UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI (UAC)

FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES (FSA)

Département d'Aménagement et de Gestion de l'Environnement (DAGE)

Mémoire de fin de formation en master Professionnel

Spécialité : Biodiversité Informatique

THEME

Distribution spatiale de *Cirina sp.* et de son hôte *Burkea africana,* et importance ethno-zoologique et ethnobotanique au Bénin et en R.D.C





Par

MPOLO ITOTO Roger

Soutenu le 09/09/2024

Superviseur	**Co-superviseur**
Dr (MC) **Adi MAMA**	Dr Ir. **Rodrigue IDOHOU**
Maître de Conférences (CAMES)	Maître-Assistant de Foresterie et Biométrie, (CAMES)

Jury

Président : Prof. Dr Bernard AHAMIDE

Rapporteur : Dr (MC) Adi MAMA

Examinateur 1 : Dr (MC) Gilbert ATINDOGBE

Examinateur 2 : Dr (MC) Kourouma KOURA

Année académique : 2023-2024

Promotion : 6

Table des Matières

Certification ..... **v**

Dédicace ..... **vi**

Remerciements ..... **vii**

Liste des sigles et des abréviations ..... **viii**

Liste des tableaux ..... **x**

Liste des figures ..... **xi**

Liste des Photos ..... **xii**

Liste des annexes ..... **xiii**

Résumé ..... **xiv**

Abstract ..... **xv**

1. Introduction **1**

1.1. Problématique et Justification **1**

1.2. Objectifs de recherche **4**

1.2.1. Objectif Général **4**

1.2.2. Objectifs spécifiques **4**

1.3. Questions de recherche **5**

1.4. Hypothèses de recherche **5**

Chapitre 1 : Revue de littérature **7**

1.1. Clarification des concepts **7**

1.1.1. Ethnozoologie **7**

1.1.2. Ethnobotanique **7**

1.1.3. Climat **7**

1.1.4. Changement climatique **7**

1.1.5. Diversité biologique (Biodiversité) **8**

1.1.6. Entropie maximale (MaxEnt) **8**

1.1.7. Entomophagie **8**

1.1.8. Habitat d'une espèce 8
1.1.9. Modèle de distribution des espèces (SDM) 8
1.1.10. Niche écologique d'une espèce 8
1.1.11. Niche potentielle d'une espèce 9
1.1.12. Services écosystémiques 9
1.2. Changement climatique et biodiversité, modèles de distribution spatiale des espèces en Afrique et pratiques d'entomophagie au Bénin et en R.D.C 9
1.2.1. Changement climatique et Biodiversité 9
1.2.2. Aperçu global sur les modèles de distribution spatiale des espèces en Afrique 10
1.2.3. Etat de lieu sur les pratiques d'entomophagie au Bénin et en R.D.C. 11
1.3. Généralités sur les espèces 13
1.3.1. Généralités sur *Cirina sp.* 13
1.3.1.1. Systématique 13
1.3.1.2. Description physique 13
1.3.1.3. Ecologie et répartition 14
1.3.1.4. Usages de la chenille *Cirina sp.* 15
1.3.1.5. Statut de conservation 15
1.3.2. Généralités sur *Burkea africana* 16
1.3.2.1. Systématique 16
1.3.2.2. Description physique 16
1.3.2.3. Ecologie et répartition 17
1.3.2.4. Usages 18
1.3.2.5. Statut de conservation 18
Chapitre 2 : Méthodologie 19
2.1. Milieu d'étude 19
2.1.1. Situation géographique et population du Bénin 19
2.1.2. Relief du Bénin 19
2.1.3. Climat et régime hydrique du Bénin 19

2.1.4. Sols et végétations du Bénin 20
2.1.5. Réseau hydrographique 21
2.1.6. Brève présentation de la R.D.C 22
2.2. Matériel 24
2.2.1. Matériel biologique 24
2.2.2. Matériel de collecte des données 24
2.2.3. Matériel d'analyse 25
2.3. Méthodes par objectif Spécifique 25
2.3.1. Pratiques traditionnelles ethno-zoologiques de *Cirina sp.* et ethnobotaniques du *Burkea africana* 25
2.3.1.1. Données ethno-zoologiques de la chenille *Cirina sp.* 27
2.3.1.2. Données ethnobotaniques de *Burkea africana* 28
2.3.2. Distribution potentielle de la chenille *Cirina sp.* et son hôte *Burkea africana* au Bénin et en R.D.C 30
2.3.2.1. Données d'occurrences 30
2.3.2.2. Données environnementales 32
2.3.2.3. Modélisation et évaluation du modèle 33
2.3.3. Interactions de la chenille *Cirina sp.* et son hôte *Burkea africana* 34
2.3.4. Changement climatique sur la distribution de *Cirina sp.* et *B. africana* 35
Chapitre 3 : Résultats 36
3.1. Pratiques ethno-zoologiques et ethnobotaniques 36
3.1.1. Pratiques ethno-zoologiques liées à *Cirina sp.* 36
3.1.2. Pratiques ethnobotaniques liées à *Burkea africana* 38
3.2. Modélisation 43
3.2.1. Contribution des variables 43
3.2.2. Distribution actuelle et future des habitats favorables aux deux espèces 44
3.3 Effet des interactions de la chenille *Cirina sp.* et son hôte *Burkea africana* 47

3.4. Impact potentiel du changement climatique sur la distribution spatiale de *Cirina sp.* et de son hôte Burkea *africana.* 48

4. Discussion 49

4.1. Discussion liée à l'objectif spécifique 1 49

4.2. Discussion liée à l'objectif spécifique 2 50

4.3. Discussion liée à l'objectif spécifique 3 51

4.4. Discussion liée à l'objectif spécifique 4 53

5. Conclusion 54

6. Références 56

Annexes 65

Certification

Je soussigné Prof. Dr Adi MAMA, Maître de Conférences au département d'Aménagement et de Gestion de l'Environnement (DAGE), de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), à l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), certifie que ce mémoire a été entièrement rédigé sous ma supervision par Roger ITOTO MPOLO (e) en vue d'obtenir le diplôme de Master Professionnel en Sciences Agronomiques dans la spécialité Biodiversité Informatique.

Le Superviseur

Prof. Dr **Adi MAMA**

Maître de Conférences

Dédicace

À mon défunt père, **Daniel IMBINGH MPOLO**, qui a su éveiller en moi, dès mon plus jeune âge, l'amour pour la science.

Remerciements

Au terme de ce travail de master, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation. Tout d'abord, je remercie particulièrement mes superviseurs, **Dr (Mc) Adi MAMA** et **Dr. Ir. Rodrigue IDOHOU**, pour m'avoir guidé avec rigueur et passion dans cet univers scientifique vaste et enrichissant, ainsi que pour leur appui financier dans la réalisation de ce travail.

Je remercie également le responsable du programme de Master Régional en Biodiversité Informatique, **Professeur GANGLO Cossi Jean**, pour m'avoir intégré dans son programme. Sa rigueur scientifique, ses exigences intellectuelles et ses encouragements constants ont été déterminants pour la réussite de ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude au **Dr Georg GOERGEN** et au **Professeur Aimé BOKONON-GANTA** pour leurs précieuses contributions concernant le rôle de la chenille *Cirina sp.* dans l'entomophagie au Bénin, qui ont grandement enrichi ce travail.

Je souhaite également remercier les membres du jury pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'évaluer ce mémoire. Leurs critiques constructives et leurs observations pertinentes ont été un atout pour enrichir ce travail, et je leur en suis sincèrement reconnaissant.

Mes remerciements s'adressent aussi à Monsieur l'Abbé Recteur de l'Université de Kikwit, le **Professeur Alphonse KAPUMBA**, ainsi qu'à son comité de gestion pour leur soutien financier. Ce projet n'aurait pu aboutir sans la collaboration et le soutien financier **de Madame Marceline SONDI**, du **Professeur Bienvenu KAMBASHI**, ainsi que de ma mère **Brigitte MUKWALUTU** et de mes grands frères **Totocha MPOLO** et **Emmanuel MAKOBO**.

À mes sœurs **Jolivie**, **Myriam**, **Mitshu**, ainsi qu'à mes frères **Juglard**, **Dan** et **Lucien MPOLO**, pour leur soutien indéfectible et leur amour incommensurable.

Un remerciement tout particulier au **Professeur Damusa Bonaventure MASENS**, pour son amour et son soutien paternel. À ma proposante **Ornella MUNANGA**. Enfin, à tous les pionniers de la science, passés et présents, dont les travaux inspirent et éclairent nos quêtes de connaissance.

Liste des sigles et des abréviations

- **ANN** : Artificial Neural Networks (Réseau de Neurones Artificiels)
- **ANOVA** : Analyse de la Variance (Analysis of Variance)
- **ArcGIS** : Système d'Information Géographique d'Esri
- **AUC**: Area Under the Curve
- **BAD** : Banque Africaine de Développement
- **BAD / OCDE** : Banque Africaine de Développement / Organisation de Coopération et de Développement Économiques
- **HWSD** : Base de Données sur les Sols du Monde Harmonisé
- **BIOCLIM** : Bioclimatic Analysis System (Système d'Analyse et de Prévision du Bioclimat)
- **CART** : Classification and Regression Trees (Classification et Analyse par Arbres de Régression)
- **CLIMEX** : CLIMatic EXtrapolation (Outil de Modélisation de la Croissance Écophysiologique)
- **Cloglog** : Complementary Log-Log
- **Cross-Validation** : Validation Croisée
- **Response Surface** : Méthode de la Surface de Réponse Climatique
- **DGVM** : Dynamic Global Vegetation Models (Modèles Dynamiques de Végétation Globale)
- **DOMAIN** : Distribution of Optimal Weather and Ecological Niche (Modèle de Distribution Potentielle Basée sur une Mesure de Similarité Standardisée Point par Point)
- **EcoCrop** : Ecological Crop Quality Assessment Algorithm (Algorithme d'Évaluation de la Qualité de l'Environnement pour les Plantes)
- **ENFA** : Ecological Niche Factor Analysis (Analyse Factorielle de Niche Écologique)
- **Facteur d'Inflation de Variance** : VIF
- **FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
- **FDA** : Flexible Discriminant Analysis (Analyse Discriminante Flexible)
- **GAM** : Generalized Additive Models (Modèles Additifs Généralisés)
- **GARP** : Genetic Algorithm for Rule-Set Production (Algorithme Génétique pour la Production d'un Ensemble de Règles)
- **GBIF**: Global Biodiversity Information Facility
- **GBM** : Generalized Boosted Models (Modèles Généralisés de Stimulation)

- **GIEC** : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
- **GLM** : Generalized Linear Models (Modèles Linéaires Généralisés)
- **INSAE** : Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique
- **IUCN** : Union Internationale pour la Conservation de la Nature
- **Kruskal-Wallis** : Test statistique non paramétrique pour comparer plusieurs groupes
- **LOBAGOC** : Limits of Ecological Tolrance for Species (Algorithme d'Identification des Limites de Tolérance Écologique des Espèces)
- **MARS** : Multivariate Adaptive Regression Splines (Régression Multivariée par Splines Adaptatives)
- **MaxEnt** : Maximum Entropy (Modélisation de l'Entropie Maximale)
- **MD** : Mahalanobis Distance (Distance de Mahalanobis)
- **MDA** : Mixture Discriminant Analysis (Analyse Discriminante de Mélange)
- **MIROC6** : Modèle pour la Recherche Interdisciplinaire sur le Climat
- **NPMR** : Non-Parametric Multiplicative Regression (Analyse de Régression Multiplicative Non Paramétrique)
- **OCDE** : Organisation de Coopération et de Développement Économiques
- **Os** : Objectif spécifique
- **PANA-BENIN** : Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques du Bénin
- **Percentiles Training Presence Logistic Threshold** : Seuil de Probabilité à 10 Percentiles
- **PFNL** : Produits Forestiers Non Ligneux
- **QGIS** : Quantum Geographic Information System
- **R** : Langage de programmation pour les statistiques
- **RDC** : République Démocratique du Congo
- **RF** : Random Forest (Méthode de Forêt Aléatoire)
- **RStudio** : Interface pour le langage R
- **SSP** : Scénarios Socioéconomiques Partagés
- **SDM** : Modélisation de la Distribution des Espèces (Species Distribution Modeling)
- **SIG** : Système d'Information Géographique
- **TED** : Tsetse Fly Distribution Model (Modèle de Distribution de la Mouche Tsé-tsé)

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification systématique de *Cirina sp*. 13

Tableau 2: Classification systématique de *Burkea africana* 16

Tableau 3: Nombre de personnes à enquêter dans chacune des communes 26

Tableau 4: Valeur moyenne d'usage de la chenille *Cirina sp*., indice de connaissance et fréquence d'usage par ethnie au Bénin 37

Tableau 5: Connaissances ethnobotaniques des populations 38

Tableau 6: Valeur d'usage ethnobotanique 40

Tableau 7: Performances du modèle 43

Tableau 8: Contribution des variables retenues par les modèles 44

Tableau 9*:* Variation des aires favorables à *Cirina sp.* au Bénin 45

Tableau 10: Variation des aires favorables à *Burkea africana* au Bénin 47

Tableau 11: Variation des aires prioritaires aux interactions de *Cirina sp.* et *Burkea africana* au Bénin 48

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique du Bénin.....21
Figure 2 : Situation géographique de la R.D.C 23
Figure 3 : Projection d'occurrences du GBIF sur la carte du Bénin 31
Figure 4 : Niveau de connaissance de la chenille *Cirina sp*. selon les groupes sociolinguistiques du Bénin 37
Figure 5 : Liens entre les catégories d'usages de *B. africana* et les groupes sociolinguistiques du Bénin 39
Figure 6 : ACP sur les valeurs d'usages ethnobotaniques de *B. africana* chez les groupes sociolinguistiques du Bénin 41
Figure 7 : Catégories d'usages de *Burkea africana* au Bénin 42
Figure 8 : Courbe de la valeur moyenne de l'AUC du modèle de distribution de *Cirina sp.* et de *B. africana* 43
Figure 9 : Répartitions actuelle et future des habitats favorables à *Cirina sp.* 45
Figure 10 : Répartitions actuelle et future des habitats favorables à *Cirina sp.* en R.D.C.....46
Figure 11 : Répartitions actuelle et future des habitats favorables à *B. africana* Au Bénin 46
Figure 12 : Répartitions actuelle et future des habitats favorables *B. africana en R.D.C*.....47
Figure 13 : Répartitions actuelle et future des habitats prioritaires à la conservation de *Cirina sp.* et *B. africana* au Bénin.....48

Liste des Photos

Photo 1 : *Cirina sp*. : (A) aspect des chenilles au dernier stade larvaire, (B) chenilles collectées dans un panier en R.D.C et (C) colonie de chenilles sur l'arbre hôte au Bénin. 14

Photo 2 : *Burkea africana* : (A) aspect d'un pied adulte, (B) feuilles, (C) *infrutescence* sèche, (D) tronc et (E) inflorescence. 17

Photo 3 : Matériel de collecte 24

Photo 4 : Outils utilisés lors de traitement et analyse 25

Liste des annexes

Annexe 1 : Fiches d'enquête.....65
Annexe 2 : Caractéristiques socio-économiques des enquêtés. 70
Annexe 3 : Matrice de corrélation de Pearson sur les valeurs d'usages ethnobotaniques d'organes de *B. africana* 70
Annexe 4 : Vue générale du terrain 71
Annexe 5 : Les noms des espèces en langue locale 71

Résumé

La biodiversité et les services écosystémiques sont cruciaux pour la vie sur terre, fournissant alimentation, médicaments et régulation climatique. Les insectes, représentant plus de la moitié de la biodiversité, sont essentiels pour la pollinisation et la chaîne alimentaire sur terre. Cependant, 41% des espèces d'insectes sont menacées dans le monde. Les changements climatiques constituent l'une des menaces qui impactent sur la distribution des espèces.

Cette étude a modélisé la répartition spatiale de *Cirina sp*. et *Burkea africana* au Bénin et en R.D.C., tout en explorant les pratiques ethno-zoologiques et ethnobotaniques des communautés locales au Bénin pour développer des politiques de conservation.

La méthodologie a consisté à collecter des données sur *Cirina sp.* et *Burkea africana*, avec 2 392 occurrences pour *Cirina sp.* et 5 487 pour *Burkea africana*, obtenues par le biais du GBIF et d'enquêtes dans six communes béninoises. Les données ethnobotaniques et ethno-zoologiques ont été recueillies via des questionnaires auprès de 138 personnes. Les outils analytiques utilisés incluent MaxEnt pour la modélisation des distributions, R pour les analyses statistiques, et QGIS et ArcGIS pour la cartographie. Les modèles climatiques ont montré des valeurs d'AUC et de TSS, atteignant 0,926 et 0,702 pour *Cirina sp*. et 0,832 et 0,625 pour *Burkea africana*, confirmant la bonne qualité des modèles prédictifs pour ces espèces.

Les résultats indiquent que les précipitations annuelles (40,4 %) et la saisonnalité de la température (25,7 %) influencent la distribution de *Cirina sp.*, tandis que l'isothermalité (30 %) et les précipitations du mois le plus humide (43,4 %) sont déterminantes pour *Burkea africana*. Ethno-zoologiquement, *Cirina sp.* est peu exploité, alors que *Burkea africana* est utilisé pour divers usages médicinaux et artisanaux. Pour préserver ces espèces tout en répondant aux besoins des communautés locales, des programmes de suivi et des politiques de conservation intégrées sont nécessaires.

Mots clés : Biodiversité, Services écosystémiques, Modélisation, Changement climatique, Bénin

Abstract

Biodiversity and ecosystem services are crucial for life on Earth, providing food, medicine, and climate regulation. Insects, which make up more than half of biodiversity, are essential for pollination and the food chain. However, 41% of insect species are threatened worldwide. Climate change is one of the threats affecting species distribution.

This study modelled the spatial distribution of *Cirina sp.* and *Burkea africana* in Benin and the D.R.C., while exploring the ethno-zoological and ethnobotanical practices of local communities in Benin to develop conservation policies. The methodology involved collecting data on *Cirina sp*. and *Burkea africana*, with 2,392 occurrences for *Cirina sp.* and 5,487 for *Burkea africana*, obtained through GBIF and surveys in six Beninese communes. Ethnobotanical and ethno-zoological data were gathered through questionnaires with 138 people. The analytical tools used included MaxEnt for distribution modelling, R for statistical analyses, and QGIS and ArcGIS for mapping. The climate models showed AUC and TSS values of 0.926 and 0.702 for *Cirina sp*., and 0.832 and 0.625 for *Burkea africana*, confirming the good quality of predictive models for these species.

The results indicate that annual rainfall (40.4%) and temperature seasonality (25.7%) influence the distribution of *Cirina sp*., while isothermality (30%) and rainfall in the wettest month (43.4%) are key for *Burkea africana*. Ethno-zoologically, *Cirina sp.* is little exploited, whereas B*urkea africana* is used for various medicinal and artisanal purposes. To preserve these species while meeting the needs of local communities, monitoring programmes and integrated conservation policies are necessary.

Keywords: Biodiversity, Ecosystem services, Modelling, Climate change, Benin

1. Introduction

1.1. Problématique et justification

La biodiversité et les services écosystémiques sont essentiels à la vie sur terre et au maintien de la qualité de vie des populations (Silvain, 2020). Ils fournissent l'alimentation, les médicaments et la régulation climatique (Pilling *et al*., 2020 ; Lim, 2019 ; Bongaarts, 2019). Parmi les êtres vivants qui constituent la majeure partie de la biodiversité ; les insectes représentent plus de la moitié de cette dernière. Les insectes assurent la pollinisation, contribuent à la chaîne alimentaire et constituent même une source de protéines humaines pour les populations entomophages (Nsevolo *et al*., 2016). Cependant, les activités humaines ont gravement altéré la biodiversité, affectant également les insectes. Actuellement, 41 % des espèces d'insectes seraient concernées et 31 % seraient menacées d'extinction, avec une perte de l'ordre de 1 % des espèces par an (Jactel *et al*., 2020 ; Silvain, 2020 ; Sánchez-Bayo et Wyckhuys, 2019). En Afrique, particulièrement en Afrique de l'Ouest et Centrale, la diversité des insectes comestibles est menacée par diverses pressions environnementales (Obura *et al*., 2023).

Parmi ces pressions environnementales, les changements climatiques occupent une place importante. Ces derniers influencent la distribution et l'abondance de toutes les espèces vivantes, qu'il s'agisse d'espèces animales ou végétales, comme les espèces d'intérêt de cette étude : *Cirina sp.* et son hôte, *Burkea africana* (Elith et Leathwick, 2009 ; Toffa *et al*., 2022).

Cirina sp., une espèce d'insecte appartenant à la famille des Saturniidae, est reconnue pour sa valeur nutritive et son rôle dans les pratiques traditionnelles d'entomophagie à l'état larvaire (chenille) en Afrique de l'Ouest, centrale et australe. Les chenilles de *Cirina sp*. sont consommées comme aliment en Afrique, notamment au Nigéria, au Burkina faso, en République centrafricaine, en République du Congo, en République démocratique du Congo et en République Sud-Africaine etc. (Badanaro *et al*., 2014). Elles constituent une source essentielle de protéines pour les communautés rurales. (Kayisu Kalenga, 2015).

Il est même précisé que les chenilles de *Cirina sp*. sont largement utilisées dans l'alimentation et représentent la plus grande part du marché des insectes comestibles vendus à Kinshasa, en République démocratique du Congo (Afrique centrale). La pérennité de *Cirina sp*. sur le marché dépend de la conservation des arbres hôtes, en particulier *Burkea africana* (Herman *et al*., 2020). Cependant, cet arbre nourricier de prédilection est menacé d'extinction en Afrique en raison de sa surexploitation pour ses divers usages (médecine traditionnelle, artisanat, construction, bois-

énergie, etc.) et des changements climatiques en cours, ce qui entraîne une diminution de la population de *Cirina sp.* (Ngo-Samnick, 2017).

La relation écologique entre *Cirina sp*. et l'arbre *Burkea africana* est cruciale, car cet arbre constitue l'une des sources alimentaires des larves de *Cirina sp.* durant leur développement. Des études récentes soulignent que la disponibilité de *Burkea africana* dans l'environnement est déterminante pour le succès de la reproduction de *Cirina sp.* (Poitou, 2021 ; Joachim *et al*., 2023). Cette dépendance écologique renforce l'importance de la préservation des habitats de *Burkea africana*, d'autant plus que les changements climatiques et globaux menacent de réduire les zones propices à cet arbre, affectant ainsi la survie des populations de *Cirina sp.* (Galhano Alves, 2012).

Outre *Burkea africana, Cirina sp.* se nourrit également des feuilles d'autres arbres, tels que *Erythrophleum africanum*, *Acacia mearnsii* De Wil, *Euclea divinorum*, *Manilkara sulcata Engl***.**, *Vitellaria paradoxa*, *Crossopteryx febrifuga* etc. (Zhou *et al.*, 2020). Le choix de *Cirina sp.* et *Burkea africana* comme espèces modèles pour cette étude repose sur leur large utilisation par les populations d'Afrique centrale et d'Afrique de l'Ouest, ainsi que sur leur relation écologique étroite dans ces deux régions. Nemadodzi et Prinsloo (2023) soulignent que *Cirina sp.* préfère généralement *Burkea africana* comme hôte principal en Afrique, parmi d'autres arbres hôtes mentionnés précédemment, en raison de la présence de l'espèce fongique *Pleurostomophora richardsiae*, très prédominante dans les feuilles des arbres *B. africana*, et qui est également présente dans les chenilles accompagnant la métamorphose de *Cirina sp.* dans le sol.

Muafor *et al.*, (2015) confirment que *Cirina sp***.** et *Burkea africana* entretiennent une relation écologique étroite en Afrique, où *Burkea africana* joue le rôle d'hôte principal dans le cycle de vie de *Cirina sp***.**, notamment dans les zones de savane. Triplet, (2016) appuie les conclusions de la recherche de Muafor *et al.* (2015), affirmant que *Cirina sp.* et son hôte, *Burkea africana*, interagissent dans une relation herbivore-plante (ravageur-hôte). Cette interaction affecte la santé et la croissance de l'arbre, incitant parfois ce dernier à développer des mécanismes de défense.

Par ailleurs, *B. africana* ne sert pas seulement de source d'alimentation pour *Cirina sp.,* mais bénéficie également de *Cirina sp.* après être tombée au sol, *Cirina sp.* peut favoriser l'inoculation du sol autour de *B. africana* avec le champignon *Aspergillus nomius*, ce qui pourrait probablement contribuer à améliorer la croissance des semis de *B. africana* (Nemadodzi et Prinsloo, 2023).

Cependant, aucune recherche antérieure n'a été menée sur la distribution spatiale des habitats de *Cirina sp.* et de son arbre hôte *Burkea africana* en interaction, que ce soit en République Démocratique du Congo (R.D.C.) ou au Bénin. Cette absence d'études approfondies empêche l'identification des zones prioritaires pour la conservation, là où ces deux espèces interagissent de manière positive. Néanmoins, au Bénin, des études portant sur les usages ethnobotaniques et la modélisation des habitats favorables à l'arbre hôte *Burkea africana* existent, soulignant son importance dans les pratiques traditionnelles (Arouna, 2017). A titre d'exemple, Yaoitcha *et al.*, (2016) dans leur étude sur le potentiel de régénération des sites de production de charbon de bois au Centre-Bénin, ont souligné l'importance de *Burkea africana* en tant qu'essence forestière principale dans la production de charbon. Adjahossou *et al.*, (2016) ont modélisé les habitats de certaines espèces ligneuses d'importance socio-économique au Bénin, dont *Burkea africana*. Malgré cela, les insuffisances relevées précédemment dans les études menées en R.D.C. et au Bénin sur les interactions entre les espèces d'intérêt, *Cirina sp.* et son hôte *Burkea africana* ont conduit la présente étude à s'orienter vers le thème suivant : « Distribution spatiale de *Cirina sp*. et de son hôte *Burkea africana*, et importance ethno-zoologique et ethnobotanique au Bénin et en R.D.C. », dans le but d'identifier les zones prioritaires pour la conservation de *Cirina sp.* et de son hôte *Burkea africana*, là où les deux espèces interagissent.

Plusieurs approches ont été développées par la communauté scientifique pour prédire et cartographier la distribution spatiale actuelle et future des espèces sous la contrainte des conditions environnementales changeantes et basées sur les modèles d'enveloppes bioclimatiques (Van Zonneveld *et al*., 2009 ; Andrieux, 2016 ; Toffa *et al*., 2022). La distribution spatiale des espèces est estimée à l'aide de la modélisation de leur répartition, un outil essentiel en écologie de la conservation. (Guisan *et al*., 2000 ; Fleishman *et al*., 2001 ; Scott *et al.,* 2002 ; Ripple *et al*., 2004 ; Elith *et al.*, 2006 ; Austin, 2007 ; Frankline, 2009 ; Peterson *et al.*, 2012 ; Padalia *et al*., 2014 ; Hamadou *et al*., 2021). A titre d'exemple au Togo, une étude sur l'importance ethnobotanique, modélisation de la répartition spatiale de *Detarium senegalense* et stratégies de sa conservation dans le contexte des changements climatiques et globaux a été faite et basée sur le principe d'entropie maximale (MaxEnt) (Koré *et al.*, 2023). Adjahossou *et al*., (2016) dans leurs études sur l'efficacité des aires protégées dans la conservation d'habitats favorables prioritaires de ligneux de valeur au Bénin (en Afrique de l'Ouest) ont modélisé ces habitats pour certaines espèces ligneuses d'importance socio-économique, en utilisant les techniques basées sur le principe d'entropie maximale (MaxEnt). Il en est de même à l'utilisation de l'algorithme MaxEnt dans l'étude d'impact

de la variabilité climatique sur la niche écologique de *Diospyros mespiliformis* Hochst. (ex A. De.) dans la région soudanienne au Bénin (Afrique de l'Ouest) (Soufiyanou, 2019).

Dans le cadre de cette étude, l'approche corrélative ou statistique a été utilisée avec l'entropie MaxEnt car, maxEnt est moins exigeant en données et exploite une large gamme de sources de données (Kearney et Porter 2009 ; Toffa *et al*., 2022). Outre la partie modélisation, les recensements des pratiques traditionnelles ethno-zoologiques et ethnobotaniques ont été menés pour la chenille *Cirina sp*. et son hôte *Burkea africana* au Bénin car*,* la grande majorité de la population en République du Bénin reste dépendante des ressources naturelles pour la satisfaction de leurs besoins quotidiens. En dehors de l'agriculture, l'exploitation du bois et l'utilisation des produits forestiers non ligneux (fruits comestibles, plantes médicinales et aromatiques, transformation des sous-produits de la forêt) constituent les sources importantes d'augmentation des revenus des populations rurales et par conséquent d'amélioration de leurs conditions de vie (Wédjangnon, 2016).

Cette étude s'est déroulée au Bénin, en Afrique de l'Ouest. Les résultats obtenus ont été déduits pour la R.D.C, en Afrique centrale. Les données d'occurrence témoignant de la présence des espèces ont été téléchargées depuis le site internet de GBIF et recueillies à partir de la littérature.

1.2. Objectifs de recherche

1.2.1. Objectif Général

L'objectif global est d'étudier la répartition géographique de *Cirina sp.* et de son hôte*, Burkea africana* au Bénin en R.D.C*,* et d'en déduire les effets ethno-zoologiques et ethnobotaniques.

1.2.2. Objectifs spécifiques

De manière spécifique, cette recherche a visé :

Os 1 : Recenser les pratiques traditionnelles ethno-zoologiques de *Cirina sp.* et ethnobotaniques du *Burkea africana* dans les communautés locales au Bénin ;

Os 2 : Modéliser la distribution potentielle de la chenille *Cirina sp.* et son hôte *Burkea africana*, sous les conditions climatiques du présent et du futur au Bénin et en R.D.C. ;

Os 3 : Examiner l'effet de l'interaction de la chenille *Cirina sp.* et son hôte *Burkea africana* sur leur distribution, sous les conditions climatiques actuelles et du futur suivant les scenarios d'émissions SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 à l'horizon 2060 au Bénin ;

Os 4 : Evaluer l'impact potentiel du changement climatique sur la distribution spatiale de *Cirina sp,* et de son hôte *Burkea africana,* en utilisant les scénarios d'émissions SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 à l'horizon 2060 au Bénin.

1.3. Questions de recherche

- ✓ Quelles sont les pratiques traditionnelles ethno-zoologiques liées à *Cirina sp.* et ethnobotaniques du *Burkea africana* au sein des communautés locales au Bénin ?
- ✓ Quels sont les habitats potentiels favorables à la chenille *Cirina sp.* et à son hôte *Burkea africana,* sous les conditions climatiques actuelles et futures au Bénin et en R.D.C. ?
- ✓ Quel est l'impact de l'interaction de la chenille *Cirina sp.* et son hôte *Burkea africana* sur leur distribution spatiale, sous les conditions climatiques actuelles et du futur suivant les scenarios d'émissions SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 à l'horizon 2060 au Bénin ?
- ✓ Quel est l'impact potentiel du changement climatique sur la distribution spatiale de la chenille *Cirina sp*. et de son hôte *Burkea africana*, en utilisant les scénarios SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 à l'horizon 2060 au Bénin ?

1.4. Hypothèses de recherche

Hypothèse 1 : Dans les pratiques ethno-zoologiques des communautés locales au Bénin, la chenille *Cirina sp*. est peu exploitée, tandis que *Burkea africana* est largement utilisée dans diverses catégories d'usages ethnobotaniques.

Hypothèse 2 : Au Bénin, les habitats favorables à *Cirina sp.* se concentrent dans les zones soudano-guinéenne et soudanienne, tandis que *Burkea africana* est dispersé à travers le pays. En R.D.C., ces deux espèces se trouvent principalement dans les savanes de l'Est et de l'Ouest. Dans le futur, leurs habitats favorables resteront dans les mêmes zones qu'actuellement, mais avec des variations de superficie dans les deux pays.

Hypothèse 3 : L'interaction entre *Cirina sp.* et *Burkea africana* détermine leur distribution dans les conditions actuelles. Dans le futur, les habitats prioritaires à la conservation, où les deux espèces interagissent, verront leurs étendues varier sous l'influence des changements climatiques, selon les scénarios SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 à l'horizon 2060 au Bénin.

Hypothèse 4 : Les changements climatiques auront un impact sur la distribution spatiale de la chenille *Cirina sp.* et de son hôte *Burkea africana* à l'horizon 2060, selon les scénarios SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 au Bénin.

Chapitre 1 : Revue de littérature

1.1. Clarification des concepts

1.1.1. Ethnozoologie

L'ethnozoologie étudie les interactions entre les humains et les animaux. Elle examine comment les sociétés humaines perçoivent, utilisent, et interagissent avec les animaux dans divers contextes culturels. L'ethnozoologie inclut l'analyse des animaux dans la nourriture, la médecine traditionnelle, les rituels religieux, et les croyances spirituelles (Alves et Albuquerque, 2017).

1.1.2. Ethnobotanique

L'ethnobotanique, une des branches de l'ethnobiologie qui étudie les interactions entre les populations humaines et les plantes. Elle se concentre sur la manière dont les plantes sont perçues, utilisées, et intégrées dans les systèmes culturels, médicinaux, alimentaires, et économiques des sociétés humaines. L'ethnobotanique explore également la classification des plantes par les peuples indigènes, ainsi que les pratiques de gestion durable et de conservation (Balick et Cox, 2020).

1.1.3. Climat

Le climat est défini généralement comme le « temps moyen » ; il s'agit plus précisément d'une description statistique en fonction de la moyenne et de la variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes variant de quelques mois à des milliers, voire à des millions d'années. Ces grandeurs sont le plus souvent des variables de surface telles que la température, les précipitations et le vent. Dans un sens plus explicite, le climat est la description statistique de l'état du système climatique (Dumas *et al.,* 2005 ; Houari, 2019).

1.1.4. Changement climatique

La Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC, 1992) définit les « changements climatiques » comme étant des « Changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours des périodes comparables ». La CCNUCC fait ainsi une distinction entre les « changements climatiques » qui peuvent être attribués aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère, et la « variabilité climatique » due à des causes naturelles (Houari, 2019).

1.1.5. Diversité biologique (Biodiversité)

La biodiversité se définit à trois niveaux : au niveau de gènes, des espèces et au niveau des écosystèmes. La convention sur diversité biologique au sommet de Rio en 1992, la définit comme la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes (Hermitte, 1992).

1.1.6. Entropie maximale (MaxEnt)

La méthode d'entropie maximale est l'une des méthodes de l'approche corrélative ou statistique de la modélisation qui s'intéresse d'abord à la distribution connue de l'espèce, en utilisant les données d'occurrence disponibles dans la documentation et associe ensuite la présence / absence ou l'abondance de l'espèce avec des données spatiales sur son habitat telles que : le type de sol, le climat, la topographie, etc. (Kearney, 2006 ; Toffa *et al.,* 2022).

1.1.7. Entomophagie

L'Entomophagie est un mode alimentaire familier pour près d'un homme sur deux au niveau planétaire, soit plus de 2,5 milliards de consommateurs, principalement en Afrique, en Amérique du Sud et en Asie (Boudot et Courtioux, 2021). Selon Barre *et al*., (2014), l'entomophagie est la consommation d'insectes.

1.1.8. Habitat d'une espèce

C'est le lieu physique, caractérisé par des facteurs biotiques et abiotiques, endroit particulier à l'échelle de l'espace et du temps, où l'espèce vit réellement (Kearney, 2006 ; Toffa *et al*., 2022).

1.1.9. Modèle de distribution des espèces (SDM)

Le Modèle de distribution des espèces est défini comme un modèle qui décrit ou prévoit la probabilité de la présence ou de l'absence d'une espèce à travers les paramètres environnementaux dans une zone géographique spécifiée (Pearman *et al*., 2008 ; Toffa *et al*., 2022).

1.1.10. Niche écologique d'une espèce

C'est l'ensemble des paramètres, aussi bien abiotiques que biotiques, caractérisant l'habitat de l'espèce, tels que les facteurs climatiques, les caractéristiques du sol, les relations de prédation, de compétition... (Lamotte, 1979 ; Toffa *et al*., 2022).

1.1.11. Niche potentielle d'une espèce

Elle est considérée comme une partie de la niche fondamentale lorsqu'elle existe réellement dans une aire géographique à un moment donné (Soberon et Nakamura, 2009 ; Toffa *et al*., 2022).

1.1.12. Services écosystémiques

Le Millenium Ecosystem Assessement, a défini les services écosystémiques comme : « *les bénéfices que les humains tirent des écosystèmes* » (Bonin et Antona, 2012). Les services écosystémiques sont repartis en quatre groupes : les services d'approvisionnement, qui représentent tous les biens directement prélevés dans les milieux naturels (chasse, pêche, foresterie, etc.) ; les services de régulations qui correspondent à des fonctions écologiques dont l'homme retire certains bénéfices indirects (régulation des pollutions, des maladies, cycle de l'eau, stabilisation du climat, etc.) ; les services culturels, qui renvoient aux différentes valeurs de non-usage qui peuvent être attribuées aux milieux naturels (valeurs récréatives, esthétiques, éducatives, spirituelles ou encore morales et enfin les fonctions de support qui ne représentent pas des services à proprement parler mais sont la condition nécessaire à la production de toutes les autres fonctions (production primaire, formation des sols, etc. (Maris, 2010).

1.2. Changement climatique et biodiversité, modèles de distribution spatiale des espèces en Afrique et pratiques d'entomophagie au Bénin et en R.D.C

1.2.1. Changement climatique et biodiversité

La communauté scientifique admet que le déclin de la biodiversité est actuellement de 100 voire jusqu'à 1 000 fois supérieur au rythme naturel de base. Les dernières estimations confirment cette perte exceptionnellement rapide de la biodiversité en lien avec les pressions des activités humaines. Ce qui indique qu'une sixième extinction de masse est déjà en cours (Ceballos *et al*., 2015). Par sa rapidité et son niveau, le changement climatique deviendra l'une des principales pressions (Sala *et al*., 2000 ; Mallard, 2017). Cette rapidité est une préoccupation majeure à prendre en compte pour les espèces sauvages de flore et de faune, et pour leurs écosystèmes associés. Le niveau prévisible d'une augmentation de quelques degrés est ainsi en lui-même un impact significatif perceptible chez les populations animales et végétales (Root *et al*., 2003; Mallard, 2017). Indirectement, par couplage, ce changement alimentera et amplifiera les impacts d'autres causes du déclin de la biodiversité, telles que la modification, la fragmentation de l'habitat, la surexploitation, la pollution, l'appauvrissement des écosystèmes et la propagation des espèces envahissantes (IPCC,

2014). Les projections du changement climatique indiquent que des espèces végétales et animales seront sujettes à un risque accru d'extinction (Mckinney et Lockwood, 1999 ; Thomas *et al*., 2004 ; Feehan *et al*., 2009 ; Mallard, 2017). Les effets liés spécifiquement au changement climatique sont toujours difficiles à mettre en évidence à cause de la difficulté de mesure, du manque de connaissances sur les interactions. En abordant les relations entre le changement climatique et la biodiversité ; la présente étude tentera à répondre à une préoccupation majeure et innovante concernant, l'effet du changement climatique sur les interactions entre les espèces, il s'agit de la chenille *Cirina sp.* et de son hôte *Burkea africana* afin d'élargir les champs des solutions sur la conservation de la biodiversité face aux changements climatiques et globaux.

1.2.2. Aperçu global sur les modèles de distribution spatiale des espèces en Afrique

Grâce à la revue systématique, 229 documents ont été identifiés dans les différentes bases de données scientifiques sur la modélisation de la niche écologique et sur l'impact des changements climatiques concernant la distribution des espèces (plantes et animaux) en Afrique entre la période de 2003 à 2019 (Toffa *et al*., 2022).

Il s'est avéré que 23 méthodes de modélisation ont été utilisées dans les études de modélisation en Afrique. Les différentes méthodes identifiées ont été réparties en deux grands groupes : il s'agit des modèles empiriques, aussi appelés modèles corrélatifs ou statistiques d'une part et les modèles mécanistiques d'autres parts.

Les méthodes liées aux modèles empiriques sont : Les modèles linéaires généralisés (GLM) ; les modèles additifs généralisés (GAM) ; l'analyse d'arbre de classification (CTA) ; les modèles généralisés de stimulation (GBM) ; la régression multivariée par splines adaptatives (MARS) ; la méthode d'entropie maximale (MaxEnt) ; l'analyse factorielle de niche écologique (ENFA) ; l'algorithme génétique pour la production d'un ensemble de règles (GARP) ; la modélisation corrélative ; l'analyse discriminante flexible (FDA) ; la classification et analyse par arbres de régression (CART) ; l'analyse discriminante de mélange (MDA) ; le modèle de distribution potentielle basée sur une mesure de similarité standardisée point par point (DOMAIN) ; le système d'analyse et de prévision du bioclimat (BIOCLIM) ; la méthode de forêt aléatoire (RF) ; le réseau de neurones artificiels (ANN) ; la méthode de la surface de réponse climatique (CRS) ; l'analyse de régression multiplicative non paramétrique (NPMR) ; la distance de MAHALANOBIS (MD).

Par ailleurs, les différentes méthodes utilisées pour les modèles mécanistiques sont : le modèle de distribution de la mouche tsé-tsé (TED) ; l'algorithme d'identification des limites de tolérance écologique des espèces (LOBAG-OC) ; l'algorithme d'évaluation de la qualité de l'environnement pour les plantes (EcoCrop) ; les modèles dynamiques de végétation globale (DGVM) ; l'outil de modélisation de la croissance écophysiologique (CLIMEX) (Toffa *et al*., 2022).

L'algorithme MaxEnt demeure un outil le plus utilisé de tous par les chercheurs (113 études sur 167, soit 68 % des études). Le choix de cet algorithme est fait parce qu'il estime la distribution des espèces en recherchant la distribution d'entropie maximale, sous réserve de la contrainte que la valeur de chaque variable environnementale (ou sa transformation et/ou ses interactions) dans cette distribution estimée corresponde à sa moyenne empirique (Phillips *et al*., 2006 ; Elith *et al*., 2006 ; Toffa *et al*., 2022). Ses performances le diffère d'autres méthodes de modélisation de la distribution des espèces. Selon l'analyse de Hernandez *et al*. (2006), ceux-ci ont démontré que MaxEnt obtenait de meilleures performances que BIOCLIM, DOMAIN et GARP, pour produire des résultats utiles avec des échantillons de tailles aussi petites que 5, 10 et 25 occurrences. MaxEnt a une sensibilité modérée par rapport au nombre d'occurrences et une excellente capacité prédictive (Wisz *et al*. 2008 ; Toffa *et al*., 2022).

1.2.3. Etat de lieu sur les pratiques d'entomophagie au Bénin et en R.D.C.

En République du Bénin, la consommation d'insectes comestibles est limitée à un nombre limité de groupes socioculturels tels que les Waama, Dendi, Otammari, Bariba et Nagot. Bien que certaines études aient été menées sur des insectes comestibles au Bénin, elles se limitent principalement à leur diversité, à leur méthode de collecte, à leur lieu de collecte, à leur disponibilité saisonnière, à leurs modes de consommation et à leur perception de la perception des consommateurs (Tchibozo *et al*., 2016; Hongbété et Kindossi, 2017). Cependant, on sait peu de choses sur la fréquence de consommation des insectes comestibles, leur variation entre les différentes zones de consommation au Bénin, leurs utilisations traditionnelles par les Béninois et les facteurs qui influent sur leur accessibilité (Anagonou *et al.*, 2023). Bien que ces informations soient importantes non seulement pour la préservation des connaissances traditionnelles associées aux insectes comestibles, mais aussi pour leur conservation et leurs utilisations durables. En effet, plusieurs facteurs tels que les caractéristiques sociodémographiques des consommateurs, l'environnement extérieur des consommateurs et les facteurs liés aux insectes consommés sont connus pour influencer l'acceptation ou le rejet de l'entomophagie (Anagonou *et al*., 2023).

Malheureusement, très peu d'études se sont concentrées sur les facteurs influençant l'acceptation et la pratique de l'entomophagie par le peuple béninois. Par conséquent, aucune politique n'est mise en œuvre pour promouvoir l'entomophagie en dépit de son potentiel de réduction de la malnutrition et de l'insécurité alimentaire (Tchibozo *et al*., 2016). Les insectes comestibles, en raison de leur richesse en protéines et en nutriments essentiels, pourraient contribuer à réduire le taux d'enfants sous-alimentés et l'insécurité alimentaire au Bénin. Cependant, à notre connaissance, aucune étude n'a encore recueilli de données sur la consommation de la chenille *Cirina sp.* à l'échelle nationale pour obtenir une vue d'ensemble des pratiques liées à sa consommation. Une telle étude permettrait non seulement d'encourager l'intégration de cette chenille dans l'alimentation béninoise, mais aussi de générer des revenus, comme c'est le cas dans d'autres pays d'Afrique où l'entomophagie est bien établie.

En République Démocratique du Congo (R.D.C.), la consommation d'insectes fait partie intégrante de l'identité culturelle des Congolais. À Kinshasa, par exemple, plus de 70 % de la population consomme régulièrement des chenilles (FAO, 2014; Mwengi *et al.*, 2024). *Cirina sp.* est l'un des insectes les plus consommés en République Démocratique du Congo (R.D.C.), occupant une place importante dans l'alimentation quotidienne et jouant un rôle clé dans le panier de la ménagère. Outre la consommation de *Cirina sp.*, l'état des lieux des pratiques d'entomophagie en R.D.C. met en évidence une importante biodiversité entomologique. Au total, 148 espèces d'insectes comestibles ont été inventoriées, réparties en 9 ordres : les Lépidoptères (Saturniidae, Sphingidae, Notodontidae) représentant 60 %, les Orthoptères (Acrididae, Gryllidae, Pyrgomorphidae) 10 %, et les Hyménoptères (Apidae, Formicidae) 8 %. (Nsevolo Miankeba, 2022). Cependant, les différences culturelles jouent un rôle majeur dans les perceptions et les choix alimentaires des populations humaines (Mignon, 2002; Mwengi *et al.*, 2024). En général, les quantités d'insectes comestibles, les espèces exploitées, et le stade de développement consommé en R.D.C varient selon les régions, les ethnies, les habitudes et les traditions des communautés locales (Ramos, 2008 ; Sophie, 2017; Mwengi *et al.*, 2024).

1.3. Généralités sur les espèces

1.3.1. Généralités sur *Cirina sp.*

1.3.1.1. Systématique

La chenille *Cirina sp.* compte 8 sous espèces et appartient au règne animal, embranchement d'arthropode, classe des insectes, ordre des Lépidoptères, famille des Saturniidae. Le tableau suivant présente sa systématique détaillée.

Tableau 1 : Classification systématique de *Cirina sp.*

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordre	Lepidoptera
Sous-ordre	Glossata
Superfamille	Bombycoidea
Famille	Saturniidae
Sous-famille	Saturniinae
Genre	Cirina
Épithète spécifique	sp.
Rang	Espèce
Nom scientifique	*Cirina sp.*

Source : https://www.gbif.org/, Consulté le 06/07/2024.

1.3.1.2. Description physique

Le genre Cirina est souvent associé (parfois confondu) au genre Bunaeopsis. Cette proximité systématique se retrouve au niveau de la biologie fortement grégaire des chenilles qui fournissent ensemble le cortège le plus important d'espèces d'intérêt alimentaire et économique. (Okangola *et al*., 2016 ; Mabossy-Mobouna *et al*., 2022). Ces deux genres sont totalement différents du point de vue morphologique et ne prêtent aucune confusion simplement du fait que les chenilles *Bunaeopsis*

aurantiaca portent des épines tandis que les chenilles de *Cirina sp*. n'ont pas d'épines (Mabossy-Mobouna *et al*., 2022). *Cirina sp.* fait de 5 à 7 cm de long, elle se reconnait par sa coloration noire et brunâtre. Son corps est couvert des soies blanches, une tête non rétractile, pourvue d'une capsule céphalique bien distincte. Les stigmates sont noirs et les segments abdominaux sont jaune vif (Makhado *et al*., 2015).



Photo 1 : *Cirina sp.* : (A) aspect des chenilles au dernier stade larvaire, (B) chenilles collectées dans un panier en R.D.C et (C) colonie de chenilles sur l'arbre hôte au Bénin.

Cliché **:** MPOLO ITOTO R., 2024.

1.3.1.3. Ecologie et répartition

Cirina sp. se rencontre dans les savanes arbustives ainsi que dans les forêts primaires et secondaires. Les chenilles de *Cirina sp***.** sont récoltées sur *Burkea africana*, *Entada abyssinica Steud***.**, et *Erythrophleum africanum* dans le sud-ouest, l'est et le centre de la République Démocratique du Congo. (Joachim *et al*., 2023). L'apparition de ces chenilles correspond à la saison de réduction des pluies, on la ramasse au sol lorsqu'elle quitte les feuilles et son cycle de vie continue dans le sol pour se transformer en papillon par la suite (Okangola, 2007).

Bien que les pratiques de récolte puissent varier selon les pays, les chenilles sont généralement ramassées de juillet à octobre. On trouve les chenilles dans l'arbre de karité (*Vitellaria paradoxa*) du Nord au centre du Bénin, et dans les arbres de *Burkea africana* en Afrique du Sud.

A part le Bénin et la R.D.C, cette espèce vit dans plusieurs pays africains : République du Congo, République centrafricaine, Mali, Togo, Burkina Faso, Nigeria, Ghana, Afrique du Sud, Zimbabwe et Botswana (Cloutier, 2015).

Cette espèce connaît cinq stades larvaires de développement, puis une période de neuf mois de nymphose dans le sol. Après l'émergence du papillon adulte, l'accouplement et l'oviposition (ponte des œufs) se déroule en trois jours. Les chenilles éclosent au premier stade de développement larvaire au bout d'environ un mois, puis progressent à travers les 5 stades larvaires. Elles sont collectées et consommées à leur dernier stade larvaire (Cloutier, 2015).

1.3.1.4. Usages de la chenille *Cirina sp.*

En R.D. Congo, Il existe une grande diversité de chenilles comestibles, dont *Cirina sp*. qui détient la grande part du marché local et prisée par les consommateurs (Joachim *et al*., 2023).

Le marché de chenilles est à la fois local, national et international. En effet, les chenilles sont consommées dans les localités de récolte, dans les grandes villes du pays et à la diaspora congolaise dans le monde. La commercialisation de chenilles est une source de revenus par excellence en République Démocratique du Congo pour les opérateurs économiques qui y sont impliqués. Le prix du kilogramme de la *Cirina sp.* y est estimé à environ 1 à 2 $ US (Ndoye et Awone, 2005 ; Amisi *et al*., 2013). Elles sont aussi exportées dans les pays de l'Union européenne où le prix du kilogramme s'élève à 20 € au plus (Demesmaecker, 1997 ; Hoare, 2007 ; Amisi *et al*., 2013). En dépit du manque d'une étude spécifique du marché local. Ndoyo et Awono (2005) ont estimé qu'en grande province de l'Équateur (RDC), les chenilles contribuent pour 25,6 $ (contre 20,6 $ au grand Bandundu (R.D.C.) au revenu mensuel par ménage et se placent en première position par rapport aux autres Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) tels que l'huile de palme, le charbon de bois, etc. (Ndoyo et Awono, 2005 ; Amisi *et al*., 2013).

À ce jour, aucune étude n'a collecté de données sur la chenille *Cirina sp.* à l'échelle nationale au Bénin afin d'obtenir une vue d'ensemble des pratiques et usages des populations.

1.3.1.5. Statut de conservation

Cirina sp. est utilisée dans l'alimentation congolaise à travers diverses préparations (Joachim *et al*., 2023). En revanche, la chenille *Cirina sp.* ne semble pas être un produit privilégié dans les habitudes culinaires du Bénin en Afrique de l'Ouest.

Au niveau du statut de conservation de l'espèce, actuellement, aucun statut de conservation n'est publié concernant l'espèce suivant la liste rouge de l'UICN.

1.3.1. Généralités sur *Burkea africana*

1.3.2.1. Systématique

Selon la classification phylogénétique III, *B. africana* est une espèce d'arbres tropicaux de de la famille des Fabaceae et du genre ‘’Burkea’’ comme le montre le tableau suivant.

Tableau 2: Classification systématique de *Burkea africana*

Règne	Plantae
Embranchement	Tracheophyta
Classe	Equisetopsida
Sous-classe	Magnoliidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	Burkea
Espèce	*Burkea africana*

Source :https://www.gbif.org/, Consulté le 06/07/2024.

1.3.2.2. Description physique

B. africana a été décrite de façon détaillée par Diallo (2013), *Burkea africana* est un arbre à feuilles caduques, de taille moyenne, au sommet plat et étalé, pouvant atteindre 8 m de haut. Les feuilles sont composées de manière pennée, argentées-pubescentes ou glabrescentes. A la défeuillaison, les folioles tombent mais les pétioles persistent assez longtemps sur les branches. L’écorce ressemble à la peau de crocodile, grise ou noirâtre, à tranche brun violacé, fibreuse avec un rhytidome brun, l'écorce est toxique, riche en alcaloïdes et de tanins et est utilisée pour le tannage du cuir. Exsude une sève col1ante. Rameaux à volume épais, à pubescence rougeâtre, gris à brun. Les feuilles s’alternèrent, bipennées, de 10-35 cm de long, avec 2 à 4 paires de pinnules et 5 à 18 folioles par pinnule.

Limbes oblongs, 20 elliptiques de 2-5 x 1,2-3 cm à sommets obtus ou échancrés et à base arrondie et asymétrique. Jeunes feuilles pubescentes argentées sur les 2 faces devenant glabres vert mat sur le dessus et gris vert à jaunâtre en dessous. Pétiolules incurvés et plus ou moins pubescents

d'environ 2 mm de long. Nervation pennée, peu saillante à 6-12 paires de nervures secondaires. Inflorescence fascicule terminal d'épis simples ou ramifiés de 7-30 cm de long. Fleurs blanches devenant crème, odorantes et forment des racèmes pendants pouvant atteindre 300 mm de long, sessiles, de 6 mm de diamètre, à corolle à 5 pétales ovales, courts et ciliés avec 10 étamines. Fruit gousse indéhiscente, plate, elliptique, mince, et plus ou moins papyracée, longuement stipitée, plus ou moins pubescente de 3-6 x 2-3 cm ne contenant qu'une seule graine (Diallo, 2013). La photo 2 présente le portrait physique de *Burkea africana*.



Photo 2 : *Burkea africana* : (A) aspect d'un pied adulte, (B) feuilles, (C) *infrutescence* sèche, (D) tronc et (E) inflorescence.

Cliché **:** MPOLO ITOTO R., 2024.

1.3.2.3. Ecologie et répartition

B. africana est une espèce des savanes soudaniennes et guinéennes, très répandue en Afrique subsaharienne, du Sénégal au Cameroun, passant par la République Centrafricaine, la R.D.C jusqu'au nord de l'Afrique du Sud, et en Afrique orientale, du Soudan au Mozambique (Diallo, 2013). Il apprécie les sols légers et bien drainés ainsi que les collines rocheuses ou latérites. Elle est peu ou pas grégaire (Gautier *et al*., 2002). C'est un arbre commun et caractéristique des sols

sablonneux de la brousse sèche à feuilles caduques et des forêts. En R.D.C, l'espèce est présente dans des savanes arborées et forêts denses semi-humides. Au Bénin, les données de GBIF montrent que l'espèce est presque partout sur l'étendue du territoire béninois.

1.3.2.4. Usages

Burkea africana, comme tout autre arbre, est utilisé comme bois de chauffage, mais n'est pas très populaire. Cependant, le bois est important pour la fabrication des mortiers. Les feuilles sont la seule ressource alimentaire de deux sortes de chenilles comestibles *Cirina sp.* et *Rohaniela pygmaea* qui sont récoltées par milliers pendant la saison des pluies, (Joachim *et al*., 2023). L'écorce est utilisée comme teinture pour les racines de *Combretum zeyheri* qui sont tressées en paniers. Les racines sont utilisées pour traiter les douleurs d'estomac et les maux de dents. Pour les deux traitements, la peau extérieure des racines et des grattées, les racines sont coupées en morceaux d'environ 50 mm de long et sont bouillies pendant 5 à 10 minutes. Pour les maux d'estomac, l'infusion doit être refroidie et 3 tasses par jour sont prises. Pour les maux de dents, l'infusion doit être encore chaude. Elle est mise dans la bouche autour de la dent douloureuse pendant environ 3 minutes, puis recrachée. Cette opération doit être répétée trois fois par jour. L'écorce de *Burkea africana* est utilisée à des fins médicinales dans de vastes régions de l'Afrique subsaharienne. Les composants responsables de son activité supposée ne sont pas bien connus. En Afrique de l'Ouest au Burkina Faso, les travaux de Kaboré (2015) ont montré que la construction est la principale utilisation de *B. africana*, suivie de l'artisanat du bois énergie, de la médecine, des rites, de la tradition, de la magie et du fourrage.

1.3.2.5. Statut de conservation

Au niveau du statut de conservation de l'espèce, actuellement, *B. africana* présente des réoccupations mineures selon la liste rouge de l'IUCN. Cependant, l'espèce subit plusieurs pressions à cause de ses usages multiples en Afrique (Kaboré, 2015).

Chapitre 2 : Méthodologie

2.1. Milieu d'étude

2.1.1. Situation géographique et population du Bénin

Le Bénin est un pays côtier de l'Afrique de l'Ouest situé entre 6º30' et 12 º30'N et 1º et 3º40' E. Il s'étend sur une superficie totale de 114763 km² avec une côte longue de 125 km sur une distance à vol d'oiseau de 700 km de l'Atlantique jusqu'au fleuve Niger au Nord (Neuenschwander et Toko, 2011). Le Bénin est limité au Nord par le Niger dont il est séparé par le fleuve du même nom, au Nord-Ouest par le Burkina-Faso, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Ouest par le Togo et à l'Est par le Nigeria. Sur plan administratif, le Bénin compte douze départements divisés en 77 Communes (anciennes sous-préfectures), dont trois à statut particulier (Cotonou, Porto-Novo et Parakou). Ces Communes sont subdivisées en 569 arrondissements composés des villages et de quartiers de villes (PANA-BENIN, 2007 ; Wouyou et al., 2022). Les statistiques sur la population estiment 10 008 749 habitants dont 5 120 929 femmes, soit 51,2% de la population totale au Bénin (INSAE, 2015).

2.1.2. Relief du Bénin

Le Bénin offre un relief peu accidenté. L'ensemble est constitué par quatre formations principales (FAO, 2007) : la plaine côtière, basse, sableuse, souvent marécageuse et jalonnée de lacs et lagunes ; les plateaux sédimentaires (sols ferralitiques) ; la pénéplaine cristalline qui occupe la plus grande partie du territoire national avec de nombreuses collines et enfin la chaîne de l'Atacora, la seule région élevée, est située dans le nord-Ouest du pays et se prolonge au Togo, au Ghana et au Niger, dominant la plaine du Gourma (Orekan *et al*., 2019).

2.1.3. Climat et régime hydrique du Bénin

Le Bénin est divisé en trois zones climatiques qui sont : une zone soudanienne sèche entre l'entre le 9ème et 12ème parallèle dans la partie Nord du pays. La pluviométrie varie de 900 à 1100 mm/an et les amplitudes thermiques sont assez fortes. La période de croissance végétale est inférieure à 145 jours en saison pluvieuse. Une zone soudano-guinéenne entre le 8ème et le 9ème parallèle Nord. Les moyennes pluviométriques y oscillent entre 1000 et 1200 mm/an. La période de croissance végétale varie autour de 200 jours en saison de pluie. Une zone subéquatoriale s'étendant de la côte Atlantique à une ligne transversale où la pluviométrie varie de 950 à 1 400 mm/an. La

période de croissance végétale oscille autour de 240 jours. Les zones climatiques sont marquées par deux types de régimes. Depuis la région côtière jusqu'à Savè, la courbe des précipitations y présente un aspect bimodal (avril à juin et septembre à novembre) ; au-delà de Savè et au fur et à mesure que l'on se déplace vers le Nord, c'est la répartition monomodale qui prédomine (mai à octobre), (FAO, 2007 ; Emmanuel *et al*., 2011).

2.1.4. Sols et végétations du Bénin

Les sols du Bénin sont caractérisés par une grande variabilité, tant au plan de leur nature, de leur fertilité que de leur répartition géographique. La surface totale cultivable représente 62,5 % de la superficie du pays et 20 % seulement des surfaces cultivables sont effectivement exploitées, soit 12,24 % du territoire national. On distingue cinq principaux types de sols : les sols ferrugineux tropicaux développés sur les formations granito-gneissiques du centre et du nord Bénin et sur les schistes du nord-Ouest. Ils occupent environ 70 % du territoire ; les sols ferralitiques formés sur le Continental terminal et les grès du Crétacé : ils couvrent environ 7 à 10 % de la superficie totale du pays ; les sols hydromorphes : ils s'étendent sur 5 à 8 % du pays ; on les rencontre dans les vallées, les cuvettes et les plaines alluviales ; les vertisols et sols à caractères vertiques. Ils s'étendent sur environ 5 % des terres et sont surtout présents dans la dépression médiane ; les sols minéraux bruts et peu évolués. Ils occupent quelque 5 à 7 % des terres. On les rencontre notamment sur le littoral et sur les affleurements rocheux du moyen et du haut Bénin.

En ce qui concerne la végétation, le Bénin n'est pas un pays à diversité forestière comme certains de ses pays voisins tels que le Nigéria, le Ghana et la Côte d'ivoire. Cependant, 65 % du territoire sont couverts par une végétation arbustive ou arborée, fortement altérée et dégradée. Seulement 200.000 ha peuvent être considérés comme des formations climaciques sur les 2,7 millions d'hectares (24 % de l'ensemble du territoire). La flore du Bénin est assez diversifiée. Mais malheureusement le couvert forestier s'amenuise dangereusement d'année en année. Par ailleurs, le Bénin renferme deux parcs nationaux au Nord : Pendjari (275.000 ha) et « W » (502.000 ha). Ces parcs sont bordés de réserves cynégétiques qui ont fait l'objet d'expériences de gestion participative. Malgré leurs statuts, les espaces protégés sont soumis à la concurrence agricole et pastorale ainsi qu'à la pression du braconnage et de la récolte de bois (Pana-Bénin, 2007 ; Dossoumou *et al*., 2023).

2.1.5. Réseau hydrographique

Le Bénin est pourvu de plusieurs cours d'eau dont les principaux sont le fleuve Niger au Nord et au Nord-Est (135 km), la rivière Pendjari au Nord-Ouest (380 km), le fleuve Ouémé au Centre et au Sud (450 km), le fleuve Couffo au Sud-Est (170 km) et enfin le fleuve Mono à l'Ouest (100 km). Certains de ces cours d'eau ont d'importants affluents. Il s'agit du Niger avec le Mékrou (410 km), l'Alibori (338 km) et la Sota (250 km), et l'Ouémé avec le Zou (150 km). En plus, le territoire béninois dispose dans la zone du littoral, d'un important réseau lacustre et lagunaire d'environ 270 km². Les principaux lacs et lagunes, sont d'Ouest en Est, le lac Toho, le lac Togbadji, le lac Ahémé (78 km²), le lac Nokoué (135 km²) et la lagune de Porto-Novo (30 km²) (FAO, 2007 ; KATE *et al*, 2015).

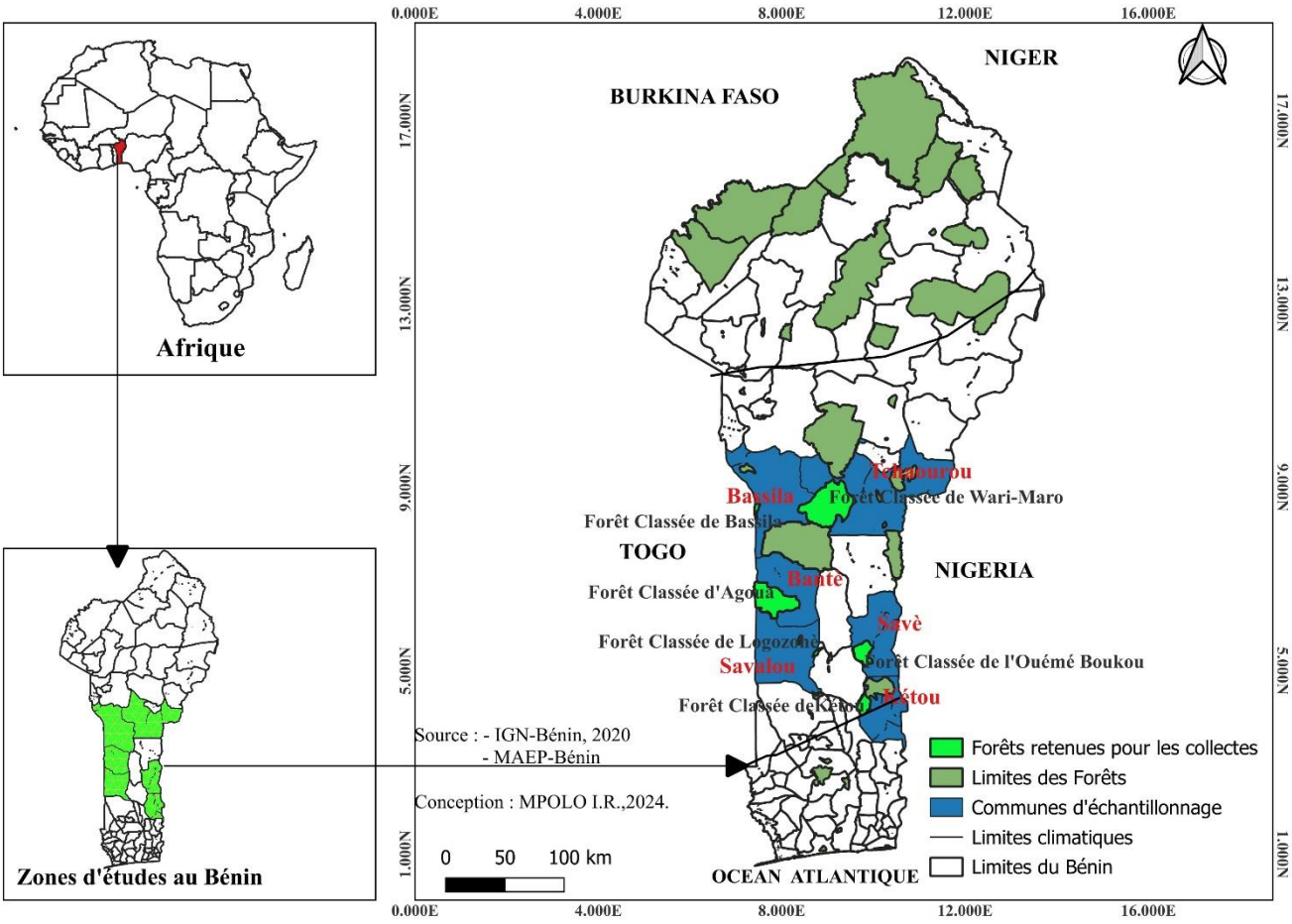


Figure 1: Situation géographique du Bénin

2.1.6. Brève présentation de la R.D.C

La R.D.C est située en Afrique centrale et de part et d'autre de l'équateur, elle est actuellement le deuxième plus grand pays sur le continent africain (2.344.858 km ²). Ses pays voisins sont la République du Congo, à l'Est ; la République centrafricaine et le Sud-Soudan, au nord ; l'Ouganda, le Rwanda, le Burundi et la Tanzanie à l'Est ; et la Zambie et l'Angola au sud (BAD / OCDE, 2008 ; cité par Bakwaye, 2016). La République Démocratique du Congo (RDC) a une topographie complexe et diverse, avec des reliefs allant des plaines aux montagnes escarpées (Kemavo, 2018). En résumé, les principaux reliefs de la RDC sont : le Bassin du Congo, caractérisant la géographie de la RDC en abondance. Le bassin du fleuve Congo couvre une grande partie du territoire et est l'un des plus grands bassins fluviaux du monde. La R.D.C est caractérisée par quatre types du sol : les sols latéritiques sont présents dans la majeure partie du pays, en particulier dans les régions équatoriales et tropicales. Par ailleurs ; les sols alluviaux sont principalement le long des rivières et des cours d'eau comme le fleuve Congo, la rivière Kasai et d'autres affluents. Les sols ferralitiques sont généralement présents dans les régions de forêt tropicale, en particulier dans les parties orientales et occidentales de la RDC. Les sols volcaniques sont présents dans les régions où il y a eu une activité volcanique passée ou actuelle, précisément à l'Est de la R.D.C.

La R.D.C présente une diversité de climats en raison de sa vaste étendue territoriale et de sa topographie complexe, comprenant des plaines, des plateaux et des montagnes. (Omasombo, 2014). Le Climat équatorial humide rencontré au nord, au centre, à l'ouest et une partie de l'est du pays dans la région du Congo central, Kinshasa, Équateur, Nord-Kivu, Sud-Kivu, Province orientale est caractérisé par une température moyenne annuelle comprise entre 24° C et 27° C et les précipitations annuelles s'élèvent entre 1 500 mm et 2 000 mm par an. Au sud-ouest de la R.D.C, dans la région de Bandundu, Kwilu, Mai-Ndombe., on rencontre le climat tropical humide avec une température moyenne annuelle allant de 22° C à 26° C et les précipitations annuelles vont de 1 500 mm à 2 000 mm par an. La région présente deux saisons de pluies avec des précipitations généralement élevées. Le Climat tropical de savane est rencontré dans le centre du pays tendant vers l'est dans la région du Kasaï, Kasaï-Central, Kasaï-Oriental, et Tanganyika. Le Climat tropical de savane présente une température moyenne annuelle d'entre 22° C et 25° C. Ainsi que 1 000 mm à 1 500 mm par an des précipitations annuelles, à la différence d'autres régions climatiques, le climat tropical de savane est caractérisé par une saison des pluies (novembre à avril), suivie d'une saison sèche de mai à

octobre. Le climat tropical d'altitude est principalement rencontré dans zones montagneuses de la R.D.C au Sud-Kivu, Maniema et en Province orientale vers la partie est du pays ; la température moyenne annuelle rencontrée varie selon l'altitude entre 18° C à 22° C et les précipitations sont variables, généralement plus élevées en raison d'altitude. Une saison des pluies est souvent observée (Bisimwa, 2020). En fin, le climat semi-aride est localisé dans la région de Haut-Katanga, Lualaba, Haut-Lomami au sud-est du pays. Ce climat est caractérisé par une température moyenne annuelle de 20° C à 25° C avec des précipitations inferieures à 1 000 mm par an. Sa saison des pluies est très courte de novembre à janvier et sa saison sèche est prolongée tout au long de l'année (Bisimwa, 2020). Selon le Recensement Général de la Population de la R.D.C effectué par la Banque mondiale en 2022, cette dernière estime que la population totale du pays s'élève à 101,78 millions habitants dont 50,88 millions des femmes, et 50,9 millions des hommes (Banque mondiale, 2022 ; Muhoza *et al*., 2022).

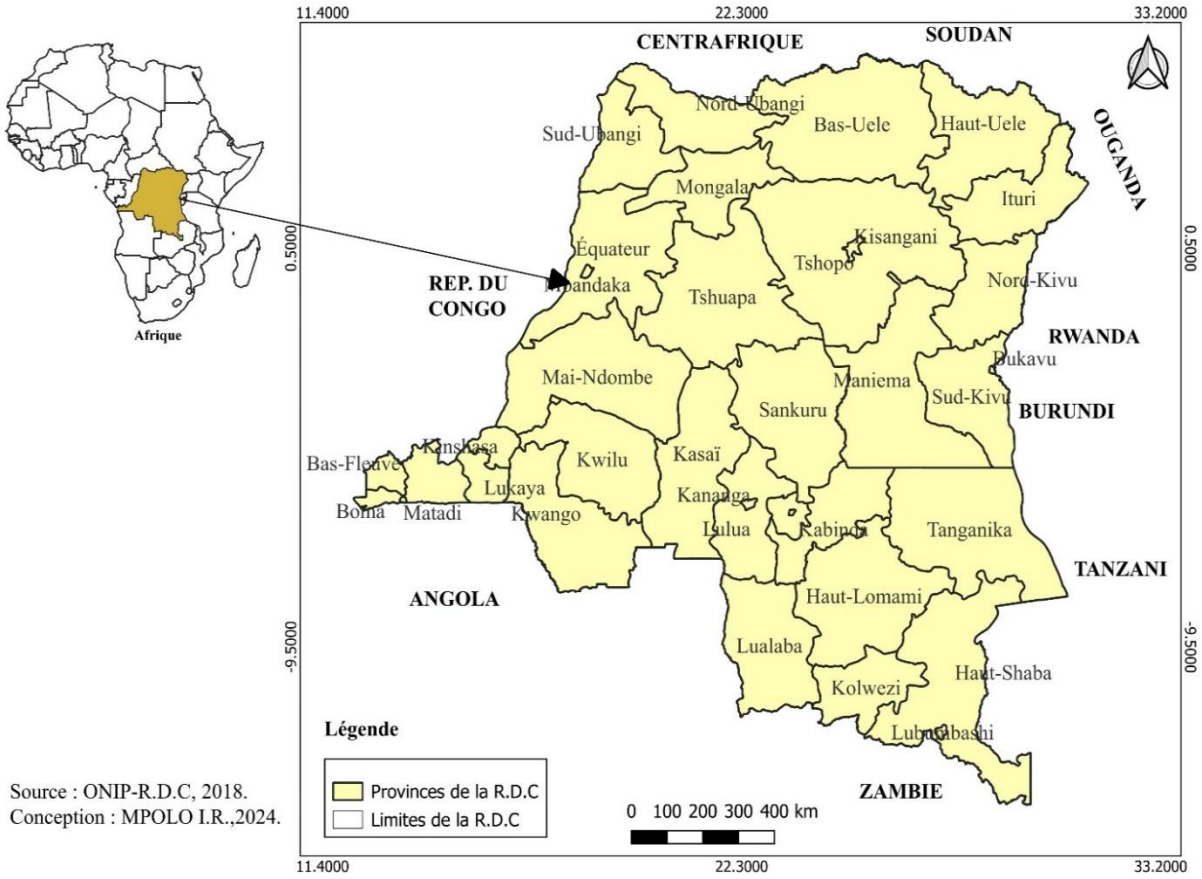


Figure 2: Situation géographique de la R.D.C

2.2. Matériel

2.2.1. Matériel biologique

Les matériels biologiques qui feront l'objet du présent travail sont *Cirina sp. et son hôte B. africana*.

2.2.2. Matériel de collecte des données

Pour atteindre les différents objectifs mobilisés, plusieurs matériels de collecte ont été utilisés ; tels qu'un téléphone Redmi note 13 pour la prise de vue sur terrain, l'application Kobo-collect pour la digitalisation des questionnaires d'enquête, une application boussole pour faciliter l'orientation et fournir des directives précises en zone forestière. Une application GPS a été utilisée pour enregistrer les coordonnées géographiques des occurrences sur le terrain. Une application du podomètre a été utilisée pour s'assurer de la distance requise entre les points d'occurrences (près de 5 Km) par rapport à notre résolution spatiale définie (2,5 minutes). Une machette a été utilisée pour se débarrasser des obstacles du terrain. Les planches photographiques (identifications) ont été utilisées pour faciliter l'identification des espèces d'intérêt auprès de la population locale. Les matériels végétaux de *B. africana* collectés sur terrain, ont permis de renforcer l'identification de l'espèce.



(A) Matériel végétal de *B. africana*, (B) Planches, (C) Machette et (D) Téléphone Redmi note 13.

Photo 3 : Matériel de collecte

2.2.3. Matériel d'analyse

Les données d'occurrences et les variables environnementales ont constitué au prime à bord, le matériel qui a été utilisé dans les modèles. Le logiciel MaxEnt a été utilisé pour les modélisations. Le logiciel zonation GUI 4.0.0rc1 a été utilisé pour examiner l'effet de l'interaction de la chenille *Cirina sp.* et son hôte *Burkea africana* sur leur distribution, sous les conditions climatiques actuelles et du futur suivant les scenarios d'émissions SSP 2-4.5 et 585 à l'horizon 2060.

Par ailleurs, le logiciel R (RStudio) 4.3.3 a été utilisé pour les analyses statistiques (l'Analyse en Composantes Principales, l'Analyse Factorielle de Correspondance, l'ANOVA à facteur aléatoire et le test non paramétrique de Kruskal-wallis). Les logiciels Qgis 3.32 et ArcGIS 10.8 ont été utilisés pour faire la cartographie, le nettoyage de données d'occurrences et toutes informations liées au SIG. Le Tableur Excel a été dans tout le processus d'analyse comme un outil de base. La plateforme de Global Names Resolver a permis de standardiser les noms scientifiques des espèces d'intérêt de cette étude.

Photo 4 : Outils utilisés lors de traitement et analyse

2.3. Méthodes par objectif spécifique

2.3.1. Pratiques traditionnelles ethno-zoologiques de *Cirina sp.* et ethnobotaniques du *Burkea africana*

Les informations sur les pratiques traditionnelles concernant la chenille *Cirina sp.* et son hôte, *Burkea africana*, ont été collectées auprès des populations locales du Bénin. Lors de la collecte des données, les zones écologiques du Bénin présentant des similarités avec celles de la R.D.C. (zones soudano-guinéenne et guinéo-congolaise) ont été prises en compte.

Les questionnaires ont été adressés à une population locale diversifiée sur le plan socio-économique dans six communes du Bénin, écologiquement comparables aux zones agroécologiques de la R.D.C., comme indiqué dans le tableau 3.

La taille de l'échantillon final a été calculée à l'aide de la formule de Dagnelie (1998) pour déterminer précisément le nombre de personnes à enquêter par commune.

$$n = \frac{\bigcup_1^2 - \alpha_{/2}\, p(1-p)}{d^2}$$

Où :

- n est le nombre total de personnes à enquêter dans l'étude ;
- $U_{1-\alpha/2}$ est le niveau de confiance selon la loi normale centrée réduite (pour un niveau de confiance de 95%, $U_1 - \alpha/2 = 1.96$ au seuil de probabilité $\alpha = 0,05$;
- p est le rapport de la population agricole par la population totale ; dans le cas de notre recherche, (p = 0,77) pour l'ensemble des communes, dont la répartition sur chaque commune a été effectuée en fonction des proportions respectives de chaque commune ;
- d est la marge d'erreur attendue de tout paramètre à calculer à partir de l'enquête, fixée ici à 7 %.

Tableau 3: **Nombre de personnes à enquêter dans chacune des communes**

Communes	**Arrondissements**	**Villages**	**Population totale**	**Population Agricole**	**Echantillon**
Bantè	Agoua	Agoua N'tchotche	4 293	3 061	14
		N'tchon	2 856	2 100	10
Bassila	Bassila	Aoro-Lokpa	1 143	969	5
		Aoro-Nago	2 689	916	4
Kétou	Adakplamè	Adakplamè	9 245	7 637	36
		Aguigadji	1 302	1 189	6
Savalou	Logozohe	Bamè	1 011	502	2
		Honnoukon	1 117	560	3
Savè	Bèssè	Djabata	1 042	837	4
		Igbodja	4 505	3 800	18
Tchaourou	Alafiarou	Koko	2 191	2 106	10
		Alafiarou	6 415	5 489	26
Total			**37 809**	**29 166**	**138**

Source : INSAE, 2015

Ainsi, 138 personnes ont été interrogées à l'aide de questionnaires pour recueillir des données sur les pratiques traditionnelles ethno-zoologiques et ethnobotaniques des espèces d'intérêt. Ces données portent sur l'utilisation et la conservation de *Cirina sp.* et de *Burkea africana* au sein des communautés locales, en abordant divers aspects tels que les connaissances locales, l'utilité des

espèces, les stratégies de conservation, ainsi que leurs usages alimentaires, médicinaux, rituels et artisanaux. Les enquêtes ont également examiné les perceptions relatives à la viabilité de *Cirina sp.* et de *Burkea africana*.

Dans les six (06) communes sélectionnées au Bénin, un arrondissement a été choisi dans chaque commune en raison de la présence d'une forêt classée. Dans chaque arrondissement, deux villages riverains des forêts ont été sélectionnés aléatoirement. Les forêts ayant fait l'objet du choix des villages pour les investigations sur le terrain sont : la forêt classée d'Agoua (Bantè), la forêt classée de Bassila (Bassila), la forêt classée de Kétou (Kétou), la forêt classée de Logozohe (Savalou), la forêt classée de l'Ouémé-Boukou (Savè), et la forêt classée de Wari-Maro (Tchaourou). Grâce aux entretiens semi-structurés et aux focus groups, les pratiques ethno-zoologiques et ethnobotaniques ont été recensées.

Les données ethno-zoologiques et ethnobotaniques collectées ont ensuite été dépouillées et organisées sous forme de variables quantitatives dans un tableau Excel 2016. A cet effet, des calculs ont été faits pour évaluer le niveau de connaissance des espèces et le dépouillement des fiches numérisées a été fait par ethnie. Au sein de chaque groupe ethnique, il a été procédé à une catégorisation socio-démographique. Les informations relatives à l'utilisation de la chenille *cirina sp.* et de l'arbre hôte *Burkea africana* par ethnies ont ensuite servi à faire une comparaison pour déterminer les similitudes et les différences entre les pratiques.

Afin de décrire les liens entre les valeurs d'usage ethnobotaniques des organes de *Burkea africana* et les préférences d'utilisation des groupes sociolinguistiques (ethniques) du Bénin retenu dans le cadre de cette étude, une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée dans le logiciel R version 4.3.3. Par ailleurs, l'Analyse Factorielle des Correspondances simple a été utilisée pour dégager les liens entre les catégories d'usages de l'espèce végétale et quelques ethnies du Bénin. Les comparaisons statistiques ont été effectuées à l'aide du test d'ANOVA à un facteur aléatoire et du test non paramétrique de Kruskal-Wallis.

2.3.1.1. Données ethno-zoologiques de la chenille *Cirina sp.*

Pour étudier l'importance ethno-zoologique de la chenille *Cirina sp.* dans les pratiques traditionnelles des communautés locales au Bénin, deux paramètres ont été calculés :

- **Indice de connaissance globale de l'espèce**

Pour apprécier le degré de connaissance de cette chenille, l'indice de connaissance global (ICG) par groupe ethnique dans chaque groupe ethnique a été calculé grâce à la formule de Assogbadjo *et al*., (2010), Lougbegnon *et al.*, (2018).

$$ICG = (Vm/N) * 100$$ Où :

- ICG : indice de connaissance globale ;
- Vm : est le nombre total moyen d'usages cités par chaque groupe ethnique pour la chenille *Cirina sp*. et ;
- N : nombre total d'utilisateurs de la chenille *Cirina sp*.

Les critères ci-après ont permis de déterminer le degré de connaissance : ICG < 10 % = degré de connaissance médiocre ; 10 ≤ICG < 20 % = degré de connaissance assez bon ; 20 ≤ ICG < 30 % = degré de connaissance moyen ; 30 ≤ ICG < 40 % = bon degré de connaissance ; 40 ≤ ICG≤ 50 % = très bon degré de connaissance. La valeur moyenne a été calculée en faisant la somme des réponses reçues pour l'usage divisé par le nombre de répondants.

- **Fréquence d'utilisation de l'espèce**

La fréquence d'utilisation de l'espèce par chaque groupe ethnique (commune) permet de déterminer l'importance des catégories d'usages de l'espèce. Elle a été calculée à l'aide de la formule utilisée par Assogbadjo *et al*, (2010) et se présente :

$$FUE = (Rge/N) * 100 ;$$

Avec : FUE : Fréquence d'utilisation de l'espèce par ethnie ;

Rge : Nombre d'usages identifié par groupe ethnique cible et N : nombre total d'usages dans les groupes ethniques.

2.3.1.2. Données ethnobotaniques de *Burkea africana*

Par ailleurs, pour étudier l'importance ethnobotanique de *Burkea africana* dans les pratiques traditionnelles des communautés locales au Bénin ; trois indicateurs ont été mesurés :

- **Indice de diversité (ID) de connaissances des enquêtés.**

L'indice écologique de diversité de Shannon (1949) a été utilisé pour estimer la diversité des usages des *B. africana* par la formule suivante :

$$\mathbf{ID} = -\sum_{k=1}^{n}(Ni/N)\mathbf{log2}\ (Ni\ /N)$$

Ni est le nombre d'utilisations citées par l'enquêté et N est le nombre total d'utilisations recensées. Si tous les enquêtés ont les mêmes connaissances sur chacune des espèces, la valeur de l'indice est maximale et égale à ID max = $\log_2$ n ; où n est l'effectif total des enquêtés.

La diversité est faible lorsqu'ID < 3 ; moyenne si ID est compris entre 3 et 4 ; puis élevée quand ID ≥ 4. Une faible valeur de l'indice signifierait qu'un petit groupe d'enquêtés détient la plupart des connaissances sur l'espèce.

- **Indice d'équitabilité de connaissances des enquêtés**

On entend par indice d'équitabilité, le rapport entre la diversité réelle et la diversité théorique maximale (Dajoz, 1996; Wédjangnon *et al*., 2016). Cet indice est donné par la relation :

IE = ID/ID max où **ID max = $\log_2$ n.**

Il varie entre [0 ; 1] et permet de mesurer le degré d'homogénéité de connaissances des enquêtés. Ces indices ont été calculés en tenant compte des groupes linguistiques (ethnie), du genre et de l'âge des enquêtés : Jeune (24 à 29 ans), adulte (30 à 59 ans) et vieux (60 ans au plus).

- **Valeur d'usage ethnobotanique d'un organe**

La valeur d'usage de chaque organe a été calculée pour chaque groupe ethnique par la formule suivante :

$$\mathbf{VU_{(k)}} = \mathbf{1}/N \sum_{i=1}^{i=n} Si \quad \text{et VUT} = \sum_{i=1}^{i=n} \mathbf{VU(k)}$$

$VU_{(k)}$ est la valeur d'usage ethnobotanique de l'organe **k** au sein d'un sous-groupe ethnique ; Si est le score d'utilisation attribué par le répondant i et N est le nombre de répondants pour le sous-groupe ethnique considéré. **VU_T** est la valeur d'usage ethnobotanique totale de cet organe.

Les scores d'utilisation sont : 0 = organe non utilisé, 1 = organe faiblement utilisé, 2 = organe moyennement utilisé et 3 = organe fortement utilisé.

2.3.2. Distribution potentielle de la chenille *Cirina sp.* et son hôte *Burkea africana* au Bénin et en R.D.C

2.3.2.1. Données d'occurrences

Dans un modèle de distribution des espèces, les données d'occurrences sont considérées comme la variable dépendante, ou exogène, à expliquer dans le modèle. Ces données d'occurrences représentent les données primaires de la biodiversité, essentielles pour la modélisation de la distribution des espèces (SDM). En principe, elles fournissent des informations descriptives sur le taxon, ainsi que la situation spatio-temporelle (coordonnées géographiques et date) des espèces d'intérêt, à savoir *Cirina* sp. et *Burkea africana*.

Plusieurs sources peuvent fournir des données d'occurrences de la biodiversité. Dans le cadre de ce travail, les données ont été principalement obtenues via le site du GBIF (https://www.gbif.org/). Le téléchargement de ces données d'occurrences sur ce site a été effectué au niveau taxinomique, correspondant au nom scientifique binominal de chaque espèce d'intérêt.

En plus des données provenant du site du GBIF, des données d'occurrences complémentaires ont été collectées lors d'enquêtes sur le terrain à l'aide de l'application GPS (via le téléphone Redmi Note 13), avec un espacement de 5 km entre les occurrences. Ces données de terrain ont été collectées au Bénin, et les résultats ont été extraits pour le Bénin et la R.D.C. à partir d'un masque créé sur la carte d'Afrique.

Les communes du Bénin retenues pour la collecte de données sur le terrain ont été sélectionnées en tenant compte de la rareté partielle des données d'occurrences, ainsi que des similarités écologiques avec les zones agroécologiques de la R.D.C. Les zones où les efforts de collecte de données par le GBIF se sont révélés moins perceptibles ont été privilégiées, particulièrement pour l'espèce animale. En revanche, l'espèce végétale, présente presque partout sur l'ensemble du territoire béninois selon la projection des données d'occurrences du GBIF sur la carte du Bénin, a permis de diriger la sélection vers les zones moins couvertes pour l'espèce animale.

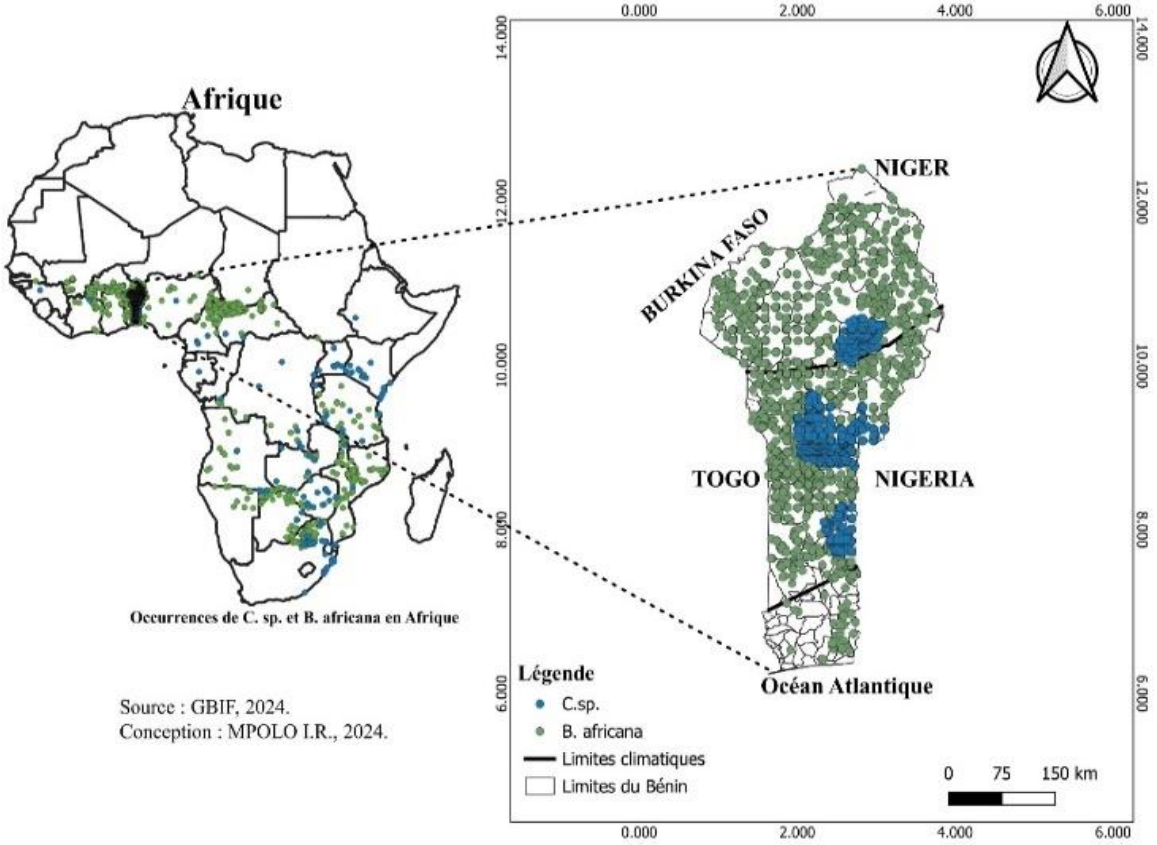


Figure 3 : Projection d'occurrences du GBIF sur la carte du Bénin

Au total, six (06) communes (Bantè, Bassila, Kétou, Savalou, Savè et Tchaourou) ont été choisies pour la collecte des données de terrain.

Au total, 2 392 occurrences de la chenille *Cirina sp*. ont été retenues pour cette recherche. Parmi celles-ci, 38 points ont été collectés au Bénin lors des enquêtes de terrain, et 2 354 ont été extraits de la base de données du système mondial d'information sur la diversité biologique (www.gbif.org) à l'échelle de l'Afrique. Le nettoyage des données a permis de supprimer 185 doublons et données manquantes sur un total de 2 577 occurrences de *Cirina sp*. téléchargées.S

Par ailleurs, 6 818 occurrences de *Burkea africana* à l'échelle de l'Afrique ont été téléchargées depuis la plateforme du GBIF (www.gbif.org). Le nettoyage du fichier téléchargé a été effectué dans Excel et le logiciel QGIS 3.32. Ce nettoyage a permis de supprimer les observations sans latitudes et longitudes ainsi que les points en dehors de l'aire d'étude, représentant 0,42 % (29 occurrences). Après suppression de 1 336 doublons, 5 453 occurrences de *Burkea africana* ont été retenues, auxquelles se sont ajoutées 34 occurrences recueillies lors des enquêtes de terrain menées dans le centre-nord du Bénin. Au total, 5 487 occurrences de *Burkea africana* ont été utilisées dans cette étude.

2.3.2.2. Données environnementales

Les données environnementales prises en compte dans cette étude incluent les variables bioclimatiques, l'élévation et le sol. Les données bioclimatiques ont été obtenues à partir de la base de données WorldClim (https://www.worldclim.org/, consultée le 04 août 2024) et comprenaient les 19 variables bioclimatiques. Ces données ont été téléchargées à la fois pour le climat actuel (1970-2000) et pour l'avenir (2041-2060) avec une résolution de 2,5 minutes (environ 5 km).

Les variables bioclimatiques sont considérées comme des facteurs exerçant une influence écologique sur la répartition des espèces. Elles représentent des conditions moyennes annuelles et saisonnières, ainsi que des valeurs extrêmes et intra-annuelles (Booth *et al.*, 2014). L'évaluation d'une série de scénarios climatiques est une approche efficace pour mesurer avec précision l'impact potentiel du changement climatique à un moment donné (Harris *et al.*, 2014). C'est pourquoi les scénarios climatiques futurs récents, basés sur les Voies Socioéconomiques Partagées (SSP), ont été utilisés pour la modélisation (Riahi *et al.*, 2017). Lors de l'élaboration du sixième rapport d'évaluation du GIEC (RE6), un ensemble de cinq nouveaux scénarios d'émissions illustratifs a été sélectionné pour examiner de manière cohérente la réponse du climat à un éventail plus large d'évolutions futures des gaz à effet de serre (GES), de l'affectation des terres et des polluants atmosphériques, par rapport au RE5. Ces cinq scénarios sont : SSP1-1.9 (scénario d'émissions très faibles), SSP1-2.6 (scénario d'émissions faibles), SSP2-4.5 (scénario d'émissions intermédiaires), SSP3-7.0 (scénario d'émissions très élevées) et SSP5-8.5 (scénario d'émissions très élevées) (Hilmi, 2024).

Les données climatiques futures ont été téléchargées pour un seul modèle général de circulation, à savoir MIROC6 (Modèle pour la Recherche Interdisciplinaire sur le Climat, sixième version) de la base de données WorldClim.

Dans l'ensemble, 19 variables bioclimatiques sous deux SSP représentatifs : SSP2-4.5 et SSP5-8.5, ont été sélectionnées pour aborder la question du changement climatique. Cependant, des études récentes ont révélé certaines discontinuités dans les variables bioclimatiques, telles que la température moyenne du trimestre le plus humide (BIO8), la température moyenne du trimestre le plus sec (BIO9), les précipitations du trimestre le plus chaud (BIO18) et les précipitations du trimestre le plus froid (BIO19) dans les Amériques (Escobar *et al*., 2014) et en Afrique subsaharienne (Stand, 2022 ; Biaou *et al*., 2023). Ces discontinuités ont été attribuées à des changements soudains dans les périodes trimestrielles utilisées pour calculer ces variables (Booth,

2022). Pour cette raison, une vérification locale a été effectuée, suivant l'approche décrite par Stand (2022) et Biaou *et al*. (2023), afin de décider si ces variables devaient être incluses ou non dans MaxEnt. Les quatre variables ont été omises dans les modèles, car les résultats de Biaou *et al*. (2023) ont confirmé ces discontinuités en Afrique.

Les données d'élévation ont également été obtenues à partir de la base de données WorldClim à la résolution de 2,5 minutes.

Les variables relatives aux sols ont été dérivées des 16 indicateurs de la base de données Harmonized World Soil Database (HWSD ; https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/17595/, consultée le 05 août 2024), qui a fourni une couche de données sur les sols à une résolution de 30 arcs-secondes, alignée à la résolution de 2,5 minutes.

Toutes les variables (bioclimatiques, élévation et sol) ont été découpées selon l'extension de la couche de masque dans QGIS 3.32 pour modéliser la distribution actuelle. La multi-colinéarité a été testée sur l'ensemble des 17 variables restantes (Merow et al., 2013 ; Séverin Biaou et al., 2023) à partir d'une matrice d'occurrences et de variables environnementales, en utilisant le facteur d'inflation de variance (VIF) grâce au package « SDM » dans le logiciel R 4.3.3 (Naimi et Araújo, 2016).

Le seuil (VIF 8) a été adopté pour la sélection des variables non colinéaires, biologiquement importantes pour *Cirina sp*. et *Burkea africana*. Ainsi, respectivement 6 et 5 variables ont été retenues pour la modélisation de ces deux espèces.

2.3.2.3. Modélisation et évaluation du modèle

Les modèles ont été exécutés en utilisant le logiciel MaxEnt version 3.4.4. Avant de lancer les modèles, une couche de masque a été créée à partir d'une projection des occurrences sur la carte d'Afrique, couvrant l'Afrique centrale et l'Afrique de l'Ouest. Toutes les variables retenues ont été découpées selon le contour du masque créé. Après l'alignement et le découpage des variables, celles-ci ont été converties au format ASCII dans QGIS 3.32 afin d'être acceptées dans le logiciel MaxEnt.

Les modèles ont été exécutés à l'échelle du masque, puis les rasters de sortie *avg.asc* issus des modèles de MaxEnt ont été découpés selon les contours du Bénin en Afrique de l'Ouest et de la République Démocratique du Congo en Afrique centrale dans ArcGIS 10.8. Cette méthodologie a été adoptée pour améliorer la performance des modèles (Kindemin *et al.*, 2023). Après avoir effectué les analyses de colinéarité en amont dans R, les variables environnementales contribuant le plus à la distribution des espèces ont été sélectionnées grâce au "test AUC de Jackknife" généré par le logiciel MaxEnt (Phillips *et al*., 2006 :79).

Les modèles ont été exécutés en cinq réplicats en utilisant le format de sortie "Cloglog" dans MaxEnt. Le test de la multi-colinéarité a permis de retenir les variables contribuant le plus à la distribution des espèces d'intérêt, ce qui explique pourquoi les modèles n'ont pas été exécutés plusieurs fois. Le format Cloglog est la sortie par défaut la plus facile à interpréter, estimant la probabilité de présence sur une échelle de 0 à 1. Le seuil de probabilité a été fixé à 10 percentiles du *training presence logistic threshold* pour définir les niveaux de convenance d'habitat pour chaque espèce (Liu *et al*., 2013 ; Wouyou *et al*., 2022). Selon ce seuil, dans les zones géographiques où les variables environnementales avaient une valeur inférieure à 10 percentiles du *training presence logistic threshold*, l'habitat était considéré comme non favorable pour les espèces.

Les variables environnementales ayant une valeur supérieure à 10 percentiles du *training presence logistic threshold* mais inférieure à 1, étaient considérées comme caractérisant un habitat moyennement favorable. Enfin, les variables environnementales ayant une valeur comprise entre 10 percentiles du *training presence logistic threshold* et 1 étaient considérées comme caractérisant un habitat très favorable pour les espèces d'intérêt. Les trois types d'habitats ont été classés et cartographiés dans ArcGIS 10.8 après le découpage du fichier contenant les résultats de la modélisation au format *avg.ASCII*.

Pour évaluer la performance du modèle, la méthode de validation croisée (*cross-validation*) a été utilisée pour calculer les AUC. Les modèles ont été testés sur 20 % des points d'observation de l'espèce et calibrés sur les 80 % restants.

Selon Swets (1988), les valeurs de l'AUC déterminent la précision du modèle, généralement à trois niveaux : une valeur comprise entre 0,5 et 0,7 correspond à une faible précision, une valeur comprise entre 0,7 et 0,9 à une bonne précision, et une valeur supérieure à 0,9 à une grande précision (Wouyou *et al*., 2022).

2.3.3. Interactions de la chenille *Cirina sp.* et son hôte *Burkea africana*

Les interactions entre les espèces ont été examinées par l'analyse des similarités de niches grâce au logiciel Zonation GUI 4.0.0rc1. La démarche a consisté à importer dans Zonation un seul fichier de sortie *avg.ASCII* pour chaque espèce, issu du logiciel MaxEnt pour les conditions présentes. Pour les projections futures, deux fichiers de sortie *avg.ASCII* du MaxEnt pour chaque espèce ont été importés dans Zonation : les fichiers *avg.ASCII* du présent et du futur, respectivement pour les deux scénarios futurs, SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5.

Après l'exécution du logiciel Zonation, un fichier de sortie *E.rank.compressed* au format TIFF a été découpé en suivant les contours du Bénin dans le logiciel ArcGIS 10.8. Les rasters

découpés ont ensuite été classés en deux types d'habitats en utilisant un seuil par défaut de 25 % (de 0 à 75 % pour la zone non prioritaire et de 75 à 100 % pour la zone prioritaire) et cartographiés pour prioriser les zones de conservation en fonction de l'impact des interactions entre les espèces.

Cette démarche a permis d'identifier les régions non prioritaires et les régions prioritaires les plus importantes pour la conservation, en tenant compte des interactions entre les espèces sous l'influence du changement climatique.

2.3.4. Changement climatique sur la distribution de *Cirina sp.* et *B. africana*

Les résultats de modélisation produits par MaxEnt ont été importés dans ArcGIS 10 pour cartographier les habitats favorables aux espèces, tant pour les conditions climatiques actuelles que pour les conditions climatiques futures (horizon 2060). Grâce à l'outil d'analyse spatiale d'ArcGIS, l'étendue de chaque type d'habitat sous ces conditions climatiques présentes et futures a été estimée en fonction du nombre de pixels occupés par chaque type d'habitat. Les superficies de chaque type d'habitat ont ensuite été importées dans un tableur Excel 2016 pour être exprimées en pourcentage, dans le but d'évaluer le gain ou la perte d'aires favorables aux espèces à l'échelle du Bénin et de la République Démocratique du Congo sous l'influence du changement climatique.

Chapitre 3 : Résultats

Ce chapitre explore en profondeur la répartition spatiale de *Cirina sp.* et de son hôte *Burkea africana*, tout en recensant au préalable les pratiques ethno-zoologiques et ethnobotaniques dans le contexte béninois.

3.1. Pratiques ethno-zoologiques et ethnobotaniques

3.1.1. Pratiques ethno-zoologiques liées à *Cirina sp.*

L'analyse de données du tableau 4 révèle que la valeur moyenne d'utilisation de la chenille *Cirina sp.* présentant une valeur non nulle a été mesurée chez le Bariba avec une valeur moyenne de 0.83 tandis que toutes les autres ethnies présentent des valeurs moyennes nulles. La même ethnie (Bariba) présente un indice de connaissance globale de 5,2 %. Pour les Bariba, la chenille *Cirina sp.* est utilisée pour des fins mystiques, cette chenille sert à jeter un sort au voleur auquel, ce dernier souffrira du grattage de la peau. Cela pourrait justifier pourquoi ils obtiennent l'indice de connaissance global médiocre, atteignant 5,2 %.

Les résultats du tableau ci-dessous indiquent encore que l'ensemble des groupes ethniques présente un degré de connaissance médiocre de la chenille *Cirina sp.*, conformément à la grille d'interprétation précédemment établie. Pour la majorité des enquêtés dans chaque ethnie, cette chenille n'a aucune importance cependant, elle crée des dégâts dangereux et détruit les feuilles d'arbres.

En ce qui concerne la fréquence d'utilisation par ethnie, chez les Bariba, seulement 16 %, soit 22 personnes sur un total de 138 personnes interrogées, utilisent la chenille à des fins mystiques. Pour les autres groupes ethniques, aucune utilisation n'a été reconnue. Cependant, quelques personnes ayant vécu dans des pays comme le Nigeria et le Burkina Faso ont témoigné que la chenille est consommée en tant qu'insecte comestible dans ces pays, bien que cela ne fasse pas partie de leurs habitudes alimentaires au Bénin.

Tableau 4 : Valeur moyenne d'usage de la *chenille Cirina sp.*, indice de connaissance et fréquence d'usage par ethnie au Bénin

Ethnies	Vm	ICG	FUE
Bariba	0,833	5,208	16,667
Otammari	0	0	0
Fon	0	0	0
Idaatcha	0	0	0
Lokpa	0	0	0
Mahi	0	0	0
Nagot	0	0	0
Peulh	0	0	0
Pila-Pila	0	0	0
Yendé	0	0	0
Yoruba	0	0	0

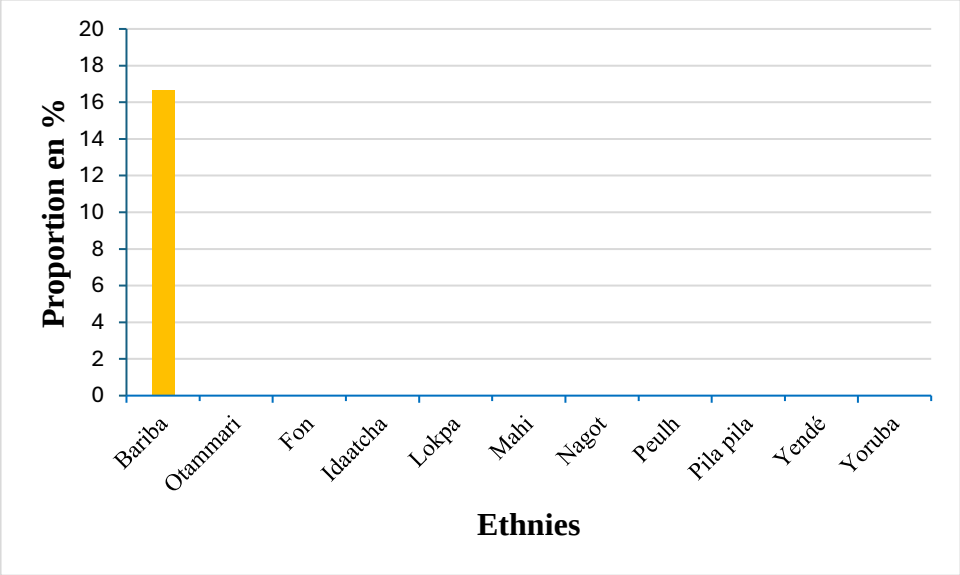


Figure 4 : Niveau de connaissance de la chenille *Cirina sp*. selon les groupes sociolinguistiques du Bénin

De l'analyse de cette figure, il ressort que seule l'ethnie Bariba connaît la chenille *Cirina sp.*, avec une proportion de 16 % soit 22 personnes sur un total de 138. Les autres ethnies, quant à elles, ne semblent pas connaître les bienfaits de cette chenille.

3.1.2. Pratiques ethnobotaniques liées à *Burkea africana*

Les résultats du tableau 5 indiquent que les adultes et les personnes âgées possèdent la majorité des connaissances sur l'espèce, avec des indices de diversité (ID) de connaissances presque égaux et supérieurs à 4. En revanche, les jeunes ont des connaissances moyennes sur *Burkea africana,* avec des indices de diversité de 3,002.

Aucune différence significative n'a été observée en fonction du sexe ; hommes et femmes présentent des diversités de connaissances proportionnellement élevées sur les espèces *Burkea africana*.

En ce qui concerne les groupes sociolinguistiques, les Fon, Lokpa, et Nagot présentent des indices de diversité les plus élevés, avec des valeurs respectives de 4,892 ; 4,887 et 4,939. Cela suggère qu'ils possèdent une connaissance plus variée de *Burkea africana.*

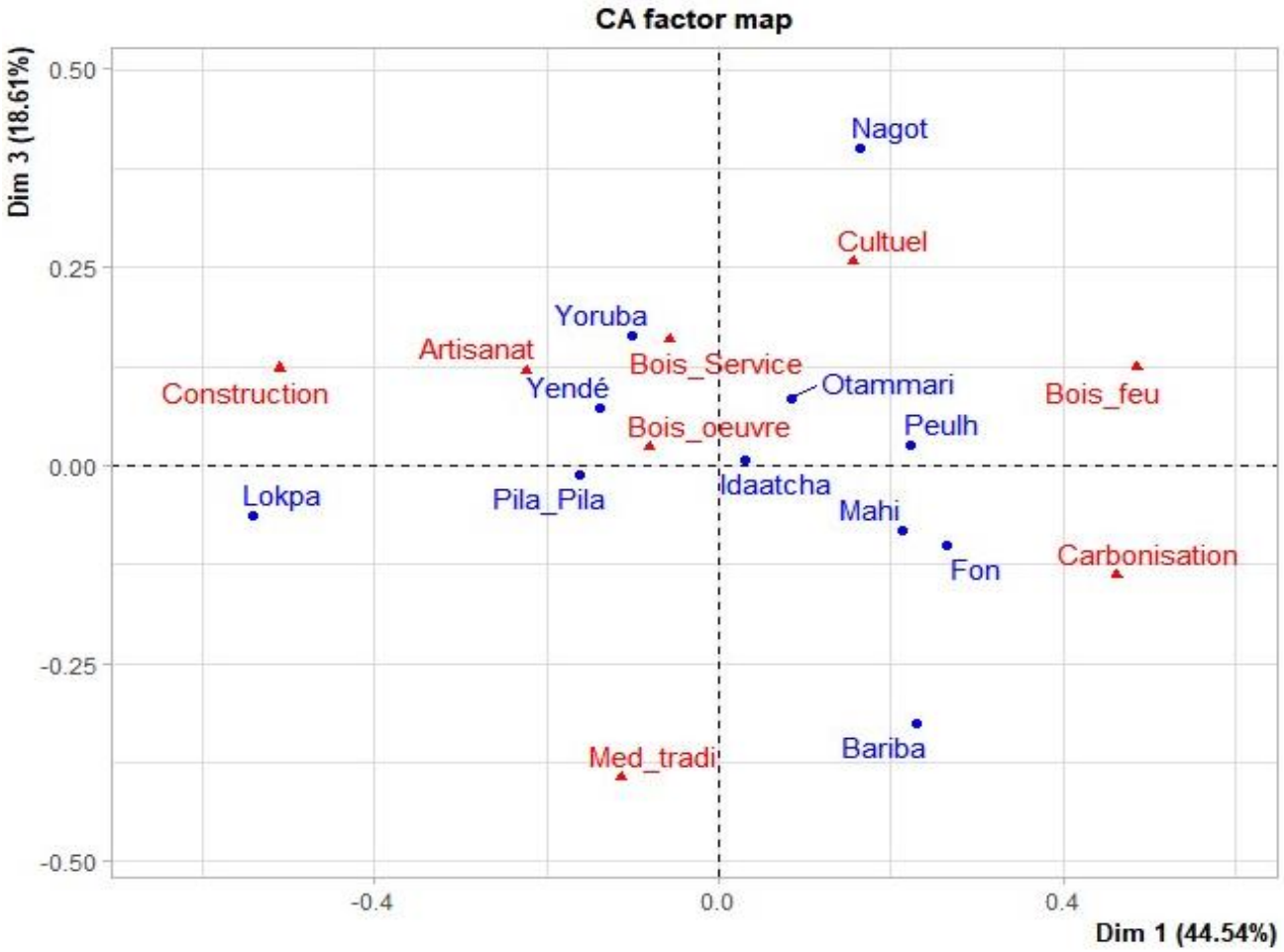
Par ailleurs, les groupes Bariba (3,942), Mahi (3,304), et Yoruba (3,321) présentent une diversité de connaissances moyenne pour sur l'espèce conformément à la grille d'interprétation.

Les groupes Yendé, Pila-Pila, Peulh, Idaatcha, et Otammari ont des connaissances faibles, avec des indices de diversité inférieure à 3. Cela indique que la connaissance de l'espèce est rapportée comme étant faible dans ces groupes. La plupart des groupes présentent des indices d'équitabilité élevés (proches de 1), indiquant une répartition relativement équitable des connaissances.

Tableau 5 : Connaissances ethnobotaniques des populations

		Burkea africana	
Paramètres	**Variables mesurées**	**ID**	**IE**
Catégories d'âges	Jeune [24 ; 29]	3,002	0,995
	Adulte [30 ; 59]	4,281	0,997
	Anciens [60 ; [	4,652	0,997
Sexe	Homme	6,563	0,996
	Femme	5,017	0,995
Groupes socio-Linguistiques	Bariba	3,942	0,985
	Otammari	0,25	0,07
	Fon	4,892	0,997
	Idaatcha	2,987	0,995
	Lokpa	4,939	0,997
	Mahi	3,304	0,994
	Nagot	4,233	0,996
	Peulh	2,313	0,996
	Pila-Pila	1,584	0,601
	Yendé	2,319	0,998
	Yoruba	3,321	0,997

ID : Indice de diversité de connaissances des enquêtés. IE : Indice d'équitabilité de connaissances des enquêté



Med_tradi : Médecine traditionnelle ; Bois_oeuvre : Bois d'œuvre ; Bois_service : Bois de service ; Bois_feu : Bois de feu.

Figure 5 : Liens entre les catégories d'usages de *B. africana* et les groupes sociolinguistiques du Bénin

Les résultats de l'analyse de la figure indiquent que les trois premiers axes factoriels expliquent 85,77 % des variations du tableau de départ, ce qui garantit une excellente précision d'interprétation. L'analyse des contributions ainsi que de la qualité de représentation des catégories d'usages de *Burkea africana* et des ethnies du Bénin retenues sur chaque axe factoriel indique que l'artisanat, le bois de feu, le bois d'œuvre, la construction et la carbonisation sont considérés sur l'axe 1 alors que la catégorie d'usage cultuel et bois de service sont considérés sur l'axe 2. La catégorie d'usage de la médecine traditionnelle est bien considérée sur l'axe 3. Les ethnies Lokpa, Mahi, Peulh et Pila-Pila sont considérées sur l'axe 1 alors que les ethnies Otammari, Yendé, Fon et Idaatcha sont considérées sur les axes 2 et les Bariba, Nagot et Yoruba sont considérées sur les axes 3. La projection des catégories d'usage et des ethnies dans les systèmes d'axes (Figure 5) indique que les Lokpa, Mahi, Peulh et Pila-Pila utilisent le *B. africana* dans l'artisanat, le bois de feu, le bois

d'œuvre, la construction et la carbonisation (axe 1). De même, les Otammari, Yendé, Fon et Idaatcha préfèrent utiliser l'espèce pour les usages cultuels et bois de service (axe 2) alors que les Bariba, Nagot et Yoruba en utilisent plus dans la médecine traditionnelle (axe 3).

Tableau 6 : Valeur d'usage ethnobotanique

Ethnies	*Burkea africana*						
	Ecor	**Bois**	**Flr**	**Feuls**	**Grs**	**Frt**	**Rcn**
Bariba	1,5	1,5	0,1	2,1	0	0	2
Otammari	0	2	0	2	0	1	0
Fon	1,2	2	0	2,6	0,4	0,3	1,4
Idaatcha	1,5	2,1	0	2,1	0,1	0,1	2,4
Lokpa	1,7	2,4	0,1	2,2	0,2	0,2	1,6
Mahi	1,3	2,4	0,1	2	0,3	0,3	1,8
Nagot	0	2,5	0	2,4	0,1	0,3	1,4
Peulh	1,2	2,8	0	2,4	0,4	0,2	2
Pila-Pila	2,3	3	0	0	0	0	2
Yendé	2,2	2,2	0	2,4	0	0	2,4
Yoruba	1,4	2	0,1	2,1	0	0,3	1
Total	**14,4**	**24,9**	**0,4**	**22,3**	**1,5**	**2,6**	**18**

Il ressort du tableau 6 que les organes de *B. africana* (Ecorces, fleurs, feuilles, graines, fruits et les racines) ont des valeurs d'utilisation différentes, le test non paramétrique de Kruskal-Wallis montre que tous les organes n'ont pas le même niveau d'utilisation (Kruskal-Wallis chi-squared = 50,031, df = 6, p-value = 0,000). La valeur d'utilisation varie d'un organe à l'autre. Le bois (VUT=24,9) est beaucoup utilisé dans la fabrication des planches, des chevrons, à la fabrication de mortier voire le tire-dent, construction de greniers et les populations locales reconnaissent l'espèce par l'endurance de son bois ; les feuilles (VUT= 22,3) présentent une valeur d'usage significative qui ne diffère pas du bois et des racines d'après le test de comparaison post-hoc par la méthode Bonferroni.

Les populations interviewées ont confirmé que les feuilles de *B. africana* sont souvent utilisées en médecine traditionnelle en décoction pour laver les enfants. Surtout, les bébés à qui leurs mamans seraient enceintes dans les six mois qui suivent leur naissance. Le même traitement est administré aux femmes après leur accouchement pour évacuer les caillots sanguins. Les racines de *Burkea africana* (VUT = 18,0) sont utilisées dans le traitement des caries dentaires et pour renforcer le sang lorsqu'elles sont associées aux feuilles. Les écorces (VUT=14,4) sont utilisées comme anti-inflammatoire, antibiotiques pour les humains mais aussi pour lutter contre l'anémie chez la volaille.

Les fruits (VUT=2,6), les graines (VUT=1,5) et les fleurs (VUT=0,4) sont peu utilisés dans l'ensemble.

Par ailleurs ; le test d'ANOVA montre que les connaissances des groupes sociolinguistiques liées à l'utilisation des organes de *B. africana* ne diffèrent pas d'un groupe sociolinguistique à l'autre (P-value = 0.9948 ; F= 0.2083 et dl= 10). En effet, la répartition de l'espèce sur l'étendue du Bénin et le mélange des ethnies dans les villages retenus dans notre échantillon, pourrait justifier la faible variabilité des connaissances ethnico-sociales liées aux utilisations des organes de l'espèce.

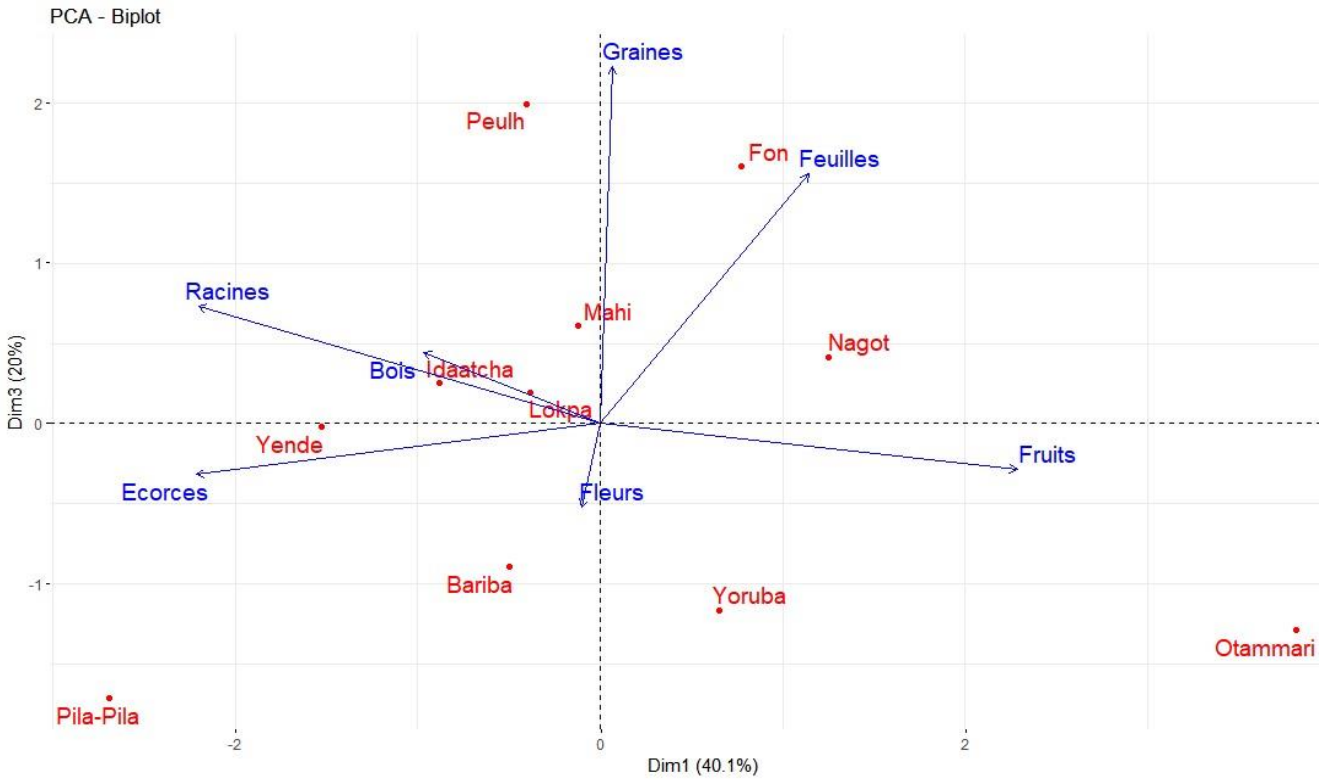


Figure 6 : ACP sur les valeurs d'usages ethnobotaniques de *B. africana* chez les groupes sociolinguistiques du Bénin

Les résultats de l'analyse de la figure indiquent que les deux premières composantes principales expliquent respectivement 40,1 % et 22 % des variations, soit au total 62,1 % des variations du tableau initial, ce qui est suffisant pour garantir une interprétation précise. Toutefois, l'analyse des corrélations révèle que la variable graines n'est prise en compte par aucune de ces deux premières composantes principales, mais plutôt par la troisième. Ainsi, les trois premières composantes principales, qui regroupent 82,1 % des variations totales, sont retenues pour décrire les liens entre les valeurs d'usage des organes de *Burkea africana*.

L'analyse des corrélations entre les organes et chacune des composantes principales montre que les écorces (79 %), les fruits (85%) et les racines (78%) sont bien représentés sur la première composante principale, tandis que le bois (63,53 %), les fleurs (51,8 %) et les feuilles (26,68 %) sont bien représentés sur la deuxième composante principale. La troisième composante principale est dominée par les graines (80,81 %).

La matrice de corrélation de Pearson en annexe révèle que l'utilisation des écorces est corrélée négativement à l'utilisation des feuilles, des graines et des fruits. Par ailleurs, l'utilisation du bois est négativement corrélée à l'utilisation des fleurs, des feuilles et des fruits. Cela pourrait indiquer que les ethnies qui exploitent le bois de *Burkea africana* préfèrent protéger l'espèce en évitant de couper les organes sensibles à la reproduction, tels que les fruits et les fleurs. Enfin, l'utilisation des racines est négativement corrélée à l'utilisation des feuilles, des fleurs et des fruits.

Les cosinus carrés de l'analyse révèlent que les Otammari (82,89 %) sont bien représentés de manière isolée dans la première composante, tandis que les Yendé (46,88 %), les Nagot (35,61 %) et les Idaatcha (33,8 %) sont légèrement représentés dans cette même composante. Les Bariba (77,26 %), Pila-Pila (32,87 %), Yoruba (34,08 %) et Lokpa (27,17 %) se trouvent bien représentés dans la deuxième composante principale. En revanche, les Fon (59,12 %), Mahi (13,20 %) et Peulh (74,08 %) sont mieux représentés dans la troisième composante principale.

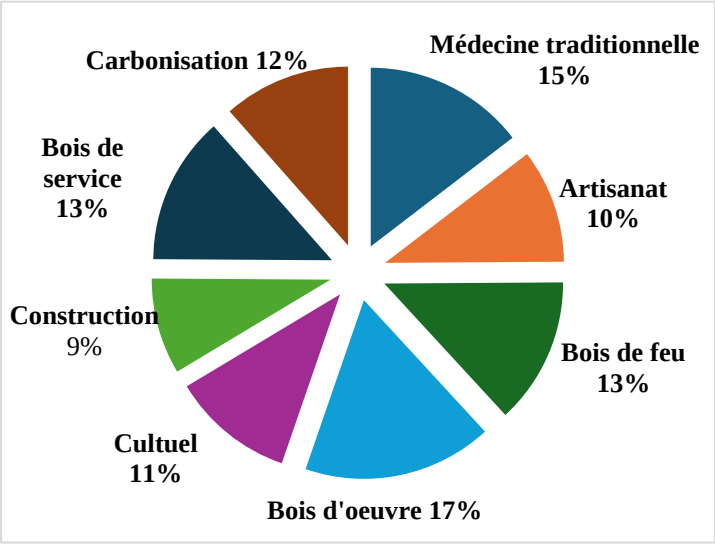


Figure 7 : Catégories d'usages de *Burkea africana* au Bénin

3.2. Modélisation

Le tableau 7 présente les valeurs d'AUC et de TSS. L'analyse de ce tableau montre que la qualité des modèles et les résultats obtenus ont été validés. Les valeurs de l'AUC issues de la mise en œuvre du modèle MaxEnt et de son test sont respectivement de 0,926 et 0,702 pour *Cirina sp.* et de 0,832 et 0,625 pour *Burkea africana*, indiquant ainsi une bonne qualité des modèles pour prédire la distribution de ces espèces.

Tableau 7 : Performances du modèle

Modèles	AUC	TSS
Cirina sp.	0,926	0,702
Burkea africana	0,832	0,625

Les résultats du tableau ci-haut, sont confirmés sur la figure ci-dessous

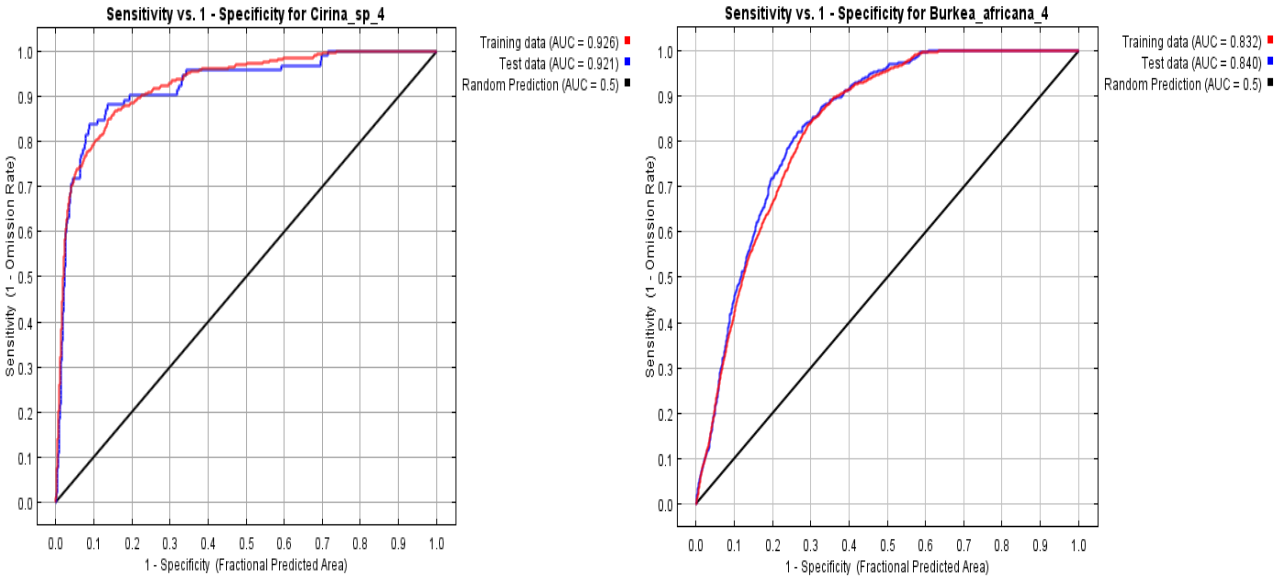


Figure 8 : Courbe de la valeur moyenne de l'AUC du modèle de distribution de *Cirina sp.* et de *B. africana*

3.2.1. Contribution des variables

Le tableau 8 donne la contribution des variables sélectionnées à la prédiction des modèles climatiques.

Tableau 8 : Contribution des variables retenues par les modèles

Contribution des variables au modèle (%)			
Variables	Définition	*Cirina sp.*	*Burkea africana*
bio_2	Ecart diurne moyen des températures	11,5	14,4
bio_3	Isothermalité (BIO2/BIO7)	8,3	30
bio_4	Saisonnalité de la température (écart type - 100) ou variation de la température au cours de la saison.	25,7	0
bio_12	Précipitations annuelles	40,4	0
bio_13	Précipitation du mois (disponibilité d'eau)	6,6	43,4
bio_14	Précipitation du mois le plus sec	7,6	3
bio_17	Précipitation du trimestre le plus sec	0	9,2

De l'analyse de ce tableau, les variables climatiques les plus déterminantes pour *Cirina sp*. sont les précipitations annuelles (40,4 %) et la saisonnalité de la température (25,7 %), tandis que pour *Burkea africana*, l'isothermalité (30 %) et la précipitation du mois le plus humide (43,4 %) jouent un rôle crucial. Ces résultats indiquent que *Cirina sp*. est principalement influencée par la disponibilité en eau tout au long de l'année, alors que *Burkea africana* est plus sensible aux variations de température et à l'humidité.

3.2.2. Distribution actuelle et future des habitats favorables aux deux espèces

- **Cas de la chenille *Cirina sp.* au Bénin**

Pour cette espèce, les résultats de la modélisation ont montré que, sous les conditions climatiques actuelles, les habitats favorables à *Cirina sp.* se situent principalement dans trois zones agroécologiques du Bénin, à l'exception des extrémités nord (zone soudanienne) et sud (zone guinéo-congolaise). La figure 9 présente la distribution actuelle des habitats favorables à *Cirina sp.* ainsi que sa projection future sous les scénarios SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 à l'horizon 2060.

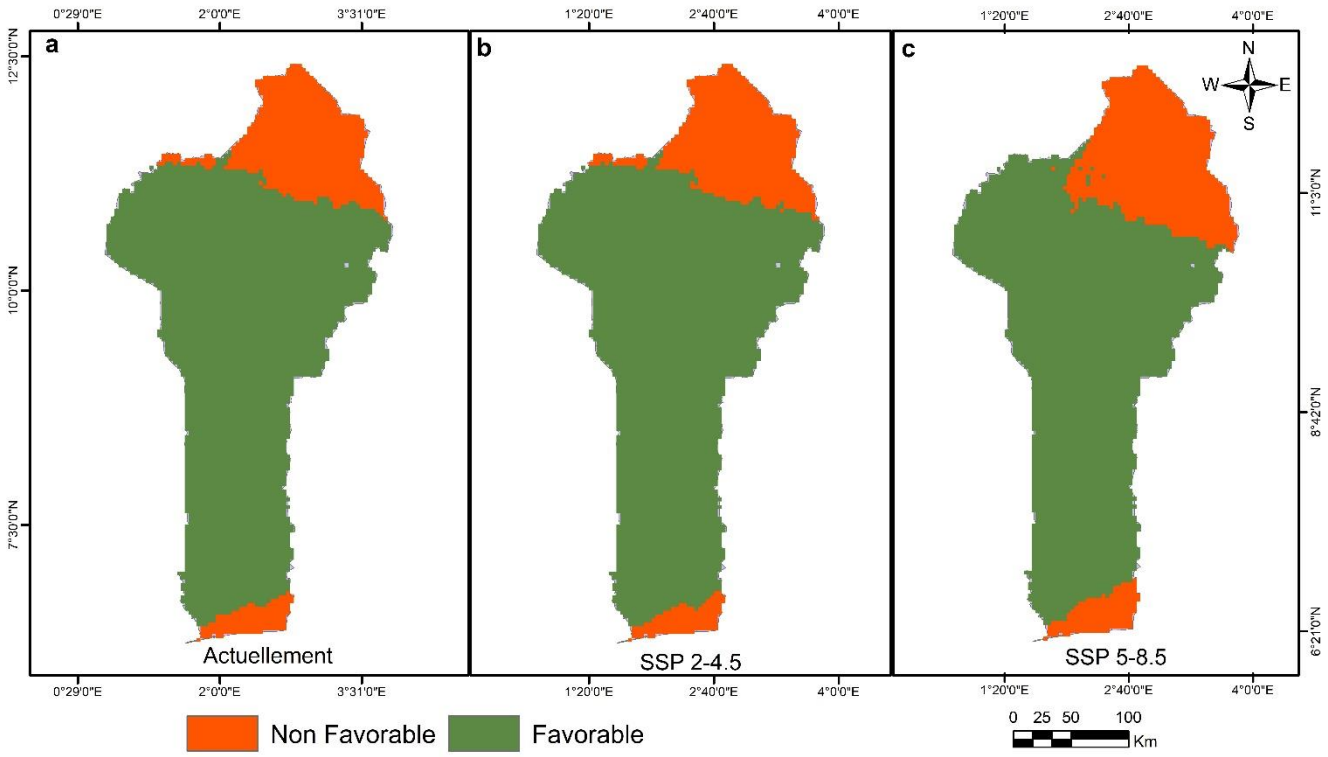


Figure 9 : Répartitions actuelle et future des habitats favorables à *Cirina sp.*

La projection future sous les scénarios SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 à l'horizon 2060 a montré des réductions des zones favorables à *Cirina sp*. dans les deux scénarios choisis : elles passent de 92 602,88 km² à 92 351,30 km² pour le scénario SSP 2-4.5, et de 92 602,88 km² à 85 977,91 km² pour le scénario SSP 5-8.5 (Tableau 9).

Tableau 9 *:* Variation des aires favorables à *Cirina sp.* au Bénin

	Non Favorable		Favorable	
Horizons	Etendue (Km^2)	Tendance (%)	Etendue (Km^2)	Tendance (%)
Présent	22 160,118		92 602,881	
SSP 2-4.5	22 411,700	1,135	92 351,299	- 0,271
SSP 5-8.5	28 785,093	29,895	85 977,907	-7,154

- **Cas de la chenille *Cirina sp*. en R.D.C**

Les résultats de la modélisation indiquent que, sous les conditions climatiques actuelles, les habitats favorables à *Cirina sp.* se trouvent principalement au nord-est, sud-est, au sud, et légèrement à l'ouest de la R.D.C. La figure 10 montre la distribution actuelle des habitats favorables à *Cirina sp.* ainsi que leur projection future sous les scénarios SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 à l'horizon 2060.

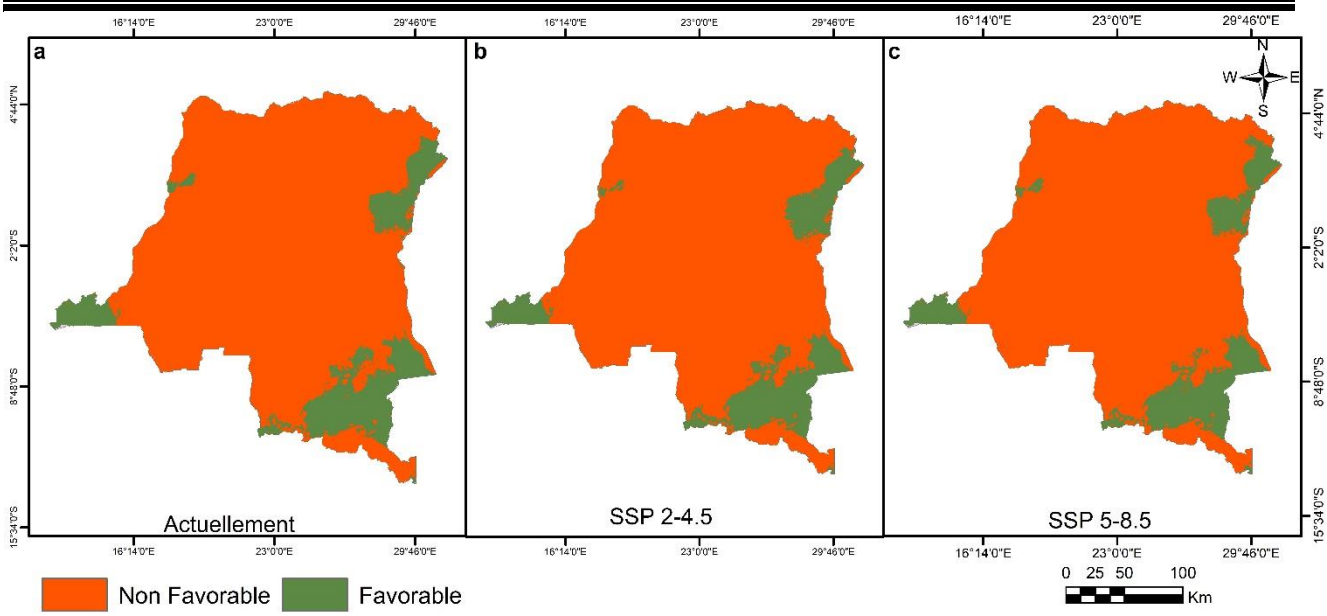


Figure 10 : Répartitions actuelle et future des habitats favorables à *Cirina sp.* en R.D.C

➢ Cas de *B. africana* au Bénin

Les résultats de la modélisation indiquent que, sous les conditions climatiques actuelles, les habitats favorables à *B. africana* se situent dans la zone soudano-guinéenne, la zone soudanienne, et légèrement dans la partie nord de la zone guinéo-congolaise. La figure 11 résume la distribution actuelle des habitats favorables à *B. africana* ainsi que leur projection future sous les scénarios SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 à l'horizon 2060.

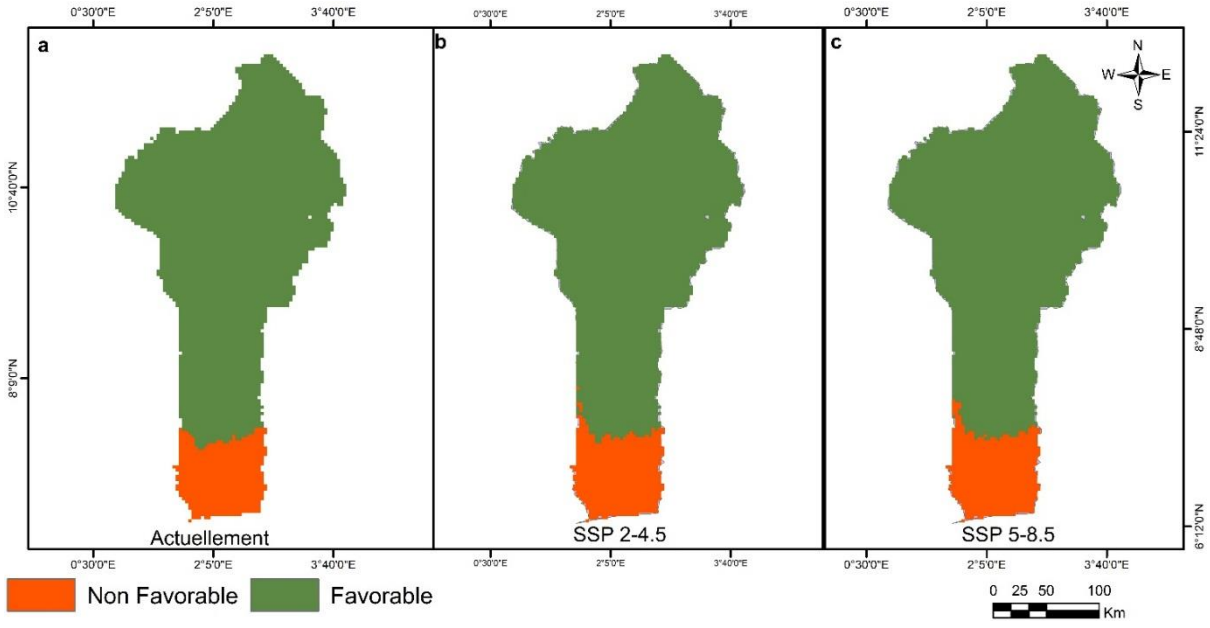


Figure 11 : Répartitions actuelle et future des habitats favorables à *B. africana* Au Bénin

La projection sous les scénarios SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 a montré une diminution des zones favorables à *B. africana*, passant de 101 009,889 km² à 100 045,494 km² pour le scénario SSP 2-4.5, et de 101 009,889 km² à 99 751,9828 km² pour le scénario SSP 5-8.5.

Tableau 10 : Variation des aires favorables à *Burkea africana* au Bénin

	Non Favorable		Favorable	
Horizons	**Etendue (Km²)**	**Tendance (%)**	**Etendue (Km²)**	**Tendance (%)**
Présent	13753,111		101009,889	
SSP 2-4.5	14717,505	7,012	100045,494	- 0,954
SSP 5-8.5	15011,017	9,146	99751,982	-1,245

- **Cas de *B. africana* en R.D.C**

Les résultats de la modélisation révèlent que, sous les conditions climatiques actuelles, les habitats favorables à *B. africana* se situent dans la partie ouest et sud, avec une extension à l'est de la R.D.C. La figure 7 présente la distribution actuelle des habitats favorables à *B. africana* ainsi que leur projection future sous les scénarios SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 à l'horizon 2060.

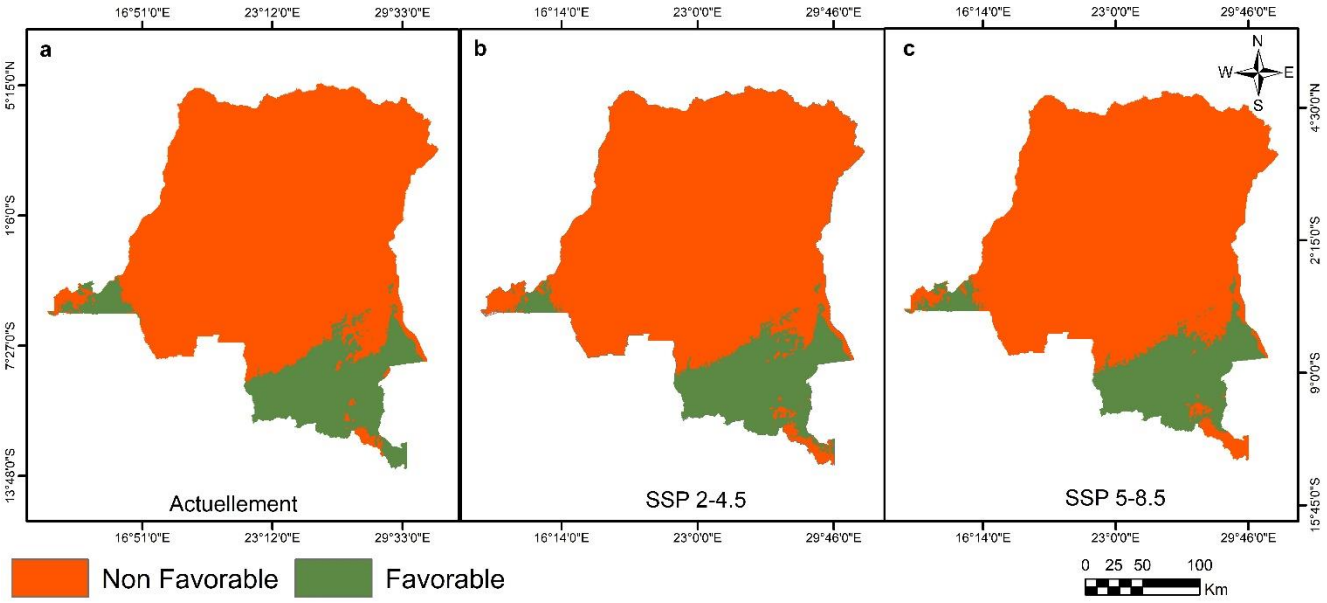


Figure 12 : Répartitions actuelle et future des habitats favorables *B. africana en R.D.C*

3.3 Effet des interactions de la chenille *Cirina sp.* et son hôte *Burkea africana*

Les zones non prioritaires prédites, où les deux espèces n'interagissent pas, sont situées aux extrémités nord et sud du Bénin (Figure 13). Les résultats du tableau 11 indiquent que les habitats prioritaires à la conservation, où les espèces interagissent, connaîtront une légère diminution de leur étendue de 0,5 % et 0,34 % respectivement pour les scénarios d'émission SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5,

passant de 103 981,026 km² à 103 456,61 km² et de 103 981,026 km² à 103 624,423 km², en réponse aux interactions entre espèces sous l'influence du changement climatique.

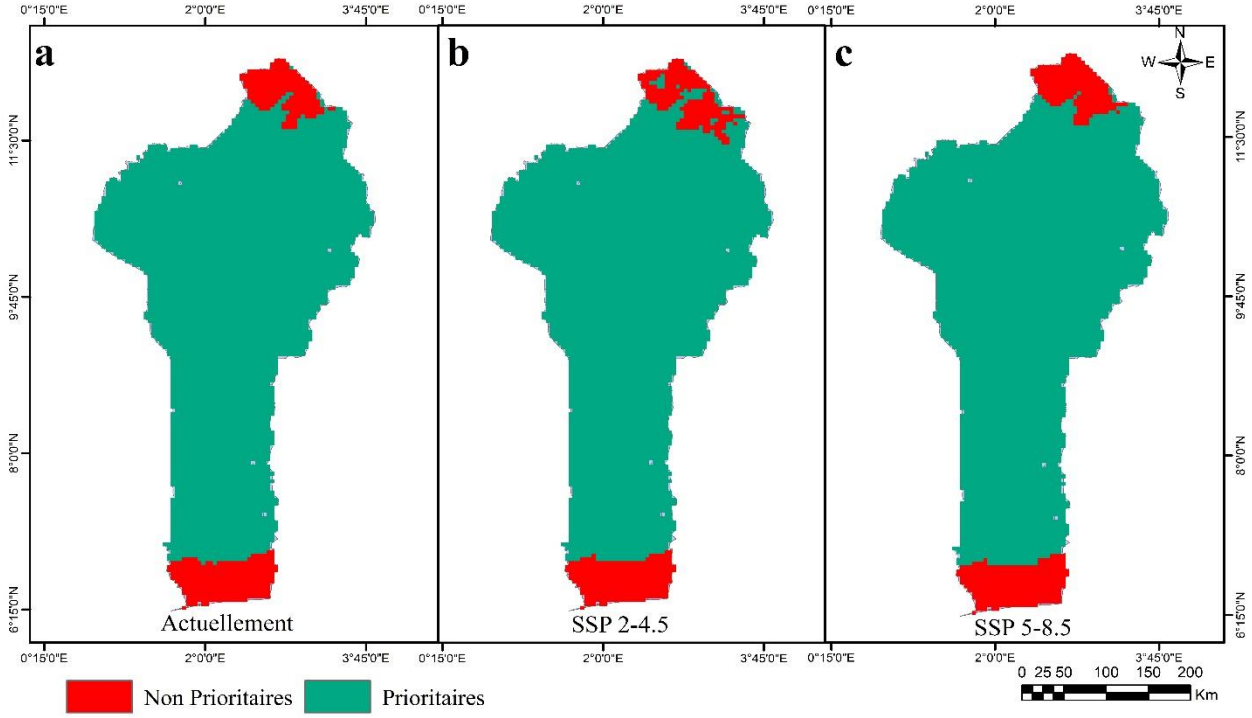


Figure 13 : Répartitions actuelle et future des habitats prioritaires à la conservation de *Cirina sp.* et *B. africana* au Bénin

Tableau 11 : Variation des aires Prioritaires aux interactions de *Cirina sp.* et *Burkea africana* au Bénin

	Habitat Non Prioritaire		Habitat Prioritaire	
Horizons	**Etendue (Km²)**	**Tendance (%)**	**Etendue (Km²)**	**Tendance (%)**
Présent	10781,97441		103981,026	
SSP 2-4.5	11306,38951	4,86381323	103456,61	-0,504337301
SSP 5-8.5	11138,57668	3,307393	103624,423	-0,342949365

3.4. Impact potentiel du changement climatique sur la distribution spatiale de *Cirina sp.* et de son hôte Burkea *africana.*

Dans l'ensemble, les résultats du tableau 9 indiquent que le changement climatique a un effet négatif sur les habitats favorables de la chenille *Cirina sp*. sous les scénarios SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 à l'horizon 2060 au Bénin, contribuant à une légère diminution de 0,27 % d'étendue d'une part. D'autre part, sous le scénario SSP 5-8.5, le changement climatique réduirait la superficie des habitats favorables de 7,15 % à l'horizon 2060.

Par ailleurs, les résultats du tableau 10 ont aussi montré que le changement climatique, évalué suivant le modèle climatique MIROC6 sous les SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 va impacter négativement sur les habitats favorables de *B. africana* avec une réduction des superficies des habitats favorables à la hauteur de 0,95 % sous le SSP 2.4-5 et 1,24 % sous le SSP 5-8.5 au Bénin à l'horizon 2060.

4. Discussion

4.1. Discussion liée à l'objectif spécifique 1

Les résultats des recensements des pratiques traditionnelles ethno-zoologiques des communautés béninoises concernant *Cirina sp*. montrent une disparité notable dans la connaissance et l'utilisation de celle-ci.

Les chenilles de *Cirina sp.* sont principalement connues et utilisées par l'ethnie Bariba, où elles sont employées dans des pratiques mystiques, ce qui explique leur indice de connaissance relativement faible mais non négligeable (5,2 %) et une fréquence d'utilisation de 16,67 % par rapport aux autres ethnies. Cette observation est en accord avec les travaux de Tchero (2014), qui ont montré que l'usage des chenilles dans la mystique est souvent lié à des croyances locales profondément enracinées. En revanche, les autres groupes ethniques ont peu ou pas de connaissances et de pratiques associées à cette chenille. L'absence de consommation de *Cirina sp*. par ces ethnies pourrait être liée à un manque d'habitude alimentaire plutôt qu'à une absence de la ressource elle-même. En effet, l'entomophagie n'est pas uniformément répandue au Bénin, et les préférences alimentaires varient considérablement d'une région à l'autre (Anagonou *et al.,* 2023).

L'analyse ethnobotanique révèle que les adultes et les anciens (60 ans au plus) possèdent une connaissance plus diversifiée de *B. africana*, avec des indices de diversité de connaissances supérieurs à 4, tandis que les jeunes présentent une connaissance plus modérée. Ces résultats corroborent les travaux de Pelletier, (2022), qui ont montré que les connaissances ethnobotaniques augmentent avec l'âge en raison de la transmission intergénérationnelle du savoir.

De plus, l'étude ne révèle pas de différences significatives entre les sexes, ce qui suggère une répartition équilibrée des connaissances ethnobotaniques, confirmant les résultats obtenus par Battesti, (2021), qui a noté que les deux sexes participent activement aux pratiques ethnoécologiques.

Les Fon, Lokpa et Nagot sont les groupes sociolinguistiques qui montrent la plus grande diversité de connaissances pour l'espèce, avec des indices respectifs supérieurs à 4,8. Cela suggère une forte interaction de ces groupes avec leur environnement forestier, où cette espèce est abondante, comme mentionné par Boukeng (2021). À l'inverse, des groupes comme les Yendé, Pila-Pila, Peulh,

Idaatcha et Otammari présentent des indices de diversité inférieurs à 3, indiquant une connaissance plus limitée, probablement en raison de leur éloignement des habitats où cette espèce est courante, comme noté dans les études de Padonou *et al.,* (2023).

Les résultats sur les organes de *B. africana* montrent des niveaux d'utilisation variables, le bois étant le plus utilisé (VUT = 24,9) pour diverses applications artisanales et de construction, suivi des feuilles (VUT = 22,3), principalement utilisées en médecine traditionnelle. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Sokpon *et al.,* (2018), qui ont montré l'importance du bois et des feuilles de *B. africana* dans les communautés rurales. Les racines, écorces, fruits et graines sont moins utilisés, ce qui pourrait être lié à leur accessibilité et à leur utilité perçue, une observation soutenue par Akendengu et Essobo (2022).

Les analyses statistiques montrent que les différences dans les connaissances et l'utilisation des organes de *B. africana* ne sont pas significatives d'une ethnie à l'autre, ce qui peut être attribué à la large distribution de l'espèce à travers le Bénin, comme rapporté par Akpona *et al.,* (2017). Cette homogénéité peut également refléter un échange culturel entre ethnies vivant à proximité, ce qui favorise le partage des connaissances ethnobotaniques, comme l'a démontré Koré *et al.,* (2023).

4.2. Discussion liée à l'objectif spécifique 2

Les résultats de l'étude sur la modélisation des habitats de *Cirina sp.* et *Burkea africana* révèlent des tendances significatives face aux changements climatiques, avec des implications cruciales pour la conservation et la gestion des écosystèmes en Afrique de l'Ouest et centrale. Les modèles MaxEnt, utilisés pour prédire la distribution de ces espèces, se sont montrés efficaces, affichant des valeurs d'AUC supérieures à 0,8 pour *Cirina sp*. (0,926) et *Burkea africana* (0,832). Ces résultats suggèrent une bonne capacité de prédiction, en accord avec des études antérieures qui soulignent l'utilité de MaxEnt pour prédire les habitats en fonction des variables climatiques (Elith *et al*., 2006 ; Phillips et Dudík, 2008, Doffou *et al*., 2021). Toutefois, bien que les scores TSS soient satisfaisants, ils indiquent des marges d'amélioration, notamment pour *Burkea africana*, qui présente un TSS de 0,625.

En ce qui concerne la contribution des variables climatiques, l'analyse révèle que la disponibilité de l'eau, mesurée par les précipitations annuelles (40,4%), ainsi que la saisonnalité de la température (25,7%), sont des facteurs déterminants pour *Cirina sp*. En revanche, *Burkea africana* est davantage influencée par l'isothermalité (30%) et les précipitations du mois le plus humide (43,4%). Ces résultats s'inscrivent dans la continuité de recherches récentes montrant que

les précipitations jouent un rôle essentiel dans la distribution des espèces, impactant directement la disponibilité des ressources et la physiologie des plantes (Mastrorillo *et al*., 2016; Badarou *et al.,* 2022). De plus, la sensibilité de *Burkea africana* aux variations de température est corroborée par des études indiquant que les espèces forestières peuvent être vulnérables aux fluctuations thermiques en raison de leur niche écologique étroite (Lindner *et al*., 2010; Turlings et Erb, 2018).

Concernant la distribution actuelle et future des habitats, les résultats indiquent que pour *Cirina sp.* au Bénin, les habitats favorables se situent principalement dans trois zones agroécologiques, à l'exception des extrémités nord et sud. Les projections futures sous les scénarios SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 à l'horizon 2060 anticipent des réductions significatives des zones favorables, avec des diminutions de 0,27 % et 7,15 % pour ces deux scénarios respectivement. Ces résultats soulèvent des préoccupations similaires à celles rapportées par d'autres études, qui prévoient une perte d'habitats favorables en raison des changements climatiques en Afrique de l'Ouest (Akinwumi *et al*., 2021; Cloutier, 2023). En République Démocratique du Congo, la concentration des habitats favorables dans le nord-est et le sud-est pourrait limiter la dispersion de *Cirina sp.* face aux changements climatiques, ce qui concorde avec les modèles de dynamique des habitats prédisant une fragmentation accrue dans les régions tropicales (Higgins *et al*., 2021; Cameron, 2022).

Pour *Burkea africana*, les résultats indiquent que les habitats favorables se situent principalement dans la zone soudano-guinéenne, la zone soudanienne et légèrement dans la partie nord de la zone guinéo-congolaise. Les projections sous les scénarios SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 à l'horizon 2060 révèlent également une diminution des aires favorables, respectivement de 0,95 % et 1,24 %. Ces résultats soulignent les inquiétudes concernant l'impact du changement climatique sur cette espèce, notamment en ce qui concerne la perte d'habitats et la variabilité des précipitations, qui peuvent nuire à sa résilience (Hawkins *et al*., 2015; Urban *et al.*, 2016). Il est à noter que certaines régions, comme la zone soudano-guinéenne et le sud de la R.D.C, pourraient devenir des refuges potentiels pour *Burkea africana*, bien que cela dépende largement de l'évolution des conditions climatiques locales.

4.3. Discussion liée à l'objectif spécifique 3

Les résultats concernant les interactions entre la chenille *Cirina sp.* et son hôte *Burkea africana* révèlent des implications critiques face aux changements climatiques au Bénin. Les habitats

prioritaires, où leurs interactions se produisent, sont projetés pour connaître une légère diminution de leur étendue. Les scénarios d'émission SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 prévoient des diminutions respectives de 0,5 % et 0,34 %, passant de 103 981,026 km² à 103 456,61 km² et de 103 981,026 km² à 103 624,423 km² à l'horizon 2060, où les interactions entre espèces sont positives. Ces prévisions soulignent l'importance de comprendre les interactions biotiques dans la réponse des espèces aux perturbations environnementales, notamment dans le contexte du changement climatique. Des études montrent que les relations entre plantes hôtes et insectes herbivores jouent un rôle clé dans la structuration des communautés écologiques. Par exemple, la recherche de Brice (2020) indique que les interactions entre herbivores et leurs plantes hôtes peuvent modifier les traits écologiques des plantes, influençant ainsi leur compétitivité et leur survie dans des environnements changeants. Cette dynamique est particulièrement pertinente pour *Burkea africana*, dont la santé et la distribution peuvent être affectées par la pression de consommation exercée par *Cirina sp*., ce qui pourrait diminuer la disponibilité des ressources pour la chenille.

De plus, d'autres études récentes, comme celles de Powers *et al.*, (2020) corroborent cette idée en démontrant que les herbivores peuvent influencer la structure et la dynamique des écosystèmes en modifiant les traits des plantes hôtes. La diminution des habitats prioritaires pourrait également entraîner une fragmentation des populations et une perte de diversité génétique, compromettant ainsi la capacité des espèces à s'adapter aux changements climatiques. Les recherches de Foden *et al.*, (2019) soulignent que la diversité génétique est essentielle pour la résilience des populations face aux perturbations environnementales.

En outre, des études récentes, comme celle de Harris *et al.*, (2020) montrent également que la diversité génétique au sein des populations végétales est cruciale pour maintenir les interactions avec les herbivores et, par conséquent, la dynamique des écosystèmes. La dynamique des populations d'insectes herbivores et de leurs plantes hôtes est influencée par les variations climatiques. Poitou (2021) montre que les changements dans la phénologie des plantes et des insectes peuvent créer des décalages dans les périodes de disponibilité des ressources, ce qui est crucial pour la survie des espèces.

Cette interaction a été confirmée par d'autres chercheurs, tels que Varin (2017), qui a observé que des désaccords dans la synchronisation entre les cycles de vie des plantes et des herbivores peuvent avoir des impacts négatifs sur la survie et la reproduction de ces espèces. Ainsi, il est impératif d'adopter des approches de gestion intégrées prenant en compte ces interactions

complexes afin de garantir la pérennité des populations de *Cirina sp*. et de *Burkea africana* face aux défis du changement climatique.

4.4. Discussion liée à l'objectif spécifique 4

Les résultats concernant l'impact du changement climatique sur la distribution spatiale de la chenille *Cirina sp.* et de son hôte *Burkea africana* révèlent des tendances préoccupantes, soulignant les défis que ces espèces pourraient rencontrer à l'horizon 2060 au Bénin. Les données montrent une diminution légère de 0,27 % de l'étendue des habitats favorables pour *Cirina sp.* sous le scénario SSP 2-4.5, tandis que cette réduction atteint 7,15 % sous le scénario SSP 5-8.5. De manière similaire, pour *Burkea africana*, le changement climatique entraînerait une réduction de 0,95 % des habitats favorables sous le scénario SSP 2-4.5 et de 1,24 % sous le scénario SSP 5-8.5. Ces résultats mettent en évidence l'effet négatif des changements climatiques sur la disponibilité des habitats pour ces espèces, ce qui est cohérent avec d'autres études récentes. Des recherches menées par Douce (2023) indiquent que les modifications climatiques entraînent souvent un déplacement des habitats favorables vers des zones plus fraîches ou plus humides, perturbant ainsi les communautés écologiques et menaçant les espèces vulnérables. Cette dynamique est particulièrement pertinente pour *Cirina sp*., qui dépend de conditions spécifiques liées à son hôte pour sa survie et sa reproduction. La perte de ces habitats pourrait compromettre non seulement la viabilité des populations de *Cirina sp*., mais aussi la santé de *Burkea africana*, qui joue un rôle crucial dans l'écosystème local.

De plus, l'utilisation du modèle climatique MIROC6 dans l'évaluation des scénarios SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5 fournit un cadre essentiel pour anticiper les effets du changement climatique sur ces espèces. Les recherches de Morineau (2023) soulignent que ces modèles permettent d'estimer les impacts potentiels sur les habitats des espèces, bien que des incertitudes demeurent quant à leur précision. Il est donc crucial de prendre en compte ces incertitudes lors de la planification des stratégies de conservation et de gestion des ressources.

5. Conclusion

Cette étude visait à comprendre la répartition géographique de *Cirina sp.* et de son hôte, *Burkea africana*, au Bénin et en R.D.C., ainsi que les effets ethno-zoologiques et ethnobotaniques observés dans les pratiques des communautés locales au Bénin. Les résultats du recensement des pratiques ethno-zoologiques ont mis en lumière une connaissance et une utilisation inégales de *Cirina sp.* parmi les différentes ethnies du Bénin, l'ethnie Bariba affichant un indice de connaissance de seulement 5,2 % et une fréquence d'utilisation de 16,67 %, tandis que d'autres groupes n'attribuent aucune utilité à cette espèce. Les analyses sur les catégories d'usages de *Burkea africana*, ont démontré la diversité des applications de cette espèce au sein des différentes ethnies, notamment l'utilisation du bois dans la construction et l'artisanat ainsi que des feuilles en médecine traditionnelle. Ces résultats soutiennent notre première hypothèse.

Par ailleurs, l'analyse de la distribution actuelle et future des habitats favorables à *Cirina sp.* et *Burkea africana* a permis de localiser des zones propices à ces espèces. La disponibilité de l'eau, mesurée par les précipitations annuelles (40,4 %), ainsi que la saisonnalité de la température (25,7 %), sont des facteurs déterminants pour *Cirina sp.* En revanche, *Burkea africana* est davantage influencée par l'isothermalité (30 %) et les précipitations du mois le plus humide (43,4 %). Au Bénin, *Cirina sp.* est présente sur presque toute l'étendue du pays, à l'exception des extrémités nord et sud, tandis qu'en R.D.C., les habitats se concentrent principalement au nord-est, sud-est, sud et légèrement à l'ouest. De même, les aires favorables pour *Burkea africana* au Bénin se retrouvent presque partout, sauf dans le sud, confirmant ainsi la deuxième hypothèse de l'étude.

Les interactions entre la chenille *Cirina sp.* et son hôte *Burkea africana* soulignent l'impact des changements climatiques sur les habitats prioritaires à la conservation. Actuellement, ces habitats couvrent 103 981,026 km² au Bénin, mais sont susceptibles de diminuer légèrement de 0,5 % et 0,34 % sous les scénarios d'émission SSP 2-4.5 et SSP 5-8.5, respectivement. Ces résultats corroborent notre troisième hypothèse.

Concernant l'impact potentiel du changement climatique sur la distribution spatiale de *Cirina sp*. et de *Burkea africana*, les habitats favorables à *Cirina sp*. sont projetés pour connaître une légère diminution de 0,27 % d'ici 2060, avec une réduction plus marquée de 7,15 % sous le scénario SSP 5-8.5. Parallèlement, l'analyse des habitats favorables pour *Burkea africana* indique une réduction de 0,95 % et 1,24 % respectivement sous les SSP 2-4.5 et 5-8.5. Ces résultats confirment la

quatrième hypothèse et soulignent la vulnérabilité des deux espèces face aux changements climatiques.

Face à ces défis, il est impératif de renforcer la sensibilisation communautaire. Des campagnes visant à valoriser l'entomophagie et les pratiques de conservation de *Burkea africana* pourraient favoriser une meilleure compréhension de l'importance de ces espèces pour la biodiversité et la culture locale. En outre, le développement de programmes de conservation ciblant ces habitats, en impliquant les communautés locales, est essentiel pour assurer une gestion durable des ressources. La promotion de recherches interdisciplinaires intégrant des perspectives ethnobotaniques, écologiques et climatologiques est également cruciale pour obtenir une vision globale des interactions entre les espèces et leur environnement.

La mise en œuvre de programmes de suivi des populations de *Cirina sp.* et *Burkea africana* permettra de détecter précocement les changements dans leur distribution et d'adapter les stratégies de conservation en conséquence. Il est aussi crucial de continuer à étudier les impacts des changements climatiques sur la résilience des espèces afin d'identifier des refuges potentiels et d'adapter les stratégies de conservation. De plus, l'évolution des pratiques alimentaires et culturelles face aux changements environnementaux mérite une attention particulière, car comprendre comment les communautés s'adaptent peut fournir des moyens précieux pour la conservation.

Enfin, la promotion de politiques intégrant la conservation de la biodiversité dans les initiatives de développement local garantira une coexistence harmonieuse entre les besoins des populations et la préservation des écosystèmes. L'établissement de partenariats avec d'autres pays d'Afrique de l'Ouest et centrale facilitera le partage des meilleures pratiques et des leçons apprises dans la gestion de *Cirina sp.* et *Burkea africana*, favorisant ainsi une approche régionale de la conservation. Ces éléments sont cruciaux pour garantir la pérennité des populations de *Cirina sp.* et *Burkea africana*, tout en reconnaissant leur importance pour les communautés locales.

Dans l'avenir, le succès de ces initiatives dépendra de la collaboration entre chercheurs, gestionnaires de ressources et communautés. Cela souligne la nécessité d'une approche holistique et inclusive pour faire face aux défis du changement climatique et de la conservation, tout en contribuant à la durabilité des écosystèmes et des cultures locales.

6. Références

1- Adjahossou, S., Gouwakinnou, G., Houehanou, D., Sode, A., Yaoitcha, A., Houinato, M., et Sinsin, B. (2016). 'Efficacité des aires protégées dans la conservation d'habitats favorables prioritaires de ligneux de valeur au Bénin', *Bois & Forêts des Tropiques*, 328 : 67–76.

2-Akendengu B. et Essobo, M. (2022) 'Les plantes toxiques de trois provinces du Gabon', *Biodiversité des écosystèmes intertropicaux : Connaissance, gestion durable et valorisation*, p. 73.

3-Akpona, J., Assogbadjo, A., Fandohan, A., et Kakaï, R. (2017). 'Inventory and multicriteria approach to identify priority commercial timber species for conservation in Benin', *Bois & Forêts des Tropiques*, 333: 5–16.

4-Alves, R. and Albuquerque, U. (2017) *Ethnozoology: animals in our lives*. Academic Press, p. 552.

5-Amisi, M., Héritier, U., Paul, M., Georges, A., Innocent, B., et Pascal, I. (2013). Valorisation de la chenille comestible Bunaeopsis aurantiaca dans la gestion communautaire des forêts du Sud-Kivu (République Démocratique du Congo). *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, Vol. 13**,** Hors-série 17, p. 12. https://doi.org/10.4000/vertigo.14251.

6- Anagonou, C., Loko, L., Dassou, A., Toffa, J., Djegbe, I., Saliou, M., et Dansi, A. (2023). 'Entomophagy practices, use patterns, and factors influencing perception and consumption frequency of edible insects in the Republic of Benin', *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 19(1), p. 54.

7- Arouna, O. (2017). Changements de l'occupation des terres et nécessité de l'aménagement du territoire à l'échelle locale en Afrique subsaharienne : cas de la commune de Djidja au Bénin. Available at: https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=4788094&publisher=FZ2990 (Accessed : 26).

8-Badarou, K. O., Adehan, S. B., Abiodoun, A. F., Azankpe, C. B., Adjolohoun, S., Zoffoun, A. G., et Babatounde, S. (2022). 'Distribution géographique de Brachiaria falcifera et de Pennisetum polystachion au Bénin', *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) Décembre*, 32(04) :30-38.

9-Balick, M.J. and Cox, P.A. (2020) *Plants, people, and culture: the science of ethnobotany*. 2nd ed., Garland Science, New York. 1(1**)** : p. 284.

10-Barre, A., Caze-Subra, S., Gironde, C., Bienvenu, F., Bienvenu, J., et Rougé, P. (2014). Entomophagie et risque allergique. *Revue Française d'Allergologie*, *54*(4) : 315-321. https://doi.org/10.1016/j.reval.2014.02.181

11-Battesti, V. (2021). '*Cultiver son anthropologie dans le champ d'une ethnoécologie augmentée'.* Thèse de doctorat. Muséum national d'histoire naturelle, Paris. 1**(**1) : 572. Available at : https://hal.science/tel-03462194/ (Accessed: 21 October 2024).

12-Bissonnette, J.., Laroche, G., Olivier, A., Gélinas, N., Saydeh, M., et Cagliastro, A. (2023). Quelles trajectoires agroforestières ? Perspectives dégagées lors du cinquième Congrès mondial d'agroforesterie : « En transition vers un monde viable ». *BOIS et FORETS DES TROPIQUES*, 356(4): 5-17.

13-Bongaarts, J. (2019). 'Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.', Population & Development Review, 45(3): 680-681.

14-Bonin, M., et Antona, M. (2012). Généalogie scientifique et mise en politique des services écosystémiques et services environnementaux. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 12(3) : 1-15. https://doi.org/10.4000/vertigo.13147

15- Booth, T. (2022). 'Checking bioclimatic variables that combine temperature and precipitation data before their use in species distribution models', *Austral Ecology*, 47(7): 1506–1514.

16-Booth, T., Nix, H., Busby, J., et Hutchinson, M. (2014). 'BIOCLIM: the first species distribution modelling package, its early applications and relevance to most current MAXENT studies', *Diversity and Distributions*, 20(1): 1–9.

17-Bouahmed, A. (2022). 'Apport des SIG, des modèles de distribution des espèces (SDMs) et de la télédétection à la modélisation de l'aire potentielle de *Cedrus atlantica M*. et à la cartographie des cédraies algériennes*'*, [PhD Thesis, Universite Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou]. https://fsbsa.ummto.dz/items/aedef428-c11f-4d19-8406-087783d97d9a

18-Boudot, C., et Courtioux, B. (2021). 'Intérêts nutritionnels et environnementaux de l'entomophagie*'. Actualités Pharmaceutiques*, 60(602), 31-34.

https://doi.org/10.1016/j.actpha.2020.11.008.

19-Boukeng, J. (2021). 'Dynamique et services des écosystèmes agroforestiers autour d'une aire protégée du Cameroun', (Thèse de doctorat, Université Laval)., p. 245.

20-Brice, M. (2020). 'Dynamique spatio-temporelle des forêts dans l'écotone boréal-tempéré en réponse aux changements globaux' Écoscience, p. 207.

21-Cameron, V. (2022). 'Étude des changements de distribution sous l'effet des changements climatiques à la lumière de la théorie des métapopulations', (Doctoral dissertation, Université de Sherbrooke)., p. 289.

22-Cloutier, M. (2023). 'Influence de la phénologie foliaire automnale de forêts tempérées sur la segmentation d'espèces d'arbres à partir d'imagerie de drone et d'apprentissage profond' Québec, p.118.

23-De Wasseige, C., Tadoum, M., Atyi, E., et Doumenge, C. (2015). 'Les forêts du Bassin du Congo-Forêts et changements climatiques'. Weyrich., p. 224.

24-Diallo, T. (2013). Etude ethnobotanique de *Burkea africana Hook. F., Crataeva Religiosa Forst. et Sarcocephalus latifolius*, 18.

25-Dupras, J., Lévesque, A., Pelletier-Guittier, C., Beaumont, M., et Zaga, A. (2020). '*Perenniser les pratiques agroenvironnementales et les amenagements agroforestiers lineaires : Une analyse ecologique et socio-economique pour augmenter la resilience des systemes agricoles face aux changements climatiques'*. Ouranos., p.136.

26-Emmanuel, L., Abel, A., et Thierry, L. (2011). 'Analyse de la variabilité du régime pluviométrique dans la région agricole d'Ina au Bénin'. *European Journal of Scientific Research, ISSN*, 425-439.

27-Foden, W. B., Young, B. E., Akçakaya, H. R., Garcia, R. A., Hoffmann, A. A., Stein, B. A., ... & Huntley, B. (2019). 'Climate change vulnerability assessment of species', *Wiley interdisciplinary reviews: climate change*, 10(1), p. 551.

28-Gaudin, F. (2017). 'Effets du changement climatique sur la distribution du macrofaune benthique en Manche', (Doctoral dissertation, Université Pierre et Marie Curie-Paris VI)., p. 215.

29-Hamadou, O., Oumani, A. A., Yahou, H., Morou, B., et Mahamane, A. (2021). 'Modélisation de la distribution spatiale de la girafe (Giraffa camelopardalis peralta, Linnaeus 1758) de l'Afrique de l'Ouest pour sa conservation au Niger', *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(6) : 2486–2499.

30-Harris, I., Osborn, T., Jones, P., et Lister, D. (2020). 'Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset', *Scientific data*, 7(1), p. 109.

31-Harris, J., Dwi Putra, D., Gregory, S., Brook, B., Prawiradilaga, D., Sodhi, N., et Fordham, D. (2014). 'Rapid deforestation threatens mid-elevational endemic birds, but climate change is most important at higher elevations', *Diversity and Distributions*, 20(7):773–785.

32-Herman, P. B., Joachim, U. di M., Marlène, M. M., et Bafwanga, T. E. (2020). 'Isolement des souches de Rhizobiaceae colonisant le mikwati (Afzal.) plante à chenilles (*Cirina forda*), et croissance en longueur de plantules issues de boutures caulinaires et de graines', https://m.elewa.org/Journals/wp-content/uploads/2020/04/4.Pululu.pdf

33-Hongbété, F. and Kindossi, J. (2017) 'Diversity and traditional consumption of edible insects in North Benin', *Journal of Scientific Research and Reports*, 14(1): 1–11.

34-Houari, B. F. (2019). 'Etude du climat passé et des changements climatiques futurs dans la région de Sétif', Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A., Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Département des Sciences Agronomiques.

35-Jactel, H., Imler, J.-L., Lambrechts, L., Failloux, A.-B., Lebreton, J. D., Le Maho, Y., Duplessy, J.-C., Cossart, P., et Grandcolas, P. (2020). 'Insect decline : Immediate action is needed', *Comptes Rendus. Biologies*, *343*(3) : 267-293.

36-Joachim, U. di M., Herman, P. B., Antoine, M., Darius, B., et Damase, K. (2023). 'Conception d'un modèle entomo-agroforestier à légumineuses restauratrices de fertilité et nourricières de *Cirina forda*', *55*(10043-10052) : 9. https://doi.org/10.35759/JAnmPlSci.v55-1.4

37-Kaboré, S. A. (2015). 'Évaluation des services écosystémiques de *Crateva adansonii DC, Sarcocephalus latifolius (Smith) Bruce et Burkea africana Hook.* Dans la région du Sud-Ouest du

Burkina Faso', [Thèse de doctorat, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina-Faso]., p. 204.

38-Kayisu Kalenga, I. (2015) 'Ecologie appliquée de *Rhynchophorus phoenicis fabricius* (Dryophthoridae : Coleoptera) : phénologie et optimisation des conditions d'élevage à Kisangani, R.D.Congo, Faculté des bioingénieurs, « Centre de recherche sur la biodiversité » (Thèse de doctorat, Gembloux Agro-Bio Tech).

39-Kate, S., Hounmenou, C., Amagnide, A., et Sinsin, B. (2015). 'Effets des changements climatiques sur les activités agricoles dans la commune de banikoara (Nord Bénin) '. *E-journal of science et technology*, *10*(2) : 1-6.

40-Kemavo, A. (2018). 'Potentialités des données de télédétection optique et radar libres d'accès pour l'évaluation et le suivi des écosystèmes forestiers tropicaux : Étude de cas au Togo, en République Démocratique du Congo, en Guyane française et en République Dominicaine'. [Thèse de doctorat, Université Paris-Est]. https://theses.hal.science/tel-02384384/., p. 275.

41-Kindemin, O. A., Balarabe, O., Kakpo, O. S., Aboudou, R., et Yabi, J. A. (2023). 'Stratégies de gestion des exploitations agricoles dans les zones cotonnières au Nord-Bénin', *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 4(3–2) : 506–523.

42-Koré, E., Koura, K., Kingbo, A., Aoudji, A., Woegan, Y. A., et Ganglo, J. C. (2023). 'Importance ethnobotanique, modélisation de la répartition spatiale de *Detarium senegalense JF Gmel* et stratégies de sa conservation dans le contexte des changements climatiques et globaux au Togo', *Afrique SCIENCE*, 22(1) : 142–158.

43-Lim, M. (2019). Biodiversity 2050: Can the Convention on Biological Diversity Deliver a World Living in Harmony with Nature? *Yearbook of International Environmental Law*, *30*(1) : 79-101.

44-Lougbegnon, T., Gbesso, F., Logbo, J., Tente, B., et Codjia, J. (2018). 'Etude ethnobotanique des plantes à valeur thérapeutique dans la Commune de Glazoué au Bénin (Afrique de l'Ouest)', *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24(2) : 644–655.

45-Mabossy-Mobouna, G., Looli, B. L., Bouyer, The., Latham, P., Ombeni, J., Monzenga, J., Munyuli, T., Madamo Malasi, F., Nkonda Ku Mbuta, A., et Malaisse, F. (2022). 'A propos de

certaines confusions taxonomiques concernant les chenilles comestibles Africaines', *Publication secondaire*. https://doi.org/10.5281/ZENODO.7490957., p. 22.

46-Mallard, F. (2017). Programme" les sentinelles du climat" Tome III : Cadre de la modélisation prédictive des réponses des espèces face au changement climatique en Nouvelle-Aquitaine., p. 132.

47-Maris, V. (2010). 'Philosophie de la biodiversité : Petite éthique pour une nature en péril'. Buchet-ChastelParis.http://liege.decroissance.be/doc/biodiversite/MarisVirginie De La Nature Aux Services Ecosystemiques-Une Commodification De La Biodiversité Ecorev-dec-2011.pdf

48-Matt, M. (2023). Apprentissage et intermédiation dans les transitions vers des systèmes agroalimentaires durables. *Innovations*, *70*(1): 5-17. https://doi.org/10.3917/inno.070.0005

49-Muafor, F., Gnetegha, A., Le Gall, P., et Levang, P. (2015) 'Exploitation, trade, and farming of palm weevil grubs in Cameroon', CIFOR. 178 : 56.

50-Muhoza, B., De Herdt, T., et Marivoet, W. (2022). Données de population sur la République démocratique du Congo : Peut-on réduire les marges d'imprécision ? *Cahiers Africains. Conjonctures de l'Afrique centrale. Paris : L'Harmattan*, 65-97.

51-Mwengi, A., Mutiaka, B., Mayulu, J., Shomba, S., Kinyamba, J., Megido, R., et Biloso, A. (2024) 'Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture', *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 7(2) : 67–82.

52-Nemadodzi, L.E. et Prinsloo, G. (2023) 'A New Proposed Symbiotic Plant–Herbivore Relationship between *Burkea africana* Trees, *Cirina forda* Caterpillars and Their Associated Fungi *Pleurostomophora richardsiae* and *Aspergillus nomius'*, Microorganisms, 11(7) : 1864.

53-Nsevolo, P., Taofic, A., Caparros, R., Sablon, L., Haubruge, É., et Francis, F. (2016). 'La biodiversité entomologique comme source d'aliments à Kinshasa (République démocratique du Congo)'. *52*(2) : 57-64.

54-Nsevolo, P. (2022) 'Modes de consommation des insectes comestibles et perspectives d'avenir pour renforcer la filière en République Démocratique du Congo'. (Thèse de doctorat, Université de Liège), p. 222.

55-Nzuki Bakwaye, F. (2016). 'Recherches ethnobotaniques sur les plantes médicinales dans la Région de Mbanza-Ngungu, RDC', [PhD Thesis, Ghent University]. https://biblio.ugent.be/publication/8205211/file/8205212., p. 251.

56-Obura, D., Treyer, S., et Leyronas, S. (2023). 'Une approche « terre partagée » pour placer la biodiversité au cœur du développement durable en Afrique'. *Papiers de recherche*, 1-34.

57-Orekan, V., Plagbeto, H., Edea, E., et Sossou, M. (2019). 'Évolution actuelle des écosystèmes de mangrove dans le littoral béninois'. Conférence OSFACO : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique., p. 54.

58-Padonou, E., Agbahoungba, S., Sewadé, C., Houngbo, S., Saliou, I., et Zannou, A (2023). 'Valeur des bois-énergie, bois d'œuvre et de service dans les zones de mangroves des sites Ramsar 1017 et 1018 au Bénin', *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement* [Preprint]., p.12.

59-Pelletier, C. (2022) 'Transmission des savoirs et des pratiques ethnobotaniques autochtones : étude de cas du bleuet (minic) auprès des Atikamekw Nehirowiskwewok (femmes Atikamekw) de Wemotaci', *Ethnobotany Research and Applications*. 22(11) : 1-11.

60-Pilling, D., Bélanger, J., et Hoffmann, I. (2020). 'Declining biodiversity for food and agriculture needs urgent global action', *Nature Food*, *1*(3): 144-147.

61-Poitou, L. (2021). 'Modélisation de la phénologie d'une espèce emblématique du changement climatique : La processionnaire du pin', (Thèse de doctorat, Université de Clermont Auvergne, France)., p. 214.

62-Powers, J., Smith-Martin, C., Jansen, S., Brodribb, T., Medina-Vega, J., Lucani, C., et Huppenberger, A. (2022). 'A catastrophic tropical drought kills hydraulically vulnerable tree species', *Global Change Biology*, 26(5): 3122–3133.

63-Potgieter, M., Tshikudo, P., Mawela, K., Maluleke Nyathela, H., Tchibozo, S., et Cloutier, J. (2015). *Les chenilles (Lepidoptera)* (p. 31-40).

64-Riahi, K., Van V., D., Kriegler, E., Edmonds, J., O'neill, B., Fujimori, S., et Tavoni, M. (2017) 'The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview', *Global environmental change*, 42: 153–168.

65-Sánchez-Bayo, F., et Wyckhuys, K. (2019). 'Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers*'*. *Biological conservation*, *232*, 8-27.

66-Silvain, J. (2020). 'Érosion de la biodiversité et fonctionnement des sociétés : Du constat aux recommandations. Les enseignements tirés de l'évaluation mondiale réalisée par l'IPBES en 2019*'*. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, *100*(4) :8-14. https://doi.org/10.3917/re1.100.0008

67-Soufiyanou, K., Ismaïla, T. and Ousséni, A. (2019) 'Impact de la Variabilité Climatique sur la Niche Ecologique de *Diospyros mespiliformis Hochst.* ex A. De. dans la Région Soudanienne au Bénin (Afrique de l'Ouest)', *European Scientific Journal*, 15 : 2–19.

68-Tchero, J. (2014) 'Santé et développement en Afrique subsaharienne : la maladie : approche historique, d'hier à aujourd'hui', Éditions Presses universitaires de Rennes., p. 305.

69-Tchibozo, S., Malaisse, F. and Mergen, P. (2016) 'Insectes consommés par l'Homme en Afrique occidentale francophone', *Geo-Eco-Trop : Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Écologie Tropicales*, 40(2) : 145-156.

70-Toffa, Y., Idohou, R., et Fandohan, A. B. (2022). 'Modélisation de la distribution des espèces en Afrique : État de l'art et perspectives*'*. *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*,17 :1-12 https://doi.org/10.4000/physio-geo.13738

71-Turlings, T. and Erb, M. (2018) 'Tritrophic interactions mediated by herbivore-induced plant volatiles: mechanisms, ecological relevance, and application potential', *Annual review of entomology*, 63(1): 433–452.

72-Urban, M., Bocedi, G., Hendry, A., Mihoub, J., Pe'Er, G., Singer, A., ... & Travis, J. (2016) 'Improving the forecast for biodiversity under climate change', *Science*, 353(6304), p. 8466.

73-Wagner, D. (2020). 'Insect declines in the Anthropocene*'*. *Annual review of entomology*, *65* : 457-480.

74-Wédjangnon, A., Houètchégnon, T. and Ouinsavi, C. (2016) 'Caractéristiques ethnobotaniques et importance socio-culturelle de *Mansonia altissima* A. Chev. au Bénin, Afrique de l'Ouest', *Journal of Animal & Plant Sciences*, 29(3) : 4678–4690.

75-Wouyou, H., Lokonon, B., Idohou, R., Zossou-Akete, A., Assogbadjo, A., et Kakaï, R. (2022). 'Predicting the potential impacts of climate change on the endangered *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb in Benin (West Africa)', *Heliyon*, 8(3): 1-11.

76-Zhou, Y., Li, D., Houbraken, J., Sun, T., et de Hoog, G. (2020). 'Fatal rhinofacial mycosis due to *Aspergillus nomiae*: case report and review of published literature', *Frontiers in Microbiology*, 11: 595375.

Annexes

Annexe 1: Fiches d'enquête

I. Identification du village d'enquête

	Réponses
Département	
Commune	
Arrondissement	
Village	

II. Identification de l'enquêté

Noms & Prénoms de l'enquêté		**Réponses**
Age		
Sexe	**1** masculin ; **2** féminin	
Origine ethnique et sous-groupe		
Statut matrimonial	**1** célibataire ; **2** marié ; **3** veuf/veuve ; **4** séparé/divorcé	
Position sociale dans le ménage	**1** chef de ménage ; **2** femme de ménage ; **3** fille de ménage	
Niveau d'instruction (école)	**0** non instruit ; **1** primaire ; **2** secondaire ; **3** alphabétisé	
Taille du ménage		
Type de ménage	**1** monogame ; **2** polygame	
Nombre de personnes en charge		
Profession principale		

III. Questionnaire d'enquêté lié à *Cirina sp.*

1) Connaissez-vous *Cirina sp.* ?

Oui ☐ Non ☐

2) Quel est le nom de cette espèce dans votre langue locale ?

3) Quelles sont les raisons de cette appellation ?

4) Sur quels arbres peut-on retrouver *Cirina sp.* ?

5) Dans quels endroits peut-on la retrouver ?

6) Quelles sont les espèces hôtes de *Cirina sp.* ?

7) Existe-t-il d'autres espèces végétales, en plus de *Burkea africana*, où l'on observe *Cirina sp.* ?

Oui ☐ Non ☐

8) Si oui, veuillez les préciser :

9) Quelle est votre opinion sur l'utilité de *Cirina sp*. pour la communauté ?

10) Quelle est votre opinion sur la viabilité de l'espèce dans votre région ?

11) Existe-t-il des stratégies locales de conservation de *Cirina sp.* ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, lesquelles ?

12) Y a-t-il une interdiction locale relative à la conservation de *Cirina sp. ?*

Oui ☐ Non ☐

13) Si oui, les interdictions locales relatives à la conservation de *Cirina sp.* sont-elles efficaces ?

Oui ☐ Non ☐

14) Si non, pourquoi ?

15) Que proposez-vous ?

❖ **Utilisations de *Cirina sp.***

➢ **Formes d'utilisation de l'espèce**

1 = faiblement utilisé ; 2 = moyennement utilisé ; 3 = fortement utilisé

Usages	Score d'utilisation			
	0 = **Non utilisé**	1 = **Faiblement utilisé**	2 = **Moyennement utilisé**	3= **Fortement utilisé**
Alimentaire				
Médicinale				
Rituel				
Socioculturel				
Produit issu de l'agroforesterie				
Autres (à préciser)				

IV. Questionnaire d'enquêté lié à *Burkea africana*

1. Connaissez-vous *Burkea africana* ?

   Oui ☐ Non ☐

2. Quel est le nom de cette espèce dans votre langue locale ?
3. Quelles sont les raisons de cette appellation ?
4. Dans quels endroits peut-on la retrouver ?
5. Existe-t-il d'autres milieux, en plus de la forêt, où l'on observe l'espèce ?

   Oui ☐ Non ☐

6. Si oui, veuillez préciser les milieux :

7. Quelle est votre opinion sur l'utilité de l'espèce pour la communauté ?
8. Quelle est votre opinion sur la viabilité de l'espèce dans votre région ?
9. Existe-t-il des stratégies locales de conservation de *Burkea africana* ?

Oui ☐ Non ☐

10. Si oui, lesquelles ?
11. Y a-t-il une interdiction locale relative à la conservation de *Burkea africana* ?

Oui ☐ Non ☐

12. À votre avis, les stratégies locales de conservation de *Burkea africana* sont-elles efficaces ?

Oui ☐ Non ☐

13. Si non, pourquoi ?
14. Que proposez-vous ?
15. L'espèce est-elle aussi utilisée au service de l'agroforesterie ?

Oui ☐ Non ☐

16. Si oui, quels sont les apports de cette espèce issue des systèmes agroforestiers dans votre communauté ?

❖ **Utilisations de *Burkea africana***

➢ **Formes d'utilisation de l'espèce**

1 = faiblement utilisé ; 2 = moyennement utilisé ; 3 = fortement utilisé

Usages	Score d'utilisation			
	0 = **non utilisé**	1 = **faiblement utilisé**	2 = **moyennement utilisé**	3= **fortement utilisé**
Alimentaire				
Médicinale				
Artisanal				
Bois de feu				
Fourrage				
Rituel				
Socioculturel				
Construction				
Agroforesterie				
Carbonisation				
Autres (à préciser)				

Annexe 2 : Caractéristiques socio-économiques des enquêtés.

Paramètres	Catégories socioprofessionnelles	Proportions (%)
Classes d'âges	Jeune [24 ; 29]	11,59
	Adulte [30 ; 59]	73,91
	Anciens [60 ; [	14,49
Groupes ethniques	Bariba	11,59
	Otammari	0,72
	Fon	21,74
	Idaatcha	5,80
	Lokpa	22,46
	Mahi	7,25
	Nagot	13,77
	Peulh	3,62
	Pila-Pila	2,17
	Yendé	3,62
	Yoruba	7,25
Niveaux d'instruction	Non instruit (e)	24,64
	Primaire	30,43
	Secondaire	36,96
	Universitaire	7,97
Catégories professionnelles	Agriculteur	33,33
	Éleveur	7,25
	Exploitant forestier	20,29
	Tradithérapeutes	14,49
	Scieurs	6,52
	Commerçant(e)s	7,97
	Entrepreneurs	10,14

***Source** : Enquête sur terrain, MPOLO Itoto Roger,2024*

Annexe 3 : Matrice de corrélation de Pearson sur les valeurs d'usages ethnobotaniques d'organes de *B. africana*

	Ecorces	Bois	Fleurs	Feuilles	Graines	Fruits	Racines
Ecorces	1.00000000	0.1716822	0.18776690	-0.41172258	-0.09136951	-0.77654558	0.70819140
Bois	0.17168220	1.0000000	-0.35797151	-0.49198896	0.27111528	-0.16363375	0.21955679
Fleurs	0.18776690	-0.3579715	1.00000000	0.08235615	-0.05529674	-0.12843756	-0.04167571
Feuilles	-0.41172258	-0.4919890	0.08235615	1.00000000	0.39369562	0.19667766	-0.09722924
Graines	-0.09136951	0.2711153	-0.05529674	0.39369562	1.00000000	0.00397722	0.12905375
Fruits	-0.77654558	-0.1636338	-0.12843756	0.19667766	0.00397722	1.00000000	-0.91611916
Racines	0.70819140	0.2195568	-0.04167571	-0.09722924	0.12905375	-0.91611916	1.00000000

Annexe 4 : Vue générale du terrain





Annexe 5 : Les noms des espèces en langue locale

Ethnies	***Cirina sp.***	***Burkea africana***
	Noms locaux	
Bariba	Dagungo	Karkara
Otammari	Zinman	Sikibora
Fon	-	Tchitto
Idaatcha	Alilah	Djihinto
Lokpa	Aganti	Widi
Mahi	Akplawa	Adjassikakè
Nagot	Itego	Atlakla
Peulh	Kaakand	Agni
Pila-Pila	Kokoro	-
Yendé	-	Atchakpa
Yoruba	Itaègo	-