

Deuxième article : Distribution géographique de *Brachiaria falcifera* et de *Pennisetum polystachion* au Bénin

Par : K. O. Badarou, S. B. Adehan, A. F. Abiodoun, C. B. Azankpe, S. Adjolohoun, A. G. Zoffoun, P. Akouango, M. Oumorou et S. Babatounde

Pages (pp.) 13-25.

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'autoplagiat 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'Autoplagiat 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., 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.

Distribution géographique de *Brachiaria falcifera* et de *Pennisetum polystachion* au Bénin

K. O. Badarou^{1*}, S. B. Adehan², A. F. Abiodoun³, C. B. Azankpe³, S. Adjolohoun⁴, A. G. Zoffoun⁵, P. Akouango⁶, M. Oumorou⁷ et S. Babatounde⁸

¹Dr Kadidjatoulaï Opéyémi BADAROU, Centre de Recherches Agricoles en Productions Animale et Halieutique, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 03 BP 3058 Jéricho Cotonou, E-mail : badarou79@yahoo.fr, Tél. : (+229)66747966, République du Bénin

²Dr Safiou Bienvenu ADEHAN, Laboratoire de Santé et de Nutrition en Animale et Halieutique, Centre des Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey/INRAB), 03 BP 3058 Jéricho Cotonou Bénin, E-mail : adehankarim@yahoo.fr, Tél. : (+229)61825585, République du Bénin

³Ir Adémola Frédéric ABIODOUN, Laboratoire de Cartographie (LaCarto), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 10 BP 1082 Cotonou-Houéyiho, E-mail : fredericabioudoun@gmail.com, Tél. : (+229)66 87 60 89, République du Bénin

MSc. Codjo Barthélémy AZANKPE, LaCarto/UAC, BP 1748 Q/Agbocodji-Sédégbé, Abomey-Calavi, E-mail : barthazankpe@gmail.com, Tél. : (+229)95699678, République du Bénin

⁴Pr Dr Ir Sébastien ADJOLOHOUN, Département de Production Animale, Faculté des Sciences Agronomiques (FSA/UAC), 01 BP 526 Recette Principale, Cotonou 01, Email : s.adjolohoun@yahoo.fr, Tél. : (+229) 97 89 88 51, République du Bénin

⁵Pr Ir Directeur de Recherche Gbêliho Alex ZOFFOUN, Direction Scientifique, /INRAB, 01 B.P. 884 Recette Principale, Cotonou01, E-mail : zofalex@yahoo.fr, alex.zoffoun35@gmail.com, Tél. : (+229)96697153, République du Bénin

⁶Pr Dr Parisse AKOUANGO, Laboratoire des Ressources animales et Biodiversité, Université Marien NGOUABI de Brazzaville, 5, Rue Bon voisin, Makabandilou-Djiri, E-mail : parakouango@yahoo.fr, Tél. : 066698519/068290089, Congo Brazzaville

⁷Pr Dr Madjidou OUMOROU, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Département de Génie de l'Environnement (GEn. /UAC), BP 233, Godomey, E-mail : madjidou.oumorou@gmail.com, Tél. : (+229)95406194, République du Bénin

⁸Pr Dr Ir Sévérin BABATOUNDE, Laboratoire de Zootechnie, /FSA/UAC, 01 BP 526 Recette Principale, Cotonou01, Email : Babatoundesev@yahoo.fr, Tél. : (+229)97446701, République du Bénin

*Auteurs de correspondance : Dr Ir. Kadidjatoulaï Opéyémi BADAROU, E-mail : badarou79@yahoo.fr

Résumé

La distribution géographique des espèces fourragères constitue un facteur déterminant dans l'aménagement des parcours pour une bonne gestion des ressources naturelles en adéquation avec la disponibilité des espèces et l'appétibilité des animaux. Face au défi de mieux alimenter les animaux, des actions sont menées pour protéger les espèces fourragères. L'objectif général de l'étude a été de faire une prédiction spatio temporelle de la distribution géographique des habitats favorables à *Brachiaria falcifera* et *Pennisetum polystachion*, deux herbacées fourragères. Ainsi, les coordonnées géographiques de présence des deux espèces et les variables bioclimatiques ont été soumises à la version MaxEnt 3.3.3k du logiciel Maxent. La performance du modèle a été évaluée à l'aide de la courbe caractéristique de fonctionnement du récepteur d'aire sous la courbe (AUC). Le test de jackknife et le logiciel QGIS ont été utilisés respectivement pour le calibrage du modèle et le calcul des superficies des habitats de *B. falcifera* et de *P. polystachion*. Les résultats ont montré qu'actuellement les deux herbacées étaient fortement présentes dans le Pôle de Développement Agricole (PDA) N°5 : Zou, Couffo, le PDA N°6 : Plateau et le PDA N°7 : Ouémé, Atlantique et Mono. A l'horizon 2055, il est projeté que les aires de distribution favorables à *P. polystachion* augmentent de 5% dans les scénarii rcp 4.5 et 8.5 alors que le phénomène contraire s'observe pour *B. falcifera* où les aires de distribution favorables diminuent de 7% sous les deux scénarii. Ces résultats peuvent permettre aux décideurs du secteur agricole du Bénin de mener des actions en vue de la domestication de *B. falcifera*.

Mots clés : Répartition, espèces fourragères, ruminants, Nord-Est du Bénin.

Geographical distribution of *Brachiaria falcifera* and *Pennisetum polystachion* in Bénin

Abstract

The geographical distribution of forage species is a determining factor in the development of rangelands for good management of natural resources in line with the availability of species and the appetibility of animals. Faced with the challenge of feeding animals better, actions are taken to protect forage species. The general objective was to make a spatio temporal prediction of the geographical distribution of favourable habitats of *Brachiaria falcifera* and *Pennisetum polystachion*, two forage grasses. Thus, the geographical coordinates of the occurrence of the two species and the bioclimatic variables were submitted to the MaxEnt 3.3.3k version of the Maxent software. Model performance was evaluated using the receiver operating characteristic (ROC) curve. The jackknife test and QGIS software are used for model calibration and calculation of *B. falcifera* and *P. polystachion* habitat areas respectively. The results showed that currently the two herbaceous plants were strongly present in the Agricultural Development Pole (PDA) N°5: Zou, Couffo, the PDA N°6: Plateau and the PDA N°7: Ouémé, Atlantique and Mono. By 2055, the areas of favourable distribution of *P. polystachion* are projected to increase by

5% in the rcp 4.5 and 8.5 scenarios, while the opposite phenomenon is observed for *B. falcifera*, where the areas of favourable distribution decrease by 7% under both scenarios. These results can help the decision-makers in agricultural sector of Benin to carry out actions for the domestication of *B. falcifera*.

Keywords: Distribution, forage species, ruminants, North-Eastern Bénin.

Introduction

L'élevage occupe une place importante sur le continent africain (Steinfeld *et al.*, 2006). Il constitue l'une des principales sources de protéines pour l'alimentation humaine (FAO, 2012). Au Bénin, la contribution de l'élevage au Produit Intérieur Brut (PIB) agricole est en moyenne de 7,93 % (INSAE, 2021). L'élevage des ruminants occupe une place prépondérante avec un effectif de bovins estimé à 1 773 157 têtes et celui des petits ruminants à 4.657.523 soit 2.362.001 têtes de caprins et 2.295.522 têtes d'ovins (RNA 2021). L'alimentation des bovins et des petits ruminants, principales espèces herbivores élevées dans les départements de l'Alibori et du Borgou repose sur le pâturage naturel et les résidus de récolte (Djenontin *et al.*, 2003). Les espèces fourragères présentes sur les parcours naturels sont essentiellement composées de plantes herbacées, d'arbres et d'arbustes (Gbenou *et al.*, 2019). Ces parcours sont particulièrement soumis à des pressions anthropiques (Houinato et Sinsin, 2000), telles que l'amélioration des systèmes de production et l'introduction des cultures de rente favorisant l'extension des champs de cultures au détriment des aires de pâture, l'agriculture extensive, la pratique des feux de brousse tardifs (Houndjo *et al.*, 2018). Ils font aussi face aux nombreux défis que posent les changements climatiques tels que la perte de biodiversité, la sécheresse, la désertification (FAO/UIT, 2019). L'une des conséquences immédiates à ces effets négatifs est l'extinction de nombreuses espèces végétales (Pachauri et Meyer, 2014). *Brachiaria falcifera* et *Pennisetum polystachion* sont des graminées pérennes herbacées. *B. falcifera* est originaire d'Afrique mais très largement répandue dans le monde intertropical et produit une forte biomasse (fourrage de qualité). Cette plante est capable de supprimer les adventices, d'améliorer la structure du sol, de recharger le sol en carbone à l'aide de son système racinaire puissant et profond (rôle de « pompe biologique ») et enfin est un excellent fourrage qui permet d'améliorer les rations des animaux tout au long de l'année (Husson *et al.*, 2008). Kouadla *et al.* (2022), ont montré que *P. polystachion*, *Panicum maximum*, *Hyperthelia dissoluta* et *Andropogon fastigiatus* sont des graminées très productrices. La composition floristique des relevés a permis d'identifier 90 espèces dont 55,82%, *P. polystachion* compris, ont des contributions spécifiques (CSi) variant entre 1 et 16% et sont qualifiées d'espèces productrices, tandis que les 44,19% autres espèces sont dites non productrices car leurs CSi sont inférieurs à 1. *P. polystachion* se distingue des autres espèces productrices avec un CSi de 16,14% (espèce très productrice). Par ailleurs, c'est une espèce présente toute l'année, résistante au broutage et au piétinement des bovins, possède un fort potentiel de production fourragère très appréciée par les bovins et résistante également aux aléas climatiques. Ces deux herbacées sont identifiées comme ayant de bonnes valeurs nutritives (Badarou *et al.*, 2020). Le présent article met en exergue les relations entre les facteurs bioclimatiques et la distribution spatiale de *Brachiaria falcifera* et de *Pennisetum polystachion* au Bénin.

Milieu d'étude

L'étude a été conduite sur toute l'étendue du territoire national. Toutefois, les relevés phytosociologiques ont été effectués dans la « zone agropastorale » de la forêt classée des trois Rivières (Figure 1) dans la commune de Kalalé en fin de saison pluvieuse. D'une superficie d'environ 270.000 ha, cette commune du Nord-Est du Bénin (département du Borgou) est située entre les 10°20' et 10°50' Latitude Nord et entre les 2°45' et 3°40' Longitude Est. Elle englobe les rivières Bouli, Tassiné et Sota (Djohy *et al.*, 2018). Le climat est de type soudanien, caractérisé par une saison pluvieuse qui va de mai à octobre et une saison sèche qui va de novembre à avril (Sinsin *et al.*, 1989). La végétation est une savane arborée de type soudanien (Dossa *et al.*, 2018). Cette zone a été choisie en raison de la forte dominance des activités d'élevage de ruminants et de la disponibilité du pâturage sur une bonne période de l'année (Gounou *et al.*, 2020).

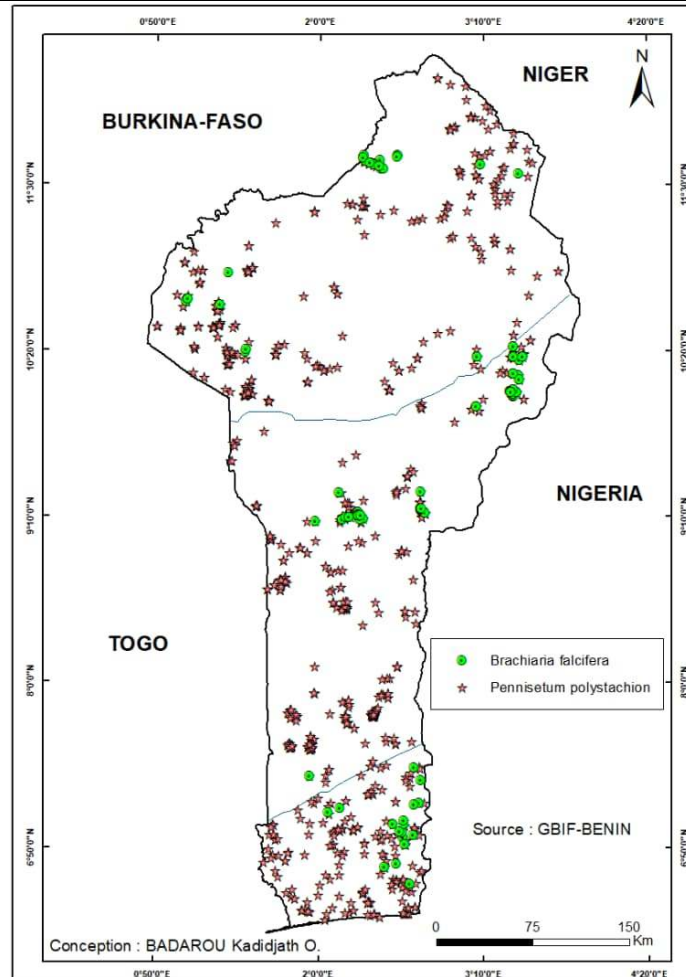


Figure 1. Carte de la zone d'étude

Méthodologie

Données d'occurrences

La base de données était composée -i- des coordonnées géographiques (longitude et latitude) de présence de *Brachiaria falcifera* et de *Pennisetum polystachion*, deux herbacées appréciées par les ruminants (Badarou *et al.*, 2020) et -ii- des données d'occurrences téléchargées à partir du site du GBIF. Les coordonnées géographiques de présence de deux herbacées ont été obtenues lors des relevés phytosociologiques réalisés sur les parcours naturels de la forêt classée des trois rivières et d'autres parcours du Bénin.

Variables climatiques

Les données climatiques du présent et du futur à l'horizon 2055 utilisées dans la présente étude ont été téléchargées à partir du site de Africlim avec une résolution de 30 secondes soit approximativement 1 km (https://webfiles.york.ac.uk/KITE/AfriClim/GeoTIFF_30s/). Les variables du présent ont été dérivées des données mobilisées par worldclim sur la période 1950-2000 (Platts *et al.*, 2015). Les projections faites pour 2055 ont été faites sous le scénario d'émission rcp 4.5 et 8.5. Ces scénarii ont été utilisés a priori car il prévoit une situation jugée plus probable et moins probable de l'Afrique à l'horizon 2055 (Williams *et al.*, 2007).

Calibrage des modèles

L'algorithme MaxEnt (*maximum entropy modeling*) a constitué l'une des méthodes de modélisation susceptibles de générer de très bonnes informations biogéographiques tout en offrant une bonne discrimination des habitats favorables et non favorables à une espèce d'un point de vue bioclimatique (Phillips *et al.*, 2006 ; Fandohan *et al.*, 2013). La version de MaxEnt utilisée a été le 3.3.3k. Les variables bioclimatiques ont été soumises à un test de corrélation pour sélectionner celles qui étaient les moins corrélées ($r < 0,85$) compte tenu des biais que les corrélations ont sur les prédictions futures (Elith *et*

al., 2011). Un test de Jackknife a été ensuite effectué sur les variables bioclimatiques considérées pour déterminer celles qui contribueraient le plus à la modélisation. Pour évaluer le modèle, 50% des points d'observation de l'espèce ont été utilisés pour tester le modèle et 50% des points ont été utilisés pour le calibrer.

Evaluation et validation des modèles

Pour déterminer la première estimation, à chaque itération de l'algorithme d'apprentissage, l'augmentation du gain régularisé a été ajoutée à la contribution de la variable correspondante, ou soustraite si la variation de la valeur absolue de lambda est négative. Pour la deuxième estimation, pour chaque variable environnementale à son tour, les valeurs de cette variable sur la présence à la formation et les données de base ont été permutées de façon aléatoire. Comme pour le jackknife variable, les contributions des variables doivent être interprétées avec prudence lorsque les variables prédictives sont corrélées. Les valeurs affichées sont des moyennes sur des répétitions.

La validation croisée du modèle a été répétée quatre fois pour produire des estimations robustes des performances du modèle. Comme Elith *et al.* (2006) ont eu à le faire, la performance du modèle a été évaluée avec la courbe caractéristique de fonctionnement du récepteur (AUC). En effet, courbe caractéristique de fonctionnement du récepteur est la probabilité dans un modèle qu'un point de présence de l'espèce soit bien différencié d'un point d'absence (Elith *et al.*, 2006). Un modèle est considéré comme ayant une bonne performance lorsque son AUC est supérieure ou égale à 0,75 (Elith *et al.*, 2006).

Cartographie des résultats de la modélisation et analyse des données

Les résultats de la modélisation générés par MaxEnt ont été importés dans le logiciel QGIS pour cartographier l'étendue des habitats favorables aux espèces et leurs dynamiques spatio-temporelles potentielles sous l'effet des changements climatiques. Une catégorisation à trois niveaux de la probabilité a été faite pour la discrimination des habitats de l'espèce à travers l'outil « raster calculator » du même logiciel. Dans cette recherche, un habitat était considéré comme peu favorable lorsque la probabilité de présence de l'espèce était inférieure à 0,5. Si cette probabilité était comprise entre 0,5 et 0,7 l'habitat était moyennement favorable et lorsque les valeurs de probabilité étaient supérieures ou égales à 0,7 l'habitat était considéré comme très favorable.

Calcul des superficies des habitats

L'étendue de chaque type d'habitat sous les conditions climatiques actuelles a été estimée et les résultats de modélisation produits sous Maxent ont été importés dans QGIS pour leur cartographie. L'estimation des superficies des aires favorables et non favorables des espèces est faite dans le logiciel QGIS. Pour ce faire, la valeur seuil de la présence minimale d'entraînement qui est un seuil plus conservatif pour catégoriser les sorties logistiques de Maxent (Ganglo *et al.*, 2017).

Résultats

Coordonnées de présence de l'espèce, contribution des variables et validation du modèle

Au total 50 points de *B. falcifera* et 240 points de *P. polystachion* ont été utilisés pour tourner le modèle (Figure 2). Pour les échelles de temps du présent et du futur (horizon 2055), l'analyse des corrélations et le test de Jackknife permettaient d'identifier cinq variables bioclimatiques parmi les variables téléchargées du site de Africlim pour représenter les conditions climatiques ci-après prévalant dans le milieu d'étude et selon l'écologie de l'espèce : le Temps minimum du mois le plus froid (bio6) ; la Plage diurne moyenne en température (bio2) ; l'évapotranspiration potentielle (pet) ; la Température maximale du mois le plus chaud (bio5) ; l'indice d'humidité annuel (mi). Dans les Tableaux 1 et 2 ont été présentées des estimations des contributions relatives des variables environnementales au modèle Maxent. Ainsi, pet et bio2 ont été les variables environnementales qui ont contribué respectivement le plus à la prédiction des habitats favorables de *B. falcifera* et de *P. polystachion*. Elle a été de 56,8% et de 56,4% respectivement pour *B. falcifera* et *P. polystachion*. La variable environnementale pet (56,8%) a été suivie de Bio6 (27,2%), de mi (8,8%), de bio5 (4,1%), de bio2 (3,1%) pour *B. falcifera* (Tableau 1), tandis que pour *P. polystachion* (Tableau 2) Bio2 (56,4%) a été suivie de pet (16,9%), de bio6 (12,7%), de mi (8,8%) et de bio5 (5,1%).

Ces valeurs de contribution étant influencées par l'ordre d'intégration des variables dans le modèle, l'importance de permutation a été une autre statistique évaluant leur contribution, également calculée. Une valeur élevée indiquait une grande importance de la variable concernée. La dernière colonne du

tableau 1 a indiqué que la variable pet a provoqué la réduction de près de 29,3% du pouvoir prédictif du modèle et celle de bio2 le réduisait à 22,8% pour *B. falcifera*. Par contre la dernière colonne du Tableau 2 a montré que la variable bio2 a provoqué la réduction de près de 57,6% du pouvoir prédictif du modèle et celle de bio 5 l'a réduit à 15% pour *P. polystachion*.

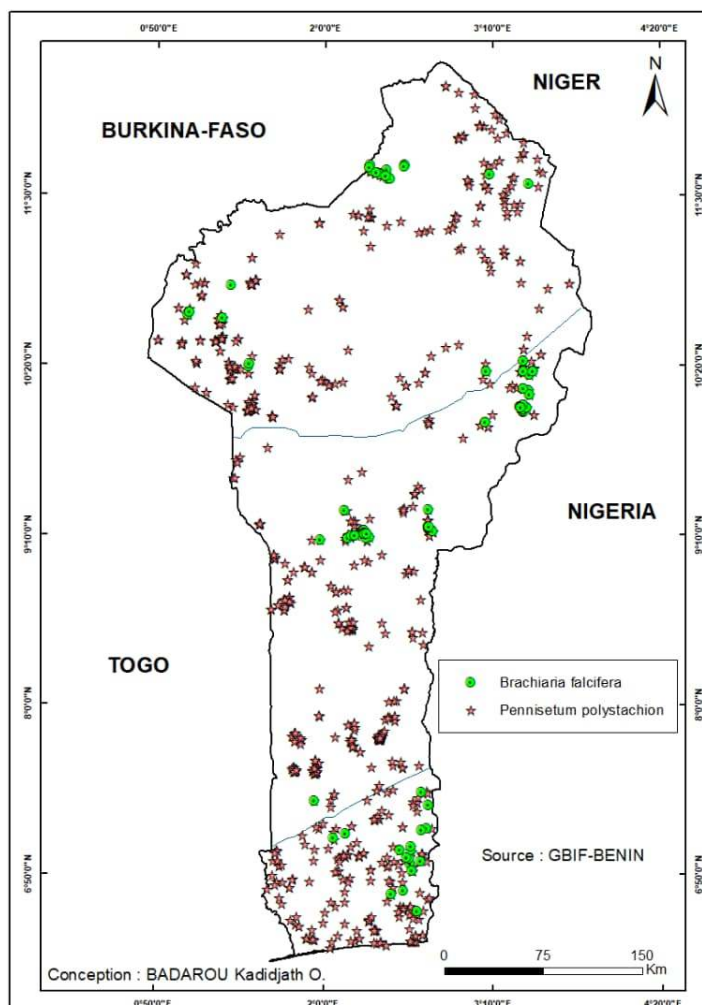


Figure 2. Distribution spatiale des points d'occurrence des deux espèces *Brachiaria falcifera* et *Pennisetum polystachion*

Tableau 1. Variables environnementales : contribution à la distribution et importance de la permutation de *Brachiaria falcifera*

| Variable | Contribution à la distribution (%) | Permutation importance (%) |
|----------|------------------------------------|----------------------------|
| pet | 56,8 | 29,3 |
| bio6 | 27,2 | 20,8 |
| mi | 8,8 | 13,6 |
| bio5 | 4,1 | 13,5 |
| bio2 | 3,1 | 22,8 |

pet : évapotranspiration potentielle ; bio6 : Temp minimum du mois le plus froid ; mi : indice d'humidité annuel ; bio5 : Température maximale du mois le plus chaud ; bio2 : Plage diurne moyenne en température.

Tableau I. Variables environnementales : contribution à la distribution et importance de la permutation de *Pennisetum polystachion*

| Variable | Contribution à la distribution (%) | Permutation importance (%) |
|----------|------------------------------------|----------------------------|
| bio2 | 56,4 | 57,6 |
| pet | 16,9 | 11,5 |
| bio6 | 12,7 | 1,2 |
| mi | 8,8 | 14,8 |
| bio5 | 5,1 | 15 |

bio2 : Plage diurne moyenne en température ; pet : évapotranspiration potentielle ; bio6 : Temp minimum du mois le plus froid ; mi : indice d'humidité annuel ; bio5 : Température maximale du mois le plus chaud.

Pouvoir prédictif du modèle et test de Jackknife

Sur les Figures 3 et 4 ont été schématisées les courbes des caractéristiques de fonctionnement du récepteur (ROC) pour les mêmes données, à nouveau moyennées sur les exécutions répliquées. La modélisation a donné des AUC de 0,846 (Figure 3) et 0,748 (Figure 4) respectivement pour *B. falcifera* et *P. polystachion*. Une valeur de l'AUC > 0,75 enregistrée suggérait une bonne capacité du modèle à prédire les habitats favorables pour les deux espèces étudiées. La valeur moyenne de TSS obtenue a été de 0,748 avec un écart type de 0,027. Celle de l'AUC a été de 0,846 avec un écart type de 0,010. Ces valeurs ont indiqué la bonne performance du modèle à prédire la dynamique spatio temporelle des habitats des espèces fourragères dans le milieu d'étude.

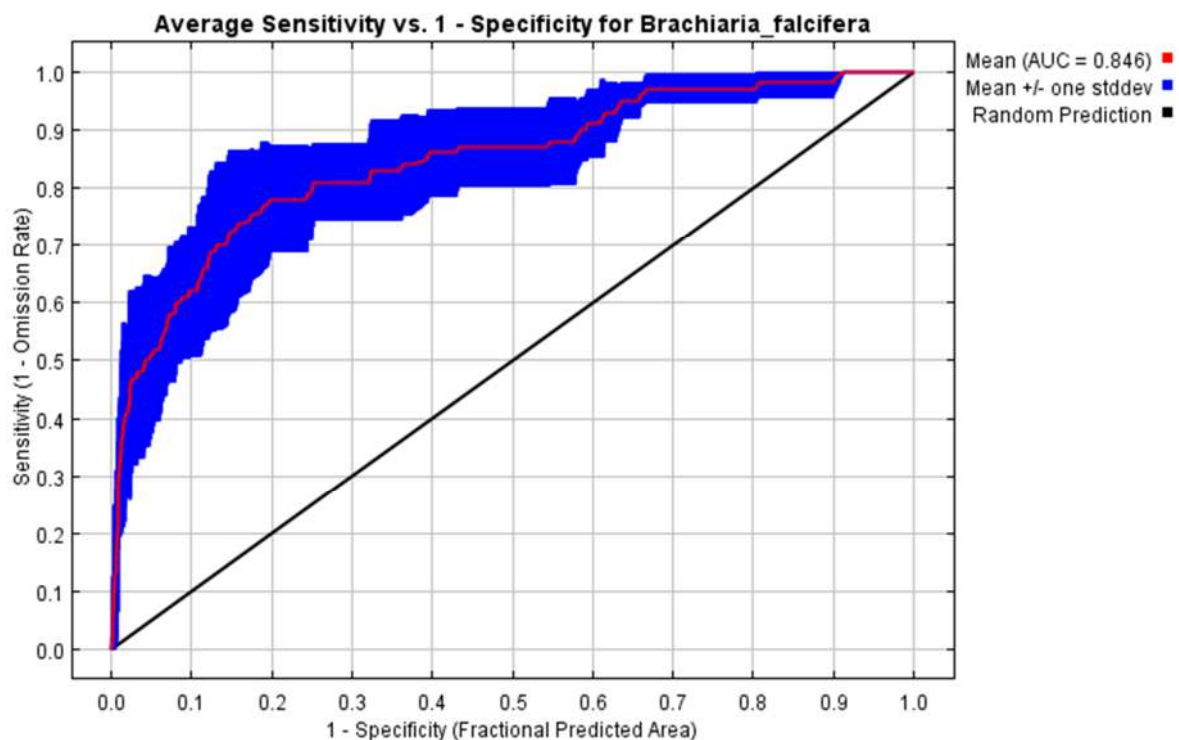


Figure 3. Courbe de la valeur moyenne du fonctionnement du récepteur du modèle de distribution de *B. falcifera*

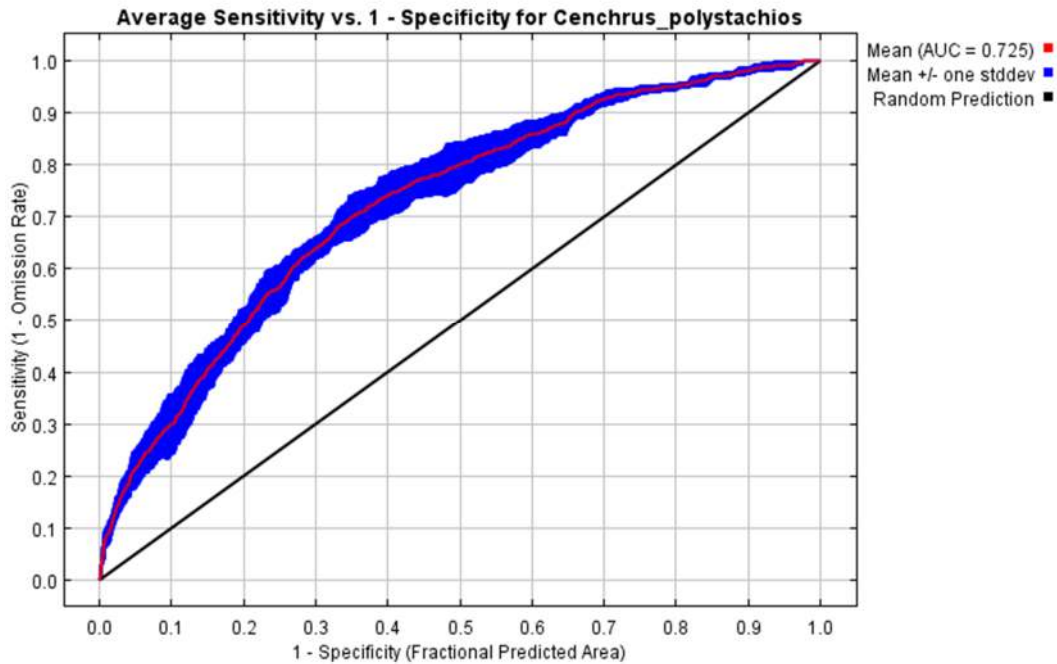


Figure 4. Courbe de la valeur moyenne du fonctionnement du récepteur du modèle de distribution de *P. polystachion*

Les histogrammes de la Figure 5 ont illustré les résultats du test de Jackknife. La variable environnementale avec le gain le plus élevé lorsqu'elle a été utilisée de manière isolée a été pet pour *Brachiaria falcifera* et Bio2 pour *P. polystachion*. Par conséquent, pour chacun, la variable semblait contenir les informations les plus importantes pour le modèle. Elle représentait également celle qui diminuait plus le gain d'informations lorsqu'elle a été omise. Ainsi, elle contenait le plus d'informations qui n'étaient pas présentes dans les autres variables.

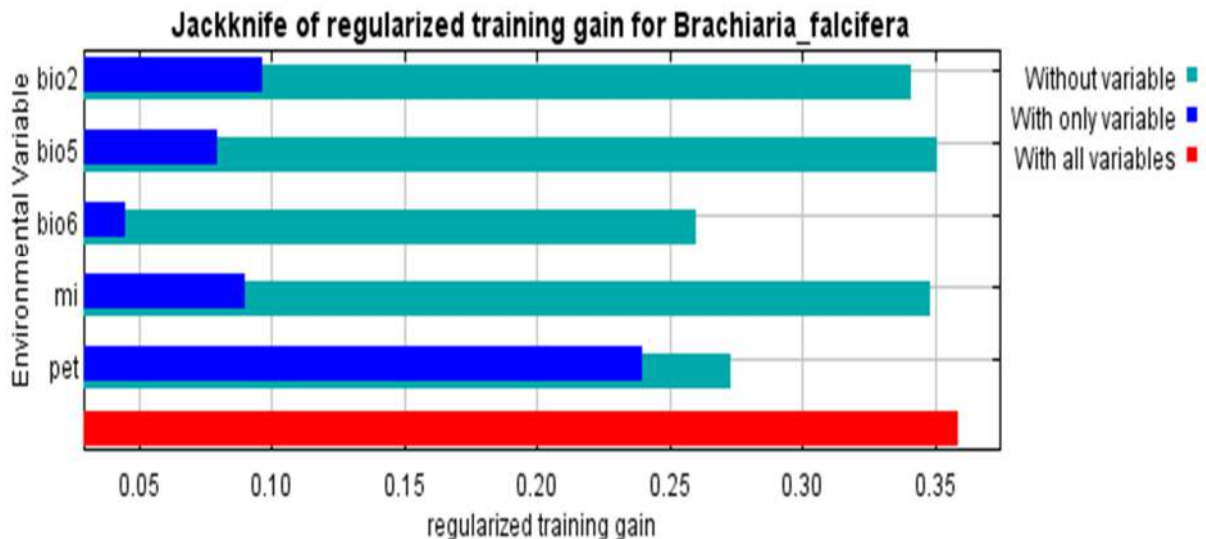


Figure 5. Test de Jackknife sur les variables environnementales utilisées pour *B. falcifera*

Source : Résultats de la modélisation

Légende : Temp minimum du mois le plus froid (bio6), Plage diurne moyenne en température (bio2), l'évapotranspiration potentielle (pet), Température maximale du mois le plus chaud (bio5) indice d'humidité annuel (mi).

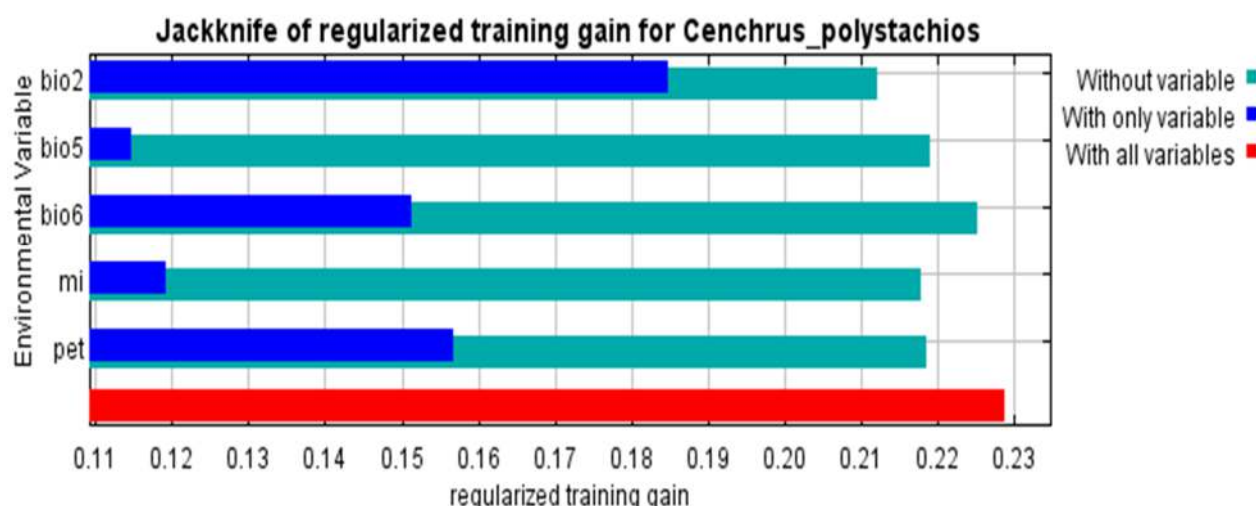


Figure 6. Test de Jackknife sur les variables environnementales utilisées pour *P. polystachion*

Source : Résultats de la modélisation

Légende : Temp minimum du mois le plus froid (bio6), Plage diurne moyenne en température (bio2), l'évapotranspiration potentielle (pet), Température maximale du mois le plus chaud (bio5) indice d'humidité annuel (mi).

Cartographie de la distribution géographique de *B. falcifera* et de *P. polystachion*

La prédiction de la distribution de *B. falcifera* et de *P. polystachion* réalisée à partir des scénarii rcp 4.5 et rcp 8.5 avec le modèle MIROC à l'horizon 2055 a permis de mettre en évidence leurs habitats potentiels futurs. La non favorable, la moyennement favorable et la plus favorable ont été les trois zones de distribution des deux herbacées distinguées.

Distribution géographique de *B. falcifera* au présent et au futur (horizon 2055) dans les scénariircp4.5 et rcp8.5

Sur la Figure 7 ont été illustrées les indications relatives aux habitats de *B. falcifera* au présent et au futur (horizon 2055) dans les scénarii rcp4.5 et rcp8.5 au Bénin. Dans la période actuelle donc en 2019, *B. falcifera* a été très fortement présent dans le Sud jusqu'au Centre du Bénin donc dans les Pôles de Développement Agricole (PDA) PDA N° 5, 6 et 7 mais a été faible dans le Nord (Figure 7a). A l'horizon 2055 la distribution de *B. falcifera* a été prédite avec une probabilité plus élevée dans le Sud et faible dans le Nord et le Centre (Figures 7b) tandis que le scénario rcp 8.5 a prédit une distribution de *B. falcifera* avec une probabilité plus élevée dans le Sud et faible dans le Nord et le Centre à l'horizon 2055 (Figure 7c). Dans l'ensemble, la proportion des habitats non favorables sera plus étendue à l'horizon 2055. Ces habitats seront localisés surtout dans le Nord (PDA N° 1, 2 et 3).

Sur la Figure 8, les proportions des aires de *B. falcifera* au présent et au futur (horizon 2055) ont été présentées sous les scénarii rcp 4.5 et rcp 8.5. Dans les conditions climatiques du présent la proportion des aires très favorables de *B. falcifera* passera de 12% (Figure 8a) à 3% quel que soit le scénario (Figures 8b, 8c) soit une diminution de 9%. Quant à la proportion des aires non favorables, au présent de 35% passera respectivement sous rcp 4.5 et rcp 8.5 à 73% soit une augmentation de 38% et à 45% soit une augmentation de 10%.

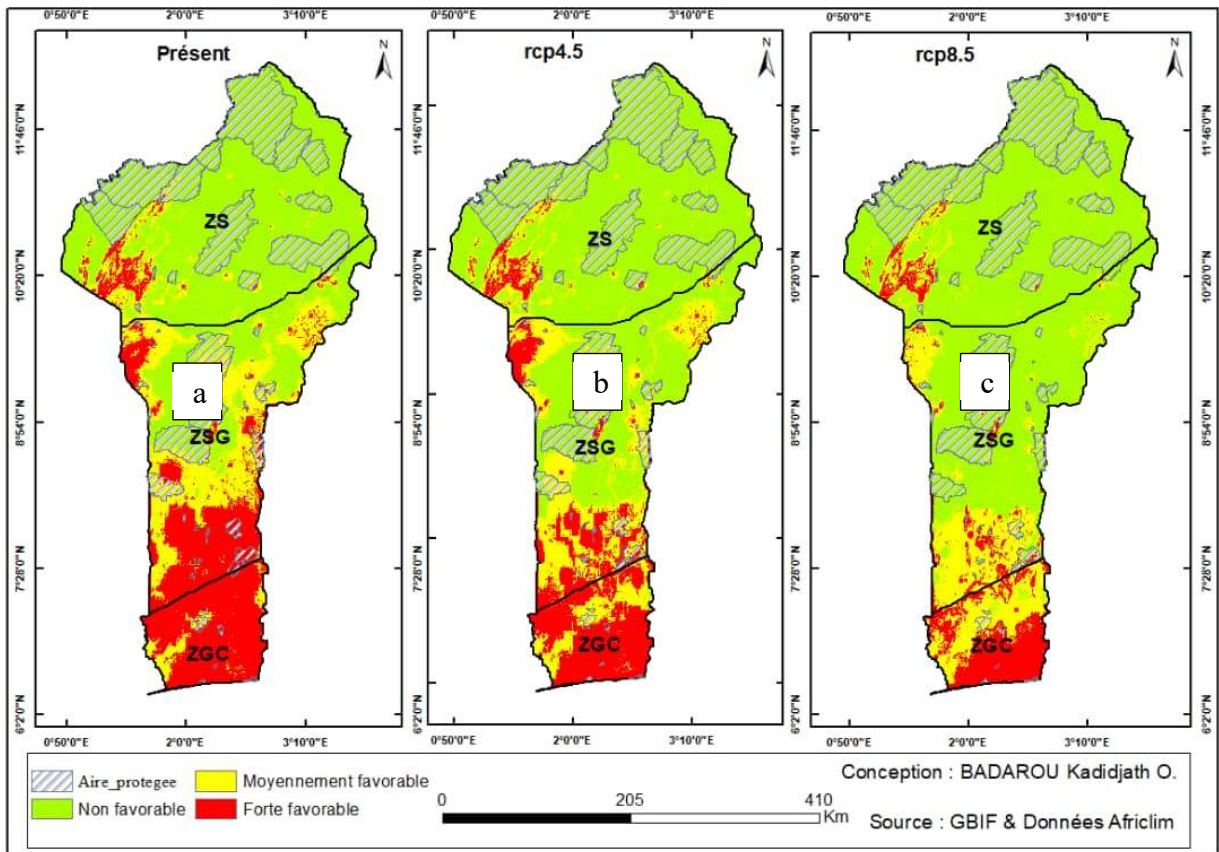


Figure 7. Habitat de *B. falcifera* au présent et au futur (horizon 2055) dans les scénarii rcp4.5 et rcp8.5 au Bénin

Légende : a : présent ; b : rcp4.5 et c : rcp8.5

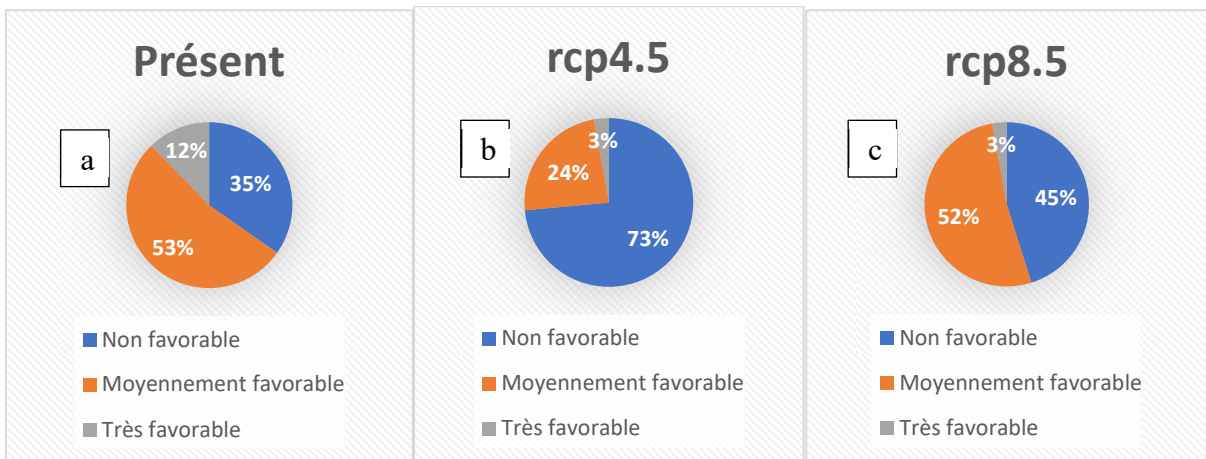


Figure 8. Proportion d'aire de *B. falcifera* au présent et au futur (horizon 2055) dans les scénarii rcp4.5 et rcp8.5 au Bénin

Légende : a : présent ; b : rcp 4.5 et c : rcp 8.5

Distribution géographique de *P. polystachion* au présent et au futur (horizon 2055) dans les scénarii rcp4.5 et rcp8.5 au Bénin

Sur la Figure 9 ont été indiquées les proportions des aires de *P. polystachion* au présent et au futur (horizon 2055) dans le scénario 4.5 et 8.5. Dans la période actuelle donc en 2019, cette herbacée a été très fortement distribuée dans le Sud et faiblement distribuée dans le Centre et une partie du Nord (Figure 9a). Le scénario rcp 4.5 a montré une prédiction de la distribution de *P. polystachion* avec une probabilité plus élevée de sa représentation dans le Sud et le Centre (Figure 9b). Le scénario rcp 8.5 prédit une distribution de *P. polystachion* avec une probabilité de forte présence dans le Nord et le Sud et sa faible présence sera notée dans le Centre (Figure 9c). Dans l'ensemble, la proportion des habitats moyennement favorables et fortement favorables serait plus étendue d'ici 2055 dans les 2 scénarii alors que la proportion des habitats non favorables sera moins étendue.

Sur la Figure 10 ont été indiquées les proportions des aires de *P. polystachion* au présent et au futur (horizon 2055) dans le scénario 4.5 et 8.5 au Bénin. Dans les conditions climatiques du présent (Figure 10a), la proportion des aires très favorables de *P. polystachion* de 16% au présent passera à 21% dans les 2 scénarii (Figure 10b et 10c) soit une augmentation de 5%. Quant à celles non favorables, elle passera du présent de 34% (Figure 10a) à 13% (Figure 10b) et 14% (Figure 10c) respectivement sous rcp4.5 et rcp8.5 soit des diminutions de 21% et de 20%.

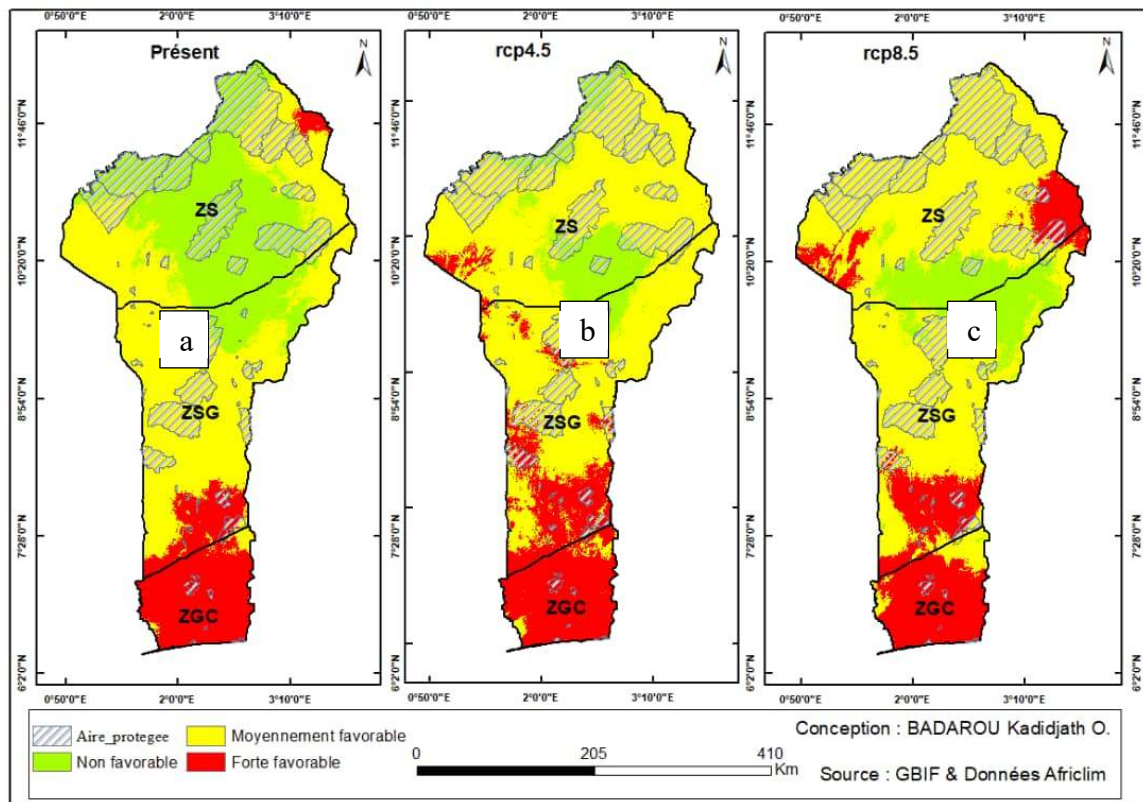


Figure 9. Habitat de *P. polystachion* au présent et au futur (horizon 2055) dans le scénario rcp4.5 et rcp8.5 au Bénin.

Légende : a : présent ; b : rcp 4.5 et c : rcp 8.5

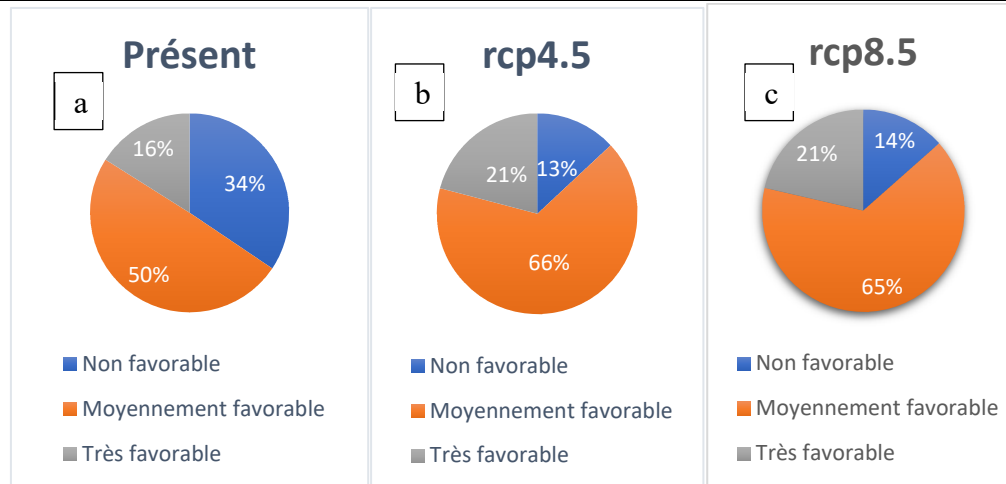


Figure 10. Proportion d'aire de *P. polystachion* au présent et au futur (horizon 2055) dans le scénario rcp4.5 et rcp8.5 au Bénin.

Légende : a : présent ; b : rcp 4.5 et c : rcp 8.5

Discussion

La modélisation de la niche écologique est l'un des moyens efficaces pour évaluer la distribution des habitats favorables et projeter l'impact des changements climatiques sur une espèce (Fandohan *et al.*, 2015). Elle permet de conduire des analyses complexes combinant différentes sources de données spatiales et de générer des cartes lisibles, facilitant l'interprétation des résultats par les conservateurs, aménagistes et les décideurs, encourageant ainsi le développement et la mise en œuvre des politiques de conservation et d'aménagement des parcours et des aires de pâturages. Les cinq variables -i- Temp minimum du mois le plus froid (bio6), -ii- Plage diurne moyenne en température (bio2), -iii- Evapotranspiration potentielle (pet), -iv- Température maximale du mois le plus chaud (bio5) et -v- Indice d'humidité annuel (mi), sont utilisées pour la prédiction de la dynamique spatio-temporelle des habitats de l'espèce dans les conditions climatiques actuelles et futures.

Ces variables contribuent à la prédiction des habitats de l'espèce en des proportions différentes aussi bien du point de vue de l'ordre de leur intégration dans le modèle que de leur permutation. Cependant, la prise en compte dans le modèle de l'évaporation, représentant un facteur lié à la transpiration des végétaux (Oumorou, 2003) et de la topographie comme un élément influent de l'environnement de distribution des espèces (Phillips Dudík, 2008) peut encore améliorer davantage les résultats. La qualité du modèle est évaluée à travers l'AUC. Swets (1988) proposé pour assurer la fiabilité du modèle des valeurs de l'AUC > 0,90. Pour les deux espèces étudiées les valeurs sont supérieures à 0,90, ce qui peut témoigner de la bonne qualité du modèle à prédire la distribution des espèces. Les deux scénarii du modèle MIROC utilisés prévoient des résultats différents en fonction des espèces pour les changements dans les précipitations d'ici 2055.

La présente étude modélise la distribution spatiale des habitats favorables de *B. falcifera* et de *P. polystachion* au Bénin, dans un contexte de changement climatique. Les résultats suggèrent que les habitats très favorables sont localisés dans le Sud du Bénin pour les deux herbacées fourragères au présent et à l'horizon 2055 sous les deux scénarii (rcp 4.5 et rcp 8.5). Toutefois, le modèle suggère une diminution de 9% des habitats très favorables de *B. Falcifera* et une augmentation d'environ 20% pour *P. polystachion* à l'horizon 2055 sous les deux scénarii (rcp 4.5 et rcp 8.5). Dans la pratique, ces variations peuvent être dues aux changements climatiques. Les pertes des habitats très favorables de *B. falcifera* peuvent être surtout dues à la qualité du sol car *B. falcifera* est une espèce des bas-fonds donc elle va se raréfier avec l'assèchement due aux variabilités climatiques à l'horizon 2055. L'augmentation de la proportion des habitats très favorables de *P. polystachion* d'ici 2055 que prévoit le modèle peut se justifier par le mode de reproduction de l'espèce qui est essentiellement par graine.

Conclusion

Les modèles prédictifs contribuent à la conservation des espèces en orientant des études biologiques vers des lieux où ces dernières sont susceptibles d'être retrouvées. Ces modèles peuvent en effet être utilisés afin d'évaluer l'adéquation des conditions environnementales d'un site avec la présence d'une espèce que l'on souhaite y implanter. Dans l'étude, un modèle de distribution géographique potentielle

de *B. falcifera* et de *P. polystachion* est développé au Bénin. Ainsi, il paraît impérieux de prendre les mesures nécessaires pour la domestication de ces espèces afin de pouvoir procéder en son temps à leur conservation dans le futur.

Remerciements

Les auteurs remercient tous ceux qui ont contribué à la réalisation de la présente étude et en particulier les éleveurs enquêtés, les agents de terrain qui ont facilité la tâche lors de la collecte des données de terrain.

Références bibliographiques

- Badarou, K. O., H. Sidi, S. B. Adehan, S. Adjolohoun, I. Gbego Tossa, F. Houndonougbo, S. Babatounde, 2020 : Herbacées fourragères appréciées par les bovins sur les parcours communautaires du Nord-Est du Bénin. *Journal of Animal & Plant Sciences (J. Anim. Plant Sci.)* 2071-7024 Vol.45 (3), 7964-7978 <https://doi.org/10.35759/JAnmPISci.v45-3.2>.
- DE (Direction de l'Elevage), 2021. Rapport annuel d'activité. Bénin
- Djèntonin, J. A., M. Amidou, N. M. Baco, 2003. Diagnostic gestion du troupeau : gestion des ressources pastorales dans les départements de l'Alibori et du Borgou au nord Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* 43 : 30-45.
- Djohy, G. L., Edja A. H., 2018 : Effet de la variabilité climatique sur les ressources en eau et stratégies d'adaptation des éleveurs et maraîchers au Nord-Bénin. *Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie »,* 8 (2) : 83-91.
- Dossa, F. K., 2018 : Facteurs Socio-Economiques Influençant L'adoption de Coton Biologique au Nord-Est du Bénin : Cas de la Commune de Kandi. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 6(2): 577-584.
- Elith, J., C. H. Graham, R. P. Anderson, M. Dudik, S. Ferrier, A. Guisan, R. J. Hijmans, F. Huettmann, J. R. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L. G. Lohmann, B. A. Loiselle, G. Manion, C. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J. M. Overton, A. T. Peterson, S. J. Phillips, K. Richardson, R. Scachetti Pereira, R. E. Schapire, J. Soberon, S. Williams, M. S. Wisz, N. E. Zimmermann, 2006 : Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. *Ecography*, 29, 129–151.
- Elith, J., S. J. Phillips, T. Hastie, M. Dudik, Y. E. Chee, C. J. Yates, 2011 : A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and distributions*, 17(1): 43-57.
- Fandohan, A. B., A. M. Oduor, A. I. Sode, L. Wu, A. Cuni-Sanchez, E. Assede, G. N. Gouwakinnou, 2015: Modeling vulnerability of protected areas to invasion by *Chromolaena odorata* under current and future climates. *Ecosystem Health and Sustainability*, 1(6), 1-12.
- Fandohan, B., G. Gouwakinnou, N. F. Houedougbe, B. Sinsin, J. Liu, 2013 : Impact des changements climatiques sur la répartition géographique des aires favorables à la culture et à la conservation des fruitiers sous-utilisés : cas du tamarinier au Bénin. *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement*, 17(3), p. 450-462.
- FAO, 2018: Climate-Smart Agriculture in Benin (Climat - Une agriculture intelligente au Bénin). Rome, Italy, 25 p. <https://www.fao.org/documents/card/fr/c/CA1323EN/>.
- FAO, 2012: Statistical yearbook: *World food and agriculture*. Rome, Italy, 275 p. ISBN: 9789251070833. <https://www.fao.org/publications/card/en/c/a9f447e8-6798-5e82-82b0-a78724bff03/>.
- FAO/UIT, 2019 : Stratégie nationale pour l'e-Agriculture au Bénin 2020-2024. Ver 0.5 57 p. <http://assets.fsnforum.fao.org/s3-eu-west-1.amazonaws.com/public/discussions/contributions/Strat%C3%A9gie%20nationale%20e-Agriculture%20Benin%2025-08-2019.pdf>
- Ganglo, J. C., G. K. Djotan, G. K. Gbetoho, A. Jaures, S. B. Kakpo, K. N. A. Aoudji, K. Koura, T. R. Yehouenou, 2017 : Ecological niche modeling and strategies for the conservation of *Dialium guineense* Willd. (Black velvet) in West Africa. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, Vol. 9(12), p. 373-388.
- Gbenou, B., S. Adjolohoun, D. B. M. Houndjo, A. Saïdou, L. Ahoton, M. Houinato, M. Dahouda, A. B. Sinsin, 2019: Difficulties to the crops forage integration in agricultural farms in the Sudanian area of Benin (West Africa). *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 8(5) : 152-159
- Gounou, M. K., YABI, J. A., 2020 : Analyse des déterminants des systèmes d'élevages bovins des communes de Kalalé et de Gogounou au Bénin. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 8(3).
- Houinato, M., Sinsin B., 2000 : La pression agropastorale sur la zone riveraine de la réserve de biosphère de la Pendjari. *Tropicicultura* N° 18, Vol. 3, Pp. 112-117.
- Houndjo, D. B. M., S. Adjolohoun, B. Gbenou, A. Saïdou, L. Ahoton, M. Houinato, S. Seibou Toleba, B. A., Sinsin, 2018: Benin: socio-demographic and economic characteristics, crop-livestock production systems and issues for rearing improvement. A review. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(1) : 519-541.
- Husson, O., Charpentier, H., Michellon, R., Naudin, K., Enjalric, F., Razanamparany, C., Rakotondramanana, L. S., 2008. *Brachiaria* spp. Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Volume III ; Chapitre 4. §1Fiches techniques plantes de

couverture : Graminées pérennes. Edition : GSDM/CIRAD Photos et mise en page : Olivier HUSSON Dessins: RAMAFA Impression: NIAG

INSAE, 2020 : Les comptes nationaux du quatrième trimestre du Bénin. <https://www.insae-bj.org/actualites/161-les-comptes-nationaux-du-4emetrimestre-2019>

Kouadja G. S., Kouassi A. F., Kouadio K. E., 2022. Biodiversité, typologie et qualité du fourrage des parcours naturels périurbains de Bouaké au Centre de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences (J.Anim.Plant Sci. ISSN 2071-7024)*. Vol.52 (1) : 9362-9376 ; <https://doi.org/10.35759/JAnmPISci.v52-1.2>

Ouattara, D., D. Kouame, M. S. Tiebre, A. Cisse, K. E. N'Guessan, 2016 : Diversité floristique et usages des plantes dans la zone soudanienne du Nord-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 31(1) : 4815-4830.

Oumorou, M., 2003 : Etudes écologiques, floristiques, phytogéographique et phytosociologique des inselbergs du Bénin. Thèse de doctorat du 3ème cycle. Faculté des Sciences, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 1-101.

Pachauri, R. K., Meyer, L. A., 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change". IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p.

Phillips, S. J., Dudik, M., 2008: "Modeling of species distributions with Maxent new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2): 161-175.

Phillips, S. J., R. P. Anderson, R.E. Schapire, 2006: Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231-259.

Platts, P. J., P. Omeny, R. Marchant, 2015: AFRICLIM: high-resolution climate projections for ecological applications in Africa. *African Journal of ecology*, 103-108.

Rodríguez, J. P., L. Brotons, J. Bustamante, J. Seoane, 2007: The application of predictive modelling of species distribution to biodiversity conservation. *Diversity and Distributions*, 243-251.

Sinsin, B. A., S. Oloulotan, M. Oumorou, 1989 : Les pâturages de saison sèche de la zone soudanienne du nord-est du Bénin. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 42(2) : 283-288.

Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassemar, V. Castel, M. Rosales, C. De Haan, 2006: Livestock's long shadow. Environmental issues and options, FAO, Rome, Italy, 390p.

Swets, A. J., 1988: Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*, 240(4857) : 1285-1293.

Williams, B., G. Leung, H. Maiato, A. Wong, Z. X. Li, E. V. Williams, C. Kirkpatrick, C. F. Aquadro, C. L. Rieder, M. L. Goldberg, 2007: Mitch - a rapidly evolving component of the Ndc80 kinetochore complex required for correct chromosome segregation in *Drosophila*. *J. CellSci.* 120(20): 3522--3533.

Zékpété, E. I. S., 2009 : Transhumance et changement climatique : utilisation des outils d'aide à la décision dans la gestion durable des ressources des écosystèmes agropastoraux Soudano Sahéliens du Bénin. DESS/AGRN/ FSA/UAC, 78 p.