

Perception des communautés sur la distribution et les nouvelles niches écologiques d'*Afzelia africana* (Afzélia d'Afrique) face aux changements climatiques et aux pressions anthropiques au Bénin

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

¹ Université de Parakou, Département de Géographie et Aménagement du territoire, Laboratoire de Géoscience de l'Environnement et de Cartographie (LaGECa), Bénin

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

(Reçu le 12 Septembre 2025 ; Accepté le 29 Octobre 2025)

* Correspondance, courriel : suerrythiery95@gmail.com

Résumé

Cette étude porte sur la perception des populations sur la distribution et les nouvelles niches écologiques d'*Afzelia africana* face aux changements climatiques et aux pressions anthropiques. Cent quatre-vingt-huit (188) acteurs, impliqués directement ou indirectement dans l'exploitation de l'espèce, ont été enquêtés par méthode d'approche mixte dans les communes de Natitingou, Bassila et Zogbodomey le long du gradient climatique au Bénin. Les données ont été analysées à l'aide de logiciels statistiques R.4.4.2 à travers l'interface Rcmdr et le package Factominer. Ce qui a permis de réaliser des statistiques descriptives. Les tests statistiques exact de Fisher : Pr ($>F$) ont été réalisés afin d'évaluer les différences significatives ($p < 0,05$) de réponses entre les zones climatiques. Des histogrammes ont été réalisés dans le tableur Excel 2019 afin de voir les tendances évolutives (précipitations et températures) entre 1994 à 2024 annuellement. Par contre, l'évolution du nombre de jours où la température minimale (TN) est supérieure à 20°C, l'amplitude thermique diurne ($DTR = TX - TN$) et la stabilité des températures maximales extrêmes : $TX_{95} = P_{95}(TX)$ ont été calculés entre 2020 et 2024 avec l'outil d'analyse climatologique ClimPACT2 exécuté dans le logiciel R version 4.4.2. L'analyse des résultats révèlent que 58,5 % des acteurs locaux perçoivent l'*Afzelia africana* comme peu résistante aux changements climatiques, avec des disparités régionales significatives ($p < 0.05$). La conversion des terres est perçue comme la principale menace par 59,6 %, tandis que 44 % identifient les terres agricoles abandonnées comme nouvelles niches écologiques. Les variations de température impactent significativement la distribution d'*Afzelia africana*, selon la perception des acteurs locaux. Ils constatent que l'augmentation des températures minimales altère les conditions de croissance de l'espèce, affectant sa répartition géographique. Pour les acteurs locaux cette répartition serait due à des températures plus élevées dans certains écosystèmes. Cette situation intensifie aussi la compétition avec d'autres espèces mieux adaptées, réduisant l'espace et les ressources disponibles. De plus, un stress hydrique est observé, en particulier dans les régions vulnérables à la sécheresse. Les données montrent des fluctuations saisonnières dans les températures minimales ($TN \geq 20^\circ C$) à Natitingou, Bassila et Zogbodomey, mais aucune tendance significative n'est observée, comme l'indiquent les p-values (0,419, 0,158 et 0,517). Ainsi, les variations semblent liées aux saisons le long du gradient climatique.

Mots-clés : perception, *Afzelia africana*, niches écologiques, changements climatiques, pressions anthropiques.

Abstract

Community perceptions of the distribution and new ecological niches of *Afzelia africana* (African mahogany) in the face of climate change and anthropogenic pressures in Benin

This study focuses on people's perceptions of the distribution and new ecological niches of *Afzelia africana* in the face of climate change and anthropogenic pressures. One hundred and eighty-eight (188) stakeholders, directly or indirectly involved in the exploitation of the species, were surveyed using a mixed-method approach in the communes of Natitingou, Bassila and Zogbodomey along the climatic gradient in Benin. The data were analyzed using R.4.4.2 statistical software via the Rcmdr interface and the Factominer package. This enabled descriptive statistics to be performed. Fisher's exact statistical tests: $Pr(>F)$ were performed to assess significant differences ($p < 0.05$) in responses between climatic zones. Histograms were produced in the Excel 2019 spreadsheet to show the evolutionary trends (precipitation and temperature) between 1994 and 2024 on an annual basis. On the other hand, changes in the number of days with a minimum temperature (TN) above 20°C , the diurnal thermal amplitude ($DTR = TX - TN$) and the stability of extreme maximum temperatures: $TX_{95} = P_{95}(TX)$ were calculated between 2020 and 2024 using the ClimPACT2 climatological analysis tool running in R software version 4.4.2. Analysis of the results reveals that 58.5 % of local stakeholders perceive *Afzelia africana* as not very resistant to climate change, with significant regional disparities ($p < 0.05$). Land conversion is perceived as the main threat by 59.6 %, while 44 % identify abandoned farmland as a new ecological niche. Temperature variations have a significant impact on *Afzelia africana* distribution, as perceived by local stakeholders. They note that rising minimum temperatures alter the species' growing conditions, affecting its geographical distribution. According to local players, this distribution is due to higher temperatures in certain ecosystems. This situation also intensifies competition with other, better-adapted species, reducing available space and resources. In addition, water stress has been observed, particularly in drought-prone regions. The data show seasonal fluctuations in minimum temperatures ($TN \geq 20^{\circ}\text{C}$) at Natitingou, Bassila and Zogbodomey, but no significant trend is observed, as indicated by the p-values (0.419, 0.158 and 0.517). Variations thus appear to be linked to the seasons along the climatic gradient.

Keywords : *perception, Afzelia africana, ecological niches, climate change, anthropic pressures.*

1. Introduction

Les changements climatiques mondiaux représentent des défis sans précédent pour la conservation de la biodiversité dans le monde entier [1, 2]. La couverture forestière mondiale s'étend sur environ 3,9 milliards d'hectares, soit un tiers de la superficie totale de la planète [3]. L'Afrique de l'Ouest représente un point chaud des changements climatiques où se rencontre une probabilité accrue de risques, une vulnérabilité élevée et une exposition sévère [4, 5]. Les forêts d'Afrique constituent une large bande le long du gradient des précipitations annuelles de 700 à 1200 mm [6, 7]. L'évaluation des effets des changements climatiques sur la répartition des espèces repose sur l'identification d'enveloppes bioclimatiques au moyen de modèles de répartition [8, 9]. Elles couvrent jusqu'à 14 % de la surface totale du continent africain et représentent environ 25 % de la végétation naturelle [10, 11]. Comme les plantes d'Afrique de l'Ouest constituent d'importants fournisseurs de services d'approvisionnement, de soutien et de culture dont les populations locales dépendent essentiellement et traditionnellement [12, 13], la prévision des impacts des changements climatiques sur la distribution spatiale des espèces d'arbres est essentielle pour le maintien des services écosystémiques. Au Bénin, les végétaux ligneux servant de fourrage jouent un rôle dans l'alimentation des ruminants domestiques, surtout durant la saison sèche [14, 15]. L'espèce ligneuse fourragère telle qu'*Afzelia africana* par exemple figure déjà sur la Liste Rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature

(UICN), où elle apparaît également comme étant potentiellement au bord de l'extinction critique dans le pays [16, 17, 18]. Par ailleurs, la faible couverture forestière du pays est attribuée à la pression démographique croissante qui entraîne une exploitation intensive de l'*Afzélia africana*, une espèce d'arbre de savane, par les habitants pour divers usages, notamment pour l'alimentation du bétail [19, 20], la médecine traditionnelle [21, 22] et le bois d'œuvre [23]. L'utilisation non régulée de l'espèce entraîne la dégradation et la diminution de son habitat et de sa population dans le pays. Il est donc primordial de recueillir des informations sur les espèces menacées, comme *Afzélia africana* [16]. Des études antérieures ont rapporté des impacts sévères des pressions anthropiques sur la dynamique et la diversité des peuplements de certaines plantes précieuses d'Afrique de l'Ouest [12, 24]. Cette étude vise à combler les connaissances des populations sur la distribution et les nouvelles niches écologiques d'*Afzélia Africana* face aux changements climatiques et aux pressions anthropiques.

2. Méthodologie

2-1. Milieu d'étude

Trois communes font l'objet de la présente étude suivant le gradient climatique. Nous avons la commune de Natitingou situé à 10° 19' 00" et 10° 26' 00" Nord ; 1° 23' 00" et 1° 38' 00" Est ; la commune de Bassila situé à 9° 01' 00" et 9° 30' 00" Nord ; 1° 40' 00" et 2° 20' 00" Est puis la commune de Zogbodomey situé à 7° 05' 00" et 7° 14' 00" Nord ; 2° 06' 00" et 2° 24' 00" Est. Ces zones ont été choisies compte tenues de l'accessibilité en toute saison, la présence de l'espèce *Afzélia africana*, une diversité des espèces sur le plan floristique et la détection des nouvelles niches écologiques. Par ailleurs, c'est dans le département de l'Atacora que se retrouve la commune de Natitingou, ce département s'étend sur une superficie de 20 499 km² et se trouve en troisième place en termes de superficie après l'Alibori (26 242 km²) et au Borgou (25 856 km²). Relativement pour le département de la Donga se retrouve la commune de Bassila. Il couvre un territoire de 11 126 km² [25]. Il est divisé en quatre (4) municipalités, notamment Djougou (capitale du département), Bassila, Copargo et Ouaké. Enfin la commune de Zogbodomey qui est dans le département de Zou, il englobe les neuf (9) municipalités d'Abomey, Agbangnizoun, Bohicon, Covè, Djidja, Ouinhi, Zangnanado, Za-kpota et Zogbodomey [25]. La **Figure 1** ci-dessous montre la situation géographique des zones climatiques faisant l'objet de la présente étude.

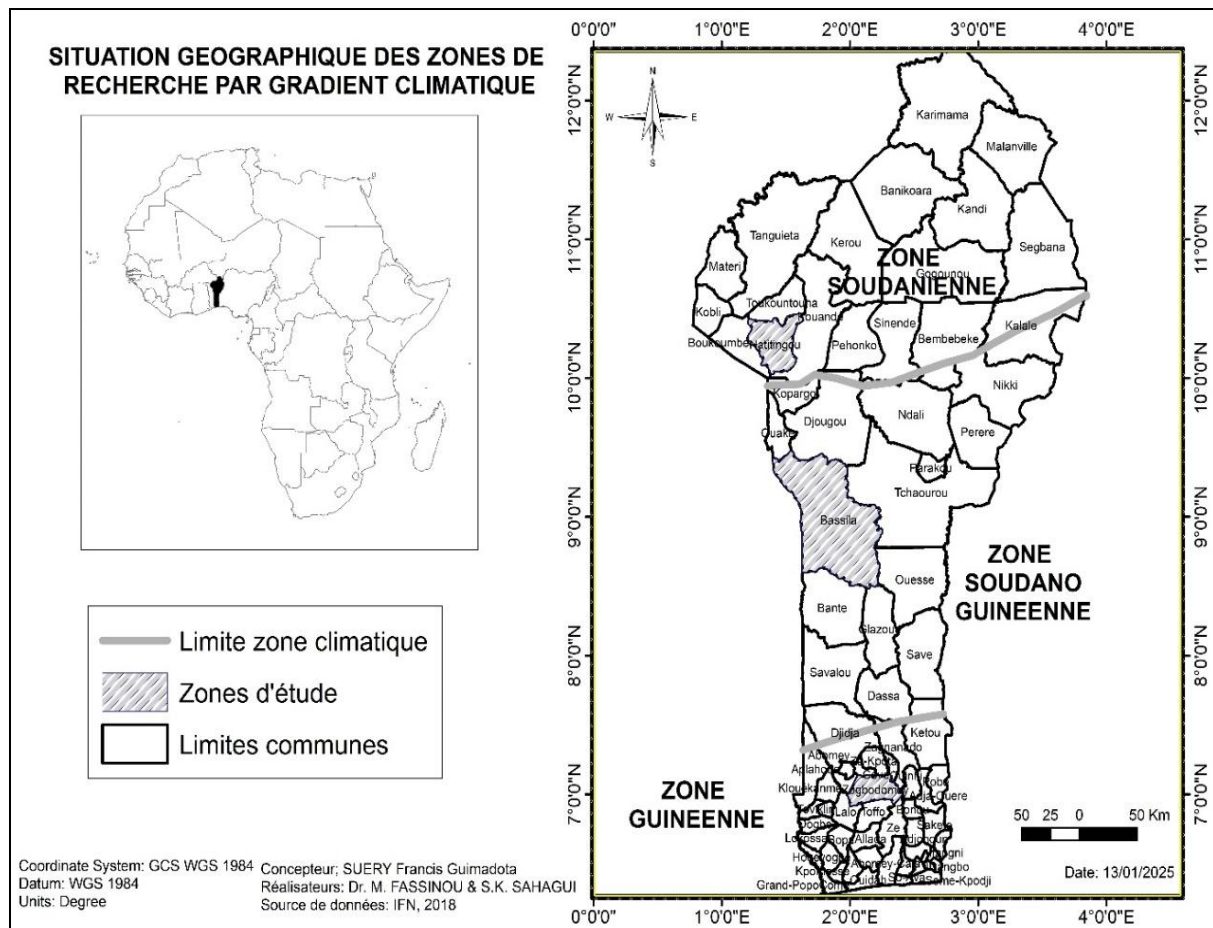


Figure 1 : Situation géographique des zones climatiques

2-2. Distribution d'*Afzelia Africana* au Bénin

Afzelia africana est une espèce appartenant à la famille des césalpiniacées et la sous-famille des Caesalpinioïdées [26]. Elle est présente aussi bien dans les zones sèches que humides du pays [16, 27]. C'est un arbre décidu pouvant atteindre 25 à 30 m de hauteur et 1m de diamètre moyen [28]. C'est une espèce sensible à la sécheresse [29] et s'étend des forêts denses humides de la zone guinéo-congolaise jusqu'aux savanes de celle soudanienne [30]. Elle subit de très fortes pressions anthropogéniques en raison de la qualité commerciale de son bois au plan international [16]. Elle est également très reconnue pour le fourrage au bétail pendant la saison sèche. *Afzelia africana* est également très sensible au feu de végétation qui laisse des blessures qui sont aggravées par les termites [31]. Ces menaces ont conduit à son classement comme espèce vulnérable sur la liste rouge [32]. La **Figure 2** montre la distribution d'*Afzelia africana* au Bénin.

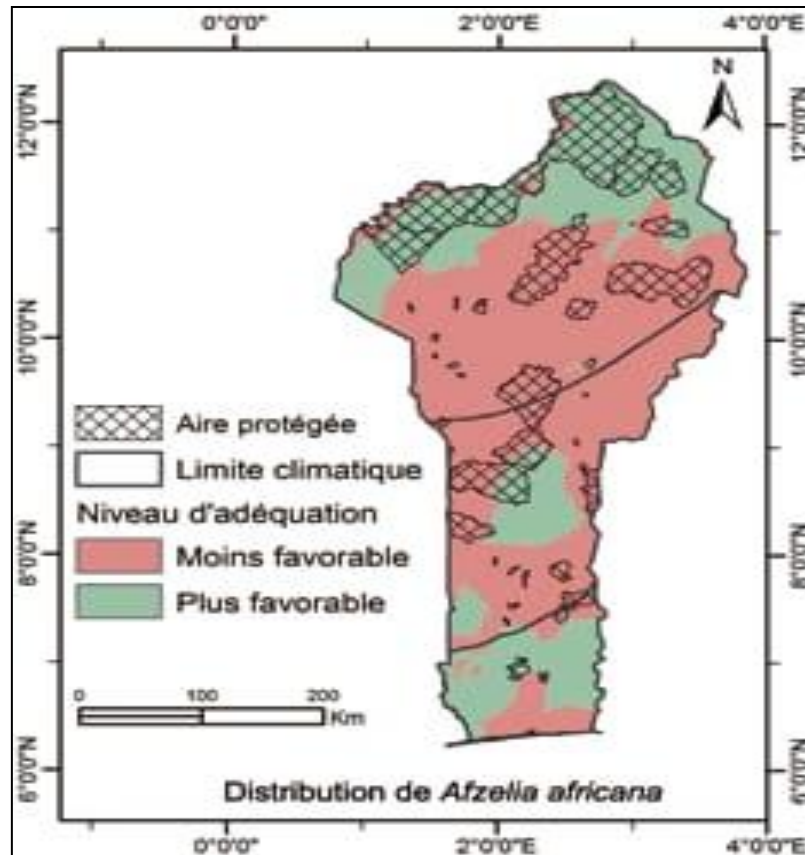


Figure 2 : *Distribution d'Afzella africana au Bénin*

Source : [33].

2-3. Taille de l'échantillonnage

La *Formule* de [34] a servi à déterminer la taille de la population interrogée dans les communes de Natitingou, Bassila et Zogbodomey à travers le gradient climatique :

$$n = z^2 * p (1-p) / d^2 \quad (1)$$

n = Taille de l'échantillonnage ; *z* = 1,96 : Valeur critique pour un intervalle de confiance de 95 % ; *p* = 0,144 % : Proportion estimée ; *d* = 0,05 : Marge d'erreur ; *n* = 188.

Le **Tableau 1** montre les effectifs des enquêtes pour la présente étude.

Tableau 1 : *Effectifs des enquêtes par commune d'étude*

N°	Communes	Nombre de ménages	Tailles des ménages	Nombres enquêtés
1	Natitingou	6764	5,8	63
2	Bassila	6706	6,9	75
3	Zogbodomey	11322	4,6	50
Total	3	24792	17,3	188

Source : [25] et prospection du terrain

2-4. Méthode d'analyse

La méthodologie employée dans cette étude repose sur une approche mixte, combinant des méthodes quantitatives et qualitatives pour analyser les perceptions des acteurs locaux concernant la vulnérabilité de *l'Azelia africana* aux changements climatiques, ainsi que les dynamiques socio-économiques et environnementales dans les communes de Natitingou, Bassila, et Zogbodomey au Bénin. Les trois communes ont été sélectionnées le long d'un gradient climatique au Bénin. Ces sites ont été choisis pour leur diversité climatique, écologique et socio-économique, permettant une analyse comparative des perceptions locales. Les données quantitatives ont été analysées à l'aide de logiciels statistiques R.4.4.2 à travers l'interface Rcmdr et le package Facto miner. Ce qui a permis de réaliser des statistiques descriptives, (caractéristiques sociodémographiques des enquêtés, perception de la vulnérabilité et les facteurs de menace, des tests statistiques exact de Fisher : $Pr(>F)$ ont été réalisés afin d'évaluer les différences significatives de réponses entre les zones climatiques. La différence de perception de la vulnérabilité entre les communes a été testée à un seuil de significativité de $p < 0,05$. Par ailleurs, les données climatiques annuelles relativement aux températures maximales, températures minimales et aux précipitations ont été recueillies dans les différentes stations météorologiques le long du gradient climatique. Des histogrammes ont été réalisés dans le tableur Excel 2019 afin de voir les tendances évolutives dans le temps entre 1994 à 2024. L'évolution du nombre mensuel de jours où la température minimale (TN) est supérieure à 20°C entre 2020 à 2024 a été réalisée avec R.4.4.2 (ClimPACT2 package) pour voir les jours chauds. L'amplitude thermique diurne ($DTR = TX - TN$) a été réalisée par des températures maximales et minimales enregistrées quotidiennement, des précipitations journalières entre 2020 à 2024 avec R (ClimPACT2 package) pour voir les variabilités mensuelles. Enfin, la stabilité des températures maximales extrêmes : $TX_{95} = P_{95}(TX)$ où P_{95} représente le 95e percentile des températures maximales journalières pour une période donnée a été déterminée à l'aide des températures maximales journalières (TX) dans le logiciel R (ClimPACT2 package).

3. Résultats

3-1. Caractéristiques sociodémographiques des acteurs

L'analyse révèle une prédominance masculine significative dans l'échantillon (66,5 % hommes, 33,5 % femmes), particulièrement marquée à Bassila. La situation matrimoniale montre une forte cohésion sociale avec 96,8% des individus mariés ou en concubinage, sans différence notable entre les localités. L'économie locale est principalement axée sur le commerce (68,1 %) et l'exploitation forestière (28,7 %), répartis de manière homogène entre les localités, tandis que l'exploitation de produits forestiers en tant qu'activité secondaire est rare (2,1 %). L'engagement associatif est modéré, avec 43,1 % des individus membres d'une association, sans variation géographique significative. Le niveau d'éducation est globalement faible, avec 67,6 % des personnes sans éducation, particulièrement à Bassila et Natitingou, bien qu'il existe une tendance vers une différence entre les localités. Enfin, l'expertise dans l'exploitation de *l'Azelia africana* est ancienne et généralisée, avec 67,6 % des individus ayant plus de 10 ans d'expérience. Cette analyse montre un contexte socio-économique marqué par des activités traditionnelles et un faible accès à l'éducation, avec des implications pour les politiques locales. Le **Tableau 2** montre les caractéristiques sociodémographiques des enquêtés.

Tableau 2 : Caractéristiques sociodémographiques des enquêtés

Variables	Caractéristiques sociodémographiques en (%)				Pr (>F)	Total (%)
	Modalités	Natitingou	Bassila	Zogbodomey		
Sexe	Femme	9,0	11,2	13,3	0,018	33,5
	Homme	24,5	28,7	13,3		66,5
	Total	33,5	39,9	26,6		100
Situation matrimoniale	Mariée	33,5	38,3	25,0	0,148	96,8
	Veuf	0,0	1,6	1,6		3,2
	Total	33,5	39,9	26,6		100
Activité Principale	Commerçant	22,9	29,3	16,0	0,200	68,1
	Collecteur	0,5	1,6	0,0		2,1
	Exploitant	0,0	0,0	0,5		0,5
	forestier	9,6	9,0	10,1		28,7
	Cultivateur	0,5	0,0	0,0		0,5
	Total	33,5	39,9	26,6		100
Activité Secondaire	Exploitants de produits forestiers	0,5	1,6	0,0	0,318	2,1
	Total	33,5	39,9	26,6		100
Appartenance à une association	Non	21,8	19,1	16,0	0,116	56,9
	Oui	11,7	20,7	10,6		43,1
	Total	33,5	39,9	26,6		100
Niveau d'éducation	Aucun	22,9	28,7	16,0	0,061	67,6
	Ecole coranique	0,0	0,5	0,0		0,5
	Primaire	5,3	4,3	8,5		18,1
	Secondaire 1	4,3	4,8	1,6		10,6
	Secondaire 2	0,5	1,6	0,0		2,1
	Supérieur	0,5	0,0	0,0		0,5
	Technique et professionnel	0,0	0,0	0,5		0,5
	Total	33,5	39,9	26,6		100
Expérience dans l'exploitation d' <i>Afzelia africana</i>	5 à 10 ans	9,6	9,0	10,1	0,190	28,7
	Moins de 5 ans	0,5	0,0	0,5		1,1
	Moins de 5 ans	0,5	2,1	0,0		2,7
	Plus de 10 ans	22,9	28,7	16,0		67,6
	Total	33,5	39,9	26,6		100

3-2. Perception des acteurs sur l'adaptation d'*Afzelia africana* aux Changements Climatiques

Le tableau 3 présente une analyse approfondie des perceptions des acteurs locaux concernant l'adaptation de l'*Afzelia africana* face aux changements climatiques (CC), dans trois communes d'étude le long du gradient climatique : Natitingou Bassila, et Zogbodomey. L'étude révèle que les acteurs locaux perçoivent majoritairement l'*Afzelia africana* comme peu résistante aux changements climatiques (58,5 %), avec des disparités significatives ($p=0,014$) entre les régions climatiques : Bassila (23,4 %), Natitingou (16 %) et Zogbodomey (19,1 %). Par ailleurs, une part importante des acteurs dans les communes de Bassila (30,3 %) et Natitingou (25,5 %) constatent un changement dans la distribution d'*Afzelia africana*, contrairement à ceux de Zogbodomey (5,9 %), ce qui se traduit par une différence très significative ($p = 1,42e^{-10}$) des perceptions dans les zones d'étude. La connaissance des espèces végétales associées à l'espèce d'*Afzelia africana*, montre que 61,7 % des acteurs ont des connaissances traditionnelles sans une différence significative ($p = 0,844$) à travers le gradient climatique. La conversion des terres est perçue comme le principal facteur de menace par 59,6 % des acteurs montrant une différence significative ($p = 0,008$) le long du gradient climatique. Une modification de

la pédologie de la niche écologique est perçue par 76 % des acteurs. Les terres agricoles abandonnées sont identifiées comme les nouvelles niches écologiques par 44 % des acteurs (Bassila : 22 % ; Natitingou : 18,7 % ; Zogbodomey : 3,3 %). Par conséquent, l'espèce ligneuse *Afzelia africana* est jugée vulnérable, sa disparition est perçue surtout à Bassila et Natitingou, la conversion des terres est une menace majeure.

Tableau 3 : Perception des acteurs sur l'adaptation d'*Afzelia africana* aux Changements Climatiques

Perception des acteurs sur l' <i>Afzelia Africana</i>						
Perceptions	Modalités	Natitingou	Bassila	Zogbodomey	Pr (>F)	Total
Adaptation aux changements climatiques d' <i>Afzelia africana</i>	Peu résistant	16	23,4	19,1	0,014	58,5
	Résistant	3,2	4,8	0		8
	Très résistant	14,4	11,7	7,4		33,5
	Total	33,5	39,9	26,6		100
Changement dans la distribution	Non	8	9,6	20,7	1,42e⁻¹⁰	38,3
	Oui	25,5	30,3	5,9		61,7
	Total	33,5	39,9	26,6		100
Connaissance des espèces végétales associées	Non	13,8	14,4	10,1	0,844	38,3
	Oui	19,7	25,5	16,5		61,7
	Total	33,5	39,9	26,6		100
Facteurs de menaces	Conversion des terres	16	23,9	19,7	0,008	59,6
	Surexploitation	3,2	4,8	0		8
	Total	33,5	39,9	26,6		100
Modification de la pédologie	Non	10	12	2	1	24
	Oui	32	38	6		76
	Total	42	50	8		100
Détection des nouvelles niches écologiques	Zones arides récemment dégradées	2	2	0	1	4
	Terrains en pente exposés aux fortes pluies	2	4	0		8
	Terres agricoles abandonnées	18,7	22	3,3		44
	Zones de reforestation	4	4	0		8
	Zones anthropisées avec des plantations mixtes	7,3	8	0,7		16
	Zones aride	5,2	8	2,8		16
	Régions affectées par les changements climatiques	1,3	2	0,7		4
	Zones de restauration écologique	1,3	2	0,7		4
	Total	42	50	8		100

3-3. Paramètres climatiques (précipitations et températures) par gradient sur la période 1994 - 2024

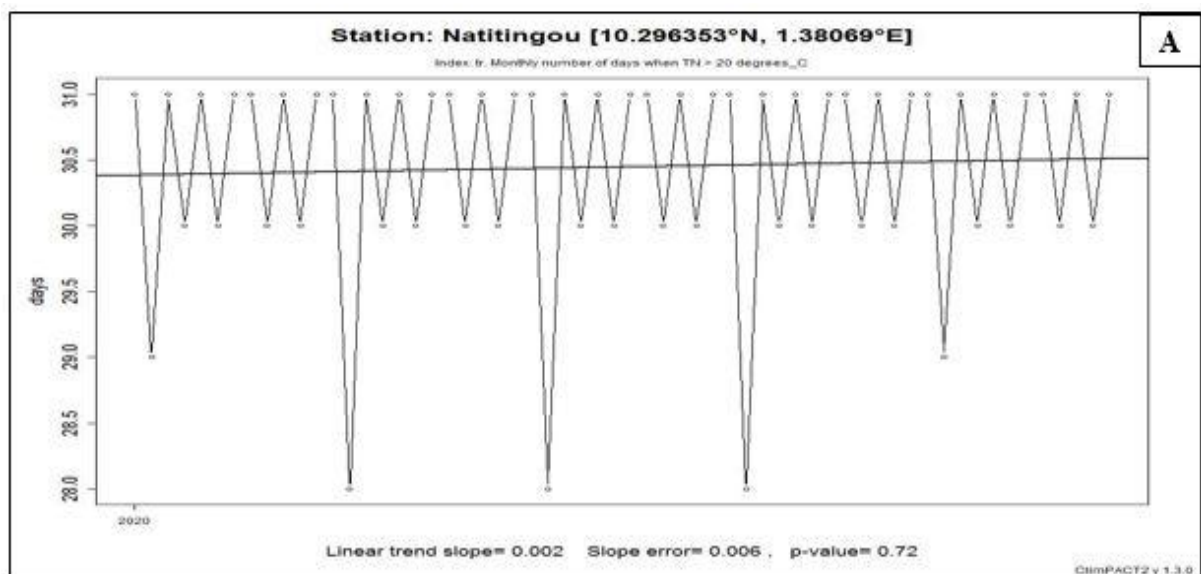
La figure 3 montre les paramètres climatiques (températures et précipitations) par gradient sur la période de 1994 à 2024 (figures A, B et C). En ce qui concerne la précipitation (Pmm), nous constatons des fortes variabilités interannuelles à travers des fluctuations plus marquées d'une année à l'autre le long du gradient climatique référant les espèces végétales d'*Afzelia africana*. A travers le gradient climatique, certaines années connaissent des baisses considérables dans les années 2001, 2009 et 2016 dans la commune de Natitingou ; 2005, 2011 et 2021 dans la commune de Bassila et 2013, 2020 et 2024 dans la commune de Zogbodomey. Les températures maximales (Tmax) oxillent entre 30° et 35°C sans une variation marquée à la hausse ou à la baisse suivant le gradient climatique dont spécifiquement dans les communes de Natitingou, Bassila et Zogbodomey. Il y a donc des légères variations interannuelles. Les températures minimales (Tmin) oxillent autour de 20°C avec des faibles variations sur les périodes étudiées. Il en résulte donc une divergence marquée entre les tendances de Tmax et Tmin, montrant une certaine incohérence thermique le long du gradient climatique (commune de Ntaitingou, Bassila et Zogbodomey).



Figure 3 : Paramètres climatiques (précipitations et températures) par gradient sur la période de 1994 à 2024

3-4. Évolution du nombre de jours par mois où la température minimale (TN) est supérieure à 20 °C

La **Figure 4** présente le nombre de jours mensuels où la température minimale (TN) est égale ou supérieure à 20 °C dans les communes d'étude (A : station Natitingou, B : station Bassila et C : station Zogbodomey). On observe des fluctuations saisonnières avec des pics et des creux, indiquant des périodes plus chaudes et plus fraîches. Les données sur les températures minimales supérieures à 20 °C dans les régions de Natitingou, Bassila et Zogbodomey montrent des tendances similaires avec des variations très marquées entre les zones climatiques. Cependant, malgré ces similitudes dans les statistiques, il existe des différences significatives dans les perceptions et les impacts entre les régions. Les acteurs locaux dans chaque zone peuvent avoir des expériences et des réactions différentes face à ces variations, influençant potentiellement la distribution d'*Afzelia africana* et d'autres espèces dans différents contextes environnementaux. En effet, les impacts des variations de température sur la distribution d'*Afzelia africana* sont significatifs et diversifiés selon la perception des acteurs locaux. Ils constatent que l'augmentation des températures minimales modifie les conditions de croissance de l'espèce, influençant sa répartition géographique. Les acteurs rapportent que des températures plus élevées favorisent l'expansion d'*Afzelia africana* dans certains écosystèmes, tandis que d'autres deviennent moins appropriées en raison de la chaleur excessive. De plus, ils observent une intensification de la compétition avec d'autres espèces mieux adaptées à ces nouvelles conditions, réduisant ainsi l'espace et les ressources disponibles pour *Afzelia africana*. Les acteurs soulignent également que des températures accrues, sans apport suffisant d'humidité, entraînent un stress hydrique qui affecte l'espèce, particulièrement dans les régions déjà vulnérables à la sécheresse. En outre, les variations de température influencent la distribution d'*Afzelia africana* selon les acteurs.



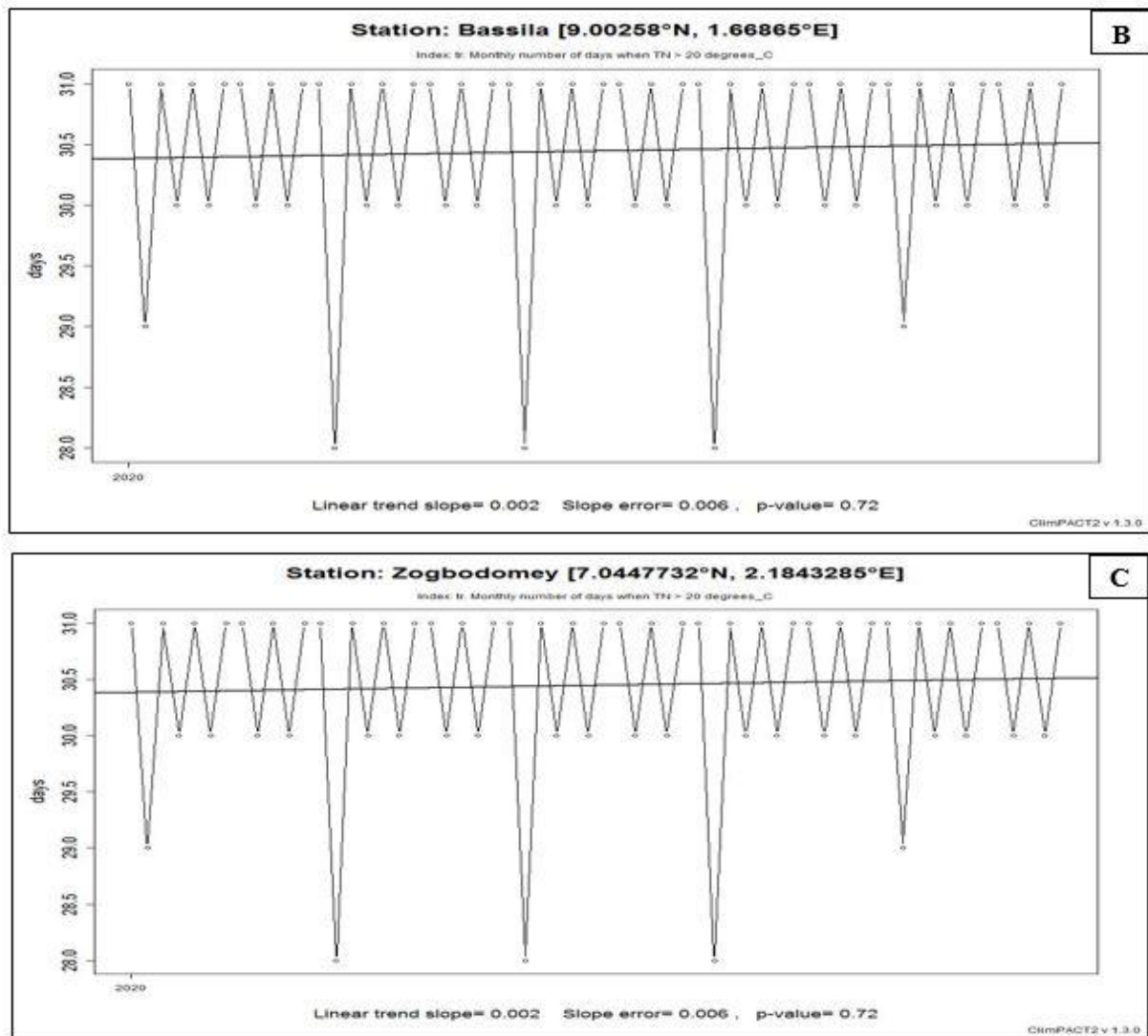


Figure 4 : Évolution du nombre de jours par mois où la température minimale (TN) est supérieure à 20°C

3-5. Amplitude thermique diurne

Les précipitations non nulles, la Température maximale (TX), la Température minimale (TN) et l'Amplitude thermique diurne (DTR) montrent les répartitions des valeurs mensuelles à travers des box plots. Pour les précipitations, les valeurs semblent constantes le long de l'année avec une médiane autour de 31,5-32 jours. Les variations saisonnières ne sont donc pas fortement marquées. Les températures maximales (TX) semblent assez stables sur l'année, avec une médiane autour de 21,5 - 22,2°C. Donc la variabilité mensuelle est légèrement visible et aucune tendance marquée. Les températures minimales (TN) varient avec une présence de dispersion importante et une variabilité légère en certaines périodes. L'amplitude thermique diurne (DTR) est stable. La divergence est assez homogène sur tous les mois. La **Figure 5** montre les variables climatiques (Précipitations, TX, TN et DTR).

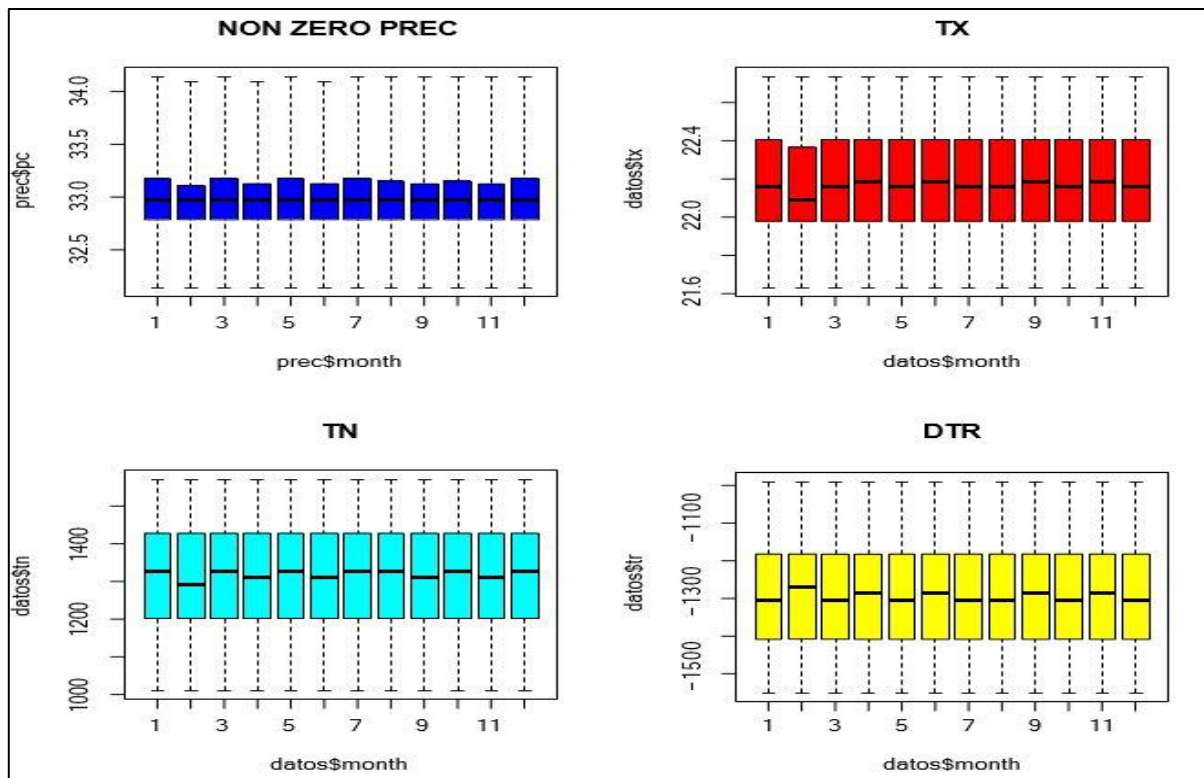
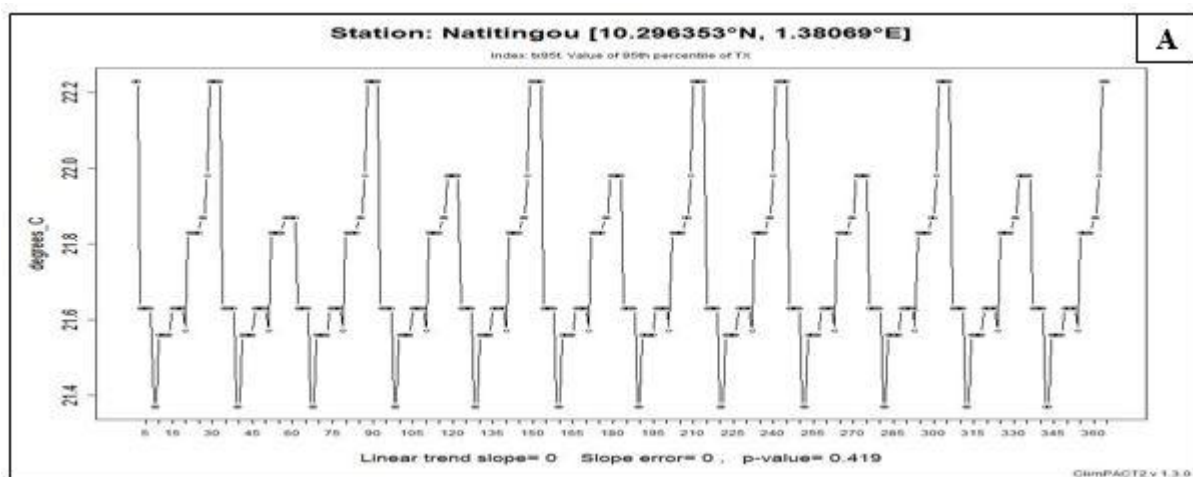


Figure 5 : Amplitude thermique diurne du gradient climatique

3-6. Stabilité des températures maximales extrêmes (tx95t)

Les box plots montrent une certaine variabilité à travers le gradient climatique, précisément dans les communes de Natitingou (*Figure A*), Bassila (*Figure B*) et Zogbodomey (*Figure C*). Aucune évolution détectée dans les valeurs du 95^e percentile de TX au fil du temps (pente de tendance = 0). Dans la commune de Natitingou ($p\text{-value} = 0,419$), de Bassila ($p\text{-value} = 0,158$) et de Zogbodomey ($p\text{-value} = 0,517$) indiquent que cette absence de tendance est statistiquement non significative ($p > 0.05$). La stabilité de la ligne de tendance suggère que les températures maximales extrêmes n'ont pas connu d'évolution. Donc, les variations observées peuvent être liées aux saisons, mais sans tendance claire à la hausse ou à la baisse. La *Figure 6* montre la stabilité des températures maximales extrêmes (tx95t).



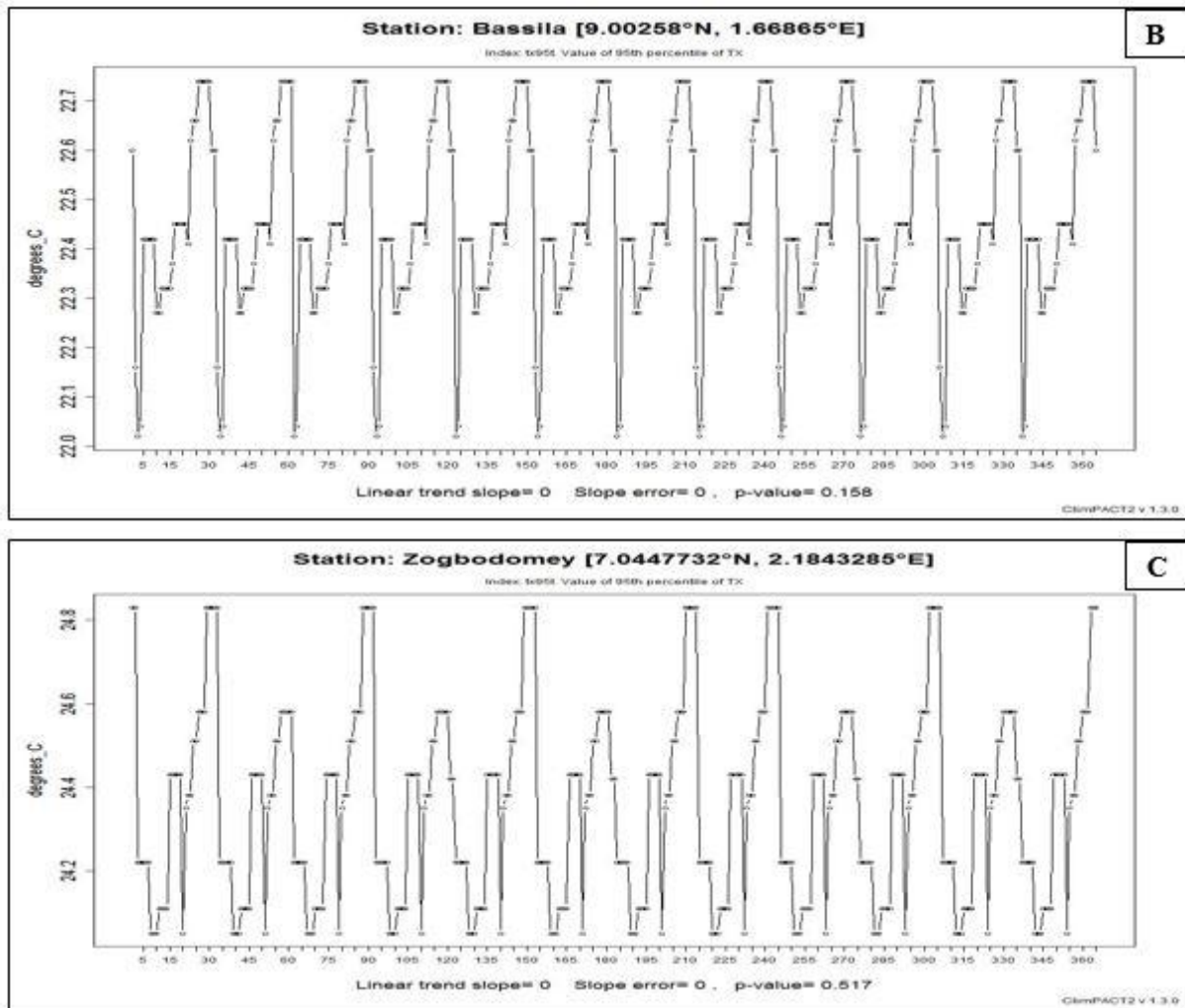


Figure 6 : Stabilité des températures maximales extrêmes (tx95t)

4. Discussion

Les perceptions des acteurs locaux sur la vulnérabilité d'*Afzelia africana* aux changements climatiques ainsi que les dynamiques socio-économiques et environnementales au Bénin, précisément dans les différentes communes (Natitingou, Bassila et Zogbodomey) le long du gradient climatique sont d'une grande réalité et donc perceptives. Les résultats révèlent une interaction complexe entre les facteurs écologiques, les pratiques socio-économiques et les connaissances traditionnelles. Le profil des acteurs enquêtés révèle un environnement marqué par des inégalités de genre (66,5 % d'hommes), une cohésion sociale forte (96,8 % mariés/en concubinage), et un faible accès à l'éducation (67,6 % sans éducation). Ces éléments influencent les perceptions des acteurs sur le phénomène étudié. Par exemple, [35] ont montré que les inégalités de genre et le faible niveau d'éducation limitent souvent l'adoption des pratiques innovantes en matière de gestion des ressources naturelles. L'économie locale, principalement axée sur le commerce (68,1 %) et l'exploitation forestière (28,7 %), explique en partie la pression sur l'*Afzelia africana*. Cette dépendance économique vis-à-vis des ressources naturelles est un phénomène répandu en Afrique de l'Ouest. Ces résultats corroborent à ceux de [36] dans leur analyse des perceptions locales des changements climatiques au Ghana. Cependant, l'expérience ancienne des acteurs (67,6 % avec plus de 10 ans d'expérience) représente un atout pour co-construire des stratégies de conservation intégrant les savoirs

locaux et les données scientifiques. Ces résultats sont similaires à ceux de [37] pour une approche préconisée dans leur étude sur les jardins familiaux en république du Bénin. Relativement à la perception des acteurs, la majorité (58,5 %) perçoit l'*Afzelia africana* comme peu résistante aux changements climatiques, avec des disparités significatives entre les communes ($p = 0,014$). Ces variations pourraient s'expliquer par les gradients climatiques locaux et les pressions anthropiques différenciées. Par exemple, à Bassila et Natitingou, où 30,3 % et 25,5 % des acteurs observent une modification de la distribution de l'espèce, les perturbations écologiques (déforestation, conversion des terres) semblent plus marquées qu'à Zogbodomey (5,9 %). Les divergences soulignent l'hétérogénéité des impacts climatiques et la nécessité d'approches adaptatives localisées. Ces résultats corroborent à ceux de [38] sur les impacts différenciés des changements climatiques sur les agroécosystèmes en Afrique de l'Ouest. Les facteurs de menace identifiés, tels que la conversion des terres (59,6 %) et les changements pédologiques (76 %), reflètent des dynamiques observées ailleurs dans la région. Par exemple, la conversion des terres pour l'agriculture et l'exploitation forestière est une menace majeure pour les écosystèmes dans la chaîne de l'Atacora au Bénin [39]. De même, l'émergence des terres agricoles abandonnées comme nouvelles niches écologiques (44 %) montre une résilience partielle de l'espèce, un phénomène également observé dans leurs études sur les systèmes agroforestiers au Bénin [40]. Les perceptions des auteurs sur les changements climatiques sont en accord avec les tendances des données climatiques [41, 42]. L'espèce ligneuse *Afzelia africana* est jugée vulnérable, sa disparition est perçue surtout à Bassila et Natitingou. La stabilité des températures maximales extrêmes (tx95t) n'a pas connu d'évolution le long du gradient climatique et l'amplitude thermique diurne (DTR) est stable avec des variations.

5. Conclusion

En somme, la perception des populations sur la distribution et les nouvelles niches écologiques d'*Afzelia africana* face aux changements climatiques et aux pressions anthropiques s'avère primordiale dans la préservation de la biodiversité. Les terres agricoles abandonnées sont identifiées comme les nouvelles niches écologiques des acteurs. L'espèce ligneuse *Afzelia africana* est jugée vulnérable, sa disparition est perçue surtout à Bassila et Natitingou, la conversion des terres (facteurs de menaces) est une menace majeure. Les facteurs climatiques dont les températures et les précipitations varient considérablement d'une zone climatique à une autre sur l'espèce d'*Afzelia africana*. La température minimale (TN), l'amplitude thermique diurne (DTR) et la stabilité des températures maximales extrêmes (tx95t) montrent également des variations le long du gradient climatique sur l'espèce d'*Afzelia africana*.

Références

- [1] - GIEC, Bilan des changements climatiques : Les bases scientifiques physiques. *In Quatrième rapport d'évaluation de GIEC*. 2 février 2007, France, (2007)
- [2] - D. ROJAS-RUEDA, A. DE NAZELLE, M. TAINIO & M. J. NIEUWENHUIJSEN, The health risks and benefits of cycling in urban environments compared with car use : Health impact assessment study. *Bmj*, 343, (2011) 1 - 8
- [3] - FAO, Plan of action for reducing incidental catch of seabirds in longline fisheries. Rome: *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, (1998) 79 p.
- [4] - J. HEUBES, M. SCHMIDT, B. STUCH, J. R. GARCÍA MÁRQUEZ, R. WITTIG & G. ZIZKA, The Projected Impact of Climate and Land Use Change on Plant Diversity: An Example from West Africa. *Journal of Arid Environments*, 96 (2013) 48 - 54
- [5] - IPCC, Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A : Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, (2014) 32 p.

- [6] - R. BELLEFONTAINE, Synthèse des espèces des domaines sahélien et soudanien qui se multiplient naturellement par voie végétative, (1997) 104 p.
- [7] - A. B. BERDANIER & J. S. CLARK, How Much Water Trees Access and How It Determines Forest Response to Drought. *AGU Fall Meeting Abstracts*, (2015) GC41C - 1104
- [8] - B. L. PHILLIPS, G. P. BROWN, J. K. WEBB & R. SHINE, Invasion and the evolution of speed in toads. *Nature*, 439 (7078) (2006) 803 - 803
- [9] - R. BUSBY, R. INGRAM, R. BOWRON, J. OLIVER & B. LYONS, Teaching elementary children with autism : Addressing teacher challenges and preparation needs. *The Rural Educator*, 33 (2) (2012) 27 - 35
- [10] - P. MAYAUX, E. BARTHOLOMÉ, S. FRITZ & A. BELWARD, A new land-cover map of Africa for the year 2000. *Journal of Biogeography*, 31 (6) (2004) 861 - 877
- [11] - B. VIRA, C. WILDBURGER & S. MANSOURIAN, Forests, trees and landscapes for food security and nutrition : A global assessment report. *IUFRO World Serie*, 33 (2015) 166 - 172
- [12] - U. SCHUMANN, B. WEINZIERL, O. REITEBUCH, H. SCHLAGER, A. MINIKIN, C. FORSTER, R. BAUMANN, T. SAILER, K. GRAF & H. MANNSTEIN, Airborne observations of the Eyjafjalla volcano ash cloud over Europe during air space closure in April and May 2010. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11 (5) (2011) 2245 - 2279
- [13] - A. ZIZKA, A. THIOMBIANO, S. DRESSLER, B. M. NACOLMA, A. OUÉDRAOGO, I. OUÉDRAOGO, O. OUÉDRAOGO, G. ZIZKA, K. HAHN & M. SCHMIDT, Traditional plant use in Burkina Faso (West Africa) : A national-scale analysis with focus on traditional medicine. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11 (1) (2015) 1 - 10
- [14] - O. TEKA, J. VOGT & B. SINSIN, Impacts de l'élevage sur les ligneux fourragers et contribution à la gestion intégrée de *Khaya senegalensis* et *Azelia africana*, deux espèces menacées d'extinction dans la région des Monts-Kouffé au Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 55 (2007) 25 - 26
- [15] - P. OLSSON, V. GALAZ & W. J. BOONSTRA, Sustainability transformations : A resilience perspective. *Ecology and society*, 19 (4) (2014) 1 - 13
- [16] - B. SINSIN, O. EYOG MATIG, A. E. ASSOGBADJO, O. G. GAOUÉ & T. SINADOUWIROU, 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) (2004) 1555 - 1570
- [17] - O. I. AMAHOWE, S. S. BIAOU, A. K. NATTA & R. O. BALAGUEMAN, Multiple disturbance patterns and population structure of a tropical tree species, *Azelia africana* (Leguminosae—Caesalpinioideae), in two contrasting bioclimatic zones of the Republic of Benin. *Southern Forests : A Journal of Forest Science*, 80 (2) (2018) 95 - 103
- [18] - A. S. L. DONKPEGAN, R. PIÑEIRO, M. HEUERTZ, J. DUMINIL, K. DAÏNOU, J. DOUCET & O. J. HARDY, Po widespread African savannah trees *Azelia africana* and *Azelia quanzensis* reveals no significant pa distribution ranges. *American Journal of Botany*, 107 (3) (2020) 498 - 509
- [19] - S. B. KAKPO, D. R. Y. TESSI, A. J. GBETOHO, A. K. AOUDJI & J. C. GANGLLO, Répartition spatiale de *Cola millenii* K. Schum., *Dialium guineense* Wild. Et *Azelia africana* Smith ex Pers. Dans les forêts secondaires du Sud Benin (Afrique de l'Ouest). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12 (1) (2018) 353 - 362
- [20] - L. H. BALIMA, B. M. I. NACOLMA, S. S. DA, A. OUÉDRAOGO, D. SORO & A. THIOMBIANO, Impacts of climate change on the geographic distribution of African oak tree (*Azelia africana* Sm.) in Burkina Faso, West Africa. *Heliyon*, 8 (1) (2022) e08690
- [21] - S. ADJOLOHOUN, J. BINDELLE, C. ADANDÉDJAN & A. BULDGEN, Some suitable grasses and legumes for ley pastures in Sudanian Africa : The case of the Borgou region in Benin. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 12 (4) (2008) 405 - 419

- [22] - A. R. A. SALIOU, M. OUMOROU & B. A. SINSIN, Modélisation des niches écologiques des ligneux fourragers en condition de variabilité bioclimatique dans le moyen-bénin (Afrique de l'Ouest). *Revue d'Ecologie*, 70 (4) (2015) 342 - 353
- [23] - C. SÈWADÉ, A. F. AZIHOU, A. B. FANDOHAN, T. D. HOUEHANOU & M. HOUINATO, Diversité, priorité pastorale et de conservation des ligneux fourragers des terres de parcours en zone soudano-guinéenne du Bénin. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 20 (2) (2016) 113 - 129
- [24] - S. MENSAH, T. D. HOUEHANOU, E. A. SOGBOHOSSOU, A. E. ASSOGBADJO & R. G. KAKAI, Effect of human disturbance and climatic variability on the population structure of *Afzelia africana* Sm. Ex pers. (Fabaceae—Caesalpinioideae) at country broad-scale (Bénin, West Africa). *South African Journal of Botany*, 95 (2014) 165 - 173
- [25] - INSAE, Effectifs de la population des villages et quartiers de ville du Benin (RGPH-3). *Cotonou, Benin*, (2013) 85 p.
- [26] - A. AKOËGNINOU, W. J. VAN DER BURG & M. L. J. G. VAN DER, *Flore Analytique du Bénin*, (2006)
- [27] - W. BONOU, R. GLÈLÈ KAKAI, A. E. ASSOGBADJO, H. N. FONTON & B. SINSIN, Characterisation of *Afzelia africana* Sm. habitat in the Lama forest reserve of Benin. *Forest Ecology and Management*, 258 (2009) 1084 - 1092
- [28] - L. R. GLÈLÈ KAKAI, A. E. ASSOGBADJO & B. SINSIN, *Afzelia africana*: Caesalpinaceae. *ResearchGate*, (2010) 75 - 76
- [29] - B. A. BATIONO, S. J. OUEDRAOGO & S. GUINKO, Longévité des graines et contraintes à la survie des plantules d'*Afzelia africana* Sm. dans une savane boisée du Burkina Faso. *Ann. For. Sci.*, 58 (2001) 69 - 75
- [30] - F. WHITE, "The Vegetation Map of Africa. UNESCO, Paris, (1993) 1 - 356 p.
- [31] - A. B. N. N'DRI, J. GIGNOUX, A. DEMBELE & S. KONATE, "Short term effects of fire intensity and fire regime on vegetation dynamic in a tropical humid savanna (Lamto, central Côte d'Ivoire). *Natural Science*, 4 (2012) 1056 - 1064
- [32] - IUCN, Guidelines for Protected Area Management Categories. Gland et Cambridge: UICN, (1994)
- [33] - S. G. C. ADJAHOSSOU, G. N. GOUWAKINNOU, D. T. HOUEHANOU, A. I. SODE, A. S. YAOITCHA, M. R. B. HOUINATO & B. SINSIN, Efficacité des aires protégées dans la conservation d'habitats favorables prioritaires de ligneux de valeur au Bénin. *Bois et forêts des tropiques*, 328 (2) (2016) 67 - 76
- [34] - P. DAGNELIE, Statistiques théoriques et appliquées. Tome 1 : Statistique descriptive et bases de l'inférence statistique. De Boeck et Larcier. Belgique, (1998)
- [35] - C. A. M. S. DJAGOUN & B. SINSIN, Wildlife hunting and local livelihoods : A case study from the Pendjari Biosphere Reserve, Benin. *Human Ecology*, 37 (5) (2009) 597 - 606
- [36] - S. N. A. CODJOE, G. OWUSU & V. BURKETT, Perception, experience, and indigenous knowledge of climate change and variability : The case of Accra, Ghana. *Environment and Urbanization*, 26 (1) (2014) 1 - 16
- [37] - R. C. GBEDOMON, V. K. SALAKO, A. B. FANDOHAN, A. F. R. IDOHOU, R. K. GLÈLÈ & A. E. ASSOGBADJO, Functional diversity of home gardens and their agrobiodiversity conservation benefits in Benin, West Africa. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 13 (66) (2017) 1 - 15
- [38] - F. NOULÈKOUN, J. P. A. LAMERS & J. B. NAAB, Climate change impacts on agro-ecosystems and adaptation strategies in West Africa. *Sustainability*, 9 (8) (2017) 1367
- [39] - A. ZANNOU, N. AHO & S. TOVIGNAN, Land use change and its impacts on ecosystem services in the Atacora Chain of Mountains, Northwestern Benin. *Journal of Environmental Management*, 213 (2018) 1 - 10
- [40] - N. SOKPON & V. AGBO, Dynamique des systèmes agroforestiers à base de karité et de néré au Bénin. *Bois et Forêts des Tropiques*, 280 (2) (2004) 39 - 50
- [41] - D. MADDISON, Environmental Kuznets curves : A spatial econometric approach. *Journal of Environmental Economics and management*, 51 (2) (2006) 218 - 230
- [42] - G. A. GBETIBOUO, Understanding farmer's perceptions and Adaptations to Climate Change and variability. The case of the Limpopo Basin, South Africa. IFPRI Discussion Paper 00849, (2009) 41 p.