



Tendances climatiques, perceptions des gestionnaires des parcs à karité sur la productivité du karité (*Vitellaria paradoxa*) au Bénin.

Avaligbé Yasminath Judith Follone¹, Gnganglè Césaire Paul⁴, Yabi Ibouraima³, Bello Orou Daouda¹, Ahoton Essèhou Léonard², Saïdou Aliou¹

¹Unité de Recherche sur la Gestion Durable des sols et des cultures (ISCM), Laboratoire des Sciences du Sol, Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 04 BP 1510 Cadjèhoun Cotonou, Bénin

²Laboratoire de Biologie Végétale, Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi

³Laboratoire Pierre PAGNEY « Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE) », Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DAGT), Faculté des Sciences Humaines et Sociales (FASHS), Université d'Abomey-Calavi (UAC, Bénin).

⁴Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. 01 BP 988 RP, Cotonou 01, Bénin

Original submitted in on 4th December 2020. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 31st January 2021
<https://doi.org/10.35759/JABs.157.9>

RESUME

Objectifs : l'objectif de la présente étude était d'analyser les perceptions des gestionnaires des parcs à karité sur les effets du changement climatique sur la productivité des arbres de karité tout le long du gradient climatique au Bénin.

Méthodologie et Résultats : 420 gestionnaires des parcs à karité dans les communes de Bohicon (au sud), Savè (au centre), Parakou, Bembèrèkè et Kandi (au nord) ont été soumis à un questionnaire semi-structuré relative aux caractéristiques sociodémographiques des personnes enquêtées, aux tendances des facteurs climatiques, aux indicateurs d'appréciation de l'effet des changements climatiques sur la productivité du karité et aux stratégies d'adaptation développées. Une analyse en composante principale suivi d'une analyse factorielle des correspondances ont été faites. Ensuite, une régression logistique polychotomique ordinale a été utilisée en vue d'étudier les déterminants de l'adoption des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique par les gestionnaires des parcs à karité. Les résultats ont montré que la température (38,65%), la pluviométrie (50,27%) et les vents violents (2,43%) sont les facteurs climatiques affectant négativement la productivité des arbres selon personnes enquêtées. L'association du karité avec les cultures annuelles et l'entretien périodique des peuplements ont été les principales stratégies d'adaptation au changement climatique développées respectivement par 98,33% et 48,55% des personnes enquêtées. La zone agroécologique, le sexe des gestionnaires des parcs à karité, l'appartenance à une organisation paysanne et la densité des arbres de karité ont influencé significativement ($p < 0,05$) le choix des stratégies d'adaptation développées.

Conclusion et Application des Résultats : La variation des facteurs climatiques a provoqué selon les personnes enquêtées l'avortement des fleurs et par conséquent une diminution du rendement en noix des arbres. Le choix des stratégies d'adaptation par les gestionnaires des parcs à karité aux changements climatiques est fonction de la zone agroécologique, du sexe des gestionnaires des parcs à karité, de l'appartenance à une organisation paysanne et de la densité des arbres de karité. L'étude suggère une

analyse de l'efficacité de ces stratégies d'adaptation afin de mettre en place des paquets technologiques garantissant la durabilité de ce système agroforestier.

Mots clés : Stratégie d'adaptation, facteurs climatiques, phénologie des arbres, systèmes agroforestier.

Climate trends, perceptions of the shea park managers on the productivity of shea (*Vitellaria paradoxa*) in Benin.

ABSTRACT

The objective of the present study was to analyze the perceptions of shea park managers of the effects of climate change on the productivity of shea trees along the climatic gradient in Benin.

Methodology and Results: 420 shea-park managers in the municipalities of Bohicon (located in the south), Savè (located in the centre), Parakou, Bembèrèkè and Kandi (located in the north) were subjected to a semi-structured questionnaire. Socio-demographic characteristics of the people surveyed, trends in the climatic factors, criteria used to appreciate effect variability of climate parameters on shea trees' productivity and the adaptation strategies developed were data collected. These data were analyzed using principal component analysis and correspondence factorial analysis. Then, an ordinal polychotomic logistic regression was used to assess the determinants of the adoption of the adaptation strategies to climate change by shea park managers. The results showed that temperature (38.65% of the respondent), rainfall (50.27% of the respondent) and wind (2.43% of the respondent) are climatic factors affecting negatively trees' productivity. Intercropping of shea tree with annual crops and regular maintenance of the trees were the main adaptation strategies to climate change developed by 98.33% and 48.55% of the respondents respectively. The agroecological zone, gender of the shea park managers, membership of farmer organization and density of shea trees significantly influenced ($p < 0.05$) the choice of the adaptation strategies developed.

Conclusion and Application of Results: The variation in climatic factors caused, according to the people surveyed, abortion of flowers and consequently a decrease in the trees' nut yield. The choice of an adaptation strategies by shea trees park managers to climate change depends on the agroecological zone, gender of the managers, membership of farmers' organization and density of shea trees. We suggested an analysis of the effectiveness of these adaptation strategies in order to develop crop management technology that guarantee the sustainability of this agroforestry system.

Keywords: Adaptation strategy, climatic factors, tree phenology, agroforestry systems.

INTRODUCTION

Le karité (*Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn) est une espèce végétale endémique à l'Afrique qui pousse de façon naturelle (Hall, 1996). La production du karité permet de résoudre simultanément les problèmes d'ordre économique, social et environnemental (Baco, 2015). Au Bénin, le karité constitue une alternative économique au coton. En effet, au Bénin le classement des produits agricoles d'exportations fait ressortir le karité au troisième rang après le coton et l'anacarde (Gnanglè, 2017). A l'échelle internationale, le Bénin est le quatrième pays producteur du karité. Sa production contribue pour 0,3% de la richesse nationale (Dah Dovonon et Gnanglè, 2006 ; Gnanglè, 2017). Au plan

environnemental, les parcs à karité contribuent à la reconstitution des espaces agricoles dégradés et aussi à la réduction de l'émission du CO₂ (Saidou et al., 2012). La production du karité varie ces dernières années malgré l'augmentation des superficies exploitées. Selon la FAO (2018), la production mondiale du karité est évaluée en 2003 à 731 740 tonnes pour une superficie de 379 034 ha alors qu'en 2018, on a noté une production de 496 657 tonnes pour une superficie exploitée de 570 288 ha. Cet état de chose s'explique en partie par l'influence du changement climatique qui constitue une contrainte à la production du karité (Aleza et al., 2015). L'impact direct du changement

climatique est observé sur la production agricole, car le système agricole est tributaire du climat (Boko et al., 2007). En Afrique de l'ouest, les agriculteurs notent qu'en fonction des cultures et des zones, la baisse de la pluviométrie, les hausses de température et les vents violents entraînent une diminution de 30-50 % de la production agricole (Mertz et al., 2009). Les effets néfastes des changements climatiques associées aux fortes pressions anthropiques provoquent le dessèchement et la mortalité des ligneux, la baisse de la production fruitière, le tarissement précoce des cours d'eau, et la dégradation du couvert végétal (Bambara et al., 2013). Au Bénin, Gnganglè et al., 2012 ; Bello et al., 2017 ont noté que les indicateurs de la manifestation du changement climatique utilisés par les populations locales sont : la baisse et les irrégularités des pluies, le démarrage tardif ou précoce de la saison des pluies, l'arrêt précoce des pluies et les fréquences élevées des poches de sécheresse au cours de la saison. En Afrique subsaharienne et au Sud-Asie, pour répondre aux conséquences néfastes du changement climatique, les producteurs adoptent des stratégies d'adaptation dont les plus répandues sont : l'adoption variétale, l'utilisation des techniques de conservation des sols et eaux, les amendements organiques et la modification des dates de semis des cultures annuelles (Ouédraogo et al., 2010 ; Gnganglè et al., 2012 ; Balogoun et al., 2016 ; Bello et al., 2017). Ces différents travaux ont

MATERIELS ET METHODES

La présente recherche a été conduite dans cinq communes du Bénin abritant les parcs à karité (Figure 1). Le choix de ces communes a été fait en tenant compte de l'aire de distribution du karité au Bénin. En effet, selon Gnganglè (2005), les parcs à karité sont répartis suivant les trois zones climatiques que compte le pays à savoir : la zone Soudanienne (9°45' - 12°25'N) comportant les parcs à karité de Kandi et Bembèrèkè, la zone Soudano-Guinéenne (7°30' - 9°45'N) comportant

permis d'étudier les perceptions des producteurs sur le changement climatique, les impacts environnementaux et agricoles, et les mesures d'adaptation développées. Cependant, aucune étude sur les effets des facteurs du climat sur la phénologie et la productivité du karité dans les différents parcs du Bénin n'a encore été réalisée. Une telle étude permettra de mieux comprendre les fondements des mesures d'adaptation adoptées par les gestionnaires des parcs à karité vis-à-vis du changement climatique. L'objectif général de la présente recherche était d'analyser les perceptions des gestionnaires des parcs à karité des effets du changement climatique sur la productivité des arbres à karité tout le long du gradient climatique du Bénin. De façon spécifique elle vise à : i) analyser les tendances évolutives des paramètres climatiques (nombre de jour de pluie et vitesse du vent) en relation avec les perceptions des gestionnaires des parcs à karité, ii) analyser l'influence de la variation des facteurs climatiques sur les différents stades phénologiques et la production de fruits des arbres de karité telle que perçus par les groupes socioculturels, iii) déterminer les stratégies d'adaptation développées par ceux-ci pour mitiger les effets du changement climatique suivant les groupes socio-culturels et iv) identifier les facteurs déterminants l'adoption des stratégies d'adaptation par les gestionnaires des parcs à karité face au changement climatique.

les parcs à karité de Savè et Parakou et la zone Guinéenne (6°25' - 7°30'N) comportant le parc à karité de Bohicon. La zone soudanienne est caractérisée par une pluviométrie unimodale inférieure à 1000 mm, une humidité relative moyenne de 54,9 % et une température moyenne de 27,5°C. Les sols ferrugineux tropicaux sont dominants dans la zone. La végétation est principalement composée de savanes arborées.

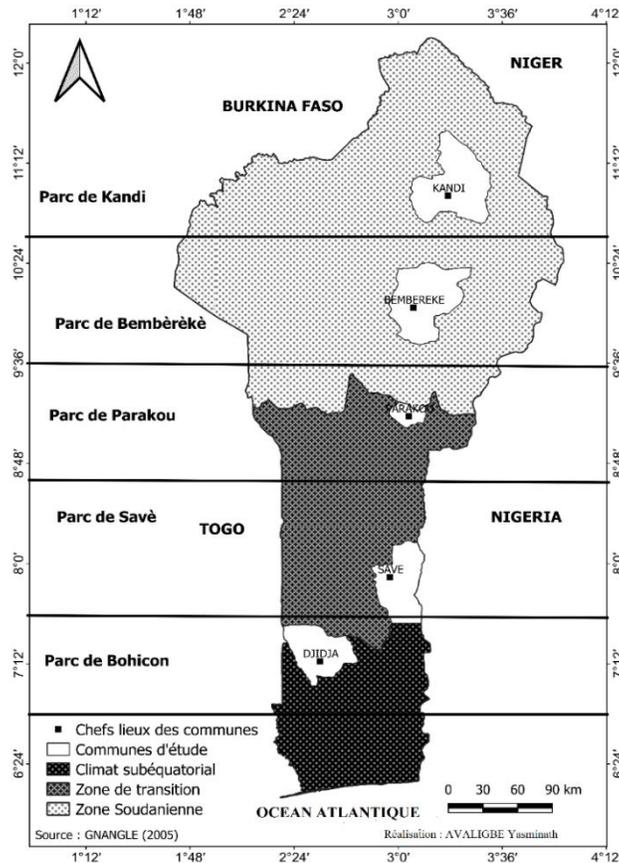


Figure 1 : Localisation des différents parcs à karité et communes enquêtées

La zone soudano-guinéenne appelée zone de transition (entre le climat soudanien et guinéen) présente également une pluviométrie unimodale de nos jours, avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1000 mm. La température moyenne annuelle varie entre 21,2°C et 32,5°C et l'humidité relative moyenne est comprise entre 45,5 % et 87,1 %. Les sols principalement rencontrés sont de type ferrugineux tropicaux de fertilité variable et une végétation caractérisée par une mosaïque de forêt claire et de savane arbustive à arborée avec des galeries forestières le long des cours d'eau. Dans la zone guinéenne, la pluviométrie est bimodale avec une moyenne annuelle de 1200 mm. La température moyenne varie entre 25 et 29°C et l'humidité relative entre 69 et 97 %. Les sols ferrallitiques sont dominants dans cette zone. L'économie de ces différentes zones d'étude est essentiellement agricole avec une dominance des cultures annuelles comme le sorgho, le mil, le maïs, le riz, le manioc, l'igname, les légumineuses (arachide, pois d'angole, soja, niébé) et les cultures maraîchères. Les vergers constitués de manguiers ou

d'anacardiens alternent avec les parcs agroforestiers de karité et néré.

Collecte de données : Pour conduire les enquêtes et dans le souci d'obtenir une bonne couverture de la zone d'étude et de prendre en compte les zones marginales de production, 21 villages ont été sélectionnés au hasard à travers les différentes communes et aires ethniques (Tableau 1). Ces villages ont été sélectionnés en mettant un accent sur le niveau de production de noix de karité obtenu au niveau des statistiques nationales. Dans chaque village, 20 gestionnaires de parc à karité ont été sélectionnés sur la liste des producteurs disponible au niveau des services de vulgarisation agricole soit un total de 420 gestionnaires de parc à karité. Le choix de ces derniers a été fait selon la technique d'échantillonnage stratifié (multi-stage sampling technique) (Denkyirah *et al.*, 2016). Cette technique d'échantillonnage a permis de concevoir une base de sondage plus petite pour réaliser l'étude. Elle est pratique en termes de coût et permet de gagner du temps. Les données collectées sont : les caractéristiques sociodémographiques des gestionnaires de parcs à karité, les indicateurs

d'appréciation de l'effet des changements climatiques sur la productivité du karité, les tendances des facteurs climatiques dans les différentes zones d'études et les perceptions des gestionnaires des parcs à karité de l'influence des changements climatiques sur la productivité du karité. Pour des nécessités de comparaison entre déclarations paysannes et les

informations scientifiques, les données climatiques (nombre de jours de pluie et vitesse du vent) de 1985 à 2015 ont été collectées au niveau des stations synoptiques de Bénin Météo installées dans la zone d'étude. Notons que des études récentes ont déjà pris en compte la pluviométrie et la température sur la période indiquée (Bello et al., 2016).

Tableau 1 : Répartition des villages enquêtés par parcs à karité

Parcs à karité	Limites du parc	Villages enquêtés
Bohicon	Bohicon - Dassa	Djidja Dan Agouna
Savè	Glazoué sud - Tchaourou	Dani Okeowo Monka
Parakou	Parakou - N'dali Parakou - Djougou	Tékparou Sirarou Kpessou
Bembèrèke	Bembéréké - Gogounou	Bagou Ouèrè Sori Béroubouay Guessou – Sud Ina Gamian Kpédarou Baroua
Kandi	Kandi - Karimama Kandi - Banikoara	Bensékou Kassakou Kokey I

Analyses statistiques des données d'enquête. : La hiérarchisation des facteurs climatiques indiquant la variabilité du climat selon les gestionnaires des parcs à karité a été déterminé par les fréquences relatives des

réponses données par les enquêtés sur le choix des facteurs climatiques. Pour chaque facteur, la fréquence de citation a été calculée comme suit :

$$\text{Fréquence de citation} = \frac{\text{Fréquence relative du facteur climatique}}{\text{Nombre total des personnes enquêtées}} * 100$$

L'analyse de la perception des gestionnaires des parcs à karité sur les paramètres climatiques affectant la productivité du karité dans les différents parcs a été fait à travers une analyse en composantes principales (ACP) (Uguru et al., 2011 ; Bello et al., 2017) tout en considérant les groupes socioculturels. À cet effet, un regroupement des sujets enquêtés ont été réalisé suivant les principaux groupes socioculturels à savoir : Bariba, Ditamari, Bô, Peulh, Mahi, Tchabè et Fon. Dans chaque groupe, les personnes enquêtées ont été

regroupées suivant trois catégories d'âge : les jeunes (âge < 50 ans), les adultes (âge compris entre 50 et 70 ans) et les personnes âgées (âge > 70 ans) (Gnanglè et al., 2011). Au total 42 catégories socio-culturelles ont été considérées prenant en compte le groupe ethnique, l'âge et le sexe des personnes enquêtées. Pour analyser les stratégies d'adaptation mise en place par les gestionnaires des parcs enquêtés, la même démarche analytique liée à l'établissement des groupes socioculturels a été effectuée à travers une Analyse

Factorielle des Correspondances (AFC). Le logiciel MINITAB 17 a été utilisé pour la réalisation de l'ACP et de l'AFC. Les déclarations des personnes enquêtées ont été comparées avec les données climatiques de la zone d'étude.

Traitement des données climatiques : Pour mettre en évidence le caractère stationnaire ou non des séries chronologiques entre 1985 et 2015 de chacun des paramètres climatiques par zone, l'ajustement linéaire portant sur l'analyse de tendance (Bowerman et O'Connell, 1993) a été effectué. Cette tendance évolutive a été appréciée en tenant compte des

équations de régression et du coefficient de détermination R² (Rimi et al., 2011 ; Bello et al., 2016). Notons que les tendances des facteurs climatiques : pluie et température ont été déjà étudiées par Bello et al. (2016) au Bénin mais ceci en relation avec les plantations d'anacardier. Afin de réduire les erreurs provenant des données liées aux mesures et mieux visualiser les périodes de vents violents et doux, celles du nombre de jours de pluies élevée et faible, les indices ou variables centrées réduites ont été calculées à partir de la formule utilisée par Lamb (1982) :

$$IV = \frac{(Xi - Xm)}{\sigma}$$

Avec IV = Indice vitesse du vent (ou du nombre de jours de pluies pour les données du nombre de jours de pluies INJP)

Xi (m/s) = vitesse de vent (ou nombre de jours de pluie, pour une station pendant une année i)

Xm (mm) = Moyenne annuelle de la vitesse de vent (ou nombre de jours de pluie à la station) pendant la période d'étude, σ = écart-type de la vitesse du vent ou du nombre de jours de pluie de cette période.

RESULTATS

Caractéristiques socio-économiques des gestionnaires des parcs à karité : Les résultats de l'analyse descriptive des variables socio-économiques des gestionnaires des parcs à karité sont présentés dans le Tableau 2. Les gestionnaires des parcs à karité sont à majorité des hommes (76,22 % des personnes enquêtées). La grande partie des parcs à karité sont détenus par les autochtones (85,33 % des personnes enquêtées) qui sont en majorité mariés (92,7% des personnes enquêtées) et ne sont pas pour la plupart instruits (90,93% des personnes enquêtées). Le groupe socio-culturel dominant est le Bariba (27,73% des personnes enquêtées). En plus de l'agriculture (activité principale des personnes enquêtées), tous les gestionnaires des parcs à karité interrogés pratiquent des activités secondaires dont le commerce et l'élevage. L'héritage est le mode de faire valoir dominant (93,51%

des personnes enquêtées) dans la zone d'étude. Les résultats de l'analyse de la variance effectuée ont montré que l'âge des gestionnaires des parcs à karité enquêtés varie significativement ($p < 0,01$) d'un parc à un autre (Tableau 3). Le nombre d'année d'expérience dans la gestion des parcs à karité de la majorité des gestionnaires enquêtés est supérieur à 20 ans et diffère très significativement ($p < 0,01$) par rapport à celui des gestionnaires du parc de Kandi. La superficie des parcelles abritant les parcs à karité varie très significativement ($p < 0,001$) d'une zone de production à une autre. La superficie moyenne des peuplements de karité est comprise entre 3,80 et 11,5 ha. De même, les parcs à karité de Kandi ont présenté des densités de peuplement significativement ($p < 0,001$) plus élevée que les autres parcs parcourus.

Tableau 2 : Caractéristiques socio-économiques des gestionnaires des parcs à karité

Variable	Modalités	Pourcentage des personnes enquêtées (%)				
		Bohicon N=60	Savè N=60	Parakou N=60	Bembèrèkè N=180	Kandi N=60
Parcs						
Sexe	Féminin	36,67	25	13,33	17,22	26,66
	Masculin	63,33	75	86,67	82,78	73,33
Age	Age < 50 ans	40	50	48,33	34,44	23,33
	50 < Age < 70 ans	43,33	40	38,33	48,33	53,33
	Age > 70 ans	16,67	10	13,33	17,22	23,33

Origine	Autochtones	90	95	90	83,34	85
	Migrants	10	5	10	16,66	15
Groupe socio-culturels	Bariba	0	0	71,67	25	26,67
	Bo	0	0	8,33	18,889	41,67
	Ditamari	0	5	10	40,56	15
	Peulh	0	7,5	10	15,56	16,67
	Fon	70	0	0	0	0
	Mahi	23,33	52,5	0	0	0
	Nago	6,67	35	0	0	0
Niveau d'instruction	Aucun	90	85	86,67	93,89	98,33
	Primaire	6,67	10	10	5	1,67
	Secondaire	3,33	5	3,33	1,11	0
Activité principale	Agriculture	100	100	73,33	97,78	98,33
	Commerce	0	0	15	0	1,67
	Élevage	0	0	10	1,11	0

Tableau 3 : Données quantitatives (valeurs moyennes± erreur standards) dans les parcs à karité

Parcs	Age (années)	Année d'expérience en production de karité (années)	Superficie des parcs à karité (ha)	Densité du peuplement (arbre/ha)
Bohicon	54,75±13,19ab	28,17±10,11ab	3,80±3,55a	3,57±1,25 a
Savè	50,55±12,31a	26,37±6,33ab	4,70±3,94ab	11,90±5,15bc
Parakou	51,35±14,10a	22,70±8,47a	3,44±2,84a	14,6±5,82 cd
Bembèrèkè	54,75±13,19ab	25,57±10,58ab	8,21±8,96bc	10,80 ±6,46b
Kandi	59,5±13,18b	29,38±11,63b	11,5±11,79c	16.60±9,43d
p	<0,0001	< 0,0001	< 0,00001	< 0,00001

Les moyennes suivies des mêmes lettres alphabétiques ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$) d'après le test de Student Newman-Keuls

Perceptions des gestionnaires des parcs à karité des changements climatiques et comparaison avec les données météorologiques : La pluviométrie, la température et le nombre de jours de pluies ont été cités comme les principaux facteurs climatiques affectant la productivité du karité dans toutes les zones d'étude (Figure 2). Selon les personnes enquêtées, la pluviométrie et température ont connu une grande variation dans les communes de Kandi et Bembèrèkè, par contre le nombre de jour de pluie et la vitesse du vent ont été respectivement mentionnés à Kandi et à Bembèrèkè. Dans les communes de Parakou et Savè, la température, la pluviométrie et le nombre de jour de pluie ont connu une variation interannuelle. Dans la commune de Bohicon située au sud, le nombre de jours de pluie, la pluviométrie et la température ont affecté la productivité des arbres selon la perception des gestionnaires des parcs à karité. La majorité des personnes enquêtées (93%) ont indiqué qu'il y a plus de 30 ans, des modifications perceptibles ont été observées

au niveau de ces différents paramètres climatiques. Plusieurs indicateurs sont utilisés par les gestionnaires des parcs pour caractériser la variation des paramètres climatiques (Tableau 4). Les indicateurs des changements du régime des pluies à savoir retard des pluies, arrêt précoce des pluies, diminution de la quantité des pluies ont été les plus importants mentionnés par les personnes enquêtées, ils représentent 76% des réponses obtenues. Les gestionnaires des parcs ont également signalé une augmentation de la température (43,16%), une augmentation de la durée de l'insolation (12,30%), un assèchement des points d'eau (6,77%) et un début précoce de la sécheresse (6,02%). S'agissant de la vitesse du vent, 73 % des personnes enquêtées ont mentionné la persistance des vents violents ces dernières années et 25% ont révélé la présence de brouillard et de poussière. La variation de ces différentes variables a entraîné la chute tardive des feuilles des arbres, l'avortement des fleurs et par conséquent la baisse de la productivité des arbres.

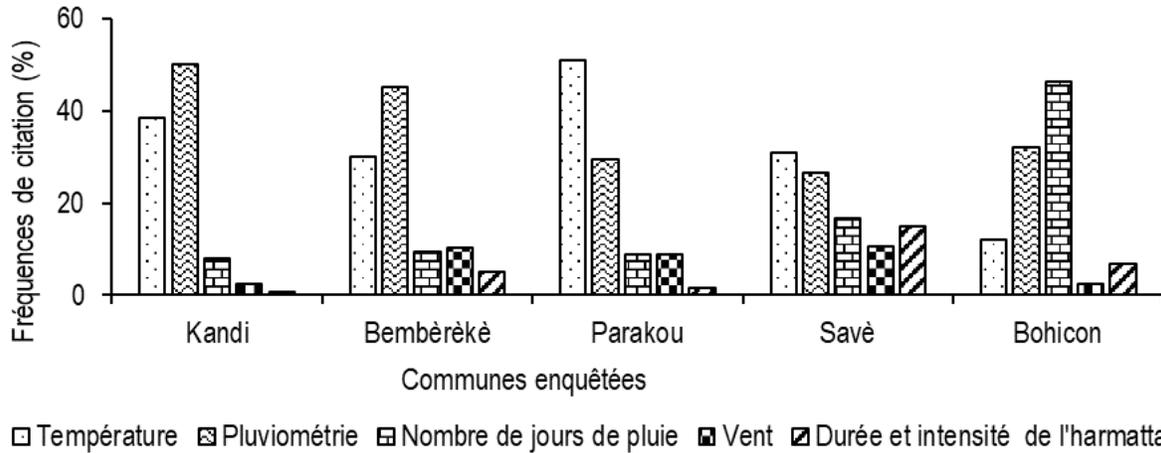


Figure 2 : Hiérarchisation des facteurs climatiques montrant une variabilité climatique selon les personnes enquêtées

Tableau 4 : Indicateurs caractérisant le changement des paramètres climatiques selon les gestionnaires des parcs à karité.

Paramètres climatiques	Indicateurs de changement	Fréquences de citation (%)
Pluviométrie	Diminution du nombre de jours de pluies	5,5
	Diminution de la quantité des pluies	17
	Excès de pluies	3,25
	Arrêt tardif des pluies	3,5
	Début précoce des pluies	0,75
	Arrêt précoce des pluies	23
	Retard des pluies	36
	Forte intensité des pluies	11
Température	Début précoce de la sécheresse	6,02
	Sècheresse prolongée	36,27
	Réduction de la fraîcheur nocturne	2,25
	Augmentation de la durée de l'insolation	12,30
	Augmentation de la température	43,16
Vent	Vents de plus en plus violents	73
	Fréquence de brouillard de poussière	25
	Longue durée de l'harmattan	2

Les données météorologiques collectées au niveau des stations synoptiques indiquent que, le nombre de jour de pluie est marqué par des fluctuations interannuelles très remarquables avec une succession du nombre de jour de pluie faible et élevée (Figures 3a, 4a, 5a et 6a). La diminution du nombre de jour de pluie a été observée nettement depuis 2010 à Savè et à Bohicon (Figures 3a et 4a). Cette baisse a été nettement plus prononcé en 2013 par contre à Kandi, on a observé un nombre de jour élevé depuis 2008 et une diminution en 2010 (Figure 6a). À Parakou par contre, on a noté un déficit pluviométrique de 2011 à 2013 (Figure 5a). Cependant, dans toutes les

zones de production, l'évolution du nombre de jour de pluie entre 1985 et 2015 a présenté une tendance ascendante avec un taux de croissance variant entre 0,006 et 0,03. Toutefois, les tendances ont été moins linéaires et n'ont pas présenté des allures définies aux regards des coefficients de détermination R^2 qui ont été tous faibles. L'analyse des données climatiques relatives à la vitesse moyenne annuelle du vent enregistrée dans les stations synoptiques est marquée par des fluctuations interannuelles très remarquables avec une succession de vents violents et de vents doux (Figures 3b à 6b). L'évolution de la tendance de la vitesse du vent

a présenté une tendance globalement ascendante à Parakou et à Kandi. Les tendances ont été moins linéaires à Savè et Bohicon et n'ont pas présenté des

allures définies aux regards des coefficients de détermination R² qui sont tous faibles.

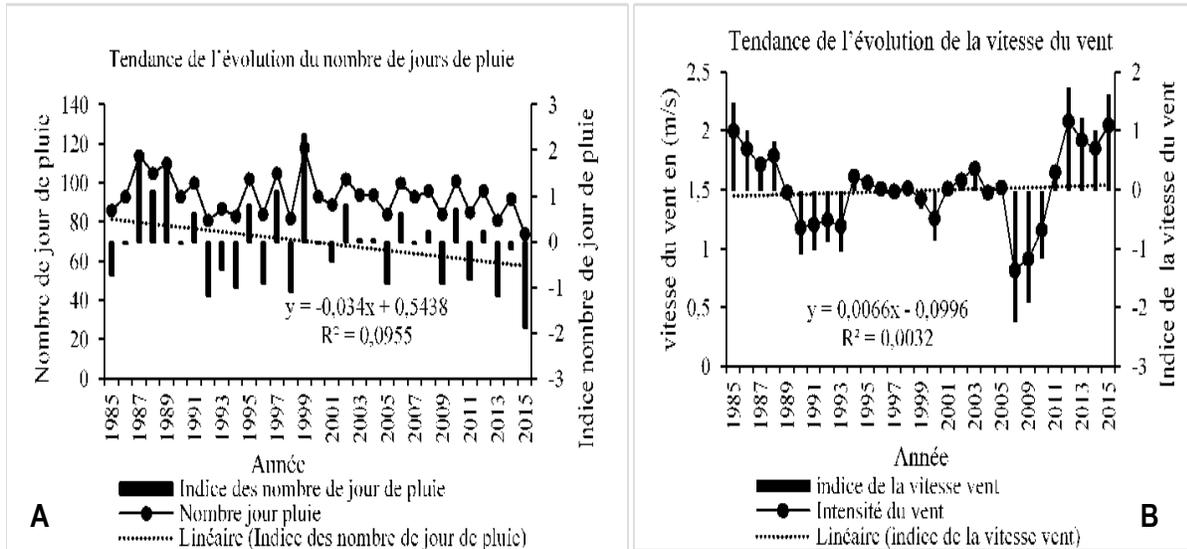


Figure 3 : Tendence de l'évolution du nombre de jours de pluies (A) et de la vitesse du vent (B) à Bohicon de 1985 à 2015

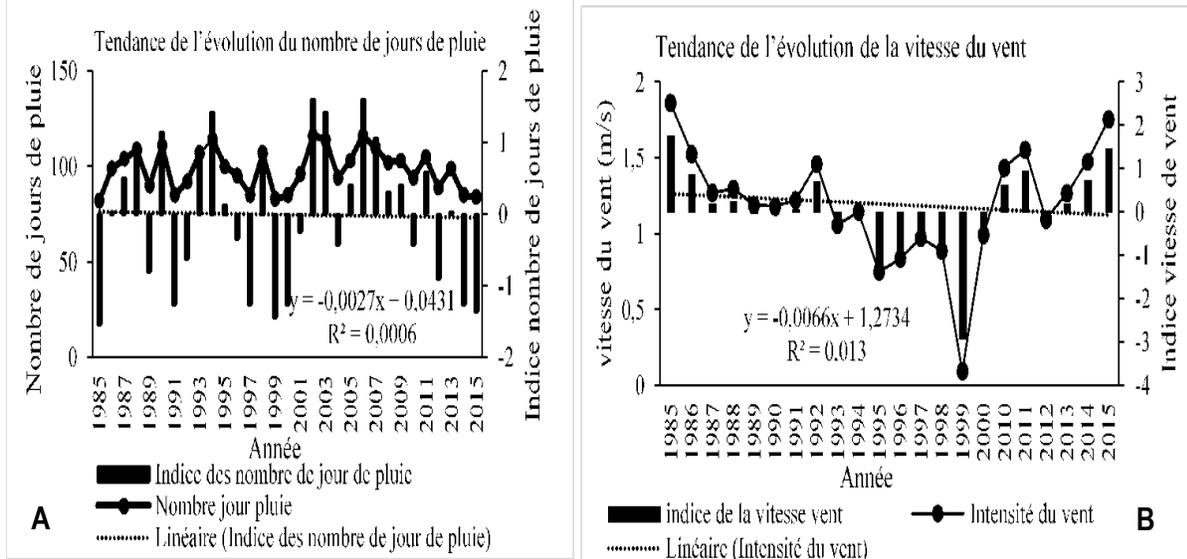


Figure 4 : Tendence de l'évolution du nombre de jours de pluies (A) et de la vitesse du vent (B) à Savè de 1985 à 2015

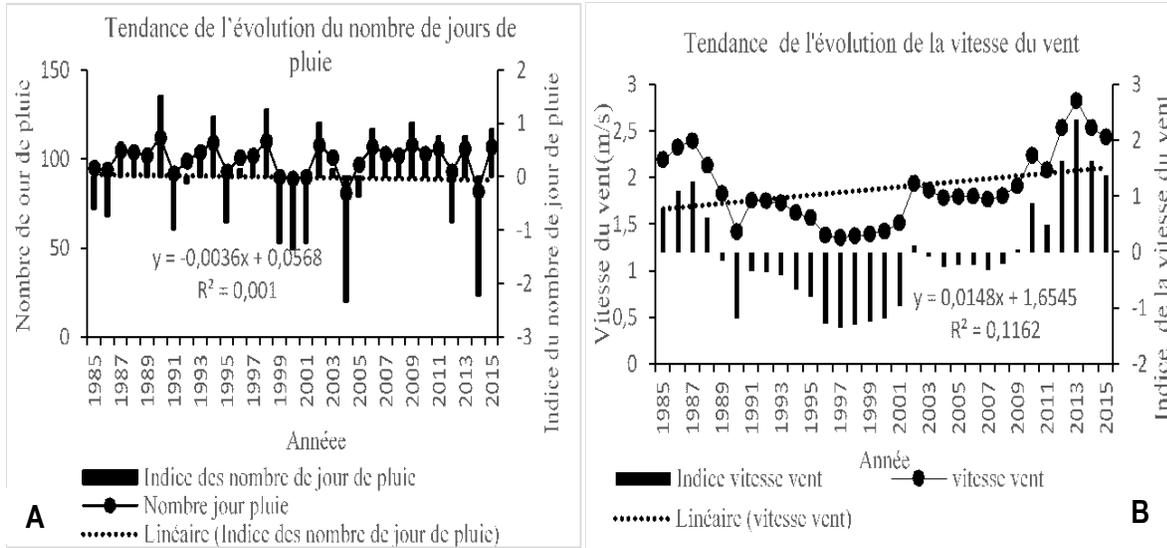


Figure 5 : Tendance de l'évolution du nombre de jours de pluies (A) et de la vitesse du vent (B) à Parakou de 1985 à 2015

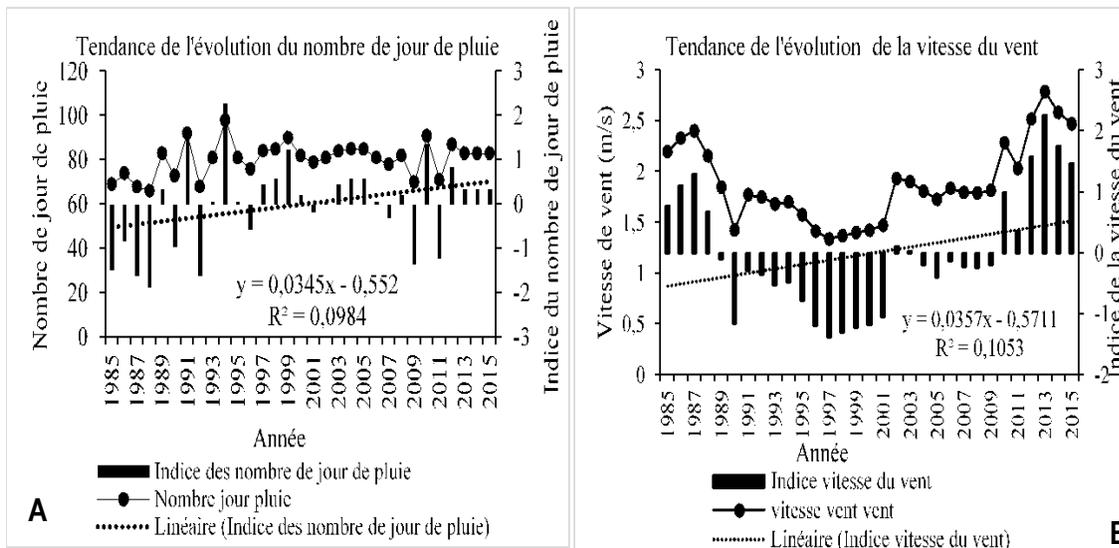


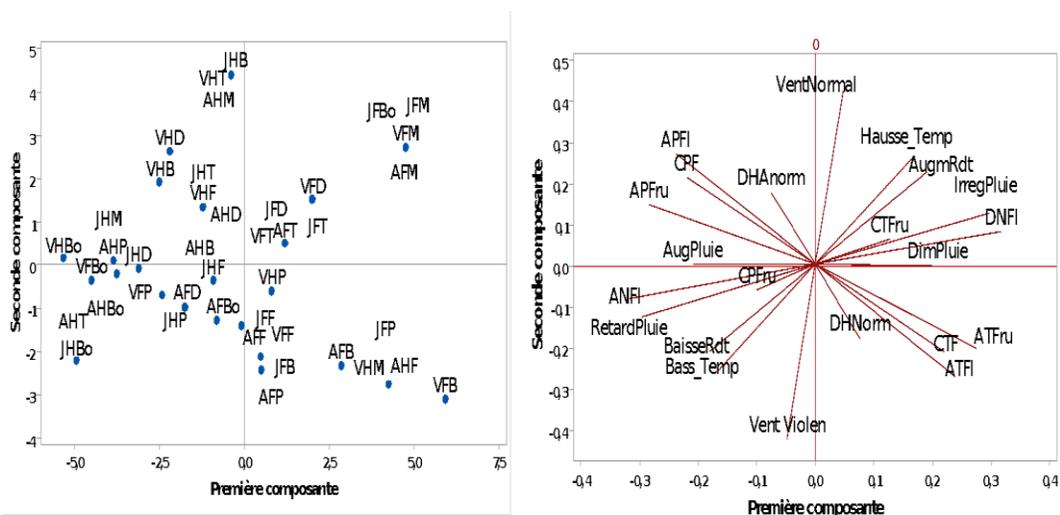
Figure 6 : Tendance de l'évolution du nombre de jours de pluies (A) et de la vitesse du vent (B) à Kandi de 1985 à 2015

Perception des gestionnaires des parcs à karité de l'effet de la variation des facteurs climatiques sur la phénologie et la productivité des arbres de karité : Les résultats de l'analyse en composantes principales effectués sur les perceptions des personnes enquêtées sur la variation des facteurs climatiques ont indiqué que les deux premiers axes expliquent 61,92% des perceptions des différents groupes socioculturels sur les indicateurs des changements climatiques (Figure 7). Selon les gestionnaires des parcs à karités, une baisse de la température lors de la floraison du karité combinée

aux vents violents pendant la saison agricole ont souvent induit une baisse du rendement du karité. Les groupes socio-culturels Bariba et Ditamari pensent que lors de la floraison, les fortes températures favorisent une augmentation des rendements. Les membres des groupes socio-culturels Fon et Mahi affirment par contre que la diminution de la quantité de pluie et les baisses températures entraîne une chute tardive des feuilles, l'apparition tardive des fleurs, la diminution du nombre de fleurs et l'apparition tardive des fruits. Les membres des groupes socio-culturels Boo et Peulh affirment que

le retard des pluies associées aux vents violents favorise une chute précoce des feuilles, une apparition précoce des fleurs entraînant ainsi une baisse de rendement. En général, la réduction de la quantité de pluie, les vents

violents et les températures sont mentionnées par les personnes enquêtées comme principaux facteurs du climat affectant la productivité du karité.



DimPluie : Diminution de la pluie ; IrregPluie : Pluie irrégulière ; RetardPluie : Retard des pluies ; Bass_Temp : Baisse de la température ; DHNorm : Durée de l'harmattan ; AugPluie : Augmentation de la pluie ; VentViolen : Vent violent ; Hausse_Temp : Hausse de la température

Figure 7 : Projection des évènements climatiques et des groupes socio-culturels dans le système d'axes factoriels de l'Analyse en Composantes Principales (ACP).

Stratégies endogènes développées par les gestionnaires des parcs à karité face aux effets du changement climatique sur le karité : Les stratégies d'adaptation pour atténuer les effets du changement climatique sont consignées dans le Tableau 5. En effet la majorité (96,55%) des gestionnaires interrogés pratique l'association avec les cultures annuelles en particulier les cultures vivrières et le coton. L'utilisation des engrais minéraux est une stratégie également utilisée par les gestionnaires des parcs à karité de

Bembèrèkè et Kandi. L'apport de déjection animale est une stratégie d'adaptation utilisée par 20,78% des gestionnaires des parcs à karité. L'élagage des branches par contre est pratiqué par 61,5% des personnes enquêtées. Près de 40,5% des personnes enquêtées considèrent le changement climatique comme une fatalité et se confient à la volonté divine. Par contre, dans toutes les zones d'étude, 17,11% des gestionnaires des parcs à karité n'adoptent aucune stratégie d'adaptation.

Tableau 5. Stratégies d'adaptation aux changements climatiques pratiquées par les gestionnaires

Stratégies d'adaptations (%)	Zones d'étude					Total
	Parakou	Bembèrèkè	Kandi	Savè	Bohicon	
association culturelle	95	98,33	98,33	100	100	98,33
Utilisation des engrais minéraux	5	9,44	18,33	0	0	6,5
Déjection animale	5	3,89	75	10	10	20,78
Arrière effet des engrais minéraux	95	91,11	98,33	100	100	96,89
Avantages liés à l'entretien des cultures annuelles	93,33	91,11	98,33	100	100	96,55
Élagage des branches du karité	65	86,11	63,33	15	13,33	48,55
Clémence divine	51,67	6,67	30	37,5	76,67	40,5
Pas de stratégies	18,33	5,56	15	20	26,67	17,1

Les résultats de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) ont montré que les femmes et les hommes des groupes socio-culturels Mahi et Tchabè pratiquent également les associations culturales. Cette idée s'oppose à l'élagage des branches des arbres de karité afin de bénéficier des entretiens apportés aux cultures annuelles (Figure 8). Par contre, la plupart des

gestionnaires des parcs à karité appartenant aux groupes socio-culturels Bariba, Bo, Ditamari et Peulh applique les déjections de bovin dans les parcs à karité pour la fertilisation des arbres. Par ailleurs les membres du groupe socio-culturel Fon n'adoptent pas de stratégie d'adaptation et préfèrent se confier à la volonté divine.

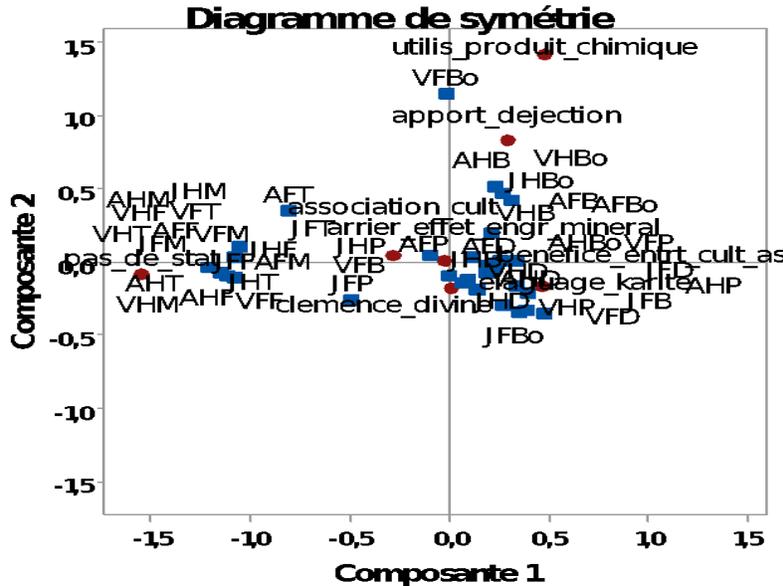


Figure 8 : Projection des stratégies endogènes développées par les groupes socio-culturels dans le plan factoriel des axes de AFC

Déterminants de l'adoption des stratégies d'adaptation aux effets du changement climatique par les gestionnaires des parcs à karité : Les résultats de la régression logistique polychotomique ordinaire (Tableau 6) ont montré que le choix d'une stratégie dépend significativement ($P < 0,0001$) et négativement de la zone agroécologique. Le sexe des gestionnaires des parcs à karité, l'appartenance à une organisation paysanne ainsi que la densité des arbres de karité

influencent significativement ($P < 0,01$) et positivement le choix d'une stratégie d'adaptation par les gestionnaires des parcs. Les résultats indiquent qu'un gestionnaire de parc à karité présent dans une zone agroécologique, d'un sexe donné, et ayant observé des densités d'arbres élevées et appartenant à une organisation paysanne a plus de facilité ou de difficulté à développer une stratégie d'adaptation pour l'amélioration de la productivité du karité.

Tableau 6 : Variables déterminant l'adoption d'une stratégie d'adaptation face aux effets du changement climatique sur le karité

Variables	Coefficients	Z	Probabilité
Zone agro-écologique	-0,848	-4,60	0,000***
Sexe du gestionnaire du parc	0,695	2,61	0,009**
Age du gestionnaire du parc	0,006	0,60	0,548 ^{ns}
Activité principale du gestionnaire du parc	0,076	0,17	0,866 ^{ns}
Origine du gestionnaire du parc	0,249	0,71	0,475 ^{ns}
Niveau d'instruction du gestionnaire du parc	0,250	0,77	0,440 ^{ns}
Situation matrimoniale du gestionnaire du parc	-0,192	-0,59	0,556 ^{ns}
Nombre d'année d'expérience dans la gestion des arbres de karité	0,020	1,47	0,142 ^{ns}
Appartenance à une organisation paysanne	2,230	1,97	0,048*
Superficie des parcs à karité	0,004	0,27	0,784 ^{ns}
Densité des parcs à karité	-0,052	-2,90	0,004**

ns = non significatif ; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$

DISCUSSION

Perception des gestionnaires des parcs à karité et donnée scientifique sur le climat : L'analyse de la perception des gestionnaires des parcs à karité sur les effets du changement climatique montre que les indicateurs du changement climatique souvent utilisés sont : la diminution du nombre de jours de pluie, l'augmentation de la pluviométrie et les vents violents. Ces différents indicateurs sont en accord avec ceux observés dans d'autres systèmes de culture (Gnanglè *et al.*, 2012 ; Bambara *et al.*, 2013 ; Bello *et al.*, 2017). L'ensemble des résultats révèle de fortes fluctuations interannuelles de la vitesse du vent et du nombre de jours de pluie au niveau de toutes les stations étudiées. Ces résultats montrent également la succession des vents doux et violents, des nombres élevés et faibles de jours de pluie. Ces fluctuations des précipitations ont été également mises en évidence en Côte d'Ivoire par Kanohin *et al.* (2009). La variabilité de déficit pluviométrique est important selon les zones d'étude. Ainsi, Yabi et Afouda (2012) ont également noté que les décennies 1970 -1980 et 1980-1990 ont présenté des années ayant un déficit pluviométrique important (1973, 1977, 1982, 1983, 1984) à l'échelle nationale. Ces changements brusques correspondent à des périodes d'importantes sécheresses qu'a connue l'Afrique subsaharienne dans les années 1986-1987 et 1991-1992 puis particulièrement le Bénin et le Togo entre 1976-1977 (Bhavnani et Vordzorgbe, 2008). En superposant la perception des gestionnaires des parcs à karité et les résultats de l'analyse des données climatiques, on note que les communautés locales ont une bonne connaissance des variations des événements climatiques ces dernières décennies.

Pertinence de la perception des gestionnaires des parcs à karité de l'effet des facteurs climatiques sur la phénologie et productivité du karité : Dans les différentes zones d'étude, les gestionnaires des parcs à karité perçoivent le changement climatique comme la contrainte majeure à l'exploitation du karité. Ce résultat est en accord avec les travaux de Aleza *et al.* (2015), qui ont noté que pour les gestionnaires des parcs de l'Atacora, les facteurs climatiques ont eu des effets négatifs sur la productivité du karité. Aussi, Mahamane *et al.* (2007) ont montré que dans le parc W du Niger (frontalière au Bénin), les différents stades phénologiques sont corrélés avec les paramètres climatiques. De la présente étude, on a retenu que les groupes socio-culturels Bariba et Ditamari pensent que la floraison a lieu lorsque les températures sont élevées ; ceci favorisent une augmentation des rendements. Cette perception se rapproche de celle observée par Boffa (2015) qui a montré que la floraison du karité débute pendant la saison sèche et l'apparition d'un nombre élevé de fleur sur les arbres en cette période induit une bonne fructification (Soro *et al.*, 2012). Les membres des groupes socio-culturels Fon et Mahi pensent par contre que la diminution de la quantité de pluie et les baisses de la température entraînent une chute tardive des feuilles, l'apparition tardive des fleurs, la diminution du nombre de fleurs et l'apparition tardive des fruits. Ce résultat s'explique par le fait que le déficit pluviométrique entraîne un retard et une diminution du taux de réalisation des différentes phases phénologiques (Mahamane *et al.*, 2007). Les membres des groupes socio-culturels Boo et Peulh pensent que le retard des pluies associé aux vents violents entraîne une

chute précoce des feuilles, une apparition précoce des fleurs entraînant ainsi une baisse de rendement. Cette perception s'explique par le fait que les conditions climatiques stressantes (faibles précipitations, température élevée) et vitesse élevée du vent favorisent un fort avortement des fleurs (Serpantié, 1996) et les arbres fixent moins de carbone entraînant ainsi, un faible rendement de karité (Burns, 2012). Le karité est une espèce très sensible aux écarts de température. Ainsi, les études de Venturini *et al.* (2016) ont montré qu'à la suite des sécheresses prolongées et des inondations, la récolte de karité est fortement affectée, voire complètement perdue, du fait des dommages directs causés sur la croissance des arbres et sur le cycle de production. En général, la réduction de la quantité de pluie, les vents violents et les températures sont donc les principaux facteurs du climat identifiés par les personnes enquêtées comme affectant la productivité du karité. De nos observations, les perceptions des gestionnaires varient en fonction de l'âge, du sexe et des groupes socio-culturels.

Pertinence des déterminants des stratégies d'adaptation au changement climatique : Face à la variation des paramètres du climat, différentes stratégies d'adaptation sont développées pour soutenir la productivité du karité. Trois types de stratégies d'adaptations ont été répertoriés dans la zone d'étude. Ces stratégies concernent les associations culturelles, les pratiques culturelles de gestion de la fertilité des sols et les prières. Ces stratégies observées varient fréquemment selon les groupes socio-culturels, l'âge, le sexe et les activités socio-économiques des gestionnaires des parcs à karité. Les associations culturelles avec les cultures annuelles et l'entretien des parcs à karité constituent d'autres types de stratégies recensées dans le milieu. Les associations des cultures annuelles avec le karité sont très répandues dans la zone d'étude. C'est un système de culture encore qualifié d'agroforesterie. Il permet une meilleure utilisation des ressources du sol, limite l'expansion des adventices et favorise un gain économique pour le producteur (Gnanglè *et al.*, 2012). Ce système permet également aux arbres de bénéficier de l'arrière effet des engrais minéraux appliqués aux cultures annuelles. L'association des cultures est une stratégie de résilience importante pour les agro-écosystèmes et est nécessaire pour maintenir l'écosystème (Lin, 2011). Cette pratique corrobore les résultats de Balogoun *et al.* (2012) sur l'anacardier au Bénin. La contribution des opérations d'entretiens (désherbage, élagage des branches) à la réduction des effets du changement climatique

s'explique par le fait qu'en absence d'élagage des branches, les vents violents exposent les arbres à la chute. Le désherbage réduit l'action des feux de brousse en saison sèche dans les parcs à karité. Le désherbage et l'élagage des branches contribuent à la réduction des concurrences en éléments nutritifs et photosynthétique (Bayala *et al.*, 2003). L'adaptation des pratiques de gestion de la fertilité des sols consiste soit à l'utilisation des déjections des bovins, soit à considérer l'arrière effet de la fumure minérale appliqué aux cultures annuelles. L'arrière effet de la fertilisation minérale du coton et des cultures annuelles comme le maïs associé au karité est très pratiquée par les gestionnaires des parcs à karité. Selon Ouédraogo *et al.* (2012), l'adoption de cette stratégie s'explique par le fait que cette pratique diminue le recours à la fertilisation systématique des arbres de karité et fait profiter au karité les éléments nutritifs apportés aux cultures annuelles. Notons aussi que les gestionnaires des parcs surtout ceux de Kandi s'adonnent au parcage rotatif des bovins dans les champs afin de faire profiter aux arbres les déjections des animaux. L'apport de déjection animale constitue une ressource renouvelable qui peut être intégré au stock de carbone du sol. Cette stratégie d'adaptation est très développée dans les parcs à karité de Kandi car dans ces zones l'élevage des bovins est très développé. En effet, une accumulation de matière organique ainsi qu'une amélioration du niveau de stock de carbone dans les sols des zones de parcage ou de pâturage libre est observées en raison des déjections animales (Lhoste et Richard (1993, Bernoux et Chevallier, 2013). Les effets probables du stockage du carbone organique dans le sol pourraient être considérés comme stratégies indirectes d'adaptation. Ces différentes stratégies d'adaptation recensées dans les parcs à karité au Bénin se rapprochent de celles identifiées par Venturini *et al.* (2016) au Burkina Faso pour réduire la vulnérabilité du karité aux changements climatiques. Il s'agit notamment de la conservation et de la gestion des arbres de karité (pratiques agricoles et de la gestion de la fertilité des sols) et de l'utilisation de variétés de karité à croissance rapide et plus résistantes aux changements climatiques. Malheureusement, cette technologie n'est pas encore développée au Bénin. Cette stratégie serait une solution durable pour résoudre les contraintes de la longue période de régénération des plants de karité. Quatre facteurs principaux ont été identifiés comme déterminants dans l'adoption des mesures d'adaptation des arbres aux manifestations du changement climatique. Le sexe du gestionnaire du parc détermine le choix d'une stratégie d'adaptation. Lorsque le propriétaire du parc

est un homme cela augmente les choix d'adoption des stratégies. Ceci s'explique par le fait que les hommes, gestionnaire de parcs à karité, en dehors de l'agriculture, font de l'élevage ou le commerce. Le gestionnaire de parc qui fait l'élevage peut opter soit pour des stratégies basées sur les pratiques culturales ou sur la gestion de la fertilité des sols. Aussi, les gestionnaires de parcs à karité membres des coopératives influencent positivement le choix des stratégies d'adaptation. Selon Tiwari et al. (2014), les associations paysannes sont connues comme des centres d'échange d'idées et de partage d'information entre producteurs et donc une participation régulière aux réunions se traduirait donc par une forte probabilité dans l'adoption des pratiques d'adaptation au changement climatique. Quant à la densité entre les plants de karité on a noté un impact

CONCLUSION

Le karité constitue une ressource présentant une importance nutritionnelle, environnementale et économique pour les gestionnaires des parcs à karité du Bénin. La présente étude révèle que selon les gestionnaires des parcs, la température, la pluviométrie et les vents violents sont les facteurs du climat qui affectent la phénologie et la productivité du karité. La superposition des données climatiques (température, pluviométrie et vitesse du vent) avec les perceptions des gestionnaires des parcs à karité montre des concordances concernant la variabilité des facteurs climatiques. Face aux effets néfastes du changement

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique du Bénin pour l'appui financier dans la

REFERENCES

Aleza K, Wala K, Bayala J, Villamor GB, Dourma M, Atakpama W, Akpagana K, 2015. Population structure and regeneration status of *Vitellaria paradoxa* (C. F. Gaertner) under different land management regimes in Atacora department, Benin. *Agroforestry System* 3: 511–523.

Baco N, 2015. État des lieux de la recherche scientifique sur le karité. Conférence annuelle de karité. Natitingou, le 20/11/2015.1-24.

Balogoun I, Saïdou A, Ahoton EL, Amadji GL, Ahojuendo CB, Adebo IB, Babatoundé S, Chougourou D, Adoukonou-Sagbadja H, Ahanchédé A, 2014. Caractérisation des systèmes de production à base d'anacardier

positif et significatif sur le choix de l'adoption d'une stratégie d'adaptation. Ceci serait dû à plusieurs raisons. En effet, si la densité est faible, les gestionnaires des parcs à karité optent beaucoup plus pour la combinaison de plusieurs stratégies d'adaptation à savoir : l'agroforesterie, la diversification des cultures et de l'élevage. Les systèmes agroforestiers à faible densité d'arbres sont plus appropriés à des zones à faible pluviométrie (FAO, 2005). Mais une densité élevée du karité contribuera à une forte séquestration du carbone réduisant ainsi la quantité des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Ainsi, pour mieux cerner l'influence des systèmes agroforestiers sur la productivité du karité et sur le stock de carbone dans le sol, il serait important d'évaluer par des essais agronomiques l'efficacité de ce système de culture.

climatique, les gestionnaires des parcs à karité adoptent plusieurs stratégies d'adaptation. Ces stratégies sont soit liées aux pratiques culturales ou à la gestion de la fertilité des sols. Les facteurs qui déterminent le choix d'une stratégie sont : la zone agro écologique, le sexe, l'appartenance à une organisation paysanne et la densité des arbres dans les parcs à karité. Des expériences supplémentaires doivent être menées pour élucider le potentiel de ces stratégies d'adaptation sur la productivité du karité et sur le stock de carbone dans le sol afin de les promouvoir.

réalisation des travaux de terrain et les gestionnaires des parcs à karité des sites d'enquêtes pour leur accueil et collaboration.

dans les principales zones de culture au Bénin. *Agronomie africaine* 1 : 9-22.

Bambara D, Bilgo A, Hien E, Masse D, Thiombiano A, Hien V, 2013. Perceptions paysannes des changements climatiques et leurs conséquences socio environnementales à Tougou et Donsin. Climat sahélien et sahélosoudanien du Burkina Faso. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)* 1 : 8-16.

Bhavnani R. et Vordzorgbe S, 2008. Rapport sur l'état de la réduction *Vitellaria* des risques de catastrophes en Afrique subsaharienne. Commission of the AU, UN/International

- Strategy for Disaster Reduction, the World Bank. 96pp.
- Bello DO, Ahoton LE, Saidou A, Akponikpè IPB, Ezin VA, Balogoun I, Aho N, 2017. Climate change and cashew (*Anacardium occidentale* L.) productivity in Benin (West Africa) : perceptions and endogenous measures of adaptation. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 11: 924-946.
- Bello OD, Akponikpè PBI, Ahoton E L, Saidou A, Ezin VA, Kpadonou E, Balogoun I, Aho N, 2016. Trend Analysis of Climate Change and its Impacts on Cashew Nut Production (*Anacardium Occidentale* L.) In Benin, *Octa Journal of Environmental Research* 3: 181-197.
- Bernoux M. et Chevallier T, 2013. Le carbone dans les sols des zones sèches. Des fonctions multiples indispensables. Dossier thématique du CSFD n°10. CSFD, France, ISSN : 1772-6964, 44pp.
- Boffa JM, 2015. Opportunities and challenges in the improvement of the shea (*Vitellaria paradoxa*) resource and its management. Occasional Paper 24. Nairobi: World Agroforestry Centre. 76 pp.
- Boko M, Niang I, Nyong A, Vogel C., Githeko A, Medany M, Osman-Elasha B, Tabo R, Yanda P, 2007. Climate Change. In Parry.M. L., Canziani. OF, Palutikof. JP, Van Der Linden PJ, and Hanson CE. (eds.). Impacts. Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge UK. 433 – 467.
- Bowerman BL. and O'Connell R T, 1993 : Forecasting and Time Series : An Applied Approach. 3rd Edition. Duxbury Press. USA ; 672 pp
- Burns K. C, 2012. Masting in a temperate tree : Evidence for environmental ? *Austral Ecology* 2 : 175–182.
- Dah-Dovonon J Z. et Gnanlè C. P, 2006. Evaluation des potentialités de développement de la filière karité dans les départements de l'Atacora et de la Donga. Rapport d'étude GTZ/MAEP/MEPN/ProCGRN, Cotonou, Bénin. 93pp
- Denkyirah E K, Okoffo ED, Adu DT, Aziz AA, Ofori A, 2016. Modeling Ghanaian cocoa farmers' decision to use pesticide and frequency of application : the case of Brong Ahafo Region. *Springer Plus* 1:1-113.
- FAOSTAT (2018). Base des données de la FAO (2018) <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Visité le 13 janvier 2020
- Gnanlè C P, 2017. Le karité béninois : entre promotion des femmes rurales et création durable de valeur ajoutée. Rapport d'étude. PARASEP. 115pp.
- Gnanlè CP, Glèlè Kakaï R, Assogbadjo AE, Vodounnon S, Afouda Yabi J, Sokpon N, 2011. Tendances Climatiques Passées, Modélisation, Perceptions et Adaptations Locales au Bénin. *Climatologie* 8:27-40
- Gnanlè PC, 2005. Parcs à karité (*Vitellaria paradoxa*) (Gaertn. C. F.) (Sapotaceae) au Bénin : importance socio-culturelle, caractérisations morphologique, structurale et régénération naturelle. Mémoire de DEA. Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles. Faculté des Sciences Agronomiques. Université d'Abomey-Calavi. 113pp
- Hall JB, Aebischer DP, Tomlinson HF, Osei-Amaning E, Hindle J, 1996. *Vitellaria paradoxa* : a monograph. Bangor, UK : University of Wales. 105 pp.
- Kanohin F, Saley MB, Savané I, 2009. Impacts de la variabilité climatique sur les ressources en eau et les activités humaines en zones tropicale humide : Cas de la Région de Daoukro en Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research* 26: 209-222.
- Lamb P J, 1982. Persistence of Sub-saharan drought. *Nature* 8: 46–48.
- Lin BB, 2011. Resilience in agriculture through crop diversification : Adaptive management for environmental change. *Bioscience* 3:183–93
- Lhoste P. et Richard D, 1993. Contribution de l'élevage à la gestion de la fertilité à l'échelle du terroir. In : 10ème Journée du réseau érosion, du 15 au 18 septembre 1993, Montpellier, France. 463-489.
- Mertz O, Mbow C, Reenberg A, Diouf A, 2009. Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel. *Environmental management* 5: 804-816
- Ouédraogo A, Lykke AM, Lankoandé B, Korbéogo G, 2012. Potentials for promoting oil products identified from traditional knowledge of native trees in Burkina Faso. *Ethnobotany Research & Applications* 11: 71-83.
- Ouédraogo M, Dembélé Y, Somé L, 2010. Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements

- des précipitations : cas des paysans du Burkina Faso, *Sécheresse* 2 : 87-96.
- Rimi RH, Rahman SH, Karmakar S, Ghulam HSK, 2011. Trend Analysis of Climate Change and Investigation on Its Probable Impacts on Rice Production at Satkhira, Bangladesh, Pakistan. *Journal of Meteorology* 1: 37-50.
- Saïdou A, Balogoun I, Koné B, Gnanglè C, Aho N, 2012. Effet d'un système agroforestier à karité (*Vitellaria paradoxa* c.f. Gaertn) sur le sol et le potentiel de production du maïs (*Zea maize*) en zone Soudanienne du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 5: 2066-2082.
- Serpantié G, 1996. La production de karité (*Butyrospermum paradoxum* Gaertn. F. Hepper) des parcs arborés de l'ouest du Burkina Faso. Effets de différents modes de gestion. In : Floret C. (ed.) actes du colloque «*La jachère, lieu de production*». », Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Projet jachère, Coraf-Union européenne). Dakar, Sénégal.73-80
- .Tiwari KT, Rayamajhi S, Pokharel R K, Balla MK, 2014. Déterminants de l'adaptation au changement climatique dans l'agriculture rurale au Népal Himalaya. *Revue internationale de recherche multidisciplinaire et actuelle* 2: 2321-3124.
- Uguru MI, Baiyeri KP, Aba SC, 2011. Indicators of climate change in the derived savannah niche of Nsukka, South eastern Nigeria. *Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension* 1: 17 -26.
- Venturini S, Haworth A, Coudel N, Alonso E J, Simonet C, 2016. Cultivating climate resilience : the shea value chain. Working paper. Pp1-68. <http://www.braced.org> consulté le 13/10/2018 à 11h
- Yabi I. et Afouda F, 2012. Extreme rainfall years Benin (West Africa). *Quaternary International*, 7: 39–437