,66)	-
	Ganganme	-	1 (1,47)	-	-
	Goumanché	-	7 (10,29)	-	-
	Lokpa	-	9 (13,24)	05 (7,35)	1 (4,17)
	Nathénie	-	2 (2,94)	-	-
	Natimba	-	28 (41,18)	-	-
	Otamari	-	5 (7,35)	-	-
	Tayba	-	1 (1,47)	-	-
	Yinnin	-	1 (1,47)	-	-
	Peulh	-	-	1 (1,47)	-
	Kabie	-	-	1 (1,47)	1 (4,17)
	Mahi	-	-	-	11 (45,83)
	Nagot	-	-	-	1 (4,17)
	Adja	-	-	-	1 (4,17)
Fon	-	-	-	2 (8,33)	
Idaatcha	-	-	-	7 (29,17)	
Instruction	Aucun	21 (75,00)	58 (85,29)	29 (70,73)	1 (4,17)
	Primaire	2 (7,14)	-	-	8 (33,33)
	Secondaire	3 (10,71)	4 (5,88)	4 (9,76)	10 (41,67)
	Supérieur	2 (7,14)	6 (8,82)	8 (19,51)	5 (20,83)
Age		43,53 ± 2,12	42,76 ± 1,42	34,80 ± 1,92	42,79 ± 2,30
Nombre activité		01,78 ± 0,08	01,62 ± 0,06	01,56 ± 0,08	01,42 ± 0,15



Elles ont indiqué que les femmes productrices étaient majoritaires dans les zones agroécologiques 3 et 4 (ZAE 3 et 4) (respectivement de 75 et 82,93%) contrairement aux zones agroécologiques 2 et 5 dominées par les hommes producteurs (respectivement de 54 et 54,17%). Les Baribas (75%) et Boko (25%) étaient exclusivement les groupes ethniques rencontrés dans la ZAE 2 alors que les Natimba (41,18%) suivis de Lokpa (13%), Ditamari (13%) et Goumanché (10,29%) l'étaient dans la ZAE 3. La ZAE 4 était majoritairement composée de Ditamari (53,66%) et Berba (29,27%) et la ZAE5 de Mahi (45,83%) et Idaatcha (29,17%). Excepté la ZAE 5 pour laquelle 33,33 et 41,67% avaient respectivement les niveaux d'instructions primaire et secondaire, la plupart des enquêtés n'étaient pas instruits (respectivement de 75,00, 85,29 et 70,73% pour les ZAE2, 3 et 4). Les enquêtés étaient majoritairement des adultes ayant au minimum une activité, cela témoignait de la maturité et de la qualité des informations recueillies.

## Déterminant sociodémographique des pratiques agricoles

### Productivité

Les résultats des analyses de variances réalisées sur les rendements ont indiqué que seule la zone agro-écologique était le facteur ayant influencé statistiquement (Ddl = 3, Valeur de F = 7,32 et  $Pr(> F) < 0,001$ ). Ainsi les rendements étaient statistiquement élevés dans les zones agro-écologiques 2 et 4 (respectivement de  $758,85 \pm 51,43$  et  $718,26 \pm 36,03$  en moyenne) comparées aux ZAE 3 et 5 (respectivement de  $594,41 \pm 37$  et  $524,44 \pm 34,97$  en moyenne) (Figure 2).

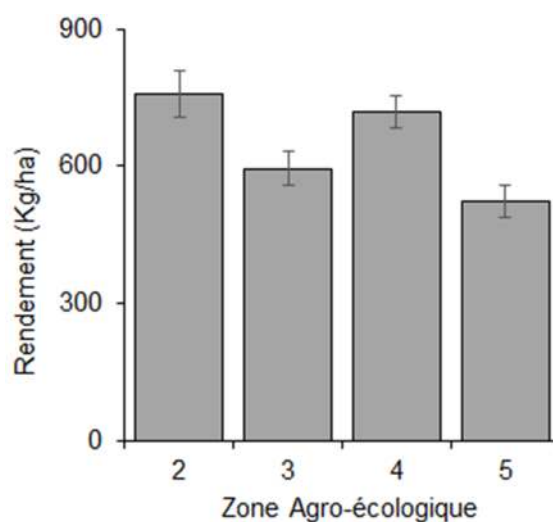


Figure 2. Variabilité du rendement suivant les zones-agro-écologiques (ZAE)

### Pratiques culturales

Les facteurs sociodémographiques qui ont influencé les pratiques culturales ont été résumés dans le tableau 3.

Tableau 3. Effet des facteurs sociodémographiques sur les pratiques agricoles : résultats des analyses de variance (Interligne, Inter-plants, densité) et régressions linéaires généralisées de la famille de poisson (Nombre sarclages, Cycle mois)

Source de variation	Ddl	Interligne	Inter-plants	Densité	Nombre de sarclages	Cycle mois
		F	F	F	Déviante	Déviante
ZAE	3	17,86 <sup>s</sup>	6,40 <sup>s</sup>	7,60 <sup>s</sup>	1,49 <sup>s</sup>	3,13 <sup>s</sup>
Genre	1	0,86 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	2,39 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>s</sup>	0,56 <sup>s</sup>
Groupe	22	1,89 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	1,54 <sup>ns</sup>	3,49 <sup>ns</sup>	4,22 <sup>ns</sup>
Instruction	3	1,10 <sup>ns</sup>	1,95 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>
Nombre activités	1	3,19 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	3,73 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>

Ddl = degré de liberté, F : Statistique F de Fisher, s et ns indiquent respectivement la significativité ou non au seuil de 5%.

Les résultats des analyses de variances ont indiqué que les distances interligne, inter-plant, de même que la densité des plants à l'hectare ont seulement varié statistiquement suivant la zone agroécologique. Par ailleurs, les résultats des modèles linéaires généralisés ont indiqué un effet du genre sur le nombre de sarclages et le cycle (Tableau 3). Ainsi, le nombre de sarclage était plus important dans les ZAE 3 et 6 que dans les ZAE 4 et 5. Il en était de même pour les interlignes contrairement à la distance inter-plant pour laquelle les valeurs les plus élevées étaient enregistrées dans les zones 4 et 5 (Tableau 4). Les producteurs de la ZAE 4 ont utilisé des cultivars à cycle plus long. Le test de corrélation de Pearson a indiqué une corrélation fortement négative ( $C = -0,81$ ,  $Prob = 000$ ) entre les interlignes et la densité des plants ; indiquant en toute logique une diminution de la densité des plants avec l'augmentation des interlignes. L'ensemble des autres pratiques culturales étaient faiblement corrélées au rendement ( $|C| < 0,30$ ,  $P > 0,05$ ).

**Tableau 4. Statistiques descriptives (Moy : Moyenne, ET : Erreur-type) des pratiques culturales suivant les zones agroécologiques**

Pratiques culturales	Zones agroécologiques (ZAE)			
	3	4	5	6
	Moyenne ± Erreur-type	Moyenne ± Erreur-type	Moyenne ± Erreur-type	Moyenne ± Erreur-type
Interlignes	0,78 <sup>b</sup> ± 0,01	0,66 <sup>d</sup> ± 0,02	0,73 <sup>c</sup> ± 0,02	0,83 <sup>a</sup> ± 0,02
Inter-plants	0,17 <sup>c</sup> ± 0,01	0,20 <sup>a</sup> ± 0,01	0,20 <sup>a</sup> ± 0,01	0,23 <sup>b</sup> ± 0,01
Densité x (10 <sup>4</sup> )	7,68 <sup>b</sup> ± 0,09	8,43 <sup>a</sup> ± 0,30	8,03 <sup>a</sup> ± 0,58	5,64 <sup>c</sup> ± 0,23
Nombre de sarclage	2,07 <sup>a</sup> ± 0,07	1,87 <sup>b</sup> ± 0,05	1,88 <sup>b</sup> ± 0,06	2,08 <sup>a</sup> ± 0,08
Cycle mois	3,08 <sup>b</sup> ± 0,06	3,35 <sup>a</sup> ± 0,06	3,12 <sup>ab</sup> ± 0,05	3,00 <sup>b</sup> ± 0,00

En ligne, les mêmes lettres indiquent les moyennes statistiquement similaires au seuil de 5%.

### Systemes de cultures

Les résultats des régressions linéaires logistiques binaires ont indiqué qu'aucun facteur sociodémographique (Niveau d'instruction, Genre, Groupe ethnique) n'a influencé les systèmes de culture tels que l'association culturale et l'association avec les légumineuses ( $P > 0,05$ ). Ainsi, les enquêtés faisaient de l'association culturale ou utilisaient les légumineuses indépendamment du genre ou de la catégorie socio-professionnelle. Seul, le niveau d'instruction a influencé l'association exceptionnelle du pois de terre aux céréales autres que le maïs (Coefficient =  $0,99 \pm 0,39$ ,  $Prob = 0,009$ ) ; suggérant que les producteurs les mieux instruits pratiquaient plus l'association desdits céréales au pois de terre.

### Antécédents culturaux

Les résultats des tests d'indépendance Chi-deux de Pearson ont indiqué une forte association entre les variables sociodémographiques et le choix des antécédents culturaux ( $X^2 = 237,03$ ,  $ddl = 180$ ,  $Prob = 0,003$ ). Les résultats des analyses factorielles de correspondances simples ont indiqué que les trois premiers axes principaux ont rapporté 70% des informations de départ, ce qui était suffisant pour garantir une précision dans les interprétations. Sur le premier axe factoriel, les variantes sociodémographiques ZAE.2\_M\_Bariba\_A, ZAE.3\_F\_Natimba\_A et les cultures arachides et coton ont fortement contribué à la formation du premier axe factoriel alors que ZAE.3\_F\_Ditamari\_A, ZAE.3\_M\_Lokpa\_A et les cultures du maïs et du sorgho l'ont été pour le deuxième axe principal. Les variantes, ZAE.3\_F\_Goumanché\_A, ZAE.3\_F\_Natimba\_J, ZAE.3\_M\_Natimba\_A et ZAE.4\_F\_Ditamari\_A et les cultures du soja et du voandzou comme antécédents ont fortement contribué à la formation du troisième axe principal (Tableau 5). Ainsi, les projections des variables sociodémographiques et antécédents culturaux sur les deux premiers axes principaux ont indiqué que les femmes Goumanché et Natimba adultes, les jeunes femmes Natimba de la ZAE 3, les jeunes femmes Ditamari de la ZAE 4, les femmes adultes Idaatcha et Mahi de la ZEA 5 cultivaient le soja, l'arachide ou observaient une jachère avant l'installation du pois contrairement aux femmes et hommes adultes Bariba de la ZAE 2 et aux hommes adultes ou vieux Lokpa de la ZAE 3 qui préféraient le coton ou le maïs comme antécédents culturaux. Par ailleurs, les femmes et hommes adultes Ditamari et Natimba de la ZEA 3 ont préféré le sorgho à une culture antérieure de légumineuses ou reprise de la

culture du pois de terre par opposition aux femmes adultes Boko et Ditamari respectivement dans les ZAE 2 et 4 (Figure 3).

**Tableau 5. Contribution des caractéristiques sociodémographiques et des antécédents cultureaux ayant une meilleure représentativité à la formation des trois premiers axes factoriels**

Variables	Axes factoriels		
	1	2	3
<b>Socio-démographiques</b>			
ZAE.2_F_Bariba_A	6,26	<b>6,77</b>	0,74
ZAE.2_F_Boko_A	0,00	1,21	5,72
ZAE.2_M_Bariba_A	<b>32,58</b>	2,91	8,48
ZAE.3_F_Ditamari_A	19,93	<b>68,38</b>	0,57
ZAE.3_F_Goumanché_A	0,02	0,24	<b>19,49</b>
ZAE.3_F_Natimba_A	<b>8,33</b>	1,54	0,23
ZAE.3_F_Natimba_J	0,23	0,57	<b>12,68</b>
ZAE.3_M_Lokpa_A	5,57	<b>8,69</b>	4,18
ZAE.3_M_Lokpa_V	1,07	0,98	<b>7,16</b>
ZAE.3_M_Natimba_A	0,06	0,09	<b>14,19</b>
ZAE.4_F_Ditamari_A	2,38	0,21	<b>11,39</b>
ZAE.4_F_Ditamari_J	5,37	0,62	0,01
ZAE.5_F_Idaatcha_A	4,23	0,19	5,63
ZAE.5_F_Mahi_A	5,18	0,26	5,58
<b>Antécédents cultureaux</b>			
Arachide	<b>16,86</b>	0,58	11,17
Coton	<b>19,68</b>	4,56	10,66
Jachère	12,25	0,73	2,36
Maïs	19,04	<b>23,43</b>	7,12
Soja	1,26	8,38	<b>49,11</b>
Sorgho	27,67	<b>60,54</b>	3,60
Voandzou	0,00	1,43	<b>13,28</b>

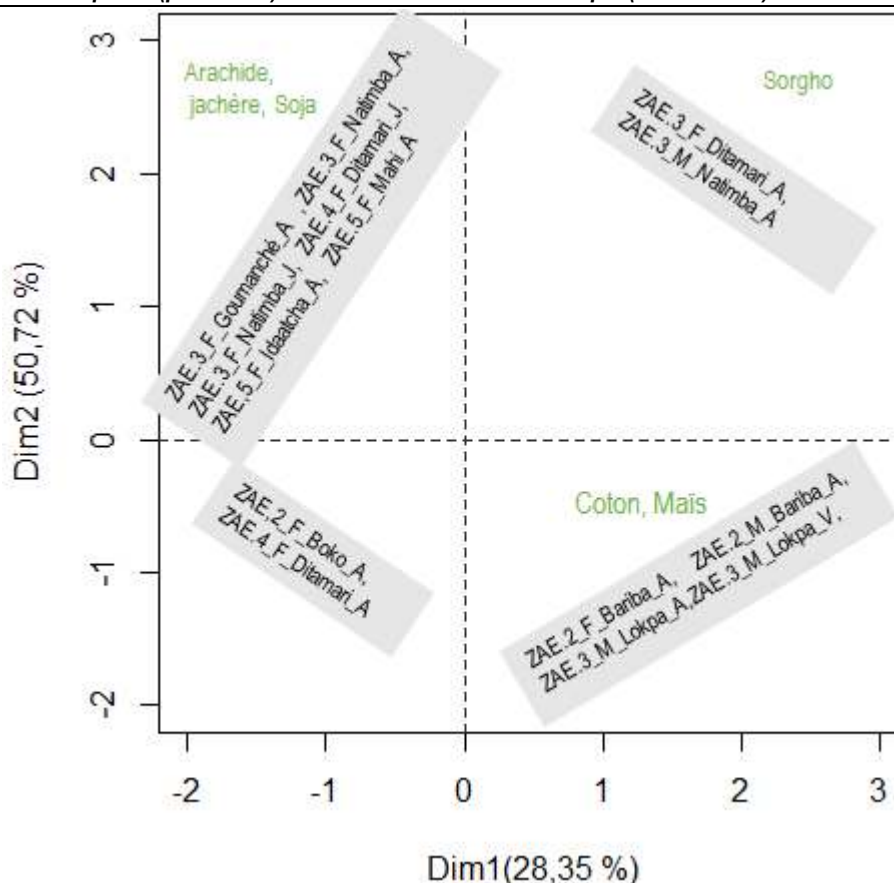


Figure 3. Projections des caractéristiques sociodémographiques et des antécédents cultureux ayant de forte contribution ( $C_i \geq 1/\text{nombre de variantes}$ ) et meilleure qualité de représentation ( $Q_i \geq 50\%$ ) sur les deux premiers axes factoriels.

### Variabilité des difficultés liées aux opérations culturales

La matrice de corrélation entre les deux premiers axes principaux représentant les difficultés liées aux opérations culturales a été présentée dans le tableau 6.

Tableau 6. Matrice de corrélation entre les deux premiers axes principaux et les difficultés liées aux opérations culturales

Variables	Dim.1	Dim.2
Défrichage	0,62	0,65
Labour	0,80	-0,29
Semis	-0,68	-0,03
Sarclage	-0,15	-0,74
Récolte	-0,50	0,61

Les résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) ont indiqué que les deux premiers axes principaux portent 60% des informations initiales, ce qui était suffisant pour garantir une précision dans les interprétations. Sur le premier axe principal, le défrichage, le labour, le semis et la récolte avaient une bonne qualité de représentation et étaient fortement corrélés ( $|\text{corrélation}| \geq 0,5$ ) à cet axe. Le défrichage et le labour y ont été représentés positivement ; par opposition à aux opérations de semis et de récolte représentés négativement. Sur le deuxième axe principal, le défrichage, le sarclage et la récolte ont eu une bonne qualité de représentation ou d'association ( $|\text{corrélation}| \geq 0,5$ ). Ainsi, le deuxième axe principal a révélé que ceux qui ont indiqué le défrichage ont également évoqué la récolte comme difficulté par opposition à ceux qui ont cité le sarclage.

Le défrichage et le labour ont été les opérations qui discriminaient les hommes des femmes (figure 4. a). Les hommes ont plus indiqué le défrichage comme une opération pénible par opposition aux femmes qui ont désigné le labour. Le défrichage et le labour ont respectivement été indiqués par les adultes et les jeunes (Figure 4. b). La récolte et le labour étaient des difficultés qui ont distingué la ZAE 4 des autres zones. Dans la ZAE 5, le défrichage était reconnu comme l'opération culturelle majeure.

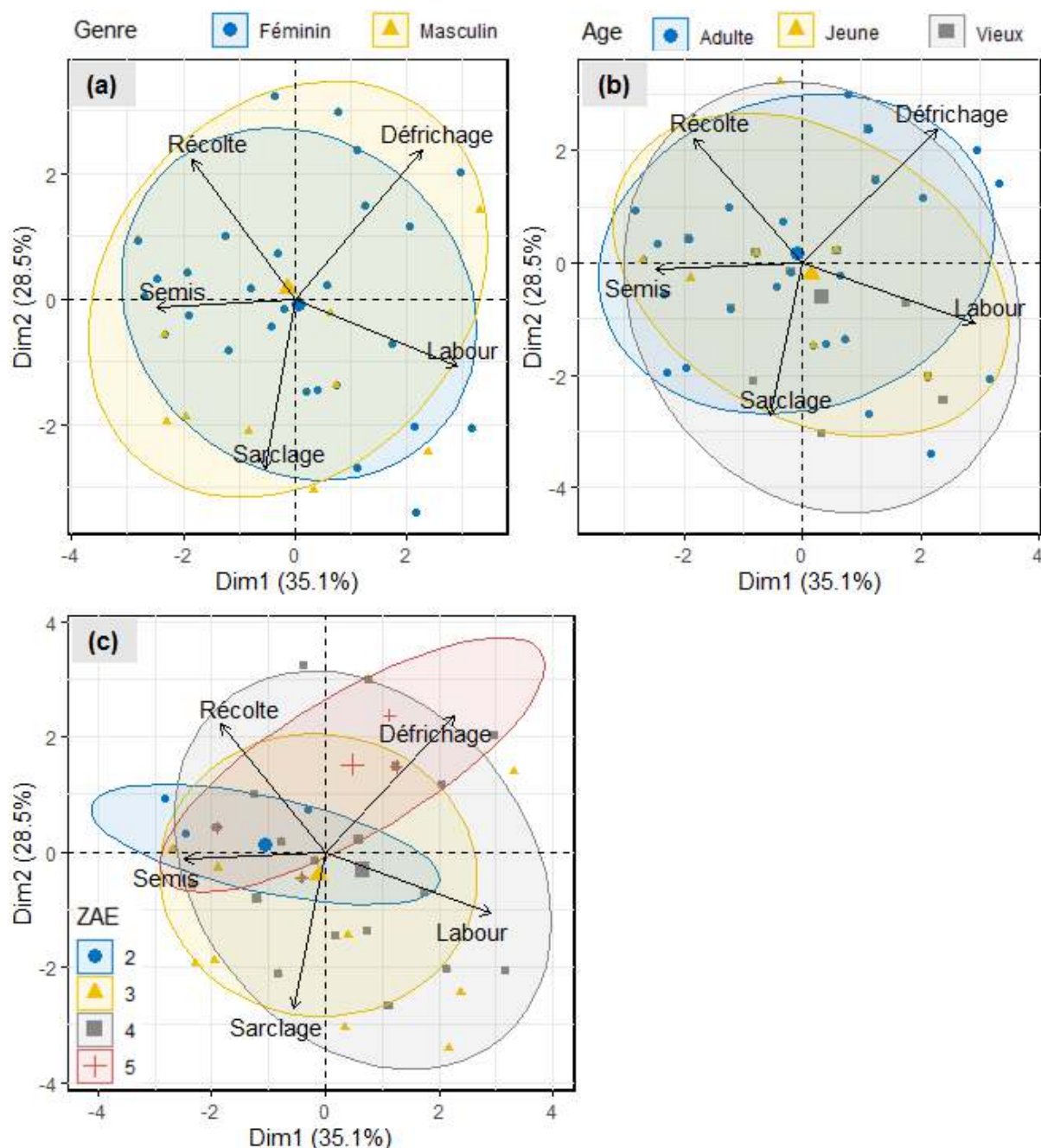


Figure 4. Projection des variables sociodémographiques (a : genre, b : classe d'âge, c : Zone agroécologique) et difficultés liées aux opérations culturales sur les deux premiers axes principaux



## Discussion

### **Déterminant sociodémographique et Variabilité de l'appréciation des difficultés liées aux opérations culturales**

Le voandzou est cultivé aussi bien par les jeunes que par les personnes âgées. Au Bénin, les femmes s'intéressent beaucoup plus à cette culture comme en Côte d'Ivoire (Yao *et al.*, 2015) et au Malawi (Kamanga *et al.*, 2014). Néanmoins, les perceptions locales de la pénibilité des activités inhérentes à cette culture et aux cultures-satellites sont variables d'une zone à une autre et changent d'une culture à l'autre. Les activités nécessitant moins d'efforts physiques mais plus de patience sont assurées prioritairement par les femmes. Ainsi, les opérations liées au labour sont très physiques et sont presque exclusivement réservées aux hommes comme cela est souvent le cas pour la plupart des cultures déjà étudiées telles que le fonio (Adoukonou-Sagbadja *et al.*, 2006) et l'igname (Dansil *et al.*, 2013). Le défrichage, quoique moins physique que le labour, est une opération considérée comme « très pénible » par les hommes en raison du temps matériel et de l'attention soutenue qu'il requiert. Quant à la récolte qui est aussi reconnue comme une opération pénible, c'est plutôt la phase de « creusage » pour déterrer les gousses qui est visée car réputée très physique aussi. La récolte proprement dite qui consiste à extraire les gousses qui sont convoyées à domicile pour leur concassage ultérieur est réputée moins physique ; donc assurée par les femmes. Il vient que la production du niébé et du voandzou évolue en dents de scies au Bénin. Le voandzou est d'ailleurs considéré comme une culture négligée et sous utilisée (Dansil *et al.*, 2012) car il est très peu produit au Sud-Bénin et dans toutes les zones dont les sols présentent une texture « non légère ». Une telle texture rend difficile le travail du sol. En général, la superficie emblavée pour cette culture reste relativement faible par rapport au niébé et à d'autres cultures telles que le maïs, le riz et le sorgho dont les fruits sont portés par la partie aérienne de la plante.

La pratique de l'association du pois avec d'autres cultures est assez remarquée dans la zone d'étude et constitue une stratégie qui contribue à sécuriser la production en minimisant les risques et en maximisant l'utilisation extensive des terres et de la main-d'œuvre (Van Asselen et Verburg, 2013). En respectant les exigences liées aux phases phénologiques des diverses cultures associées, il est possible de tirer les meilleurs résultats des associations et d'atteindre les objectifs. Cette stratégie est largement répandue chez les producteurs de maïs (Agossou *et al.*, 2012) ou de sorgho (Dossou-Aminon *et al.*, 2016 ; Gbaguidi *et al.*, 2015). Plusieurs systèmes agricoles ont pu être répertoriés sur la base des critères socio-économiques. Cependant, aucun système ne se démarque nettement des autres, mais il apparaît des options de mélanges à même de garantir une certaine diversité dans les choix. Cette diversité de choix s'accompagne d'une certaine diversité des pratiques qui sont intrinsèquement liées aux types de cultures. Pour la production du pois de terre, la rotation culturale est bien observée par les producteurs des différentes zones de production. Ainsi, les producteurs semblent reconnaître l'importance de cette légumineuse dans la fertilisation des sols, par le biais de la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique (Laurette *et al.*, 2015 ; Rego *et al.*, 2015). La promotion de cette culture dans les politiques agricoles pourrait permettre la réduction de l'utilisation des produits chimiques qui nuisent généralement à la santé des sols et à l'environnement. Une telle pratique permettrait de booster le rendement des cultures associées ; en l'occurrence pour la culture des céréales qui constituent des cultures stratégiques afin de garantir la sécurité alimentaire des populations.

Le niveau d'instruction est un facteur d'intérêt qui favorise la promotion de cette stratégie. Cette observation corrobore assez bien les conclusions auxquelles sont déjà parvenus certains auteurs qui estiment que l'éducation est un facteur important affectant l'adoption et l'application des innovations technologiques en milieu rural. Plus les producteurs sont instruits, plus ils sont ouverts aux technologies innovantes. L'instruction accroît ainsi le sens de l'innovation, l'habileté et la facilité d'apprécier les nouvelles technologies (Dakin, 2008). Ces résultats s'accordent à ceux de Houeyissan (2006) qui a trouvé que l'éducation contribue à une bonne compréhension, couplée à un esprit ouvert aux innovations sur les déterminants du choix et la volonté des riziculteurs du département des Collines à payer les semences des variétés améliorées. A l'opposé, Dakin (2008) est arrivé à la conclusion suivant laquelle le niveau d'instruction affecte négativement l'adoption des technologies vulgarisées par le PDRT et il peut convenir d'ajouter que le sens de variation des déterminants de l'adoption d'une innovation introduite en milieu rural dépend donc du contexte de l'étude, des hypothèses de base (Yabi *et al.*, 2016), mais aussi de l'ampleur du problème auquel une solution est recherchée.

Les variables sociodémographiques constituent un autre facteur déterminant dans le choix des cultures satellites au pois de terre. En effet, une variation des antécédents culturels est notée suivant les ethnies, l'âge des producteurs et les zones agro écologiques. Ainsi, l'âge du producteur influence

positivement et de façon significative l'adoption des pratiques culturales, le choix des cultures et les stratégies d'adaptation. De même, les femmes sont plus associées à l'utilisation des variétés précoces ou d'autres stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Des faits qui justifient l'hypothèse qui stipule que la culture du voandzou est une activité réservée principalement aux femmes comme en Côte d'Ivoire (Yao *et al.*, 2015). Par ailleurs, dans les villages prospectés, la plupart des semences de voandzou utilisées par les producteurs sont des variétés locales conservées grâce à des dispositifs traditionnels. Il y vient que les structures de recherche et de vulgarisation doivent travailler à inverser la tendance par la promotion de variétés locales améliorées à partir du matériel présent dans les zones de culture ou importé d'ailleurs.

### **Variabilité des difficultés liées aux conditions environnementales locales**

Contrairement aux autres cultures, le voandzou serait plus adapté aux conditions climatiques difficiles (Ntundu *et al.*, 2006). Ceci peut justifier les résultats obtenus qui indiquent que les meilleurs rendements signalés par les producteurs locaux sont observés dans les agro-systèmes situés au sein des zones agroécologiques 2 et 4. Par conséquent, ces zones, plus ou moins moyennes de la Région Soudanienne du Bénin, offrent des conditions climatiques et environnementales relativement difficiles mais acceptables pour cette culture. Les conditions locales doivent suffire pour assurer une germination acceptable des semences des cultivars locaux qui y sont présents et permettre aux plants qui en sont issus des plants d'évoluer plus ou moins convenablement (Bertrand *et al.*, 2021).

Une diversité de stratégies d'adaptations mises en place par les producteurs est aussi notée et qui montrent également leurs volontés à minimiser les impacts des changements climatiques. Ces résultats sont en accord avec ceux de Segda *et al.* (2014), Cesar *et al.* (2004) et Hien (2004) qui ont montré l'influence positive des légumineuses dans la lutte contre les adventices. Pour Hien (2004), cette capacité de certaines légumineuses est liée à leur faculté à couvrir rapidement le sol, limitant ainsi l'enherbement et l'émergence des mauvaises herbes. Cependant, autre que le facteur zone agroécologique, nombreux sont les facteurs responsables de la baisse du rendement du voandzou au Bénin. Des facteurs d'ordres biotiques et abiotiques sont distingués. Comme des facteurs biotiques, les insectes sont les principaux facteurs influençant la production du voandzou (Niba, 2011). Les producteurs de voandzou enquêtés prouvent dans cette étude, qu'ils sont conscients de ses facteurs (biotique et abiotique) et du phénomène des changements des conditions climatiques comme ceux au Nord-Ouest du Bénin pour la culture d'igname (Loko *et al.*, 2013), et ceux d'autres pays d'Afrique (Gourdji *et al.*, 2015). Selon les producteurs, les variations de la pluviométrie et de la température sont les principales manifestations de ces changements du climat. Ces mêmes manifestations ont été évoquées en Zambie (Nyanga *et al.*, 2011) au Nigeria (Ugwoke *et al.*, 2012) et même dans la région Nord Bénin (Loko *et al.*, 2013).

De plus, les interlignes et les systèmes de productions pratiqués ont un effet sur le rendement du voandzou. Ainsi, le rendement du voandzou est fortement dépendant de la densité des cultures associées et d'autres paramètres tels que : le type de culture en associations, le mode de semis et la période de semis. Jacob *et al.* (2016) ont souligné que le rendement du voandzou est plus important avec un décalage de ses semis de 15 ou 30 jours avant ceux des cultures en association. Ceux qui confirment la diversité des pratiques culturales notamment des Interlignes, Inter-plants, des densités de plants, des nombres de sarclages observés dans les zones où le rendement est élevé. De même, au Bénin en général, l'âge des producteurs du voandzou est le facteur qui détermine la bonne perception de la variabilité climatique. Ceci n'est pas surprenant car Deressa *et al.* (2009), ont souligné qu'avec l'âge, la capacité de percevoir les changements climatiques augmente. Ainsi, il est important de tenir compte de ce facteur pour faire face aux effets néfastes desdits changements.

### **Conclusion**

Le voandzou est une légumineuse très recherchée au Bénin mais dont la culture est encore marginale. Bien que le climat y soit globalement adapté, cette culture est confrontée à plusieurs difficultés. Les principales raisons évoquées pour expliquer la faible extension de la culture sont essentiellement liées aux opérations culturales et aux changements climatiques. Ainsi, plusieurs systèmes agricoles sont mis en évidence à partir de critères socio-économiques. Cependant, aucun système ne se démarque et une certaine diversité est notée dans les choix de cultures accompagnatrices. Cette diversité des cultures fait appel à une diversité de pratiques avec des fortunes diverses sur la préservation ou l'utilisation durable des ressources naturelles. Toutefois, il apparaît que le niveau d'instruction est un facteur déterminant dans les critères de choix, de l'adoption et de l'application des systèmes de culture du pois. De même, le rendement de la culture de voandzou est influencé par la zone agroécologique. Par

conséquent, il est important d'encourager les paysans à adopter des pratiques plus innovantes et adaptées aux variabilités et changements climatiques afin d'améliorer de manière significative la production et les revenus tirés de cette culture pouvant garantir la sécurité alimentaire.

## Références bibliographiques

- Adoukonou-Sagbadja, H., A. Dansi, R. Vodouhè, K. Akpagana, 2006: Indigenous knowledge and traditional conservation of fonio millet (*Digitaria exilis*, *Digitaria iburua*) in Togo. *Biodivers. Conserv.* 15, 2379–2395. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-2938-3>.
- Agossou, D.S.M., C.R. Tossou, V.P. Vissoh, K.E. Agbossou, 2012 : Perception des perturbations climatiques, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles béninois. *Afr. Crop Sci. J.* 20, 565–588.
- Akedrin, T.N., K. N'guessan, E. Aké-Assi, S. Ake, 2010 : Effet de Légumineuses herbacées ou subligneuses sur la productivité du maïs. *J. Anim. Plant Sci.* 8, 953–963.
- Amarteifio, J.O., O.Tibe, M.R. Njogu, 2006: The mineral composition of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) grown in Southern Africa. *Afr. J. Biotechnol.* 5, 2408–2411.
- Anikwe, M.A.N., Atuma, J., 2003: Characterizing the suitability of selected indigenous soil improving legumes in a humid tropical environment using shoot and root attributes. *Tropicultura* 21, 179–185.
- Bado, B.V., 2002 : Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso (Thèse de doctorat). Université Laval. 147.
- Bertrand, W.-B., A. David, H.D. Jacques, M.G. Guiwa, 2021 : Evaluation des effets des doses de mycorhizes sur les paramètres de croissance et de la production de trois variétés de Voandzou dans la localité de Dschang, Ouest Cameroun. *Eur. Sci. J. ESJ* 17, 213. <https://doi.org/> <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n17p213>.
- Bricas, N., C. Tchamda, F. Mouton, 2016: L'Afrique à la conquête de son marché alimentaire intérieur. Enseignements de dix ans d'enquêtes auprès des ménages d'Afrique de l'Ouest, du Cameroun et du Tchad. *AFD*. 132.
- César, J., M. Ehouinsou, A. Gouro, 2004: Production fourragère en zone tropicale et conseils aux éleveurs: Conseils et formation en appui à la production laitière. Rapport de Procordel, CIRDES, Bobo-Dioulasso, 47 p.
- Chantal, M., W. Djakissam, V. Jeremie, A. Fatime, N. Robert, G. Augustin, N.M. Benoit, N.T. Leonard, 2018 : Pratiques paysannes de production durable des graines de Voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.] pour la sécurité alimentaire dans le Cameroun septentrional. *Eur. Sci. J.* 14, 424–441. [https://doi.org/Doi: 10.19044/esj.2018.v14n18p424](https://doi.org/Doi:10.19044/esj.2018.v14n18p424).
- Chijioke, O.B., U.M. Ifeanyi, A.C. Blessing, 2010: Comparative study on growth and development of some accessions of local Germplasm of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc.) of Nigeria in two cropping seasons. *J. Crop Sci. Biotechnol.* 13, 21–27. <https://doi.org/10.1007/s12892-009-0126-4>.
- Dakin, L., 2008: Impact socio-économique des interventions du PDRT sur les femmes rurales du département de la Donga (PhD Thesis). Thèse d'ingénieur agronome, Faculté d'Agronomie Université de Parakou, Bénin. 132 p.
- Dansi, A., H. Dantsey-Barry, I. Dossou-Aminon, E.K. Kpenu, A.P. Agré, Y.D. Sunu, , K. Kombaté, Y.L. Loko, M. Dansi, P. Assogba, 2013: Varietal diversity and genetic erosion of cultivated yams (*Dioscorea cayenensis* Poir-D. *rotundata* Lam complex and *D. alata* L.) in Togo. *Int. J. Biodivers. Conserv.* 5, 223–239.
- Dansi, A., R. Vodouhè, P. Azokpota, H. Yedomonhan, P. Assogba, A. Adjatin, Y.L. Loko, I. Dossou-Aminon, K. Akpagana, 2012: Diversity of the Neglected and Underutilized Crop Species of Importance in Benin. *Sci. World J.* 2012, 932947. <https://doi.org/10.1100/2012/932947>.
- Deressa, T.T., R. Hassan, C. Ringler, 2011: Perception of and adaptation to climate change by farmers in the Nile basin of Ethiopia 804–816. *J. Agric. Sci.* 149, 23–31. <https://doi.org/DOI:10.1017/S0021859610000687>.
- Deressa, T.T., R.M. Hassan, C. Ringler, T. Alemu, M. Yesuf, 2009: Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Tradit. Peoples Clim. Change* 19, 248–255. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.01.002>.
- Diao, X., P. Hazell, J. Thurlow, 2010: The Role of Agriculture in African Development. *Future Small Farms* 38, 1375–1383. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.06.011>.
- Djè, Y., B.S. Bonny, I.A.Z. Bi, 2005: Observations préliminaires de la variabilité entre quelques morphotypes de voandzou (*Vigna subterranea* L. Verdc., Fabaceae) de Côte d'Ivoire. *BASE* 249–258.
- Dossou-Aminon, I., A. Dansi, H. Ahissou, N. Cissé, R. Vodouhè, A. Sanni, 2016: Climate variability and status of the production and diversity of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in the arid zone of northwest Benin. *Genet. Resour. Crop Evol.* 63, 1181–1201. [https://doi.org/DOI: 10.1007/s10722-015-0310-y](https://doi.org/DOI:10.1007/s10722-015-0310-y).
- Ellis, F., 2005: Small farms, livelihood diversification, and rural-urban transitions: Strategic issues in Sub-Saharan Africa. *Future Small Farms*, Washington, DC 135, 3–386.

- Eromosele, C.O., L.A. Arogundade, I.C. Eromosele, O. Ademuyiwa, 2008: Extractability of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) protein in acid, salt and alkaline aqueous media. *Food Hydrocoll.* 22, 1622–1628. <https://doi.org/DOI:10.1016/j.foodhyd.2007.11.003>.
- Gbaguidi, A.A., S. Faouziath, A. Orobiyi, M. Dansi, B.A. Akouegninou, A. Dansi, 2015: Connaissances endogènes et perceptions paysannes de l'impact des changements climatiques sur la production et la diversité du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) et du voandzou (*Vigna subterranea* (L) Verdc.) au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9, 2520–2541. <https://doi.org/DOI:10.4314/ijbcs.v9i5.23>.
- Gnangle, P.C., J. Egah, M.N. Baco, C.D.Gbemavo, R.G.Kakai, N. Sokpon, 2012 : Perceptions locales du changement climatique et mesures d'adaptation dans la gestion des parcs à karité au Nord-Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6, 136–149. <https://doi.org/DOI:10.4314/ijbcs.v6i1.13>.
- Gourdji, S., P. Läderach, A.M. Valle, C.Z. Martinez, D.B. Lobell, 2015: Historical climate trends, deforestation, and maize and bean yields in Nicaragua. *Agric. For. Meteorol.* 200, 270–281. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.10.002>.
- Heri-Kazi, A.B., Biolders, C.L., 2020 : Dégradation des terres cultivées au Sud-Kivu, RD Congo: perceptions paysannes et caractéristiques des exploitations agricoles. *BASE* 24, 99–116.
- Hien, E., 2004 : Dynamique du carbone dans un Acrisol ferrique du Centre Ouest Burkina: Influence des pratiques culturales sur le stock et la qualité de la matière organique (PhD Thesis). Montpellier, ENSA, Ecole Nationale supérieure Agronomique de Montpellier. 141 p.
- Houeyissan, S., 2006 : Déterminants des choix et de la volonté de payer les semences des variétés améliorées de riz dans le Département des Collines (PhD Thesis). Thèse d'ingénieur agronome. 121 p.
- Jacob, K.N., Koutoua, A., 2016 : Influence du calendrier de semis du maïs (*Zea mays* L.) et de l'année de culture sur le rendement et les composantes de rendement du voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) dans la région savanicole de la Côte d'Ivoire/[Influence of sowing calendar of maize (*Zea mays* L.) and sowing year on yield and yield component in bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L) Verdc) in woodland savannahs of Cote d'Ivoire]. *Int. J. Innov. Appl. Stud.* 15, 697.
- Jayne, T.S., D. Mather, E. Mghenyi, 2010: Principal Challenges Confronting Smallholder Agriculture in Sub-Saharan Africa. *Future Small Farms* 38, 1384–1398. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.06.002>.
- Jideani, V.A., Diedericks, C.F., 2014: Nutritional, therapeutic, and prophylactic properties of *Vigna subterranea* and *Moringa oleifera*. *Antioxid.-Antidiabetic Agents Hum. Health* 9, 187–201.
- Kamanga, B.C.G., G.Y. Kanyama-Phiri, S.R. Waddington, C.J.M. Almekinders, K.E. Giller, 2014: The evaluation and adoption of annual legumes by smallholder maize farmers for soil fertility maintenance and food diversity in central Malawi. *Food Secur.* 6, 45–59. <https://doi.org/10.1007/s12571-013-0315-3>.
- Laurette, N.N., N.B. Maxémilienne, F. Henri, A. Souleymanou, K. Kamdem, N. Albert, N. Dieudonné, E. François-Xavier, 2015: Isolation and screening of indigenous Bambara groundnut (*Vigna Subterranea*) nodulating bacteria for their tolerance to some environmental stresses. *Am. J. Microbiol. Res.* 3, 65–75. <https://doi.org/DOI:10.12691/ajmr-3-2-5>.
- Loko, Y.L., A. Dansi, A.P. Agre, N. Akpa, I. Dossou-Aminon, P. Assogba, M. Dansi, K. Akpagana, A. Sanni, 2013 : Perceptions paysannes et impacts des changements climatiques sur la production et la diversité variétale de l'igname dans la zone aride du nord-ouest du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7, 672–695. <https://doi.org/DOI:10.4314/ijbcs.v7i2.23>.
- Luka, E.G., Yahaya, H., 2012 : Sources of awareness and perception of the effects of climate change among sesame producers in the southern agricultural zone of Nasarawa State, Nigeria. *J. Agric. Ext.* 16, 134–143. <https://doi.org/DOI:10.4314/jae.v16i2.11>.
- Muchena, F.N., D.D. Onduru, G.N. Gachini, A. de Jager, 2005: Turning the tides of soil degradation in Africa: capturing the reality and exploring opportunities. *Soil Degredation Sub-Sahar. Afr.* 22, 23–31. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.07.001>.
- Niba, A.S., 2011: Arthropod assemblage dynamics on cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) in a subtropical agro-ecosystem, South Africa. *Afr. J. Agric. Res.* 6, 1009–1015.
- Ntundu, W.H., S.A. Shillah, W.Y.F. Marandu, J.L. Christiansen, 2006: Morphological Diversity of Bambara Groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.] Landraces in Tanzania. *Genet. Resour. Crop Evol.* 53, 367–378. <https://doi.org/10.1007/s10722-004-0580-2>.
- Nyanga, P.H., F.H. Johnsen, J.B. Aune, 2011: Smallholder farmers' perceptions of climate change and conservation agriculture: evidence from Zambia. *J. Sustain. Dev.* 4, 73–85.
- Onwubiko, N.I.C., O.B. Odum, C.O. Utazi, P.C. Poly-Mbah, 2011: Studies on the adaptation of bambara groundnut [*Vigna Subterranea* (L.) verdc] in Owerri Southeastern Nigeria. *N. Y. Sci. J.* 4, 60–67.
- Oparaeke, A.M., Bunmi, J.O., 2006: Bioactivity of two powdered spices *Piper guineense* thonn & schum and *Xylopiya aethiopica* (dunal) a. Richard] as home-made insecticides against *Callosobruchus subinnotatus* (pic.) on stored bambarra groundnut. *Agric Trop Subtrop* 39, 132–134.

- Ovono, P.O., C. Kevers, J. Dommès, 2009: Effects of reducing sugar concentration on in vitro tuber formation and sprouting in yam (*Dioscorea cayenensis*-*D. rotundata* complex). *Plant Cell Tissue Organ Cult.* PCTOC 99, 55–59.
- Rahman, M.Z., 2015: An innovation-cycle framework of integrated agricultural knowledge system and innovation for improving farmers climate change adaptation and risk mitigation capacities: A case of Bangladesh. *J. Agric. Ext. Rural Dev.* 7, 213–220. <https://doi.org/DOI: 10.5897/JAERD2014.0653>.
- Rego, A., I. Diop, O. Sadio, O., M.C. Sylva, C.E. Agbangba, O. Touré, A. Kane, M. Neyra, I. Ndoye, T.K. Wade, 2015: Response of cowpea to symbiotic microorganism inoculation (Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Rhizobium) in cultivated soils in Senegal. *Univers. J. Plant Sci.* 3, 32–42.
- Segda, Z., P.L.Yameogo, A. Mando, S. Kazuki, M.C. Wopereis, M.P. Sedogo, 2014 : Le phosphore limite-t-il la production intensive du riz dans la plaine de Bagré au Burkina Faso? *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8, 2866–2878. <https://doi.org/DOI: 10.4314/ijbcs.v8i6.43>.
- Srivastava, A.K., T. Gaiser, H. Paeth, F. Ewert, 2012: The impact of climate change on Yam (*Dioscorea alata*) yield in the savanna zone of West Africa. *Agric. Ecosyst. Environ.* 153, 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.03.004>.
- Taffouo, V.D., O.F. Wamba, E. Youmbi, G.V. Nono, A. Akoa, 2010: Growth, yield, water status and ionic distribution response of three bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) landraces grown under saline conditions. *Int. J. Bot.* 6, 53–58.
- Ugwoke, F.O., F.N. Nhadi, C.F. Anaeto, O.O. Aja, R.N. Nwakwasi, 2012: Crop farmers' perception of and adaptation to climate change in orlu agricultural zone of imo state, Nigeria. *J. Agric. Ext.* 16, 212–223. <https://doi.org/DOI: http://dx.org/10.4314/jae.v16i2.16>.
- Van Asselen, S., Verburg, P.H., 2013: Land cover change or land-use intensification: simulating land system change with a global-scale land change model. *Glob. Change Biol.* 19, 3648–3667. <https://doi.org/10.1111/gcb.12331>.
- Yabi, I., Afouda, F., 2012: Extreme rainfall years in Benin (West Africa). *West Afr. Paleoecol. Hum. Responses West Afr. Quat. Res. Assoc. WAQUA* 262, 39–43. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.12.010>.
- Yabi, J.A., F.X. Bachabi, I.A. Labiyi, C.A. Ode, R.L. Ayena, 2016 : Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturelles de gestion de la fertilité des sols utilisées dans la commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10, 779–792. <https://doi.org/DOI: 10.4314/ijbcs.v10i2.27>.
- Yao, D.N., K.N. Kouassi, D. Erba, F. Scazzina, N. Pellegrini, M.C. Casiraghi, 2015: Nutritive evaluation of the bambara groundnut Ci12 landrace [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.(Fabaceae)] produced in Côte d'Ivoire. *Int. J. Mol. Sci.* 16, 21428–21441.