

Impact du changement climatique sur la gestion et la conservation des parcs agroforestiers à rônier (*Borassus aethiopum* Mart.) au Togo

Impact of climate change on the management and conservation of roast palm (*Borassus aethiopum* Mart.) agroforestry parks in Togo

Kombate Bimare^{1*}, Atakpama Wouyo¹, Bawa Anissou^{1&2}, Tidjani Olougbeniga Reinatou³, Dourma Marra, Batawila Komlan¹

¹Laboratoire de botanique et écologie végétale, Département de Botanique, Faculté des Sciences, Université de Lomé, Togo

²Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées, Université de Kara, Togo.

³Département de Foresterie, Institut National de Formation Agricole, Tové, Togo.

*Auteur correspondant : parfaitbimare@yahoo.fr

ORCID des Auteurs :

Kombate Bimare : <https://orcid.org/0000-0002-1642-0451>, Atakpama Wouyo : <https://orcid.org/0000-0001-7041-918X>, Bawa Anissou : <https://orcid.org/0009-0005-9276-2014>, Tidjani Olougbeniga Reinatou : <https://orcid.org/0009-0006-2812-6942>, Dourma Marra : <https://orcid.org/0000-0002-6864-9039>, Batawila Komlan : <https://orcid.org/0000-0003-2781-3063>

Comment citer l'article : Kombate Bimare, Atakpama Wouyo, Bawa Anissou, Tidjani Olougbeniga Reinatou, Dourma Marra, Batawila Komlan (2024). Dynamique de l'habitat potentiel de *Borassus aethiopum* Mart. au Togo. *Revue Écosystèmes et Paysages*, 4(2) : 1-15, e-ISSN (Online) : 2790-3230

Doi: <https://doi.org/10.59384/recopays.tg4215>

Reçu : 30 septembre 2024

Accepté : 15 décembre 2024

Publié : 30 décembre 2024



Copyright: Published under a Creative Commons Attribution (CC-BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Résumé

Les changements futurs du climat auront un impact significatif sur la distribution géographique et la production de plusieurs plantes dont le rônier (*Borassus aethiopum* Mart.), une espèce agroforestière pourvoyeuse de multiples services écosystémiques en Afrique tropicale. La présente étude vise à : (i) modéliser l'habitat potentiel actuel des rôniers au Togo, (ii) évaluer l'impact des changements futurs du climat d'ici 2055 sur l'habitat des rôniers et (iii) déterminer les zones de priorisation des actions de conservation. Le principe d'entropie maximale (MAXENT) en combinaison avec un Système d'Information Géographique (SIG) a été utilisé pour modéliser les habitats favorables actuels et à l'horizon 2055 de l'espèce sur la base de deux scénarii (SSP 12.6 et SSP 58.5). La modélisation a été faite en utilisant 21 variables environnementales et 1273 points de présences de l'espèce. Les résultats montrent que 73,62 % du territoire togolais est favorable au développement du rônier. Les paramètres environnementaux les plus significatifs qui conditionnent la répartition du rônier au Togo sont : le sol, la précipitation annuelle, l'indice d'humidité annuelle et la température minimale du mois le plus froid. Suivant les scénarii SSP 12.6 et SSP 58.5, les régions des Savanes, de la Kara et Maritime seront marquées respectivement par une régression des habitats non favorables, peu favorables et moyennement favorables au profit des habitats très favorables.

Les zones écologiques I et III offrent plus de conditions favorables pour la conservation et la valorisation à long terme de l'espèce. Il est donc important de protéger et de conserver ces habitats afin de garantir les services écosystémiques rendus par le rônier. La participation des communautés locales à la mise en place de zones de conservation et la gestion durable des ressources naturelles sont des stratégies clés pour y parvenir.

Mots clés

Borassus aethiopum, distribution géographique, gestion durable, changement climatique, Togo.

Abstract

Future climate change will have a significant impact on the geographical distribution and production of several plants, including the roast palm (*Borassus aethiopum* Mart.), an agroforestry tree providing a variety of ecosystem services in tropical Africa. The study aims at: (i) modelling the current potential habitat of the roast palm in Togo, (ii) assessing the impact of future climate change by 2055 on the roast palm habitat, and (iii) identifying priority areas for its sustainable management and conservation. The principle of maximum entropy (MAXENT) in combination with a geographic information system (GIS) was used to model favourable habitats for the species now and in 2055, on the basis of two scenarios (SSP 12.6 and SSP 58.5). Modelling was performed using 21 environmental variables and 1,273 species occurrences. It was found that 73.62 % of Togo's territory is suitable for roast palm development. Soil, annual rainfall, annual humidity index and minimum temperature of the coldest month are the main environmental parameters influencing the distribution of roast palm in Togo. In the Savane, Kara and Maritime regions, unfavourable, less favourable and moderately favourable habitats will decrease in favour of high favourable habitats under the SSP 12.6 and SSP 58.5 scenarios. More favourable conditions for the long-term conservation and development of the species are found in Ecological Zones I and III. To secure the ecosystem services provided by the roast palm, it is therefore important to protect and conserve these habitats. Key strategies to achieve this include involving local communities in the establishment of protected areas and the sustainable management of natural resources.

Keywords

Borassus aethiopum, geographical distribution, sustainable management, climate change, Togo.

1. Introduction

Le Rônier africain (*Borassus aethiopum* Mart.) est une espèce agroforestière d'une grande importance pour la population rurale en Afrique tropicale. L'éventail des biens du rônier va des produits alimentaires jusqu'aux matières premières pour l'industrie locale ou externe en passant par des médicaments locaux, des combustibles, des matériaux de travail et de construction (Gbesso et al. 2014). Ces multiples fonctions du rônier justifient les innombrables recherches sur cette espèce dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest (Adjovi et al. 2013; Ahissou et al. 2017; Gambou et al. 2018; Gbesso et al. 2017; Lolo and Tiem 2017; Salako et al. 2019a; Zongo et al. 2018; Folega et al. 2023). Ces études montrent non seulement l'importance cruciale de cette espèce mais également l'impact de la pression humaine sur la conservation des habitats de cette plante (Folega et al. 2023; Atakpama et al. 2022; Salako et al. 2019b). En dépit des efforts de recherches scientifiques, peu d'études se sont penchées sur l'impact potentiel du climat sur ses aires de répartition (Folega et al. 2022; Salako et al. 2019c). Cette information est cruciale pour orienter la conservation et la culture de cette espèce.

L'espèce *Borassus aethiopum* Mart., occupe une place importante dans l'écosystème et l'économie du Togo. Bien que des recherches antérieures aient jeté les bases de compréhension de l'utilité et de l'écologie de cette espèce (Atakpama et al. 2022; Folega et al. 2022; Atato et al. 2011; Samah et al. 2015), les mécanismes précis qui régissent son habitat potentiel restent largement méconnus. Cette étude vise à combler ces lacunes en entreprenant une analyse approfondie de la dynamique de l'habitat de *Borassus aethiopum*. Elle s'engage à répondre à trois principales questions. Quel est l'habitat potentiel actuel des rôniers au Togo ? Au regard des projections climatiques, quel est l'effet potentiel des changements climatiques sur l'étendue de ces aires et leur distribution géographique à l'horizon 2055 ? Quelles sont les implications de ces résultats pour l'élaboration de politiques futures de culture et de conservation du *Borassus aethiopum* ?

La présente étude vise à contribuer à la gestion durable des parcs agroforestiers à rôniers au Togo. Spécifiquement, il s'agit de : (i) modéliser l'habitat potentiel actuel des rôniers au Togo, (ii) évaluer l'impact des changements futurs du climat d'ici 2055 sur l'habitat des rôniers et (iii) déterminer les zones de priorisation des activités de conservation et de valorisation des rôniers au Togo. Les résultats de cette étude fourniront des données cruciales aux décideurs politiques et aux aménagistes pour la conservation et la gestion équilibrée de cette ressource végétale d'importance écologique et socio-économique majeure.

2. Méthode

2.1 Description du Togo

Le Togo, pays de l'Afrique de l'Ouest, est entièrement situé dans la zone intertropicale (Figure 1). La population du Togo est estimée à environ 8 095 498 habitants, avec un taux d'accroissement intercensitaire de 2,30 % en 2022 (INSEED 2022). Le secteur agricole occupe près de 80 % de la population du pays et fournit plus de 20 % des recettes des produits d'exportation. Selon Ern (1979), le Togo est subdivisé en cinq (5) zones écologiques sur la base des spécificités climatiques, floristiques et orographiques. Les plaines du nord (zone I) correspondent à la partie septentrionale du pays drainée par la rivière Oti et ses affluents. Le principal type de végétation est la savane arborée soudanienne où subsistent quelques lambeaux de forêt-galerie le long des berges de la rivière Oti. La zone des montagnes du nord (zone II) correspondant à la partie nord de la chaîne de l'Atakora au Togo est une zone de forêts denses sèches, de forêts claires et de savanes herbeuses à arborées. Dans ces deux zones, on retrouve de vastes parcs agroforestiers de grande importance socio-économique dans la vie quotidienne des populations résidentes (Kebenzikato et al. 2023). La zone des plaines du centre (zone III) correspond aux grandes étendues de plaines du centre du pays avec des forêts claires et des forêts-galeries discontinues le long des principaux cours d'eau. Les formations végétales dominantes sont des savanes boisées guinéennes plus ou moins arborées (Brunel et al. 1984). La zone écologique IV correspond à la partie méridionale des monts du Togo (Kassa et al. 2018) où on retrouve les forêts denses humides du Togo et des savanes guinéennes ou savanes de montagne (Akpagana 1989; Guelly 1994; Pellerin et al. 1990). La plaine côtière du sud Togo (zone V) revêt un caractère mosaïque cultures et jachères (Batawila 1997; Kokou et al. 2006).

2.2. Collecte des données

2.2.1. Collecte des données de présence

Les coordonnées géographiques de *Borassus aethiopum* ont été enregistrées lors des travaux de terrain à l'aide d'un récepteur GPS (Global Positioning System). Les coordonnées géographiques proviennent des investigations de terrain réalisées par le Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale de l'Université de Lomé sur la période de 2017-2021 sur toute l'étendue du territoire national. Le nombre total de points de présence est 1273. Pour une très bonne précision des résultats de la modélisation, il faut que les données de présence de l'espèce étudiée couvrent le plus possible la région où elle est influencée par les mêmes facteurs climatiques (Fitzpatrick and Hargrove 2009). Ainsi, 1944 points de présence de l'espèce couvrant la période 1950-2021 ont été extraits à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest sur la plateforme de GBIF (Global Biodiversity Information Facility www.gbif.org). La figure 2 présente l'ensemble des 3217 points de présence de *B. aethiopum* de l'espèce en Afrique de l'Ouest.

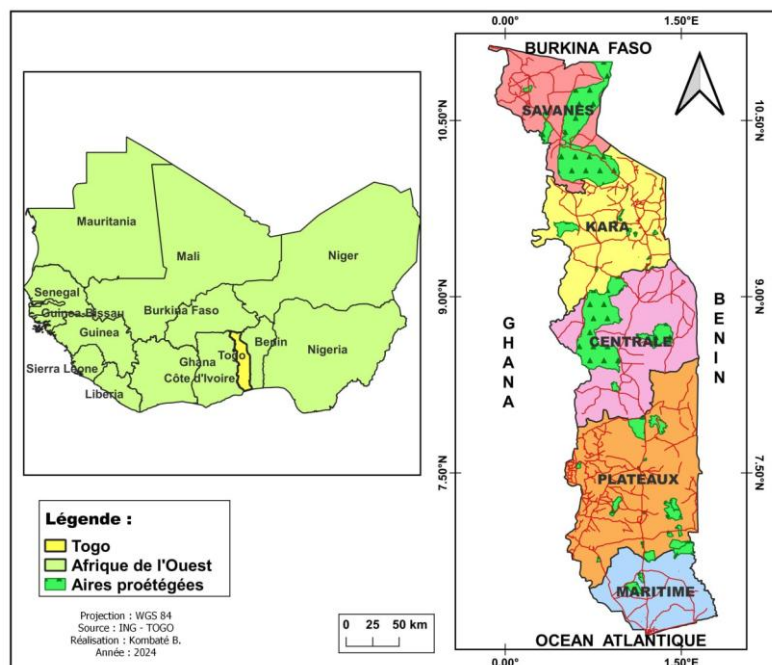


Figure 1: Subdivisions administratives du Togo

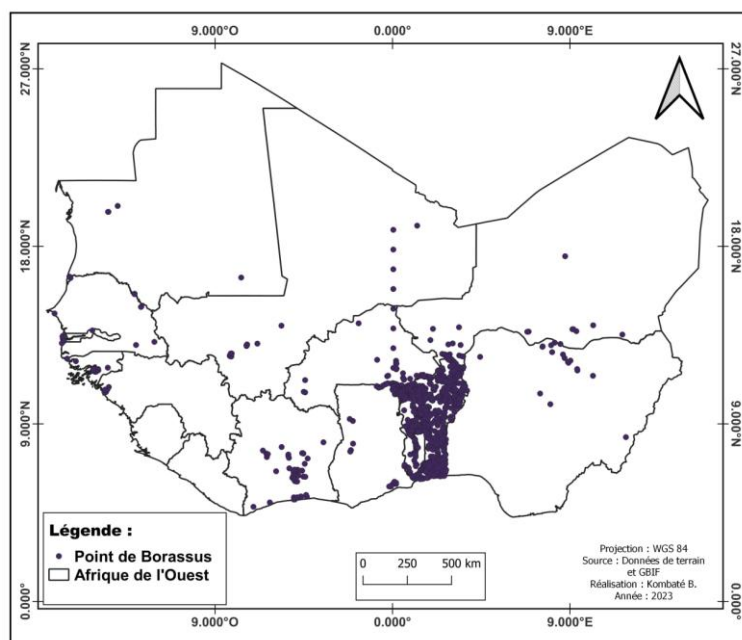


Figure 2: Répartition des points de présence du *Borassus aethiopum* en Afrique de l'Ouest

2.2.2. Collecte des données environnementales

Pour modéliser la probabilité de présence du *Borassus aethiopum*, 21 variables environnementales issues du modèle de circulation générale de Max Planck Institute (MPI) for Meteorology ESM (MPI-ESM) ont été utilisées (Tableau 1) dont 19 variables bioclimatiques associées aux données d'altitude et de sol. Les données de l'altitude ont été téléchargées sur la plateforme WorldClim2.1 (<https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html>) tandis que les données de sol proviennent de la base de

données harmonisée des sols disponible sur le site <http://www.data.tpdc.ac.cn/en/data/844010ba-d359-4020-bf76-2b58806f9205>. Les données actuelles climatiques issues des moyennes de 1970-2000 de 19 variables bioclimatiques et les projections climatiques futures à l'horizon 2055 proviennent de la plateforme de Chelsa.V.2.1 (Karger et al. 2021). Ces données spatiales à l'échelle mondiale recueillies ont une résolution de 30 arc-secondes au sol équivalent à 1km²/pixel. Pour les projections climatiques futures, deux scénarii d'émission (SSPs (Shared Socio-economic Pathways)) du modèle de circulation générale de Max Planck Institute (MPI) for Meteorology ESM (MPI-ESM) ont été utilisés sur les quatre scénarii d'émission des gaz à effet de serre (Meinshausen et al. 2020). Il s'agit du scénario optimiste (SSP 12.6) et le scénario pessimiste (SSP 58.5). Le SSP 12.6 suppose un changement graduel, global vers un contexte socio-économique durable avec une décroissance de la démographie et de la consommation. Le SSP 58.5 estime une croissance rapide et globale de l'économie, couplée à l'exploitation abondante de combustibles fossiles (O'Neill et al. 2017). Ces différents scénarii ont été conçus pour tester la réponse globale du climat par rapport aux émissions des gaz à effet de serre.

Les couches de variables sélectionnées ont été découpées suivant les limites de l'Afrique de l'Ouest grâce au logiciel Arcgis 10.5. Selon Pearson and Dawson (2003), les facteurs pédologiques apportent une contribution considérable à la modélisation lorsque la zone d'étude s'étend sur une distance inférieure à 2 000 km.

Tableau 1: Variables bioclimatiques utilisées dans la modélisation

Variables climatiques	Définition des variables	Unité
Chelsa_bio 1	Température annuelle moyenne	°C
Chelsa_bio 2	Amplitude diurne moyenne	°C
Chelsa_bio 3	Isothermie	%
Chelsa_bio 4	Température saisonnière	°C
Chelsa_bio 5	Température maximum du mois le plus chaud	°C
Chelsa_bio 6	Température minimum du mois le plus froid	°C
Chelsa_bio 7	Amplitude thermique annuelle	°C
Chelsa_bio 8	Température moyenne du trimestre le plus humide	
Chelsa_bio 9	Température moyenne du trimestre le plus sec	
Chelsa_bio 10	Température moyenne du trimestre le plus chaud	°C
Chelsa_bio 11	Température moyenne du trimestre le plus froid	°C
Chelsa_bio 12	Précipitations annuelles	mm
Chelsa_bio 13	Précipitations du mois le plus humide	mm
Chelsa_bio 14	Précipitations du mois le plus sec	mm
Chelsa_bio 15	Précipitations saisonnières	%
Chelsa_bio 16	Précipitations du trimestre le plus humide	mm
Chelsa_bio 17	Précipitations du trimestre le plus sec	mm
Chelsa_bio 18	Précipitations du trimestre le plus chaud	mm
Chelsa_Bio 19	Précipitations du trimestre le plus froid	mm
hwsd	Sol	
elev	Altitude	

2.3. Analyse des données

2.3.1 Exécution du modèle

La modélisation des aires de répartition de *B. aethiopum* a été faite avec l'algorithme Maxent (Maximum Entropy) qui trouve ses origines dans la théorie de l'information, et ce via un programme Java indépendant, relevant de l'intelligence artificielle. Maxent est un algorithme qui estime la distribution la plus uniforme/étendue des points d'occurrences au sein d'une zone d'étude, la distribution spatiale de l'espèce en fonction de l'entropie maximale de chaque variable environnementale tout en discriminant les habitats favorables et ceux non favorables (Elith et al. 2005). La particularité du modèle Maximum Entropie réside dans sa capacité de fonctionner aussi bien avec des données continues qu'avec des données catégorielles (Moukrim et al. 2018). Cette dernière méthode de modélisation a été choisie parce qu'elle ne requiert pas de données d'absence difficile à collecter (Urbina-Cardona and Loyola 2008) et qui, si elles sont disponibles, peuvent être de valeur incertaine dans beaucoup de situations (Anderson and Sobel 2003). Elle constitue l'une des méthodes de modélisation les plus performantes susceptibles de générer de très bonnes informations biogéographiques tout en offrant une bonne discrimination des habitats favorables à une espèce d'un point de vue bioclimatique (Redon et al. 2012). Les coordonnées géographiques collectées ont été saisies dans un tableur

Microsoft Excel où les doublons, les enregistrements incorrects ou les coordonnées incohérentes ont été nettoyés. Ce fichier a été converti en format csv compatible avec MaxEnt. Pour effectuer la modélisation, les variables environnementales et les variables bioclimatiques futures brutes ont été assemblées et découpées suivant les limites de l'Afrique de l'Ouest dans le logiciel Arcgis 10.5 pour régénérer les fichiers ASCII compatibles avec l'algorithme. Le modèle a été exécuté 10 fois et la moyenne des 10 exécutions est utilisée pour la suite des traitements. Une proportion de 25 % des points d'observation de l'espèce a été utilisée pour tester le modèle et 75 % des points ont été utilisés pour calibrer le modèle.

2.3.2 Évaluation et validation du modèle

Une évaluation du modèle a été faite aussi grâce à l'indice « Receiver Operating Characteristics Curve » (ROC) obtenu par calcul de l'aire située sous la courbe ou de Area Under the Curve (AUC) générée automatiquement (Kumar and Stohlgren 2009). Les valeurs de l'AUC sont interprétées telles que proposées par Araújo et al. (2005). $0,5 \leq AUC \leq 0,6$: le modèle est de mauvaise qualité. $0,6 \leq AUC \leq 0,7$: le modèle est de qualité pauvre. $0,7 \leq AUC \leq 0,8$: le modèle est de qualité moyennement bonne. $0,8 \leq AUC \leq 0,9$: le modèle est de bonne qualité et $AUC > 0,90$: le modèle est de bonne qualité. L'évaluation du modèle a été complétée par l'appréciation de la contribution de chaque variable ayant participé à l'exécution du modèle à partir du test de Jackknife (Dimobe et al. 2020).

2.3.3 Cartographie de l'habitat

La classification et la cartographie des aires de culture actuelle et future des différents types d'habitats de *B. aethiopum* suivant chaque scénario utilisé ont été faites grâce au logiciel QGIS 3.28. Le logiciel ArcGIS 10.5 a permis de calculer les superficies de chaque habitat. Afin de transformer les probabilités continues d'occurrence en valeurs binaires de présence/absence, quatre classes d'habitats ont été définies en considérant un seuil de probabilité "S" (Moukrim et al. 2020; Phillips and Dudík 2008). Ainsi, une catégorisation des habitats favorables a été réalisée sur la carte des habitats potentiels actuels et les cartes des habitats potentiels à l'horizon 2055 des scénarii SSP 2.6 et 8.5 pour définir les : (i) habitats très favorables ($p \geq S$), (ii) habitats moyennement favorables ($T/2 \leq p < S$), (iii) habitats peu favorables ($S/4 \leq p < S/2$) et (iv) habitats non favorables ($p < S$). Les cartes de changement des aires potentielles de distribution sont élaborées pour apprécier le changement et la dynamique potentielle des habitats à l'horizon 2055 en utilisant l'outil d'analyse spatiale du logiciel QGIS 3.28.

2.3.4 Détermination des zones prioritaires

Les résultats du modèle (fichiers TIFF) ont été utilisés pour générer les cartes de priorisation des zones de culture et de conservation de *Borassus aethiopum* Mart., dans le logiciel Zonation 4.0. Le logiciel Zonation permet d'effectuer la classification automatique des différentes zones en fonction de leur importance pour la conservation de l'espèce face aux changements climatiques (Goodman et al. 2018).

3. Résultats

3.1. Contribution des variables et validation du modèle

Le résultat du test de Jackknife présente la contribution de chaque variable utilisée dans la modélisation de la répartition de *B. aethiopum*. Parmi les 21 variables bioclimatiques utilisées pour faire tourner le modèle, les variables avec des poids plus élevés (barre bleue) sont : le sol (HWSD), la précipitation annuelle (Chelsa_bio 12) ; la précipitation du trimestre le plus froid (Chelsa_bio 19) (Figure 3).

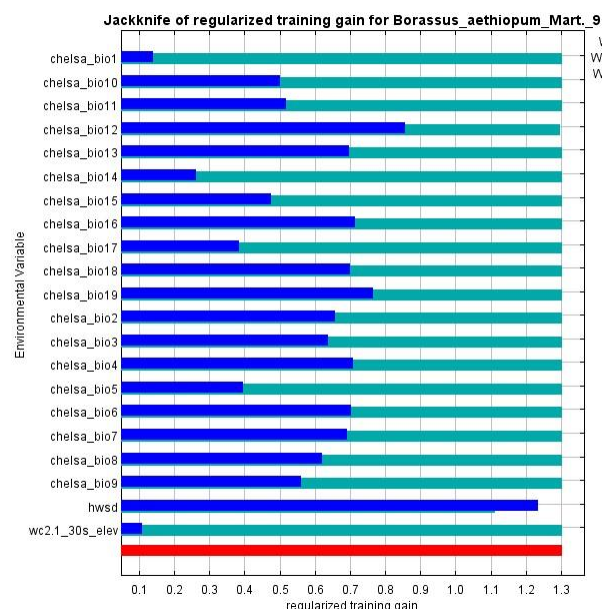


Figure 3: Contribution des variables bioclimatiques : test de test Jackknife.

Les valeurs moyennes de l'AUC de l'aire sous la courbe ROC pour l'exécution du modèle MaxEnt et pour son test sont respectivement de 0,902 et 0,899 confirmant la bonne performance de l'algorithme Maxent à capturer les variations des données environnementales et à prédire les habitats favorables de *Borassus aethiopum* (Figure 4).

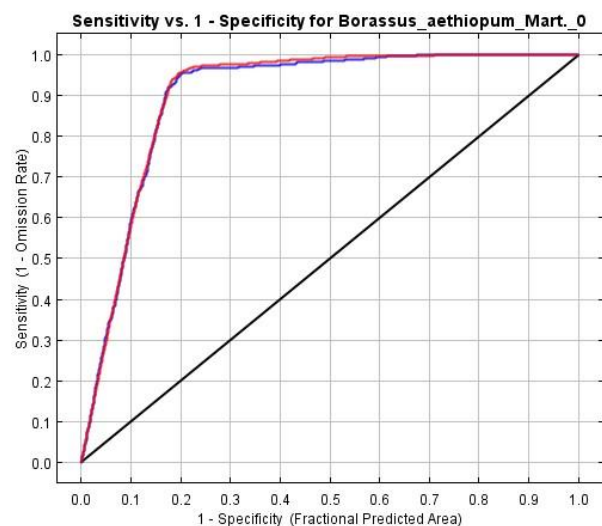


Figure 4: Valeur de l'aire sous la courbe (AUC, Area Under Curve)

3.2. Habitats potentiels actuels de *B. aethiopum* au Togo

La projection actuelle de *B. aethiopum* prédit que sur le territoire national, 73,62 % des habitats sont très favorables, 18,35 % des habitats sont moyennement favorables, 2,68 % des habitats sont peu favorables et 5,35 % des habitats sont non favorables (Figure 5 & 6). Dans les conditions actuelles et suivant les zones écologiques du Togo, 98,14 % et 93,61 % de la surface respectivement des zones écologiques I et III sont très favorables à la culture et à la conservation du *B. aethiopum* (Figure 6). Les habitats peu favorables se situent dans les zones écologiques IV (34,70 %) et II (11,63 %). Les habitats moyennement favorables se retrouvent dans les zones écologiques V (44,96 %) et IV (38,87 %) (Figure 6). Dans les conditions actuelles et suivant les zones écologiques du Togo, 99,10 % et 81,44 % de la surface très favorable à la culture et à la conservation du *B. aethiopum* se retrouve respectivement dans les régions des Savanes et de la Kara (Figure 6). Les habitats peu favorables se situent dans les

régions Centrale (8,61 %) et Plateaux (9,41 %). Les habitats moyennement favorables se retrouvent dans les régions maritime V (46,19 %) et plateaux (18,93 %) (Figure 6).

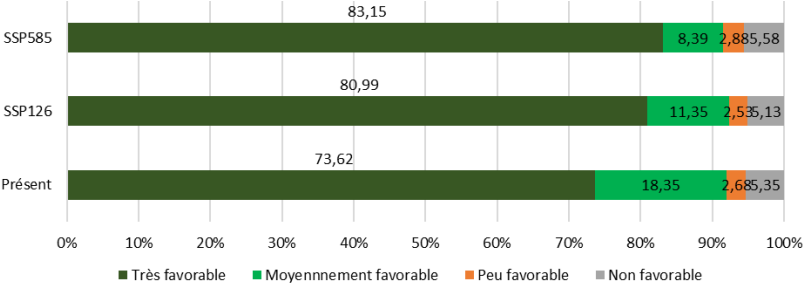


Figure 5: Habitat potentiel actuel et futur du rônier au Togo

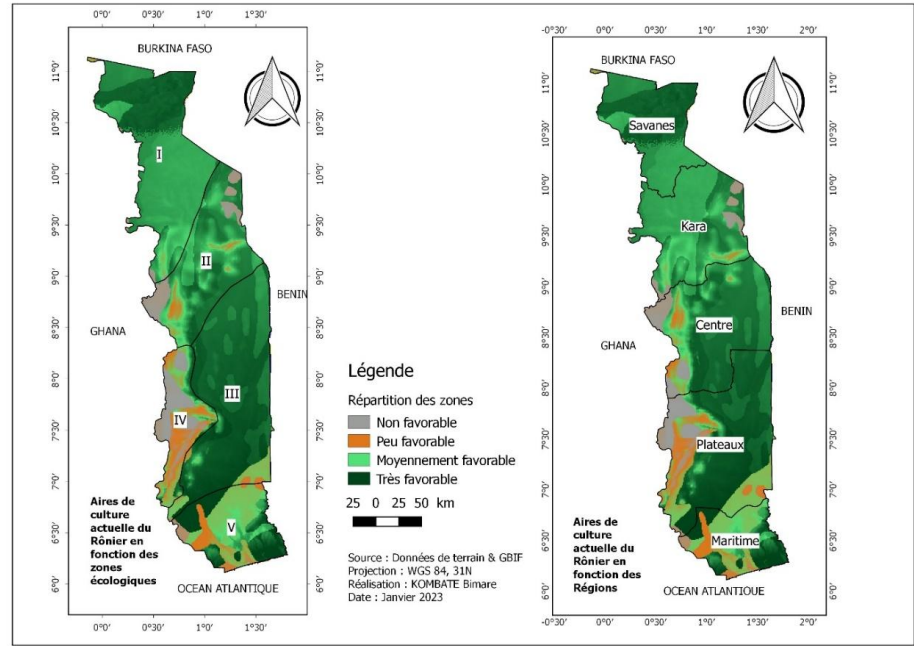


Figure 6: Aires de distribution géographique actuelle du *Borassus aethiopum* au Togo

3.3. Dynamique spatio-temporelle des habitats futurs de *B. aethiopum* au Togo

Les projections futures à l’horizon 2055 (Figure 5 & 7) issues des scénarii SSP 12.6 et SSP 58.5 montrent une augmentation de l’aire des habitats très favorables et une diminution de l’habitat moyennement favorable et non favorable du Rônier au Togo. Suivant les régions, les projections futures à l’horizon 2055, montre que l’influence du climat sera observée dans les cinq régions économiques du Togo mais plus particulièrement dans les régions des Savanes, de la Kara et Maritime. Ces régions seront marquées par une régression des habitats non favorables, peu favorables et moyennement favorables suivant les scénarii SSP 12.6 et SSP 58.5 au profit des habitats très favorables (Tableau 2, Figure 7). Dans la région Centrale, cette dynamique sera marquée par une régression des habitats peu favorables et moyennement favorables suivant le scénario SSP 12.6 au profit des habitats très favorables et suivant le scénario SSP 58.5, une régression des habitats non favorables et moyennement favorables au profit des habitats peu favorables et très favorables (Tableau 2, Figure 7). Par contre, celle des Plateaux sera marquée par une régression des habitats non favorables, peu favorables et moyennement favorables suivant le scénario SSP 12.6 au profit des habitats très favorables et suivant le scénario SSP 58.5, une régression des habitats moyennement favorables au profit des habitats non favorables, peu favorables et très favorables (Tableau 2, Figure 7).

Tableau 2: Dynamique spatio-temporelle des habitats futurs du Rônier en fonction des régions administratives du Togo

Scénario	Régions	Savanes	Kara	Centrale	Plateaux	Maritime
SSP 12.6	Très favorable	0,32	9,91	4,64	1,71	54,14

	Moyennement favorable	-40,74	-66,32	-24,40	-4,25	-48,66
	Peu favorable	0,00	0,00	-82,00	-5,19	-3,17
	Non favorable	-58,33	0,00	0,00	-0,54	-45,12
SSP 58.5	Très favorable	0,32	10,57	3,55	7,73	70,30
	Moyennement favorable	-40,74	-70,74	-25,21	-41,58	-63,95
	Peu favorable	0,00	0,00	298,42	0,82	-0,61
	Non favorable	-58,33	0,00	-3,06	28,71	-54,75

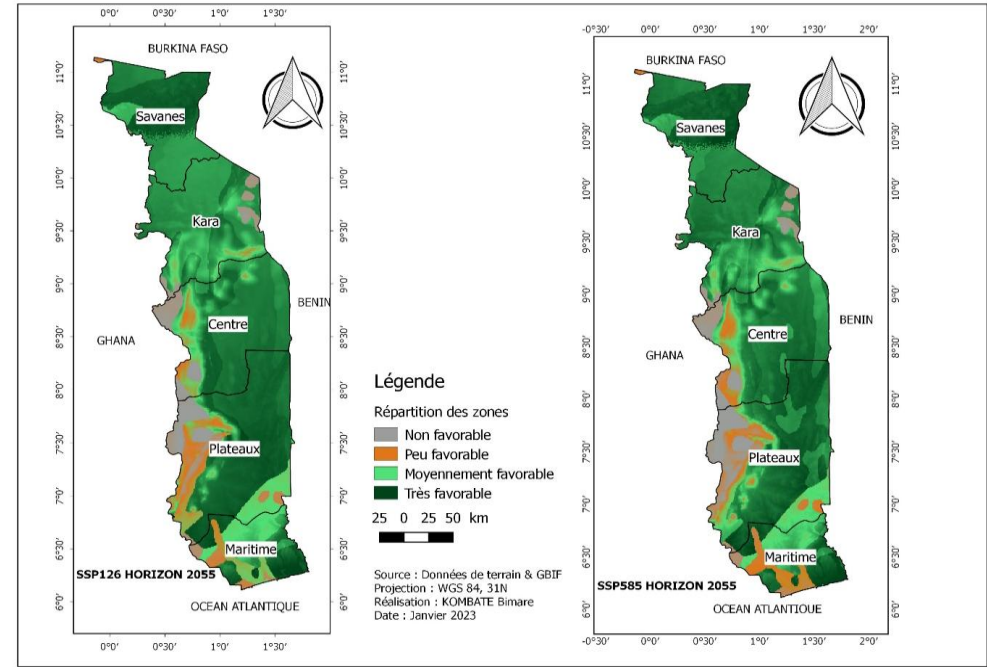


Figure 7: Prédiction de distribution des habitats du *Borassus aethiopum* à l’horizon 2055 suivant les régions administratives

Les projections futures à l’horizon 2055, montrent que l’influence du climat sera plus observée dans les zones écologiques III, IV et V avec une forte augmentation des habitats non favorables à peu favorables (Tableau 3, Figure 8). Les zones écologiques I et II qui présentent à plus de 93 % des habitats très favorables suivant les scénarii SSP 12.6 et SSP 58.5 seront marquées par une augmentation des habitats moyennement favorables au détriment des habitats très favorables (Tableau 3, Figure 8).

Tableau 3: Dynamique spatio-temporelle des habitats futurs du Rônier en fonction des zones écologiques du Togo

Scénario	Habitats	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV	Zone V
SSP 12.6	Très favorable	-0,25	-2,35	-0,16	-8,63	27,95
	Moyennement favorable	23,37	22,17	-3,38	-3,97	-40,39
	Peu favorable	0,00	0,00	55,56	14,44	56,56
	Non favorable	0,00	0,00	600,00	4,40	6050,00
SSP 58.5	Très favorable	-0,20	-3,01	2,48	-28,83	49,61
	Moyennement favorable	19,02	26,21	-40,97	-30,01	-63,38
	Peu favorable	0,00	0,00	15,74	59,12	56,56
	Non favorable	0,00	0,00	-50,00	30,35	3800,00

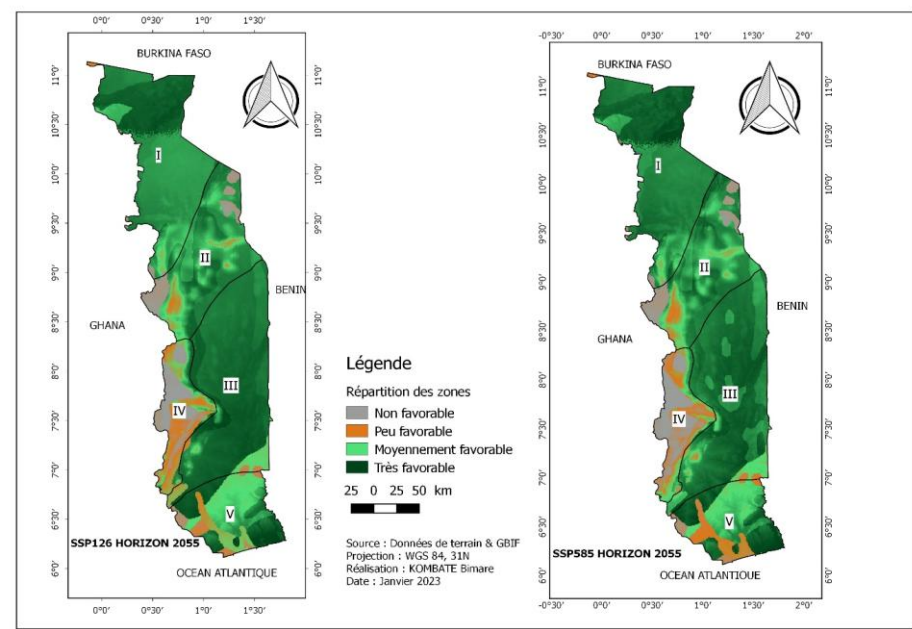


Figure 8: Prédiction des habitats de distribution du *Borassus aethiopum* à l’horizon 2055 suivant les zones écologiques du Togo

3.3. Aires prioritaires de conservation et de culture de *B. aethiopum* au Togo

Sur le plan administratif, les zones prioritaires pour la conservation et le développement du *B. aethiopum* sont situées dans les régions des Savanes, des Plateaux et Maritime, tandis que les zones à priorité moyenne se trouvent dans les régions Centrale et de la Kara. Les zones à faible priorité pour le développement se trouvent dans la région Maritime et dans l’ouest de la région des Plateaux.

Les zones de priorité du *B. aethiopum* prédites pour la conservation et le développement suivent un gradient allant du plus faible (0 %) au plus élevé (100 %) (Figure 9). Au bas de la légende de cette carte, le rouge correspond à la zone la plus prioritaire en conservation de la biodiversité. La dégradation de couleur rouge vers le noir foncé signifie que la valeur diminue en termes de priorité de conservation et de restauration. Il ressort de cette carte que les zones prioritaires sont plus situées dans la zone écologique I, III et V (Tableau 6, Figure 9). Les aires de priorité moyenne se retrouvent dans les zones écologiques III (43,44 %) et II (32,42 %). Par contre, une grande proportion des zones non prioritaires se trouve dans les zones écologiques IV et V (Figure 9). Sur le plan administratif, les zones prioritaires prédites pour la conservation et la mise en culture du Rônier sont localisées dans les régions des Savanes, des Plateaux et Maritime. Les aires moyennement prioritaires sont représentées se retrouvent dans la région Centrale (53,10 %) et Kara (20,59 %). Les zones de faible priorité pour le développement de l’espèce se situent dans la région Maritime (35,81 %) et à l’Ouest de la région des Plateaux (32,93 %).

Tableau 6: Proportion des aires prioritaires en fonction des zones écologiques et régions économiques

Niveau de priorité (%)	0-20	20-50	50-75	75-90	90-95	95-98	98-100
Zone écologique du Togo							
Zone I	1,96	56,81	13,76	19,57	5,45	2,36	0,08
Zone II	19,37	46,92	32,42	1,29	0,00	0,00	0,00
Zone III	6,34	6,16	43,44	29,12	9,53	4,16	1,25
Zone IV	86,22	7,94	5,25	0,42	0,17	0,00	0,00
Zone V	39,35	23,84	7,00	4,52	4,90	8,33	12,05
Régions administratives du Togo							
Savanes	0,53	38,64	13,73	33,52	9,36	4,09	0,14
Kara	8,22	71,09	20,59	0,10	0,00	0,00	0,00

Centrale	18,77	21,61	53,10	6,48	0,03	0,00	0,00
Plateaux	32,93	5,37	17,93	25,73	10,50	5,46	2,09
Maritime	35,81	28,18	8,57	5,06	3,49	6,56	12,31

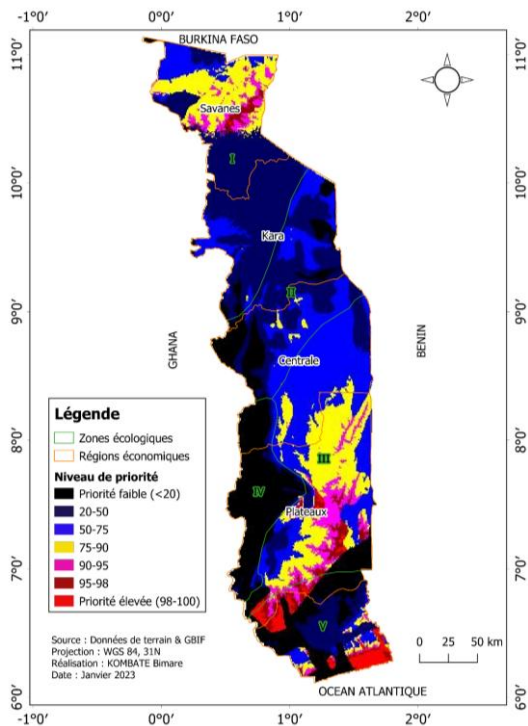


Figure 9: Classification des habitats prioritaires de conservation et de vulgarisation du Rônier

4. Discussion

4.1 Fiabilité du modèle et contribution des variables

Le modèle de distribution des aires de culture potentielle du *B. aethiopum* a été validé par l'Aire sous la Courbe ROC (AUC) (Phillips et al. 2006). En Afrique de l'Ouest, les valeurs de l'AUC issues du modèle d'entropie maximale (MaxEnt), sont couramment utilisées pour évaluer la performance des modèles de classification dans divers domaines scientifiques (Abdou et al. 2016; Samarou et al. 2023). Dans le cas de *Borassus aethiopum*, avec une valeur élevée de l'Aire sous la Courbe ROC (AUC) de 0,902, ce modèle s'avère efficace pour discriminer entre les classes et capturer la distribution de probabilité des données de présence et des variables environnementales de l'espèce étudiée (Lahoz - Monfort et al. 2014; Phillips et al. 2006). Le modèle MaxEnt démontre une remarquable capacité à générer des informations biogéographiques précieuses (Saliou et al. 2015) justifiant ainsi sa forte utilisation dans des études similaires. Cependant, malgré ses avantages, le modèle MaxEnt présente des limitations, telles que l'incapacité de prioriser la sélection d'habitats prioritaires, la sensibilité à la qualité et à la quantité des données d'entraînement, ainsi qu'aux choix des variables explicatives.

Les résultats de l'analyse de Jackknife montrent que le sol est un facteur prépondérant dans la distribution spatiale du *B. aethiopum* suivi respectivement des variables de précipitation annuelle ; l'indice d'humidité annuel et la température minimale du mois le plus froid. Ces résultats corroborent les observations d'autres études qui ont mis en évidence l'importance des conditions édaphiques et climatiques, notamment les régimes pluviométriques, dans la distribution des espèces (Atakpama et al. 2022; Kombate et al. 2022; Moukrim et al. 2020). Le sol et la pluviométrie agissent directement dans la répartition du *B. aethiopum* et pourraient constituer des paramètres climatiques et édaphiques majeurs dans l'écologie de l'espèce (Lyam et al. 2012).

4.2 Impacts des conditions climatiques futures sur la distribution du Rônier

B. aethiopum est une espèce clé des systèmes agroforestiers dans la zone soudanienne (Atakpama et al. 2022; Djakambi et al. 2023). Cette espèce joue un rôle écologique, économique et social majeur dans les écosystèmes naturels et anthropisés du Togo, en particulier dans les zones de savanes (Atakpama et al. 2022). L'impact des conditions climatiques futures sur la distribution

de *Borassus aethiopum* est une question cruciale à considérer en matière de conservation et de gestion de cette espèce. Les résultats des projections climatiques des deux scénarios SSP (SSP12.6 et SSP 58.5) développés dans le cadre du projet CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6) pour explorer les futurs possibles en fonction des évolutions socio-économiques et démographiques indiquent que la superficie des habitats actuellement favorables au bon développement du *B. aethiopum* au Togo n'est pas restée stable dans le futur. Il y a eu une augmentation significative en termes d'aire spatiale des habitats très favorables pour *B. aethiopum* au Togo, avec une diminution des zones peu ou non favorables. Cette tendance positive s'expliquerait par l'amélioration des conditions climatiques, en particulier pluviométriques, dans certaines régions du pays. Cependant, les zones écologiques III, IV et V pourraient connaître une dégradation de leurs habitats, en lien avec les effets potentiels du changement climatique. Des études similaires ont montré l'étroite relation qui existe entre les aires favorables de l'espèce végétale et la variabilité liée au changement climatique (Abasse et al. 2019; Atakpama et al. 2016; Périé et al. 2014; Thiombiano et al. 2006). Tous ces travaux ont montré que les changements climatiques affectent les écosystèmes forestiers tant à l'égard des processus écologiques qui s'y déroulent que de l'assemblage des espèces qui les composent. En effet, les nouvelles conditions pédoclimatiques pourraient être favorables ou défavorables à la reproduction et à la survie des espèces végétales entraînant la disparition, le déplacement ou l'apparition de nouvelles espèces (Djakambi et al. 2024). Les travaux de Fandohan et al. (2013) confirment l'hypothèse selon laquelle l'aire de distribution d'une espèce végétale est influencée par les changements climatiques avec pour conséquence la diminution de la diversité des espèces et de leurs habitats appropriés.

4.3 Zones prioritaires à la conservation du Rônier

Borassus aethiopum présente des exigences écologiques spécifiques en matière de sol, d'eau et de climat, ce qui détermine les zones où elle peut prospérer. Les rôniers sont couramment cultivés dans les zones de savane, où ils peuvent être utilisés pour régénérer les sols dégradés et améliorer la productivité agricole expliquant les grandes aires prioritaires de conservation et de culture dans la Région des Savanes au Togo. Ils poussent également dans des zones de savane humide ou de forêt claire, avec des sols riches en nutriments, une bonne disponibilité en eau et des températures moyennes comprises entre 20 et 30 degrés Celsius. Enfin, ils peuvent être associés à des zones de transition entre les zones humides et les zones sèches ce qui pourrait expliquer sa priorisation dans la Région Centrale du Togo. En plus d'être favorables à la distribution de l'espèce, la zone écologique I caractérisée par les savanes arborées soudaniennes et la zone III marquée par les savanes boisées guinéennes plus ou moins arborées sont adéquates pour la conservation de l'espèce contrairement à la zone écologique IV caractérisée par les zones de montagne qui correspond aux forêts humides et semi-décidues qui sont restées non favorables à sa conservation. Ces résultats anticipent les impacts contrastés du changement climatique sur la répartition de *Borassus aethiopum* au Togo.

5. Conclusion

Cette étude a montré que les variables environnementales les plus importantes pour modéliser la répartition de *B. aethiopum* sont le type de sol, la précipitation annuelle et la précipitation du trimestre le plus froid. Ces facteurs édaphiques et climatiques jouent un rôle clé dans la distribution de cette espèce. Selon les projections actuelles, 73,62% du territoire togolais présentent des habitats très favorables pour *B. aethiopum*, principalement dans les zones écologiques I et III. Les zones écologiques IV et II ont une plus forte proportion d'habitats peu ou moyennement favorables. Les projections à l'horizon 2055 montrent une tendance générale à la régression des habitats les moins favorables au profit des habitats les plus favorables, avec des variations régionales selon les scénarios climatiques. L'évaluation de la résistance de ses aires par rapport aux changements climatiques dans le but de mettre en place une stratégie de conservation de l'espèce a montré que toutes les zones favorables à la culture de l'espèce ne sont pas propices pour la conservation de l'espèce d'ici 2055 sous les deux scénarii. La conservation et le développement du *B. aethiopum* sont prioritaires dans les régions des Savanes, des Plateaux et Maritime. Suivant les zones écologiques, les zones prioritaires sont principalement situées dans les zones I, III et V tandis que les zones à priorité moyenne se trouvent dans les zones écologiques II et III. Une grande proportion des zones non prioritaires se trouve dans les zones écologiques IV et V. Ces zones prioritaires sont importantes pour la conservation et l'utilisation durable du *B. aethiopum* et de ses services écosystémiques au Togo.

Remerciement

Nous remercions les évaluateurs anonymes de ce travail pour leur contribution à son perfectionnement.

Contribution des auteurs

Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	Kombate Bimare, Atakpama Wouyo
Gestion des données	Kombate Bimare, Atakpama Wouyo, Tidjani Olougbeniga Reinatou
Analyse formelle	Kombate Bimare, Atakpama Wouyo
Acquisition du financement	Batawila Komlan
Enquête et investigation	Kombate Bimare, Atakpama Wouyo, Tidjani Olougbeniga Reinatou
Méthodologie	Kombate Bimare, Atakpama Wouyo, Tidjani Olougbeniga Reinatou
Gestion de projet	Kombate Bimare, Atakpama Wouyo
Ressources	Kombate Bimare
Logiciels	Kombate Bimare, Atakpama Wouyo
Supervision	Dourma Marra, Batawila Komlan
Validation	Dourma Marra, Batawila Komlan
Visualisation	Kombate Bimare, Atakpama Wouyo
Écriture – Préparation	Kombate Bimare, Atakpama Wouyo
Écriture – Révision	Kombate Bimare, Atakpama Wouyo Bawa Anissou, Dourma Marra

Références

Abasse T, Rabiou H, Moussa M, Soumana I, Kouyate A, Mahamane A (2019) Influence du gradient agroécologique sur la diversité et distribution des ressources ligneuses en zones sahélienne et soudanienne du Niger Afrique SCIENCE 15:335-348

Abdou L, Diouf A, Inoussa M, Mamoudou B, Illiassou S, Mahamane A (2016) Modeling the geographic distribution of *Prosopis africana* (G. and Perr.) Taub. in Niger Environment and Natural Resources Research 6:136-144 doi:10.5539/enrr.v6n2p136

Adjovi EC, Doko KV, Tcheouali A, Gbaguidi AG, Hounwanou I (2013) Composite ciment/bois de *Borassus aethiopum* Mart: Etude de l'influence des fibres sur la pate du ciment et caractérisation mécanique J Rech Sci Univ Lomé (Togo) 15:133-141

Ahissou MV, Balagueman OR, Biaou SSH, Natta AK, Dan BSC (2017) Caractérisation structurale des populations de *Borassus aethiopum* Mart. dans la commune de Savè au Bénin Annales de l'Université de Parakou, Série « Sciences Naturelles et Agronomie » 7:47-53

Akpagana K (1989) Recherches sur les forêts denses humides du Togo. Thèse d'État, Bordeaux III

Anderson AK, Sobel N (2003) Dissociating intensity from valence as sensory inputs to emotion Neuron 39:581-583

Araújo MB, Pearson RG, Thuiller W, Erhard M (2005) Validation of species–climate impact models under climate change Global change biology 11:1504-1513

Atakpama W, Atoemne K, Egbelou H, Padakale E, Batawila K, Akpagana K (2022) Distribution et démographie des parcs à rôniers dans la Région des Savanes du Togo African Journal on Land Policy and Geospatial Sciences 5:290-302 doi:10.48346/IMIST.PRSM/ajlp-gs.v5i2.28341

Atakpama W, Wala K, Gouwakinnou GN, Pereki H, Akodewou A, Batawila K, Akpagana K (2016) Abundance, distribution pattern and potential suitable habitat of *Sterculia setigera* Del. in Togo (West Africa) International Journal of Innovation and Scientific Research 26:23-38

Atato A, Wala K, Batawila K, Lamien N, Akpagana K (2011) Edible Wild Fruit Highly Consumed during Food Shortage Period in Togo: State of Knowledge and Conservation Status J Life Sci 5:1046-1057

Batawila K (1997) Recherches sur les formations dégradées et jachères de la plaine côtière du sud Togo. Mém. DEA, Univ. Lomé

Brunel J-F, Hiepko P, Scholz H (1984) Flore analytique du Togo: phanérogames. Englera,

Dimobe K et al. (2020) Climate change reduces the distribution area of the shea tree (*Vitellaria paradoxa* CF Gaertn.) in Burkina Faso Journal of Arid Environments 181:104237

Djakambi B et al. (2023) Typologie et structure des systèmes agroforestiers de la zone soudanienne du Togo Rev Écosystèmes et Paysages 3:1-18

Djakambi B et al. (2024) Les systèmes agroforestiers du domaine soudanien du Togo : historique et facteurs explicatifs de la dynamique évolutive Revue Congolaise des Sciences & Technologies 03:336-354 doi:10.59228/rcst.024.v3.i3.101

- Elith J, Ferrier S, Huettmann F, Leathwick J (2005) The evaluation strip: a new and robust method for plotting predicted responses from species distribution models *Ecological modelling* 186:280-289
- Ern H (1979) Die Vegetation Togos. Gliederung, Gefährdung, Erhaltung *Willdenowia*:295-312
- Fandohan B, Gouwakinnou GN, Fonton NH, Sinsin B, Liu J (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 *Biotechnol Agron Soc Environ* 17:450-462
- Fitzpatrick MC, Hargrove WW (2009) The projection of species distribution models and the problem of non-analog climate *Biodiversity and Conservation* 18:2255-2261
- Folega F., Badjare, B., Tokpo, KG., Kpérkouma, W., Batawila, K., Akpagana, K. (2023). Ecologie numérique par des mesures géospatiales et forestières du système national des aires protégées du Togo. *Revue d'Innovation et Dynamiques Territoriales*, (3).
- Folega F, Atakpama W, Pereki H, Diwediga B, Novotny IP, Dray A, Garcia C, Wala K, Batawila K, Akpagana K. (2023) Geo-Based Assessment of Vegetation Health Related to Agroecological Practices in the Southeast of Togo. *Applied Sciences*. 2023; 13(16):9106. <https://doi.org/10.3390/app13169106>
- Folega, F., Haliba, L.M., Folega, A. A., Ekoungoulou, R., Wala, K., Akpagana, K. (2022). Diversité structurale des ligneux en lien avec l'utilisation des terres en paysage du socle éburnéen au Togo. *Ann. Rech. For. Algerie*, 12(01), 07-25.
- Folega F, Datche-Danha KE, Folega AA, Woegan AY, Kperkouma W, Akpagana K (2022). Diversité des services écosystémiques et utilisation des terres dans le paysage du socle Eburnéen au Togo. *Revue Nature et Technologie*, 14(02), 61-75
- Gambou F, Djimrangar N, Ngargueudedjim K, Bayard B, Mougache A (2018) Microwave Characterization of Chadian Palmyra Wood (*Borassus aethiopum*) *Scholars Journal of Engineering and Technology (SJET)*:10.21276/sjet.22018.21276.21274.21273 . ujm-01862235
- Gbesso F, Nassi K, Gbesso G, Akoegninou A (2017) Utilisation sociale de *Borassus aethiopum* Mart et de ses habitats dans les Communes de Savè et de Glazoué au Bénin *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 11:1512-1522
- Gbesso F, Yedomonhan H, Tente B, Akoegninou A (2014) Distribution géographique des populations de rôniers (*Borassus aethiopum* Mart, Arecaceae) et caractérisation phytoécologique de leurs habitats dans la zone soudano-guinéenne du Benin *Journal of Applied Biosciences* 74:6099-6111
- Goodman SM, Raherilalao MJ, Wohlhauser S, Rabenandrasana JCN, Rakotondratsimba HM, Andriamialisoa F, Razafimpahanana M (2018) Les aires protégées terrestres de Madagascar : leur histoire, description et biote. L'ouest et le sud de Madagascar : synthèse vol 3. Association Vahatra,
- Guelly KA (1994) Les savanes de la zone forestière subhumide du Togo. Th. Doc., Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, France
- INSEED (2022) 5ème recensement general de la population et de l'habitat (RGPH-5). Ministère de la Planification du Développement et de la Coopération, Lomé, Togo
- Karger DN, Nobis MP, Normand S, Graham CH, Zimmermann NE (2021) CHELSA-TraCE21k v1. 0. Downscaled transient temperature and precipitation data since the last glacial maximum *Climate of the Past Discussions*:1-27
- Kassa KAD, Nenonene AY, Tchaineily L, Koba K (2018) Pratiques de la production et d'exploitation des fourrages dans la Région des Plateaux au Togo *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 12:1415-1422
- Kebenzikato AB, Atakpama W, Samarou M, Kperkouma W, Batawila K, Akpagana K (2023) Importance socio-économique du baobab (*Adansonia digitata*) au Togo *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires* 11:294-302 doi:<https://10.5281/ZENODO.8278018>
- Kokou K, Atato A, Bellefontaine R, Kokuste AD, Caballé G (2006) Diversité des forêts denses sèches du Togo (Afrique de l'Ouest) *Rev Ecol Terre Vie* 61:225-246
- Kombate B, Dourma M, Folega F, Atakpama W, Wala K, Batawila K, Akpagana K (2022) Modélisation spatiale multifactorielle de la vulnérabilité des unités d'occupation du sol face au changement climatique dans la Région Centrale au Togo *Rev Ecosystèmes et Paysages* 2:34-52
- Kumar S, Stohlgren TJ (2009) Maxent modeling for predicting suitable habitat for threatened and endangered tree *Canacomyrica monticola* in New Caledonia *Journal of Ecology and the Natural Environment* 1:094-098
- Lahoz - Monfort JJ, Guilleri - Arroita G, Wintle BA (2014) Imperfect detection impacts the performance of species distribution models *Global ecology and biogeography* 23:504-515
- Lolo K, Tiem S (2017) Singularité du Bois *Borassus aethiopum* par sa physiologie *Europ Sci J* 13:463-472
- Lyam PT, Adeyemi TO, Ogundipe OT (2012) Distribution modelling of *Chrysophyllum albidum* G. Don. in South-West Nigeria *Journal of Natural & Environmental Sciences & Nature* 3:7-14

- Meinshausen M et al. (2020) The shared socio-economic pathway (SSP) greenhouse gas concentrations and their extensions to 2500 Geoscientific Model Development 13:3571-3605
- Moukrim S, Lahssini S, Mharzi Alaoui H, Rifai N, Arahou M, Rhazi L (2018) Modélisation de la distribution spatiale des espèces endémiques pour leur conservation : cas de l'*Argania spinosa* (L.) Skeels Revue d'écologie 73:153-166
- Moukrim S et al. (2020) Modélisation de la distribution potentielle de *Cedrus atlantica* Manetti au Maroc et impacts du changement climatique BOIS & FORETS DES TROPIQUES 344:3-16
- O'Neill BC et al. (2017) The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century Global environmental change 42:169-180
- Pearson RG, Dawson TP (2003) Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? Global ecology and biogeography 12:361-371
- Pellerin S, Trendel R, Duparque A, Blatz A, Petit B (1990) Relation entre quelques caractères morphologiques et la sensibilité à la verse en végétation du maïs (*Zea mays* L) Agronomie 10:439-446
- Périé C, de Blois S, Lambert M-C, Casajus N (2014) Effets anticipés des changements climatiques sur l'habitat des espèces arborescentes au Québec. Ministère des Ressources naturelles du Québec,
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions Ecological modelling 190:231-259
- Phillips SJ, Dudík M (2008) Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation Ecology 89:1716-1736
- Redon M, Luque S, Isenmann M, Sanz T (2012) Prédiction de la distribution d'alliances de végétation des milieux ouverts d'altitude à l'aide de l'approche dite du maximum d'entropie. irstea
- Salako VK et al. (2019a) Potential for domestication of *Borassus aethiopum* Mart., a wild multipurpose palm species in Sub-Saharan Africa Genetic Resources and Crop Evolution 66:1129-1144
- Salako VK, Kénou C, Dainou K, Assogbadjo AE, Kakaï RG (2019b) Impacts of land use types on spatial patterns and neighbourhood distance of the agroforestry palm *Borassus aethiopum* Mart. in two climatic regions in Benin, West Africa Agroforestry Systems 93:1057-1071 doi:<https://doi.org/10.1007/s10457-018-0205-y>
- Salako VK, Vihotogbé R, Houéhanou T, Sodé IA, Glèlè Kakaï R (2019c) Predicting the potential impact of climate change on the declining agroforestry species *Borassus aethiopum* Mart. in Benin: A mixture of geostatistical and SDM approach Agroforestry Systems 93:1513-1530
- Saliou A, Oumorou M, Sinsin B (2015) Modélisation des niches écologiques des ligneux fourragers en condition de variabilité bioclimatique dans le moyen-bénin (Afrique de l'Ouest) Revue d'Ecologie (Terre et Vie) 70:342-353
- Samah O, Amey K, Neglo K (2015) Determination of mechanical characteristics and reaction to fire of "RONIER" (*Borassus aethiopum* mart.) of Togo African Journal of Environmental Science and Technology 9:80-85
- Samarou M, Atakpama W, Kombate B, Egbelou H, Folega F, Batawila K, Akpagana K (2023) Vulnérabilité du tamarinier (*Tamarindus indica* L., Fabaceae) face aux changements climatiques : cas du Togo Agrobiologia 13:3300-3313
- Thiombiano A, Schmidt M, Kreft H, Guinko S (2006) Influence du gradient climatique sur la distribution des espèces de Combretaceae au Burkina Faso (Afrique de l'Ouest) Candollea 61:189-213
- Urbina-Cardona JN, Loyola RD (2008) Applying niche-based models to predict endangered-hyld potential distributions: are neotropical protected areas effective enough? Tropical Conservation Science 1:417-445
- Zongo O, Tapsoba F, Hama C, Traore Y, Savadogo A (2018) Modes of Use of the Palm *Borassus aethiopum* Mart. by the Rural Populations of Eastern and Central-Eastern Regions from Burkina Faso International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 7:62-74 doi:10.20546/ijcmas.2018.712.009