

Adaptation d'Afzelia Africana Aux Changements Climatiques, Niche Ecologique Et Plasticité Phénotypique : Revue Systématique

Francis Guimadota SUERY^{1*}, Jean Bosco VODOUNOU¹, Imorou OUOROU BARRE FOUSSENI²

¹ Laboratoire de Géoscience de l'Environnement et de Cartographie (LaGECa), Université de Parakou, Bénin

² Laboratoire d'Hydraulique et de Modélisation Environnementale (HydroModE-Lab), Université de Parakou, Bénin

Auteur correspondant : Francis Guimadota SUERY. Email : suerrythiery95@gmail.com ; Téléphone : (+229) 0195694779



Résumé : La présente recherche étudie l'adaptation d'*Afzelia africana* aux changements climatiques à travers la capitalisation des recherches antérieures. Les aspects de la recherche étaient axés sur la niche écologique et la plasticité phénotypique de l'espèce. Les données bibliométriques ont été collectées à l'aide du modèle POS (Population, Outcome et Setting). La source principale de collecte de données bibliographiques est le moteur de recherche Scopus. Les analyses ont pris en compte le calcul de certains indices scientométriques et bibliométriques dans le logiciel R. L'ensemble des données a été analysé suivant la dynamique annuelle de publication, les domaines de publication, les types de publication et les indices de notoriétés tels que : le h-index et le ha-index. Des analyses factorielles ont été également réalisées. Au total, 1830 documents ont été exportés de Scopus et 86 ont été retenus après filtrage, insertion des critères d'exclusion et lecture des titres et résumés de publications. De l'analyse des documents étudiés, on retient que, l'ensemble des documents a été publié entre 1989 et 2025, avec un total de 6136 citations cumulés. En moyenne, chaque publication a été citée 18,66 fois par an. Les publications retenues comprennent 80 articles, 01 chapitres de livre, 02 rapports de conférence et 03 revues. Les indices bibliométriques des publications sont élevés, avec un h-index de 25, indiquant que 25 publications ont été citées au moins 25 fois, un g-index de 35, et un ha-index de 5, indique la qualité et l'impact des recherches publiées. Les résultats montrent que les pays avec le plus de publication sont le Bénin, le Burkina-Faso, le Ghana et l'Allemagne. Les auteurs ayant enregistré un grand nombre de publication sont : Assogbadjo, A.E. ; Sinsin, B. ; Glelé Kakai, R. Mensah, S. ; Houehanou, T.D. ; Thombiano, A. et Nacoulma, B.M.I. avec une moyenne de 3 publications par an. De l'analyse narrative on retient que les thématiques de recherche prenant en compte la niche écologique et la plasticité phénotypique d'*Afzelia africana* face aux perturbations climatiques doivent être étudiées afin de comprendre comment l'espèce s'adapte ou pas aux changements de son environnement.

Mots clés : *Afzelia africana*, changements climatiques, niche écologique, plasticité phénotypique, revue systématique

Abstract: The present research studies the adaptation of *Afzelia africana* to climate change through the capitalization of previous research. Research aspects focused on the species' ecological niche and phenotypic plasticity. Bibliometric data were collected using the POS (Population, Outcome and Setting) model. The main source of bibliographic data was the Scopus search engine. The analyses took into account the calculation of certain scientometric and bibliometric indices in R software. The data set was analyzed according to annual publication dynamics, publication fields, publication types and notoriety indices such as h-index and ha-index. Factor analyses were also performed. A total of 1,830 documents were exported from Scopus and 86 were retained after filtering, insertion of exclusion criteria and reading of publication titles and abstracts. The documents studied were published between 1989 and 2025, with a total of 6136 cumulative citations. On average, each publication was cited 18.66 times per year. The selected publications include 80 articles, 01 book chapters, 02 conference reports and 03 journals. The bibliometric indices of the publications are high, with an h-index of 25, indicating that 25 publications were cited at least 25 times, a g-index of 35, and a ha-index of 5, indicating the quality and impact of the published research. The results show that the countries with the most publications are Benin, Burkina-Faso, Ghana and Germany. The authors with the

highest number of publications are : Assogbadjo, A.E.; Sinsin, B.; Glèlé Kakai, R. Mensah, S.; Houehanou, T.D.; Thombiano, A. and Nacoulma, B.M.I. with an average of 3 publications per year. From the narrative analysis we can see that research themes taking into account the ecological niche and phenotypic plasticity of *Afzelia africana* in the face of climatic disturbances need to be studied in order to understand how the species adapts or not to changes in its environment.

Keywords: *Afzelia africana*, climate change, ecological niche, phenotypic plasticity, systematic review .

I. INTRODUCTION

Au cours de cette dernière décennie, les répercussions du climat se sont manifestées de manière significative dans les aires de distribution de nombreuses espèces, entraînant des extinctions locales dans certaines régions (Isaac et *al.*, 2017 ; Houehanou et *al.*, 2019). Le changement climatique est actuellement l'une des principales menaces qui pèsent sur la biodiversité (Kola et *al.*, 2020). Les fluctuations des paramètres climatiques, tels que les précipitations et les températures, sont de plus en plus susceptibles d'affecter les écosystèmes et la répartition géographique des habitats favorables aux espèces (Meke et *al.*, 2017). Les nouvelles conditions climatiques exercent déjà une forte sélection dans les populations naturelles (Mensah et *al.*, 2014), ce qui pourrait entraîner leur disparition si elles ne disposent pas d'une variabilité génétique suffisante pour s'adapter. Ces nouvelles conditions climatiques modifient déjà la répartition, l'abondance et les caractéristiques des espèces. Par exemple, il a été observé que certaines espèces se reproduisent désormais plus tôt dans l'année en réponse aux hivers plus courts, à l'arrivée précoce de la saison de croissance et aux sécheresses prolongées (Wadgymar et *al.*, 2018 ; Dickman et *al.*, 2019). Face à ces menaces, la végétation ligneuse est d'autant plus vulnérable qu'elle est déjà soumise à une forte pression anthropique (Ogbu et *al.*, 2016). En effet, dans certaines régions d'Afrique, cette végétation est aujourd'hui en déclin généralisé en raison de la variation des précipitations dans certaines régions, de l'expansion des terres cultivées, des systèmes d'élevage conduisant à une surexploitation des ressources et de l'augmentation rapide de la demande urbaine en bois (Nacoulma et *al.*, 2017, Noumi et *al.*, 2018). Des études scientifiques ont prédit que le changement climatique devrait produire des impacts futurs extrêmes, y compris des extinctions, à mesure que le globe terrestre se réchauffe davantage (Maclean & Wilson, 2011 ; Urban, 2015). Ces modifications de la diversité biologique pourraient profondément affecter les écosystèmes et réduire les services écosystémiques rendus aux humains (Steffen et *al.*, 2015 ; Scheffers et *al.*, 2016). Les projections du sixième rapport d'évaluation du GIEC indiquent que la température moyenne mondiale augmentera de 1,5 à 3 °C d'ici la fin du 21^e siècle en raison des émissions croissantes de gaz à effet de serre (Gaveau, 2022). De plus, dans les travaux de Tchétangni, et collaborateur (2016), on constate que 25 à 42 % des espèces végétales pourraient être menacées d'extinction du fait d'une perte de 81 à 97% des habitats favorables d'ici 2085. Ce changement climatique potentiel affectera gravement la distribution des espèces, les forçant à déplacer leurs aires de répartition pour s'adapter ou à disparaître (Velásquez-Tibatá et *al.*, 2013). Ces déplacements pourraient compromettre leur survie et la disponibilité des ressources écologiques essentielles à l'équilibre des écosystèmes. De plus, la fragmentation et la réduction des habitats sous l'effet des pressions humaines accrues pourraient encore menacer la persistance des espèces. Il est dans ce contexte important de capitaliser l'ensemble des recherches menées sur les thématiques en liens avec le changement climatique et la biodiversité. Cet article vise à capitaliser, à travers une revue systématique de littérature, l'ensemble des recherches menées sur l'adaptation de l'espèce ligneuse *A. africana* au changement climatique dans les niches écologiques favorables au développement de l'espèce. Ce manuscrit vise à combler les lacunes en examinant de manière approfondie les différentes perspectives de recherche qui doivent être abordées.

II. MATERIEL ET METHODES

2.1. Collecte des données

Pour la collecte des données bibliométriques, quatre (04) bases de données majeures ont été explorées, à savoir : Scopus, Dimensions, Web of science et Google scholar. Ces plateformes ont été choisies pour leur vaste collection d'articles scientifiques, de revues, de livres et d'autres documents y compris des rapports de conférences, faisant d'elles des sources fiables et complètes (Caviggioli and Ughetto, 2019). Par exemple, Scopus et Dimension regroupent à eux seuls plus de 200 millions de document

scientifiques. Une équation de recherche basée sur les connecteurs booléens et le modèle de recherche POS ou POS (Population, Outcome et Setting), a permis de collecter les données à travers les différentes bases de données (Petrokofsky et *al.*, 2015). Cette approche a permis de cibler efficacement les études pertinentes et d'assurer la qualité ainsi que la pertinence des données collectées pour cette revue de littérature.

Tableau 1 : Modèle Population, Outcome or Setting (POS)

POS	Description	Mots clés	Equation de recherche
P (Population)	<i>Afzelia africana</i>	("Afzelia africana" OR "Afzelia" OR "African Mahogany" OR "Doussie" OR "Lingue" OR "Benedicta Africana" OR "Papilionaceae" OR "Caesalpinioideae" OR "Forest Species" OR "African Forest Tree" OR "Tropical Tree Species")	("Afzelia africana" OR "Afzelia" OR "OR "Forest Species" OR "African Forest Tree" OR "Tropical Tree Species")
O (Outcome)	Adaptation to climate change, ecological niche, and phenotypic plasticity	("Adaptation to Climate Change" OR "Ecological Niche" OR "Phenotypic Plasticity" OR "Environmental Adaptation" OR "Climate Resilience" OR "Niche Modeling" OR "Species Distribution" OR "Niche Shift" OR "Niche Dynamics" OR "Plasticity" OR "Evolutionary Adaptation" OR "Forest Ecosystem" OR "Biodiversity Conservation" OR "Ecophysiology" OR "Genetic Variation")	AND ("Adaptation to Climate Change" OR "Ecological Niche" OR "Phenotypic Plasticity" OR "Environmental Adaptation" OR "Climate Resilience" OR "Niche Modeling" OR "Species Distribution" OR "Niche Shift" OR "Niche Dynamics" OR "Plasticity" OR "Evolutionary Adaptation" OR "Forest Ecosystem" OR "Biodiversity Conservation" OR "Ecophysiology" OR "Genetic Variation")
S (Setting)	Africa	("Africa" OR Subsaharan Africa OR African lands)	AND ("Africa" OR Subsaharan Africa OR African lands)
Equation de recherche 1 (1830)			
(TITLE-ABS-KEY (<i>afzelia</i> OR <i>africana</i>) AND TITLE-ABS-KEY (adaptation AND climate AND change AND ecological AND niche AND phenotypic AND plasticity) OR TITLE-ABS-KEY (africa AND subsaharan OR africa)) AND (EXCLUDE (LANGUAGE , "Spanish") OR EXCLUDE (LANGUAGE , "Portuguese") OR EXCLUDE (LANGUAGE , "Italian"))			
Equation de recherche 2 (86)			
(TITLE-ABS-KEY (<i>afzelia</i> AND <i>africana</i>) AND TITLE-ABS-KEY (adaptation OR climate OR change OR ecological OR niche OR phenotypic OR plasticity) OR TITLE-ABS-KEY (africa AND subsaharan OR africa))			

2.2. Analyse des données

2.2.1. Traitement des données bibliométriques

Un total de 1830 documents a été recueilli pour cette étude. Ces fichiers ont été exportés aux formats RIS et CSV, ensuite les doublons ont été supprimés, puis soumis au logiciel R pour effectuer les analyses bibliométriques. L'approche bibliométrique est une méthode précise et impartiale d'examen de la littérature qui facilite la détection, l'appréciation et l'interprétation de toutes les études pertinentes existantes sur un sujet de recherche dans un domaine précis ou associé à un problème d'intérêt spécifique (Derviş, 2020). Par conséquent, l'examen des tendances de publication, l'étude des pays ou régions qui contribuent le plus à ce domaine a

été effectué grâce au bibliometrix R-Tool via l'interface biblioshiny (Aria et Cuccurullo, 2017), un package R récent qui permet une analyse bibliométrique plus exhaustive en utilisant des instruments spécifiques pour la recherche quantitative bibliométrique et scientométrique.

Une étude bibliométrique descriptive a été effectuée, comprenant l'examen des publications et citations au cours du temps, l'appréciation de la valeur des publications ainsi que l'influence des auteurs sur le sujet en question. Grâce à biblioshiny, une étude thématique a été réalisée afin de mettre en évidence les principales catégories thématiques et leur progression dans le temps. L'importance des thèmes a été jugée en utilisant l'indice de centralité de Callon, tandis que leur stade d'évolution a été déterminé par la densité de (Callon et *al.*, 1991).

2.2.2. Critères d'inclusion et d'exclusion des documents dans CADIMA pour la revue systématique

Les données bibliométriques ont été importées dans l'outil CADIMA (www.cadima.info) au format RIS (Kohl et *al.*, 2018), et un processus de sélection des études a été appliqué en suivant le protocole ROSES (Reporting Standards for Systematic Evidence Syntheses). Après suppression des doublons les critères d'inclusions ont été appliqués. Ces critères sont le type de document (article scientifique ou revue de littérature), la qualité (publié dans une revue à comité de lecture), la langue (titre et résumé en anglais ou en français), la géographie (étude de cas ou région située en Afrique) et la thématique (Adaptation d'*Afzelia africana* aux changements climatiques, niche écologique et plasticité phénotypique). L'application de ces filtres a conduit à l'exclusion d'un bon nombre de documents. En cas de doute, l'étude a été conservée pour une évaluation plus approfondie (Garcia-Yi et *al.*, 2014). La deuxième étape a consisté en une évaluation de la pertinence des documents au niveau du texte intégral, basée sur les questions de recherche abordées. Les critères d'exclusion comprenaient l'absence de données nouvelles, une méthodologie insuffisamment détaillée ou un lien non clairement établi. Ainsi, 86 documents ont été retenus pour l'analyse approfondie. Pour mieux visualiser le processus de sélection des études et les résultats à chaque étape, la figure 1 présente le diagramme des flux détaillant le parcours des documents depuis leur identification initiale jusqu'à leur inclusion finale dans l'analyse.

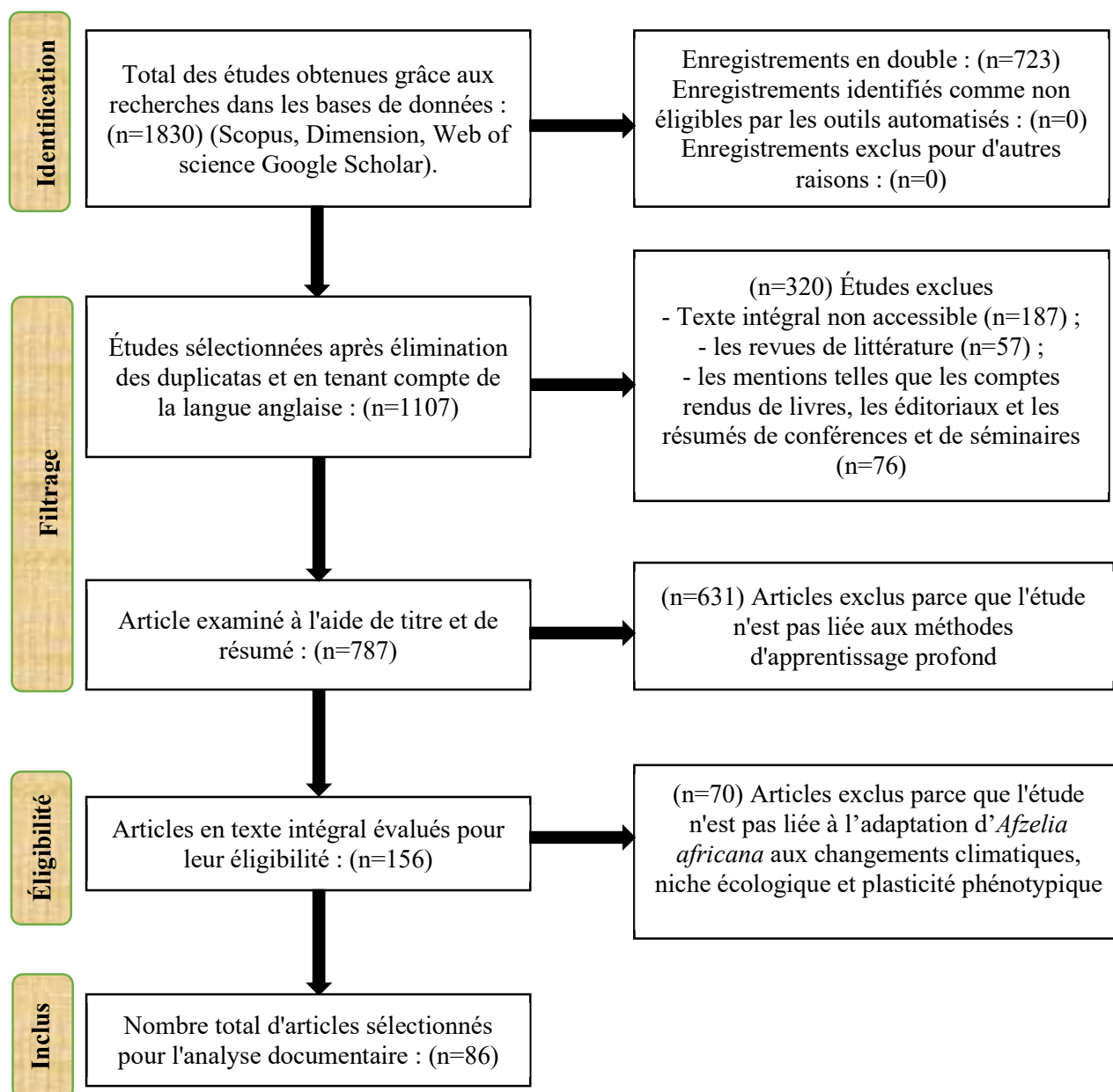


Figure 1 : Diagramme CADIMA décrivant le processus de sélection des 86 documents inclus dans l'examen systématique

2.2.3. Analyse des métadonnées

L'analyse des métadonnées pour les 86 documents de Scopus montre une qualité globale satisfaisante. La plupart des informations essentielles comme les titres, les auteurs, les mots-clés, les résumés et les années de publication sont d'excellente qualité, ne présentant aucune valeur manquante. Cependant, des lacunes notables apparaissent sur d'autres champs. Les références citées et les revues sont de bonne qualité, mais le DOI est jugé acceptable avec 10,47% de valeurs manquantes.

Tableau 2 : Qualité scientométrique des 86 documents examinés

Completeness of metadata -- 86 docs from Scopus				
Metadata	Description	Missing Counts	Missing %	Status
AB	Abstract	0	0.00	Excellent
C1	Affiliation	0	0.00	Excellent
AU	Author	0	0.00	Excellent
DT	Document Type	0	0.00	Excellent
DE	Keywords	0	0.00	Excellent
LA	Language	0	0.00	Excellent
PY	Publication Year	0	0.00	Excellent
TI	Title	0	0.00	Excellent
TC	Total Citation	0	0.00	Excellent
CR	Cited References	1	1.16	Good
SO	Journal	3	3.49	Good
DI	DOI	9	10.47	Acceptable
ID	Keywords Plus	18	20.93	Poor
RP	Corresponding Author	86	100.00	Completely missing
WC	Science Categories	86	100.00	Completely missing

III. RESULTATS

3.1. Description bibliométrique des publications

Au total, 86 publications scientifiques datant de 1989 à 2025 ont été analysées. Ces documents proviennent de 61 sources différentes et leur âge moyen est de 9,36 ans. Le contenu des documents se caractérise par un nombre élevé de mots-clés des auteurs (1761) et de mots-clés générés par les moteurs de recherche (689). La collaboration est très forte, avec une moyenne de 15,2 co-auteurs par document et un pourcentage de co-auteurs internationaux de 68,6%. Les documents sont majoritairement des articles (80), suivis par des chapitres de livre (1), des rapports de conférence (2) et des revues (3). Enfin, l'ensemble du corpus a généré 6136 citations au total, avec un h-index de 25 et un g-index de 35. Le tableau 3 présente les statistiques bibliométriques des documents exploités de 1994 à 2025.

Tableau 3 : Statistiques bibliométriques des documents exploités de 1994 à 2025

Descriptions	Résultats
INFORMATIONS PRINCIPALES SUR LES DONNÉES	
Période temporelle	1989 à 2025
Sources (Journaux, livres, etc)	61
Documents	86
Taux de croissance annuel %	5,1
Âge moyen des documents	9.36
Nombre moyen de citations par document	18.66
Références	665
CONTENU DES DOCUMENTS	
Mots-clés plus (ID)	689
Mots-clés des auteurs (DE)	1761
AUTEURS	
Auteurs	733
Documents à auteur unique	0
COLLABORATION ENTRE AUTEURS	
Documents à auteur unique	0
Co-auteurs par document	15.2
Pourcentage de co-auteurs internationaux (%)	68.6
TYPES DE DOCUMENTS	
Articles	80
Chapitre de livre	01
Rapports de conférence	02
Revue	03
INDICES DE NOTORIÉTÉ	
Totales citations	6136
h-index	25
g-index	35
hI, Norm	10
hI, annual	0.28
ha-index	5

3.2. Tendances en matière de publications et de citations

En termes de tendance de publications, la production est restée très faible et irrégulière entre 1989 et 2015. Un tournant s'opère en 2016, marquant le début d'une forte croissance. Outre, on observe un choc majeur en 2023, où le nombre de publications chute drastiquement. Nous constatons un fort rebond en 2025, signalant alors une résilience de la production scientifique. La figure 2 illustre la production scientifique annuelle de 1989 à 2025.

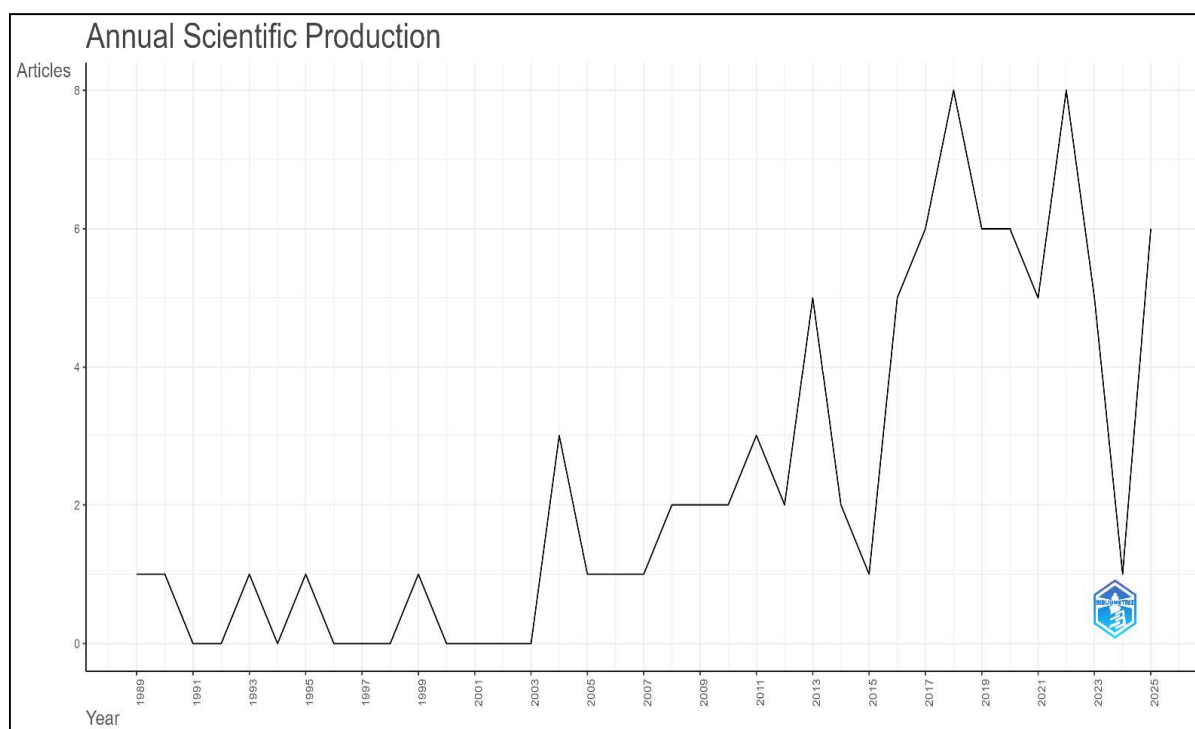


Figure 2 : Tendence de publications sur la thématique de 1994 à 2025

3.3. Tendances en matière de citations

L'analyse des citations moyennes par an révèle une grande volatilité dans l'impact scientifique. D'après une période d'impact très faible jusqu'à la fin des années 90, la tendance s'inverse avec des pics d'influence notables, notamment en 2006 et 2010, pour culminer avec un sommet historique en 2014, atteignant près de 4 citations en moyenne. L'impact redescend et varie considérablement par la suite, avec un pic secondaire en 2018 et en 2020. Un déclin marqué est visible en 2023, où le nombre de citations moyen tombe à moins d'une par publication. La figure 3 montre la tendance de citations sur la thématique de 1994 à 2025.

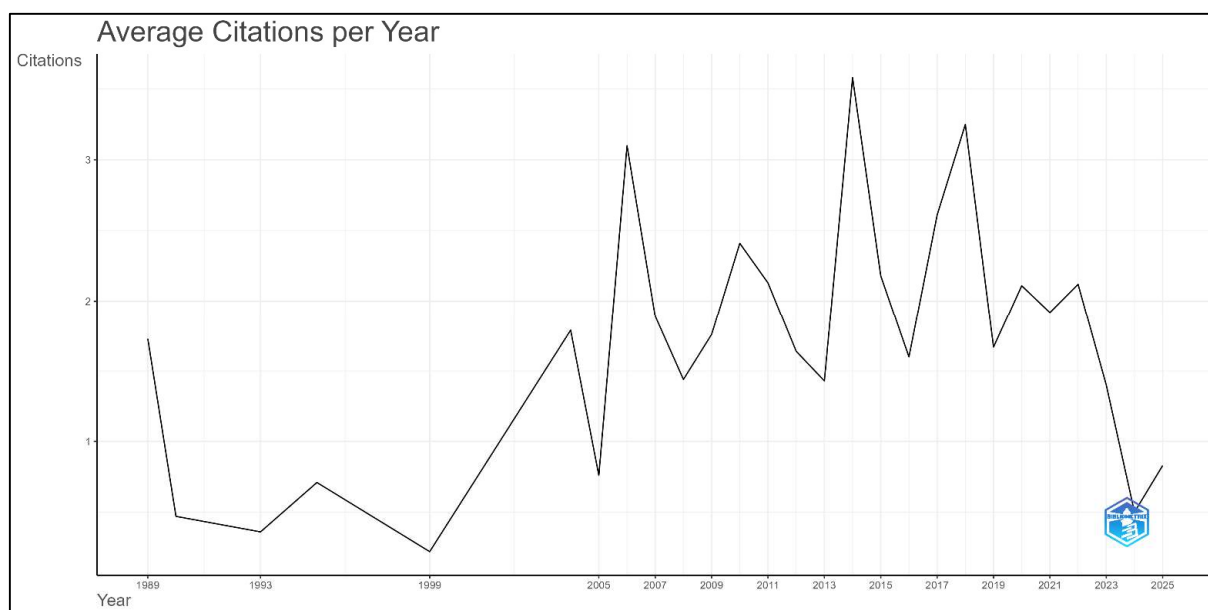


Figure 3 : Tendence de citations sur la thématique de 1994 à 2025

3.4. Impact des sources de publication entre 1994 et 2025

L'analyse des sources de publication montre une forte concentration de la production scientifique dans un nombre restreint de revues spécialisées. La revue SOUTHERN FORESTS se distingue nettement en tête de liste, avec un total de 5 documents. Huit autres revues, chacune avec 3 documents, témoignent d'une pluridisciplinarité notable en couvrant des domaines variés mais liés. Ces revues incluent Agroforestry Systems, Environment, Development and Sustainability, Forest Ecology and Management, Genetic Resources and Crop Evolution, Journal of Ethnobiology and Ethnmedicine, Trees, Forests and People, Tropical Animal Health and Production et Tropical Ecology. Cette répartition confirme une constante thématique dans les travaux tout en explorant diverses facettes de la recherche environnementale, agricole et sociale. La figure 4 montre les sources les plus citées sur la thématique de recherche.

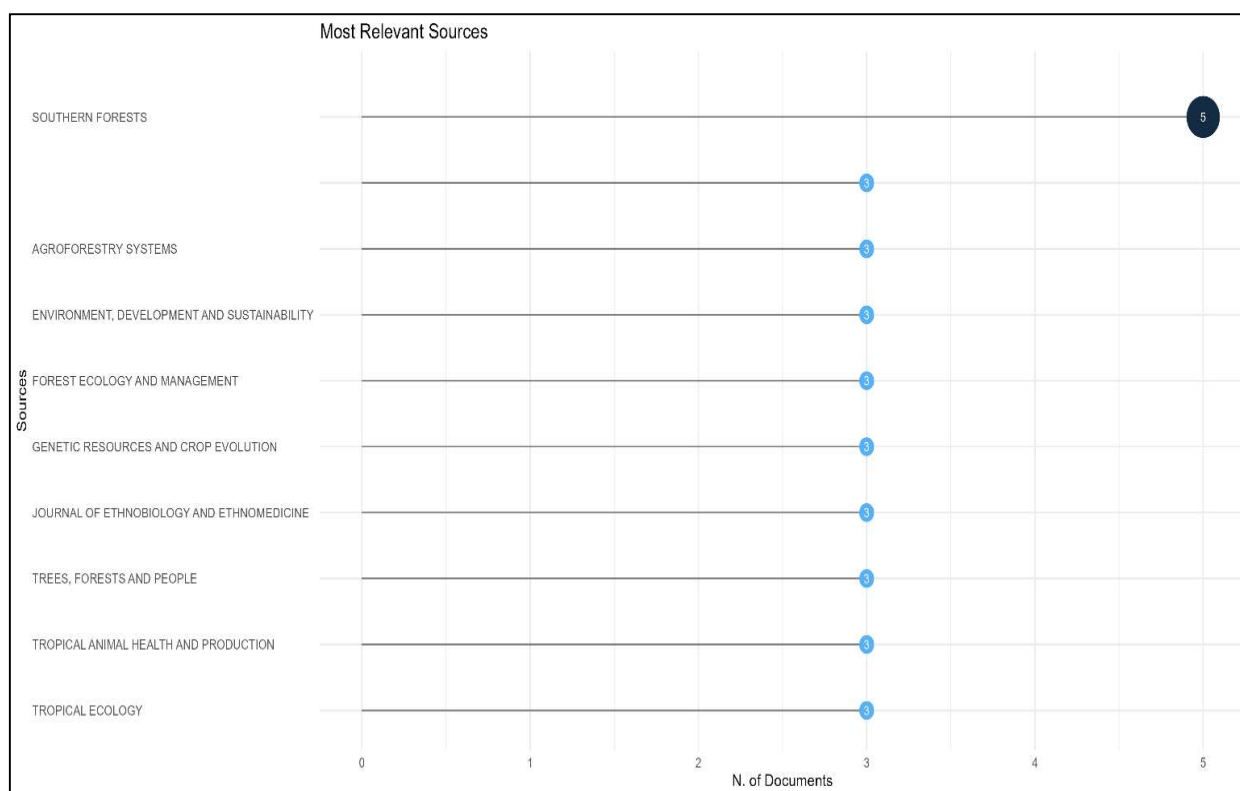


Figure 4 : Sources les plus citées sur la thématique de recherche de 1994 à 2025

3.5. Auteurs et collaboration par pays

L'analyse des pays des auteurs révèle une concentration géographique très marquée. Le Bénin domine largement en tant que principal contributeur, avec un total de 153 documents. D'autres pays, principalement africains et européens, contribuent de manière notable, notamment le Burkina Faso avec 43 documents, le Ghana avec 25 documents, et l'Allemagne avec 24 documents. Bien que le tableau montre une diversité de contributions à l'échelle mondiale, la présence écrasante du Bénin en fait le point central de cette production scientifique dans le domaine d'étude.

Country	Freq
BELGIUM	8
BENIN	153
BRAZIL	2
BURKINA FASO	43
CAMEROON	5
CANADA	5
DENMARK	4
EGYPT	1
FINLAND	8
FRANCE	10
GERMANY	24
GHANA	25
ITALY	1
JAPAN	5
KENYA	8

Tableau 5: Pays des auteurs ayant plus publiés

3.6. Cartographie des collaborations des auteurs

La carte illustre un maillage dense reliant l'Europe et les autres pays d'Afrique. Cette carte conforte les analyses faites. La figure 5 montre la projection spatiale des collaborations des auteurs par pays

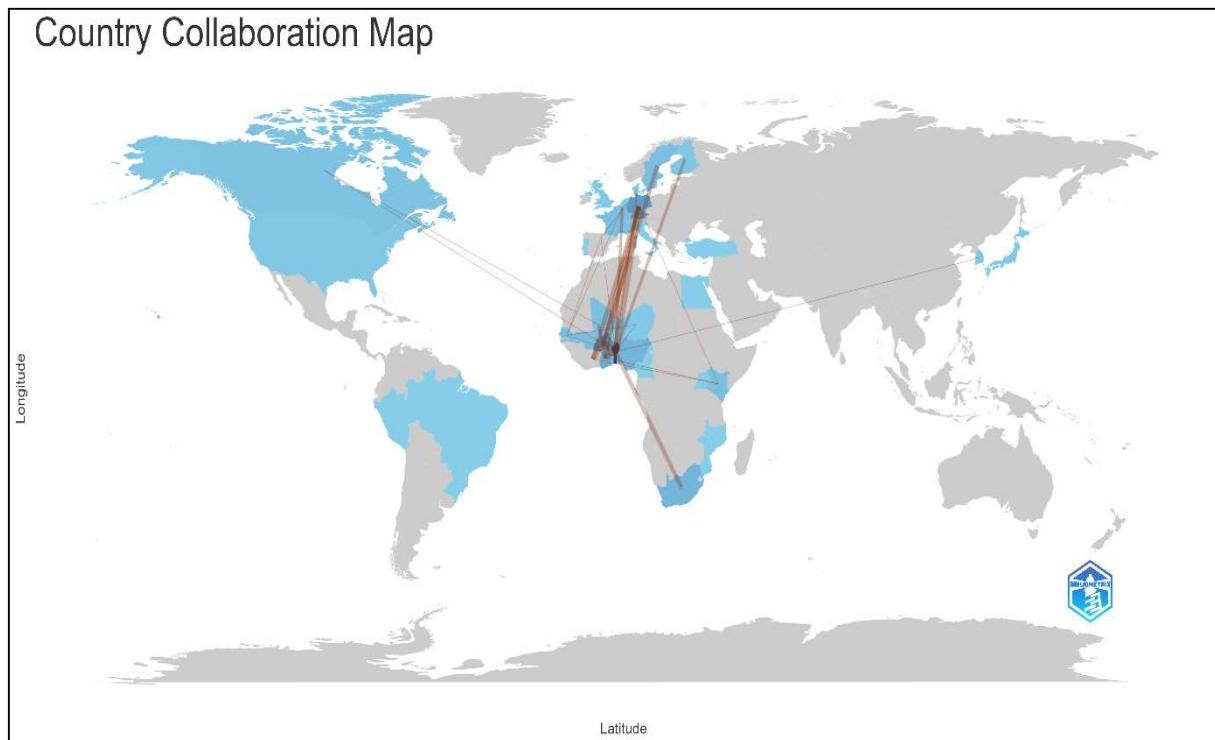


Figure 6 : Projection spatiale des collaborations des auteurs par pays

3.7. Auteurs les plus influents

L'analyse de la production des auteurs sur la période montre que la majorité d'entre eux tend à augmenter le nombre de leurs publications, mais avec des variations individuelles marquées. L'ensemble du groupe connaît une accélération notable de son activité à partir de 2018. Les auteurs les plus prolifiques sont GLELE KAKAI- et ROMAIN LUCAS. Bien que la production augmente, l'impact en termes de citations reste généralement faible pour la plupart des auteurs. La figure 6, montre les productions scientifiques des auteurs les plus influents.

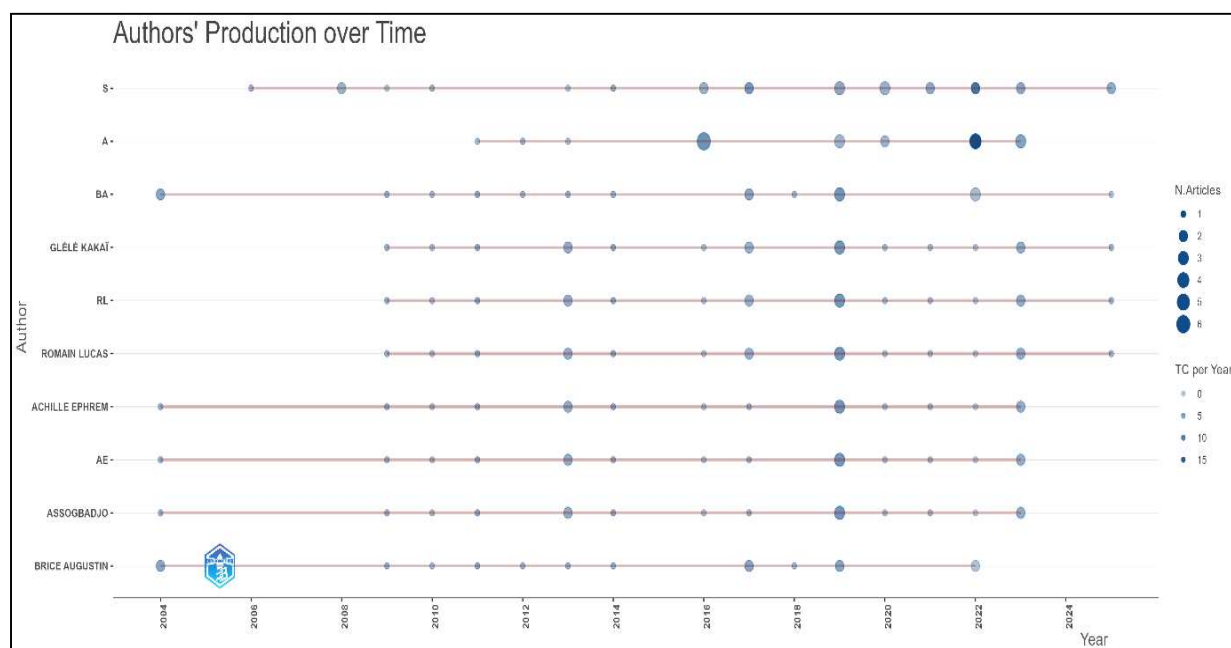


Figure 6 : Productions scientifiques des auteurs les plus influents

3.8. Affiliations des auteurs

En termes d'affiliation, l'Université d'Abomey-Calavi se distingue largement, avec une augmentation spectaculaire et continue de ses publications à partir de 2016, pour atteindre un niveau de production très élevé. D'autres affiliations, comme l'Université de Parakou, l'Université Joseph Ki-Zerbo et l'Université de Cocody-Abidjan, ont également connu une croissance significative, mais à un volume bien inférieur. La figure 7 fait cas des différentes affiliations.

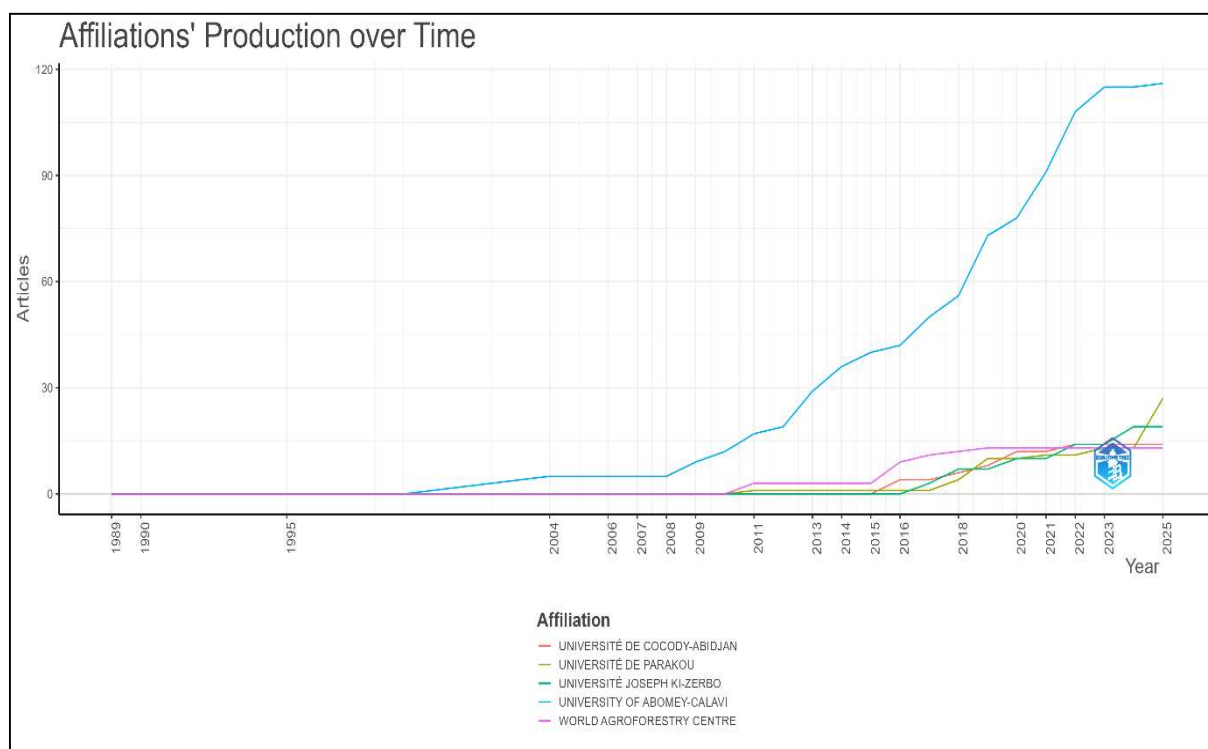


Figure 7 : Affiliation des auteurs sur la thématique de 1994 à 2025.

3.9. Productivité des auteurs : Loi de Lotka

La figure 8 illustre la loi de Lotka, un principe fondamental en bibliométrie. Elle confirme que, dans le domaine de recherche étudié, une minorité d'auteurs très productifs contribuent à une grande partie des publications. En parallèle, la majorité des auteurs ne produit qu'un faible nombre de documents, démontrant une concentration de la productivité scientifique sur un petit groupe de chercheurs.

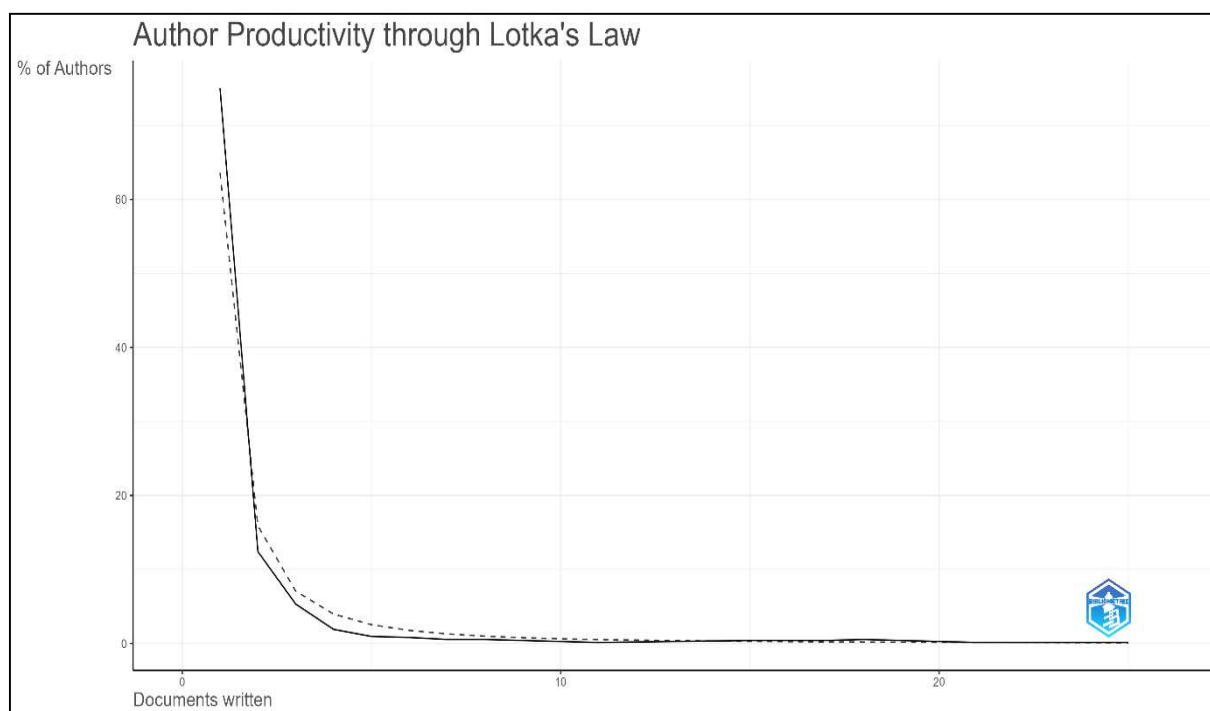


Figure 8 : Productivité des auteurs étudiés selon la loi de Lotka

3.10. Analyse des mots clés

D'après la figure 9, les mots-clés les plus utilisés dans le domaine d'étude révèlent une forte concentration thématique et géographique. Le terme le plus fréquent est "afzelia africana" avec 47 occurrences (10%), ce qui en fait le concept central de cette recherche. Les études se focalisent sur des espèces végétales et des thèmes connexes tels que fabaceae (14), khaya senegalensis (14), legume (12), et pterocarpus erinaceus (12), montrant un intérêt marqué pour la botanique et la foresterie. La recherche est également ancrée dans une zone géographique spécifique, avec des mots-clés comme "benin" (14), "west africa" (22) et "benin [west africa]" (11). La présence de termes tels que "climate change" (16) et "sustainability" (7) indique que les enjeux environnementaux sont également au cœur des préoccupations.

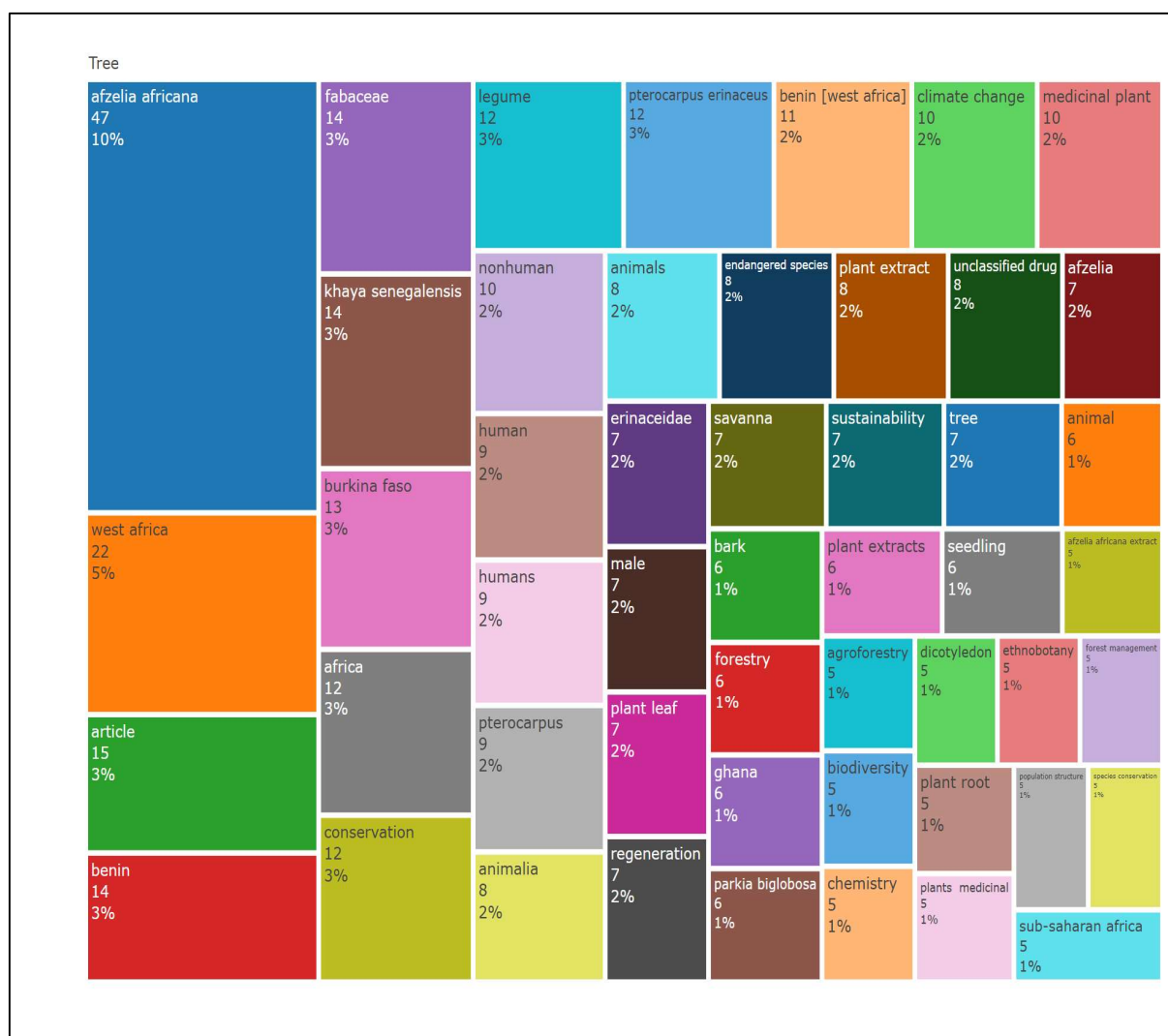


Figure 9 : Mots-clés les plus employés par les auteurs

3.11. Groupes thématiques émergents liés aux impacts de l'exploitation agricole

La carte conceptuelle des mots-clés montre plusieurs groupes thématiques qui se distinguent des concepts centraux, et peuvent être considérés comme des sujets émergents ou des spécialisations de la recherche. Le groupe le plus notable est celui situé à droite de la carte, qui relie la conservation, la biodiversité et les thèmes environnementaux comme le changement climatique et la durabilité. Ce cluster est fortement lié à des contextes géographiques spécifiques tels que le Bénin et l'Afrique de l'Ouest, indiquant un intérêt croissant pour l'impact environnemental local. Un autre groupe distinct se situe à gauche, axé sur les aspects biologiques et chimiques, avec des mots-clés comme "extraits de plantes", "chimie" et les relations entre les humains et les animaux. Ces groupes de recherche spécialisés s'éloignent du cœur de la thématique (dominé par "afzelia africana" et la botanique) pour explorer des dimensions plus ciblées et potentiellement novatrices du domaine. La figure 10 montre la carte thématique sur l'impact de l'agriculture de conservation sur l'exploitation agricole.

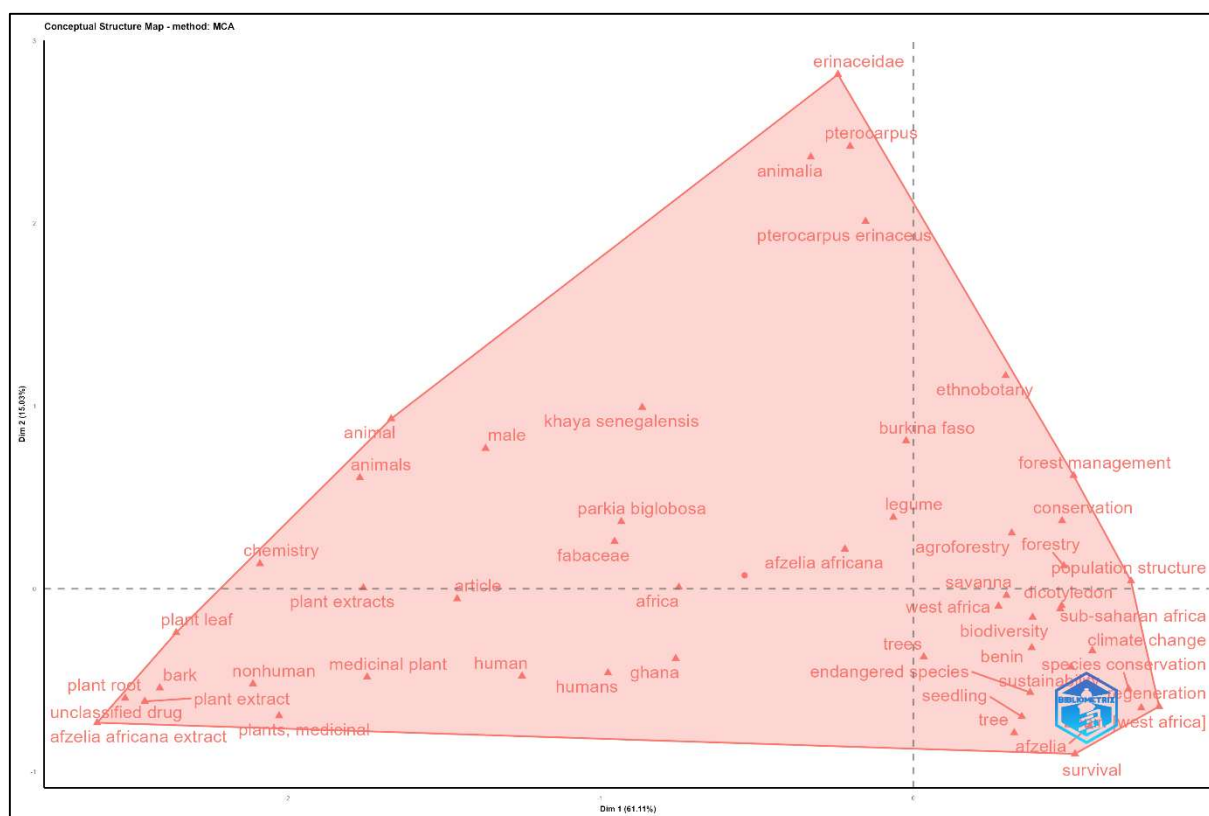


Figure 10 : Carte thématique sur l'impact de l'agriculture de conservation sur l'exploitation agricole

3.12. Gap de recherche

La carte conceptuelle montre trois groupes distincts de thèmes de recherche. Le groupe central, en bleu, se concentre sur les recherches sur l'*afzelia africana*. Un second groupe, en vert, relie la botanique, la zoologie et l'agroforesterie. Un troisième, en rouge, est consacré à des sujets environnementaux plus larges comme le changement climatique, la conservation et la durabilité, dans un contexte géographique d'Afrique de l'Ouest et du Bénin. La principale lacune de recherche identifiée est le faible lien entre la recherche détaillée sur les espèces (groupe bleu) et les thèmes plus larges liés à l'environnement et à la conservation (groupe rouge). Cela suggère un manque d'études solides qui intègrent pleinement l'analyse botanique détaillée avec les défis environnementaux et politiques à grande échelle dans la région. La figure 11, montre le gap de recherche sur la thématique de recherche.

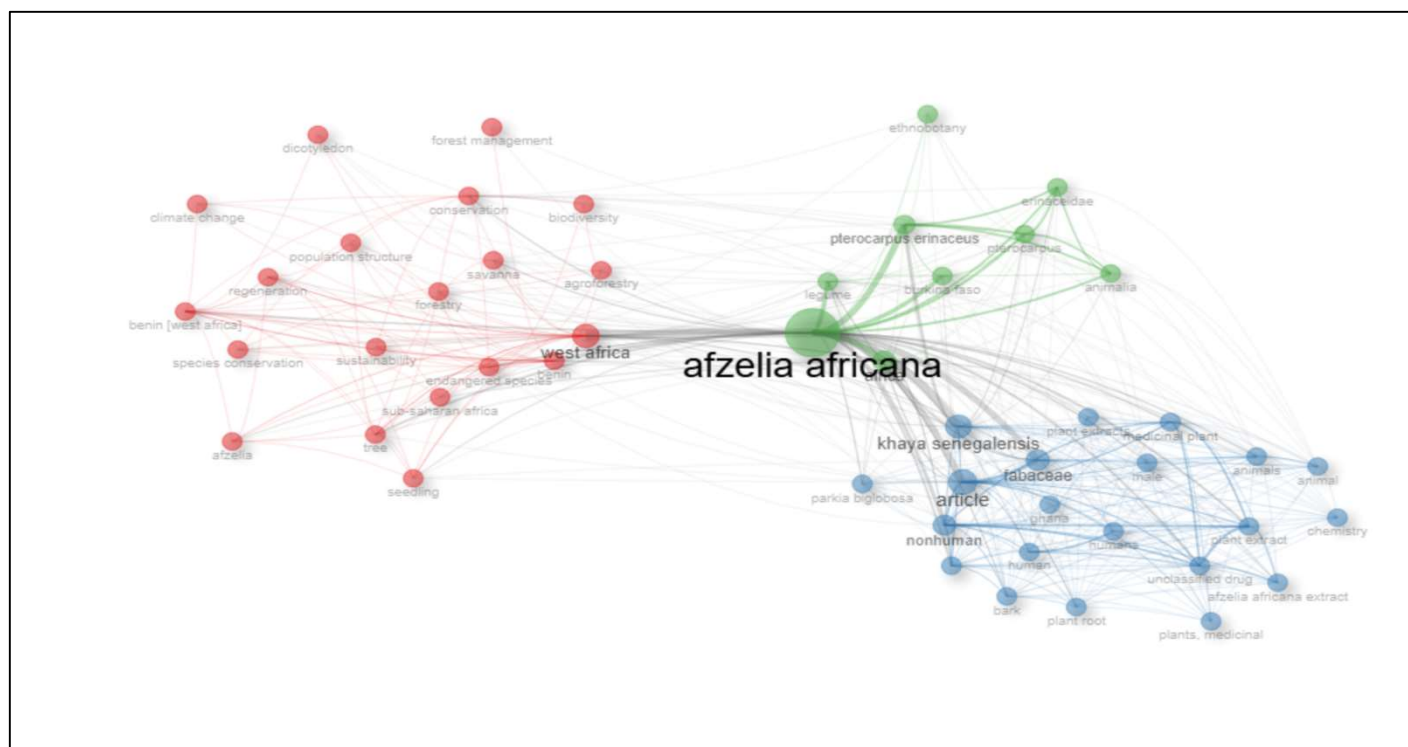


Figure 11 : Gap de recherche sur la thématique de recherche

IV. ANALYSE NARRATIVE

4.1. *Afzelia africana*

Afzelia africana est une espèce d'arbre largement répandue en Afrique de l'Ouest et centrale (Sèwadé et *al.*, 2016), connue pour son bois précieux et ses diverses utilisations médicinales. Cet arbre joue un rôle important dans les écosystèmes forestiers en donnant des habitats pour la faune et contribuant à la biodiversité régionale. Cependant, la durabilité de cette espèce est menacée par les activités humaines et les changements climatiques (Mensah et *al.*, 2014 ; Yaoitcha et *al.*, 2015), nécessitant une compréhension approfondie de son écologie et de ses capacités d'adaptation.

4.2. Niche écologique de l'espèce face au changement climatique

La niche écologique d'*Afzelia africana* est principalement située dans les forêts claires et les savanes boisées d'Afrique de l'Ouest et centrale (Guendehou et *al.*, 2012 ; Guendehou et *al.*, 2014 ; Bonou et *al.*, 2016 ; Agban et *al.*, 2018). Ces habitats sont caractérisés par des précipitations modérées et des sols bien drainés, conditions optimales pour le développement de l'espèce (Sinsin et *al.*, 2004 ; Houehanou et *al.*, 2013). *Afzelia africana* montre une préférence pour les zones où la saison sèche est bien marquée, mais elle est aussi présente dans des environnements plus humides (Assogbadjo et *al.*, 2017, Atanasso et *al.*, 2019, Balima et *al.*, 2020). Cette capacité à s'adapter à différents niveaux d'humidité reste capital pour sa survie, surtout dans un contexte où les régimes climatiques sont de plus en plus imprévisibles en raison des changements climatiques. Cependant, cette flexibilité a ses limites. Les pressions anthropiques, telles que la déforestation pour l'agriculture ou l'exploitation forestière, réduisent l'étendue des habitats naturels de l'espèce (Biara et *al.*, 2021 et Boakye et *al.*, 2023). En outre, les changements climatiques modifient les précipitations et augmentent les températures, perturbant les conditions idéales de la niche écologique d'*Afzelia africana* (Balima et *al.*, 2018 ; Balima et *al.*, 2022). Par exemple, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses pourrait dépasser la capacité d'adaptation de l'espèce, menaçant sa survie à long terme. De plus, la fragmentation des habitats peut isoler les populations d'*Afzelia africana*, limitant le flux génétique nécessaire à la résilience écologique (Boakye et *al.*, 2016 ; Lokonon et *al.*, 2019, Nabaloum et

al., 2022). Ces aspects de la recherche nécessitent un approfondissement afin de voir comment l'espèce s'adapte à variations environnementales de son environnement immédiat.

4.3. Plasticité phénotypique d'*Azelia Africana* et changement climatique

La plasticité phénotypique d'*Azelia africana* est déterminante pour son adaptation aux conditions environnementales (Amahowe et *al.*, 2018 ; Amahowe et *al.*, 2019 ; Asare et *al.*, 2022). Cette plasticité se manifeste par la capacité de l'espèce à ajuster ses caractéristiques morphologiques, physiologiques, et comportementales en réponse à des changements tels que la disponibilité en eau, les fluctuations de température, et autres pressions écologiques (Delvaux et *al.*, 2009 ; Dimobe et *al.*, 2018 ; Chipiti et *al.*, 2021). Par exemple, dans des environnements plus secs, *Azelia africana* pourrait réduire la surface de ses feuilles pour limiter la perte d'eau, ou ajuster son système racinaire pour maximiser l'absorption d'eau (Guendehou et *al.*, 2014 ; Houehanou et *al.*, 2019). Cependant, la plasticité phénotypique a des limites. Avec des changements climatiques de plus en plus rapides au fil des ans, il serait intéressant de déterminer jusqu'à quel point *Azelia africana* peut s'adapter sans subir une diminution de sa capacité à se reproduire. Des recherches sont donc nécessaires pour évaluer la capacité de l'espèce dans un environnement changeant et prévoir comment l'espèce réagira à long terme aux nouvelles conditions climatiques. Ces informations seront déterminantes pour développer des stratégies de conservation efficaces, visant à préserver *Azelia africana* et à maintenir son rôle écologique dans les écosystèmes où elle est présente.

V. CONCLUSION

En somme pour cette étude, 86 documents ont été étudié et analysé suivant les techniques d'analyses bibliométriques. Il en résulte que les aspects de recherche se concentrent sur la faune, la flore, de la densité des espèces ligneuses, la taxonomie, la description des espèces *Azelia* et les études sur la génétique de cette dernière. Cependant, il faut remarquer que les études sur la dynamique d'adaptation de l'espèce restent peu fournies surtout au Bénin. De l'analyse narrative on retient que les thématiques de recherche prenant en compte la niche écologique et la plasticité phénotypique d'*Azelia africana* face aux perturbations climatiques doivent être étudiées afin de comprendre comment l'espèce s'adapte ou pas aux changements de son environnement.

REFERENCES

- [1] Agbani, P.O., Kafoutchoni, K.M., Salako, K.V., Gbedomon, R.C., Kégbé, A.M., Karen, H., & Sinsin, B. 2018. Traditional ecological knowledge-based assessment of threatened woody species and their potential substitutes in the Atakora mountain chain, a threatened hotspot of biodiversity in Northwestern Benin, West Africa. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(1): 1-19.
- [2] Amahowe, I.O., Gaoue, O.G., Natta, A.K., Piponiot, C., Zobi, I.C., & Hérault, B. 2018. Functional traits partially mediate the effects of chronic anthropogenic disturbance on the growth of a tropical tree. *AOB PLANTS*, 10(3): 1-13.
- [3] Amahowe, O.I., Azihou, A.F., Armand, N.K., Biaou, S.S.H., Séverin, B., Dieu-Donné, A., & Salomon, B. 2019. Constraints of seedling survival and recruitment under adult tree of a multi-use species *Azelia africana* Sm and Pers in Sudanian region of Benin (West Africa). *Agroforestry Systems*, 93(3): 1147-1156.
- [4] Aria, M., & Cuccurullo, C. 2017. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4): 959-975.
- [5] Asare, F., Owusu, F.W., & Gazo, R. 2022. Sustainable charcoal production drive in rural communities in Ghana, West Africa. *Energy for Sustainable Development*, 68: 364-37.
- [6] Assogbadjo, A.E., Mensah, S., & Kakaï, R.G. 2017. The relative importance of climatic gradient versus human disturbance in determining population structure of *Azelia africana* in the Republic of Benin. *Southern Forests*, 79(2): 125-132.
- [7] Atanasso, J.A., Mensah, S., Azihou, A.F., Djossa, B.A., Kakaï, R. Glèlè, & Assogbadjo, A.E. 2019. Heterospecific Tree Density and Environmental Factors Affect *Azelia africana* Sm. Population Structure in the Pendjari Biosphere Reserve, West Africa: Implications for Management and Restoration. *Tropical Conservation Science*, 12 (1) : 1-12.

- [8] Balima, L.H., Nacoulma, B.M.I., Bayen, P., Dimobe, K., Kouamé, F.N.G., & Thiombiano, A. 2020. Aboveground biomass allometric equations and distribution of carbon stocks of the African oak (*Afzelia africana* Sm.) in Burkina Faso. *Journal of Forestry Research*, 31(5): 1699-1711.
- [9] Balima, L.H., Nacoulma, B.M.I., Da, S.S., Ouédraogo, A., Soro, D., & Thiombiano, A. 2022. Impacts of climate change on the geographic distribution of African oak tree (*Afzelia africana* Sm.) in Burkina Faso, West Africa. *Heliyon*, 8(1): 1-10.
- [10] Balima, L.H., Nacoulma, B.M.I., Ekué, M.R.M., Kouamé, F.N.G., & Thiombiano, A. 2018. Use patterns, use values and management of *Afzelia africana* Sm. in Burkina Faso: Implications for species domestication and sustainable conservation. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(23): 1-13.
- [11] Biara, E., Egeru, A., Mensah, S., Salamula, J.B., & Kadigo, M.M. 2021. Socio-economic factors influencing *Afzelia africana* Sm. use value and traditional knowledge in Uganda: implications for sustainable management. *Environment, Development and Sustainability*, 23(2): 2261-2278.
- [12] Boakye, E.A., Ceesay, A., Osemwegie, I., Kapoury, S., Hounkpevi, A., Matchi, I.I., & Tetteh, E.N. 2023. Climate change has limited effect on the growth of *Afzelia africana* Sm. and *Anogeissus leiocarpus* (DC.) Guill. and Perr. in riparian forests in the savannas of Ghana. *Forestry*, 96(3): 316-325.
- [13] Boakye, E.A., Gebrekirstos, A., Hyppolite, D.N., Barnes, V.R., Kouamé, F.N., Kone, D., Porembski, S., & Bräuning, A. 2016. Influence of climatic factors on tree growth in riparian forests in the humid and dry savannas of the Volta basin, Ghana. *Trees - Structure and Function*, 30(5): 1695-1709.
- [14] Bonou, W., Kakaï, R. Glèlè, Assogbadjo, A.E., Fonton, H.N., & Sinsin, B. 2009. Characterisation of *Afzelia africana* Sm. habitat in the Lama forest reserve of Benin. *Forest Ecology and Management*, 258(7): 1084-1092.
- [15] Callon, M., Courtial, J.P. and Laville, F. 1991. Co-Word Analysis as a Tool for Describing the Network of Interactions between Basic and Technological Research: The Case of Polymer Chemistry. *Scientometrics*, 22: 155-205.
- [16] Caviggioli, F., & Ughetto, E. 2019. A bibliometric analysis of the research dealing with the impact of additive manufacturing on industry, business and society. *International Journal of Production Economics*, 208: 254-268.
- [17] Chipiti, T., Viljoen, A.M., Cordero-Maldonado, M.L., Veale, C.G.L., Heerden, F.R. Van, Sandasi, M., Chen, W., Crawford, A.D., & Enslin, G.M. 2021. Anti-seizure activity of African medicinal plants: The identification of bioactive alkaloids from the stem bark of *Rauvolfia caffra* using an in vivo zebrafish model. *Journal of Ethnopharmacology*, 279.
- [18] Delvaux, C., Sinsin, B., Darchambeau, F., & Damme, P. Van 2009. Recovery from bark harvesting of 12 medicinal tree species in Benin, West Africa. *Journal of Applied Ecology*, 46(3): 703-712.
- [19] Derviş, H. 2020. Bibliometric Analysis using Bibliometrix an R Package. *Journal of Scientometric Research*, 8(3): 156-160.
- [20] Dimobe, K., Tondoh, J.E., Weber, J.C., Bayala, J., Ouédraogo, K., & Greenough, K. 2018. Farmers' preferred tree species and their potential carbon stocks in southern Burkina Faso: Implications for biocarbon initiatives. *PLoS ONE*, 13(12): 1-21.
- [21] Guendehou, G.H.S., Lehtonen, A., Moudachirou, M., Mäkipää, R., & Sinsin, B. 2012. Stem biomass and volume models of selected tropical tree species in West Africa. *Southern Forests*, 74(2): 77-88.
- [22] Guendehou, G.H.S., Liski, J., Tuomi, M., Moudachirou, M., Sinsin, B., & Mäkipää, R. 2014. Decomposition and changes in chemical composition of leaf litter of five dominant tree species in a West African tropical forest. *Tropical Ecology*, 55(2): 207-220.
- [23] Houchanou, T.D., Assogbadjo, A.E., Kakaï, R. Glele, Kyndt, T., Houinato, M., & Sinsin, B. 2013. How far a protected area contributes to conserve habitat species composition and population structure of endangered African tree species (Benin, West Africa). *Ecological Complexity*, 13: 60-68.

- [24] Houehanou, T.D., Assogbadjo, A.E., Kakaï, R.G., Houinato, M., & Sinsin, B. 2011. Valuation of local preferred uses and traditional ecological knowledge in relation to three multipurpose tree species in Benin (West Africa). *Forest Policy and Economics*, 13(7): 554-562.
- [25] Houehanou, T.D., Prinz, K., Hellwig, F., Assogbadjo, A.E., Gebauer, J., Kakaï, R.L. Glele, & Sinsin, B. 2019. Morphological trait variation and relationships of *Azelia africana* Sm. caused by climatic conditions and anthropogenic disturbance in Benin (West Africa). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 66(5): 1091-1105.
- [26] Isaac, C., Ohiolei, J.A., Ebhodaghe, F., Igbinosa, I.B., & Eze, A.A. 2017. Animal African Trypanosomiasis in Nigeria: A long way from elimination/eradication. *Acta Tropica*, 176: 323-331.
- [27] Kola, P., Metowogo, K., Kantati, Y.T., Lawson-Evi, P., Kpemissi, M., El-Hallouty, S.M., Mouzou, A.P., Ekl-Gadegbeku, K., & Aklikokou, K.A. 2020. Ethnopharmacological Survey on Medicinal Plants Used by Traditional Healers in Central and Kara Regions of Togo for Antitumor and Chronic Wound Healing Effects. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2020(3): 1-12.
- [28] Lokonon, B.E., Mangamana, E. Tchandao, Gnonlonfoun, I., Akpona, T.J.D., Assogbadjo, A.E., Kakaï, R. Glèlè, & Sinsin, B. (2019). Knowledge, valuation and prioritization of 46 woody species for conservation in agroforestry systems along Ouémé catchment in Benin (West Africa). *Environment, Development and Sustainability*, 21(5): 2377-2399.
- [29] Meke, G.S., Mumba, R.F.E., Bwanali, R.J., & Williams, V.L. 2017. The trade and marketing of traditional medicines in southern and central Malawi. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 24(1): 73-87.
- [30] Mensah, S., Houehanou, T.D., Sogbohossou, E.A., Assogbadjo, A.E., & Kakaï, R. Glèlè 2014. Effect of human disturbance and climatic variability on the population structure of *Azelia africana* Sm. ex pers. (Fabaceae-Caesalpinioideae) at country broad-scale (Bénin, West Africa). *South African Journal of Botany*, 95: 165-173.
- [31] Mensah, S., Lokossou, C.J.M., Assogbadjo, A.E., & Kakaï, R. G. 2023. Seasonal variation of environment and conspecific density-dependence effects on early seedling growth of a tropical tree in semi-arid savannahs. *Global Ecology and Conservation*, 43: 1-11.
- [32] Nabaloum, A., Goetze, D., Ouédraogo, A., Porembski, S., & Thiombiano, A. 2022. Local perception of ecosystem services and their conservation in Sudanian savannas of Burkina Faso (West Africa). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 18(1): 1-25.
- [33] Nacoulma, B.M.I., Lykke, A.M., Traoré, S., Sinsin, B., & Thiombiano, A. 2017. Impact of bark and foliage harvesting on fruit production of the multipurpose tree *Azelia africana* in Burkina Faso (West Africa). *Agroforestry Systems*, 91(3): 565-576.
- [34] Noumi, V.N., Djongmo, V.A., Nyeck, B., Mbobda, R.B.T., & Zapfack, L. 2018. Vegetation structure, carbon sequestration potential and species conservation in four agroforestry systems in Cameroon (Tropical africa). *Acta Botanica Brasilica*, 32(2): 212-221.
- [35] Ogbu, I.M., & Ajiwe, V.I.E. 2016. FTIR studies of thermal stability of the oils and methyl esters from *Azelia africana* and *Hura crepitans* seeds. *Renewable Energy*, 96: 203-208.
- [36] Ohashi, M., Amoa-Bosompem, M., Kwofie, K.D., Agyapong, J., Adegle, R., Sakyiamah, M.M., Ayertey, F., Owusu, K.B.-A., Tuffour, I., Atchoglo, P., Tung, N.H., Uto, T., Aboagye, F., Appiah, A.A., Appiah-Opong, R., Nyarko, A.K., Anyan, W.K., Ayi, I., Boakye, D.A., Koram, K.A., Edoh, D., Yamaoka, S., Shoyama, Y., & Ohta, N. 2018. In vitro antiprotozoan activity and mechanisms of action of selected Ghanaian medicinal plants against Trypanosoma, Leishmania, and Plasmodium parasites. *Phytotherapy Research*, 32(8): 1617-1630.
- [37] Ouédraogo-Koné, S., Kaboré-Zoungana, C.Y., & Ledin, I. 2006. Behaviour of goats, sheep and cattle on natural pasture in the sub-humid zone of West Africa. *Livestock Science*, 105(1): 244-252.

- [38] Paré, S., Savadogo, P., Tigabu, M., Ouadba, J.M., & Odén, P.C. 2010. Consumptive values and local perception of dry forest decline in Burkina Faso, West Africa. *Environment, Development and Sustainability*, 12(2): 277-295.
- [39] Petrokofsky, G., Sist, P., Blanc, L., Doucet, J.-L., Finegan, B., Gourlet-Fleury, S., Healey, J. R., Livoreil, B., Nasi, R., Peña-Claros, M., Putz, F. E., & Zhou, W. 2015. Comparative effectiveness of silvicultural interventions for increasing timber production and sustaining conservation values in natural tropical production forests. *A systematic review protocol. Environmental Evidence*, 4(8), 1-7.
- [40] Sèwadé, C., Azihou, A.F., Fandohan, A.B., Houéhanou, T.D., & Houinato, M. 2016. Diversity, pastoral and conservation priorities of fodder trees in the Sudano-guinean pasture lands of Benin. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 20(2): 113-129.
- [41] Sinsin, B., Matig, O.E., Assogbadjo, A.E., Gaoué, O.G., & Sinadouwirou, T. 2004. Dendrometric characteristics as indicators of pressure of *Azelia africana* Sm. dynamic changes in trees found in different climatic zones of Benin. *Biodiversity and Conservation*, 13(8): 1555-1570.
- [42] Steenkamp, V., Fernandes, A.C., & Rensburg, C.EJ. 2007. Antibacterial activity of Venda medicinal plants. *Fitoterapia*, 78(7): 561-564.
- [43] Tamou, C., Boer, I.J.M. De, Ripoll-Bosch, R., & Oosting, S.J. 2018. Traditional ecological knowledge underlying herding decisions of pastoralists. *Animal*, 12(4): 831-843,
- [44] Yaoitcha, A.S., Houéhanou, T.D., Fandohan, A.B., & Houinato, M.R.B. 2015. Prioritization of useful medicinal tree species for conservation in Wari-Marou Forest Reserve in Benin: A multivariate analysis approach. *Forest Policy and Economics*, 61: 135-146.
- [45] Zampaligré, N., Dossa, L.H., & Schlecht, E. 2013. Contribution of browse to ruminant nutrition across three agro-ecological zones of Burkina Faso. *Journal of Arid Environments*, 95: 55-64.