

Numéro 7 Avril 2026

ISSN 2960-1606

RAVSE

Revue d'Analyse des Vulnérabilités
Socio-Environnementales



Revue de Géographie du
LAVSE

<https://revue.lavse.org/>

PUBLIÉ PAR LE DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE DE L'UNIVERSITÉ ALASSANE OUATTARA

RAVSE

Revue de Géographie du Laboratoire d'Analyse des Vulnérabilités Socio-Environnementales, publiée par le Département de Géographie de l'Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire

INDEXATION

Scientific Journal Impact Factor (SJIF)

<https://sjifactor.com/passport.php?id=23819>

Impact Factor : 6,87 (2026)

ADMINISTRATION DE LA REVUE

Directeur

Joseph P. ASSI-KAUDJHIS, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

Secrétariat de rédaction

- **Konan KOUASSI**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Narcisse Bonaventure ASSI-KAUDJHIS**, Professeur Titulaire à l'UAO

Secrétariat administratif et technique

- **Konan KOUASSI**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Guy Roger Yoboué KOFFI**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Edouard Zadi ZOGBO**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Pierre Anvo AYEMOU**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Senguen KOUAKOU**, Assistant, Informaticien, à l'UAO
- **Adeline Olga BRISSY**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Enoc One GUEDE**, Maître-Assistant à l'UAO

Comité scientifique

- **DJAKO Arsène**, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure**, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **SOKEMAWU Koudzo**, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **GIBIGAYE Moussa**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **GUEDEGBE Odile DOSSOU**, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi

(Bénin)

- **HECTHELI** Follygan, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **KADOUZA** Padabô, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
- **BLE Celestin**, Directeur de Recherches, CRO (Côte d'Ivoire)
- **ASSA** Rebecca Rachel A., Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **BOUPKESSI** Tchaa, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **MÉDIEBOU** Chindji, Maître de Conférences Université de Yaoundé (Caméroun)
- **FANGNON** Bernard, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **YABI** Ibouraima, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **ABOUDOU** Ramanou Y. M. A., Professeur Titulaire, Université de Parakou (Bénin)
- **KOUMI** Rachelle, Maître de Recherches, CRO (Côte d'Ivoire)
- **BARIMA** Yao Sabas, Professeur Titulaire, Université Jean Lorougnon Guédé (Côte d'Ivoire)
- **CHEIKH** Samba Wade, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger (Sénégal)
- **PAPA** Sakho, Maître de Conférences, Cheikh Anta Diop (Sénégal)
- **ADJAKPA** Tchékpo Théodore, Maître de Conférences, Université Abomey-Calavi (Bénin)

EDITORIAL

L'analyse de la vulnérabilité vise à comprendre les conditions et les expressions d'exposition néfaste aux catastrophes naturelles et aux crises dans le but de réduire leurs conséquences sur les populations, les territoires et les activités. La nécessité d'une approche géographique s'impose comme une réponse à la complexité de l'objet d'étude que constitue la vulnérabilité. La création de RAVSE résulte de l'engagement scientifique du Laboratoire d'Analyse des Vulnérabilités Socio-environnementales logé à l'Université Alassane Ouattara à contribuer à la diffusion des savoirs scientifiques. RAVSE est une revue spécialisée de Géographie dont l'objectif est de contribuer à éclairer la complexité des facteurs de vulnérabilités socio-environnementales et les stratégies de résiliences mises en place par les sociétés dans un contexte de développement durable. Elle maintient sa ferme volonté de réunir les contributions venant d'horizon divers qui donnent à la vulnérabilité socio-environnementale son épaisseur géographique. Ce support de publication scientifique vient donc renforcer la visibilité des résultats des travaux de recherche menés sur les vulnérabilités socio-environnementales en géographie et les sciences connexes. RAVSE est au service des enseignants-chercheurs, chercheurs et étudiants qui s'intéressent à l'analyse des vulnérabilités socio-environnementales. A cet effet, RAVSE accueillera toutes les contributions sur les thématiques liées aux facteurs de vulnérabilités socio-environnementales et les stratégies de résiliences.

Secrétariat de rédaction

COMITE DE LECTURE

- **ASSI-KAUDJHIS** Narcisse Bonaventure, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **SOKEMAWU** Koudzo, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **GIBIGAYE** Moussa, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **GUEDEGBE** Odile DOSSOU, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **HECTHELI** Follygan, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **KOUAME** Déhedé Paul, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **MAFOU** Kouassi Combo, Maître de Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé (Côte d'Ivoire)
- **N'GUESSAN** Kouassi Guillaume, Maître de Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé (Côte d'Ivoire)
- **KOFFI** Yéboué Stéphane Koissy, Maître de Conférences, Université Péleforo Gon Coulibaly (Côte d'Ivoire)

- **DJAH** Armand Josué, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **KOUASSI** Kouamé Sylvestre, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **ADJAKPA** Tchékpo Théodore, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)

AVIS AUX AUTEURS

La Revue d'Analyse des Vulnérabilités Socio-Environnementales (RAVSE), Revue de Géographie du LAVSE (Laboratoire d'Analyse des Vulnérabilités Socio-Environnementale) diffuse de travaux originaux de géographie qui relèvent du domaine des «Sciences de l'homme et de la société». Elle publie des articles originaux, rédigés en français, non publiés auparavant et non soumis pour publication dans une autre revue. Les normes qui suivent sont conformes à celles adoptées par le Comité Technique Spécialisé(CTS) de Lettres et sciences humaines / CAMES (cf. dispositions de la 38e session des consultations des CCI, tenue à Bamako du 11 au 20 juillet 2016).

1- Manuscrit

Les textes à soumettre devront respecter les conditions de formes suivantes :

- le texte doit être transmis au format document doc (word 97-2003);
- il devra comprendre un maximum de 60.000 signes (espaces compris), interligne 1,5, police de caractères Times New Roman 12 ;
- insérer la pagination et ne pas insérer d'information autre que le numéro de page dans le pied de page ;
- les figures et les tableaux doivent être intégrés au texte et présentés avec des marges d'au moins six centimètres à droite et à gauche. Les caractères dans ces figures et tableaux doivent aussi être en Times 12. Les titres des illustrations (carte, tableaux, figures, photographies) doivent être mentionnés ;
- Le comité de rédaction demande aux auteurs de préciser sur la première page :
 - Le titre du texte,
 - Pour chaque auteur, une notice comprenant :
 - les nom et prénoms,
 - le grade
 - le rattachement institutionnel,
 - l'adresse électronique,
 - Un résumé en un seul paragraphe de 1000 signes (espaces compris) maximum, qui devra être différent du premier paragraphe du texte. Il doit notamment énoncer l'objectif poursuivi par l'auteur.
 - Proposer six mots clés.
 - Proposer le texte lui-même.

NB : le résumé doit être traduit en anglais ainsi que les mots clés.

Le manuscrit doit respecter la structuration suivante : Introduction, Méthodologie, Résultats (analyse des Résultats), Discussion, Conclusion, Références bibliographiques (s'il s'agit d'une recherche expérimentale ou empirique).

Les notes infrapaginales, si elles existent, doivent être numérotées en chiffres arabes, rédigées en taille 10 (Times New Roman). Réduire au maximum le nombre de notes infrapaginales. Ecrire les noms scientifiques et les mots empruntés à

d'autres langues que celle de l'article en italique (*Solanum lycopersicum*).

Les articulations d'un article, à l'exception de l'introduction, de la conclusion, de la bibliographie, doivent être titrées, et numérotées par des chiffres (exemples : 1. ; 1.1. ; 1.2. ; 2. ; 2.2. ; 2.2.1 ; 2.2.2. ; 3. ; etc.). Les titres des sections du texte doivent être numérotés de la façon suivante :

1. Premier niveau, premier titre (Times 12 gras)

1.1. Deuxième niveau (Times 12 gras italique)

1.2.1. Troisième niveau (Times 12 italique sans le gras)

Les illustrations

Les tableaux, les cartes, les figures, les graphiques, les schémas et les photos doivent être numérotés (numérotation continue) en chiffres arabes selon l'ordre de leur apparition dans le texte. Ils doivent comporter un titre concis, placé au-dessus de l'élément d'illustration (centré). La source (centrée) est indiquée au-dessous de l'élément d'illustration (Taille 10). Ces éléments d'illustration doivent être : **i.** annoncés, **ii.** Insérés, **iii.** Commentés dans le corps du texte.

La présentation des illustrations : figures, cartes, graphiques, etc. doit respecter le miroir de la revue. Ces documents doivent porter la mention de la source, de l'année et de l'échelle (pour les cartes).

2- Notes et références

2.1. Les passages cités sont présentés entre guillemets. Lorsque la phrase citant et la citation dépasse trois lignes, il faut aller à la ligne, pour présenter la citation (interligne 1) en retrait, en diminuant la taille de police d'un point.

2.2. Les références de citation sont intégrées au texte citant, selon les cas, ainsi qu'il suit :

- Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'auteur, année de publication, pages citées (T. K. YEBOUE, 2017, p. 18);
- Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'Auteur (année de publication, pages citées).

Exemples:

En effet, l'objectif poursuivi par K. Kouassi (2012, p. 35), est «une meilleure appréhension des enjeux de la problématique de l'insalubrité dans l'espace urbain en général et à Adjamé (...)»

2.3. Les sources historiques, les références d'informations orales et les notes explicatives sont numérotées en continue et présentées en bas de page.

2.4. Les divers éléments d'une référence bibliographique sont présentés comme suit : Nom et Prénom (s) de l'auteur, Année de publication, Titre, Lieu de publication, Editeur, pages (p.) **pour les articles et les chapitres d'ouvrage.**

Le titre d'un article est présenté entre guillemets, celui d'un ouvrage, d'un mémoire ou d'une thèse, d'un rapport, d'une revue ou d'un journal est présenté en italique. Dans la zone Editeur, on indique la Maison d'édition (pour un ouvrage), le Nom et le numéro/volume de la revue (pour un article). Au cas où un ouvrage est une traduction et/ou une réédition, il faut préciser après le titre le nom du traducteur et/ou l'édition

(ex: 2^{nde} éd.).

2.5. Les références bibliographiques sont présentées par ordre alphabétique des noms d'auteur. Par exemple:

Références bibliographiques

AMIN Samir, 1996, *Les défis de la mondialisation*, L'Harmattan, Paris, 345 p.

BERGER Gaston, 1967, *L'homme moderne et son éducation*, PUF, Paris, 368 p.

DIAGNE Souleymane Bachir, 2003, «Islam et philosophie. Leçons d'une rencontre», *Diogène*, 202, p. 145-151.

DIAKITE Sidiki, 1985, *Violence technologique et développement. La question africaine du développement*, L'Harmattan, Paris, 153p.

LAVIGNE DELVILLE Philippe, 1991, Migration et structuration associative : enjeux dans la moyenne vallée. In : *La vallée du fleuve Sénégal : évaluations et perspectives d'une décennie d'aménagements*, Karthala, Paris, p. 117-139.

SEIGNEBOS Christian, 2006, Perception du développement par les experts et les paysans au nord du Cameroun. In : *Environnement et mobilités géographiques*, Actes du séminaire, PRODIG, Paris, p. 11-25.

SOKEMAWU Koudzo, 2012, « Le marché aux fétiches : un lieu touristique au cœur de la ville de Lomé au Togo », In : *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, Série « Lettre et sciences humaines », Série B, Volume 14, Numéro 2, Université de Lomé, Lomé, p. 11-25.

Pour les travaux en ligne ajouter l'adresse électronique (URL).

3. Nota bene

3.1. Le non-respect des normes éditoriales entraîne le rejet d'un projet d'article.

3.2. Tous les prénoms des auteurs doivent être entièrement écrits dans la bibliographie.

3.3. Pagination des articles et chapitres d'ouvrage, écrire p. 2-45, par exemple et non pp. 2-45.

3.4. En cas de co-publication, citer tous les co-auteurs.

3.5. Eviter de faire des retraits au moment de débiter les paragraphes, observer plutôt un espace.

3.6. Plan: Introduction (Problématique, Hypothèse), Méthodologie (Approche), Résultats (analyse des résultats), Discussion, Conclusion, Références Bibliographiques

Résumé: dans le résumé, l'auteur fera apparaître le contexte, l'objectif, faire une esquisse de la méthode et des résultats obtenus. Traduire le résumé en Anglais (**y compris le titre de l'article**)

Introduction: doit présenter le contexte, la situation problématique, le problème, les questions de recherche, les objectifs de recherche et si possible les hypothèses.

Outils et méthodes: (Méthodologie/Approche), l'auteur expose uniquement ce qui est outils et méthodes

Résultats: l'auteur expose ses résultats, qui sont issus de la méthodologie annoncée dans **Outils et méthodes** (pas les résultats d'autres chercheurs). L'Analyse des résultats traduit l'explication de la relation entre les différentes variables objet de l'article; le point "R" présente le résultat issu de l'élaboration (traitement) de l'information sur les variables.

Discussion: la discussion est placée avant la conclusion ; la conclusion devra alors être courte. Dans cette discussion, confronter les résultats de votre étude avec ceux des travaux antérieurs, pour dégager différences et similitudes, dans le sens d'une validation scientifique de vos résultats. La discussion est le lieu où le contributeur dit ce qu'il pense des résultats obtenus, il discute les résultats ; c'est une partie importante qui peut occuper jusqu'à plus deux pages.

Le Rédacteur en chef

Sommaire

Yao Dieudonné KOUASSI <i>Risques climatiques et stratégies d'adaptation des bas-fonds rizicoles de la sous-préfecture de Sinfra (Côte d'Ivoire)</i>	12
Kouakou Alain François KOUASSI, Kouadio Christophe N'DA, KANGA Kouakou Hermann Michel, Agoh Pauline DIBI-ANO <i>Variabilité climatique et prévalence du paludisme à Zoé Bruno dans la commune de Koumassi, Abidjan, Côte d'Ivoire</i>	29
Ibra FAYE, El Hadji Balla DIEYE, Djiby YADE, François Ngor SENE, Ousmane SOW <i>Vulnérabilité des systèmes agro-littoraux des Niayes du Sénégal face aux dynamiques côtières et aux mutations socio-économiques</i>	45
Monsia Pascal SAHI, Lacina Adama FOFANA, FOFANA Alassane Salif <i>Gestion du foncier et développements local dans le département de Korhogo (nord de la Côte d'Ivoire)</i>	77
DRO Aïda Julienne Perpétue, DINDJI Médé Roger <i>La nouvelle décharge de Kossihouen (Abidjan, Côte d'Ivoire) : entre performance technique et inquiétudes sociales</i>	92
SOUMAHORO Saï Pou, KOUADIO N'dri Yann Cedric, BEDA Abaze Henri Joël <i>Fluctuation climatique et évolution de la prévalence du paludisme dans le district sanitaire de Yopougon ouest Songon (Abidjan Ouest)</i>	111
YE SATA <i>Résilience alimentaire et savoirs écologiques locaux dans les systèmes halieutiques côtiers : le rôle des acteurs informels à San Pedro (Côte d'Ivoire)</i>	130
Kokouvi Azoko KOKOU, Kodjo ODAH <i>Apport des systèmes d'information géographique à la sécurisation foncière dans la commune d'Agoè-nyivé 2 (préfecture d'Agoé-nyivé au Togo)</i>	141
Mepongo Fouda Pierre Francis <i>Les tueurs silencieux de l'environnement naturel dans la région de l'Est Cameroun : Enjeux et analyse des pratiques de la cacaoculture et du « sillage sauvage » de bois</i>	162

Bouréïma TOURE, Sékouba COULIBALY <i>Vulnérabilités socio-environnementales dans la commune rurale de Sanankoroba au Mali</i>	178
Djiby YADE, Tidiane SANE, Ibra FAYE, François Ngor SENE, Babacar NDAO <i>Dynamique spatio-temporelle du trait de côte dans la commune de Palmarin (Sénégal) entre 1973 et 2026 : analyse par l'outil Digital Shoreline Analysis System (DSAS 5.1)</i>	196
Baba DIARRA, Cheikh Tidiane WADE <i>Influence de la variabilité climatique sur la phénologie des arbres fruitiers dans les vergers de l'arrondissement de Djirédji en Moyenne Casamance dans le Sud du Sénégal</i>	221
KOUAKOU Adjoua Sylvie <i>Stratégie de résilience des populations dans les périphériques de Bouaké face à la recrudescence de la violence criminelle</i>	237
Jean-Aimée Assué YAO, Faustin GUEI, Bonaventure Kouadio ISSA <i>Implications socio-économiques des activités de réparation auto-moto dans la ville de Korhogo (nord de la Côte d'Ivoire)</i>	255
SERI-YAPI Zohonon Sylvie Céline <i>Analyse de la situation de propriété foncière des productrices de vivriers dans la localité de Kouamékro (sous-préfecture d'Ogoudou, Sud de la Côte d'Ivoire)</i>	272
Moussa dit Martin TESSOUGUE, Yousseuf CISSE, Mamadi KABA DIAKITE <i>Un site géotouristique des monts mandingues : arche de Kamandjan, description et valorisation touristique</i>	290
MABALE Reine, HOUSSEINI Vincent GONNE Bernard <i>Accès des femmes au foncier agricole et développement socioéconomique dans le terroir de Djidoma-Kaélé (Extrême-Nord Cameroun)</i>	321
AKPO Essénam Marie-Melchior, BALOUBI Makodjami David <i>Caractérisation de l'étalement urbain dans la commune d'Abomey-Calavi au Bénin</i>	338
Abdou Kadry MANÉ, Ibrahima DIOMBATY, Ibrahima Ba <i>Dynamiques transfrontalières et urbanisation des espaces ruraux sénégalais : le cas des villages-frontières de Keur Ayib et de Séléty</i>	357

INFLUENCE DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE SUR LA PHENOLOGIE DES ARBRES FRUITIERS DANS LES VERGERS DE L'ARRONDISSEMENT DE DJIREDDJI EN MOYENNE CASAMANCE DANS LE SUD DU SENEGAL

Baba DIARRA, Docteur en géographie,
Laboratoire leidi/UGB Sénégal
Email : vittodiarra@gmail.com

Cheikh Tidiane WADE, Maître-assistant
UASZ Sénégal,
Email : ct.w@univ-zig.sn

(Reçu le 20 janvier 2026; Révisé le 22 février 2026 ; Accepté le 29 mars 2026)

Résumé

L'arboriculture fruitière joue un rôle économique, social et environnemental très important en Casamance. La variabilité climatique impacte l'agriculture et par conséquent la phénologie des arbres fruitiers. Les rendements agricoles sont ainsi réduits les années de sécheresse. L'objectif de cette étude est de relever la perception et les constats des agriculteurs sur l'influence du climat sur les arbres fruitiers et de le confronter aux données climatiques de la zone. Les résultats obtenus montrent que 81% des producteurs d'anacardiens, 92% des producteurs d'agrumes et 79% des producteurs de manguiers affirment que les rendements sont moins bonnes les années de sécheresse avec une faible pluviométrie ou avec des pauses pluviométriques longues. L'impact négatif des températures élevées en période de floraison et des vents forts en période de floraison et de fructification est attesté. Aussi, les températures élevées, l'humidité des sols et l'humidité relative engendrent la prolifération des ravageurs.

Mots clés : Influence, Variabilité climatique, phénologie, arbres fruitiers, Casamance.

INFLUENCE OF CLIMATE VARIABILITY ON THE PHENOLOGY OF FRUIT TREES IN THE ORCHARDS OF THE DJIREDDJI DISTRICT IN MIDDLE CASAMANCE, SOUTHERN SENEGAL

Abstract

Fruit growing plays a very important economic, social, and environmental role in Casamance. Climate variability impacts agriculture and, consequently, the phenology of fruit trees. Agricultural yields are thus reduced in drought years. The objective of this study is to identify farmers' perceptions and observations on the influence of climate on fruit trees and to compare them with climatic data for the area. The results show that 81% of cashew producers, 92% of citrus producers, and 79% of mango producers report that yields are lower in drought years with low rainfall or long rainfall breaks. The negative impact of high temperatures during the flowering period

and strong winds during the flowering and fruiting periods is attested. Also, high temperatures, soil moisture, and relative humidity lead to the proliferation of pests.

Keywords : influence, climate variability, phenology, fruit trees, Casamance.

Introduction

La variabilité climatique constitue dans les régions tropicales, l'un des principaux déterminants des systèmes de production agricole. Les arbres fruitiers particulièrement sensibles aux conditions de température et d'humidité, expriment les changements climatiques à travers des modifications phénologiques comme le décalage de floraison, l'irrégularité de la fructification, la baisse de productivité ou encore l'allongement des cycles. L'arboriculture fruitière joue un rôle très important en Casamance. Les filières mangue, anacarde et agrumes assurent des revenus non négligeables pour une part importante des populations notamment dans les régions de Ziguinchor et Sédhiou. Ainsi, la production d'agrumes, la valeur des exportations de noix de cajou et de mangues sont en constante augmentation depuis les années 1990.

L'arboriculture fruitière et l'agroforesterie jouent un rôle important dans la sécurité alimentaire, la préservation de l'environnement et l'amélioration des conditions de vie des populations dans l'arrondissement de Djirédji où plus de 80 % de la population dépend de l'agriculture au sens large (B. Diarra, 2024). D'ailleurs, l'économie en Moyenne Casamance est dominée par l'agriculture. D'après le RGPHAE (2014), plus de 4/5 des ménages pratiquent l'agriculture. Dans ce contexte, il est crucial de comprendre les facteurs qui agissent sur les rendements et la production agricole de façon générale dans les vergers de la zone. L'agriculture pluviale domine largement dans l'arrondissement de Djirédji d'où l'importance de comprendre l'influence des éléments du climat sur la phénologie des plantes cultivées.

L'agriculture est l'un des secteurs les plus vulnérables au changement et à la variabilité climatique (N. H. Stern, 2007) car dépendant principalement de variables climatiques telles que les températures, les précipitations, les vents et l'humidité relative. En effet, les températures entraînent une modification des besoins en eau des spéculations et donc de la demande en eau des producteurs (G. C. Nelson et al., 2009) tandis que les précipitations jouent un rôle important dans la disponibilité de l'eau pour les plantes et donc de l'irrigation. Cette dernière dépend fortement des ressources en eaux souterraines et de surface qui sont également vulnérables au changement et à la variabilité climatique ainsi qu'aux phénomènes extrêmes (J. F. Booker et al., 1995 ; K. Tanaka, 2006 ; B. C. Bates et al., 2008 ; C. Kumar, 2012). Le climat est ainsi le composant abiotique des écosystèmes le plus dynamique si l'on considère les fortes variations temporaires de ses éléments. La variation des paramètres climatiques durant l'année impactent les arbres fruitiers. Il existe des seuils au-dessus ou en dessous desquels les éléments du climat impactent positivement ou négativement la production des arbres

fruitiers. C'est ce qui explique en partie la variation de la production des arbres fruitiers suivant les années. Dans le Boudhié, il est observé par les producteurs une variation de la production des anacardiés, des agrumes et des manguiers qui est en relation avec la variation des éléments du climat et de leurs conséquences dans le temps sur la phénologie des arbres fruitiers. Comment la variabilité climatique affecte la phénologie des arbres fruitiers dans les vergers de Djirédji et quelles sont les implications agro-économiques? Les modifications du régime pluviométrique et l'augmentation des températures perturbent les phases phénologiques clés des arbres fruitiers, entraînent une baisse des rendements et une instabilité des revenus agricoles. L'objectif de cette étude est de relever la perception et les constats des agriculteurs sur l'influence du climat sur les arbres fruitiers et de le confronter aux données climatiques de la zone. Les résultats devraient permettre de mieux comprendre l'influence de la variabilité climatique sur la phénologie des arbres fruitiers et de contribuer à l'amélioration des stratégies d'adaptation.

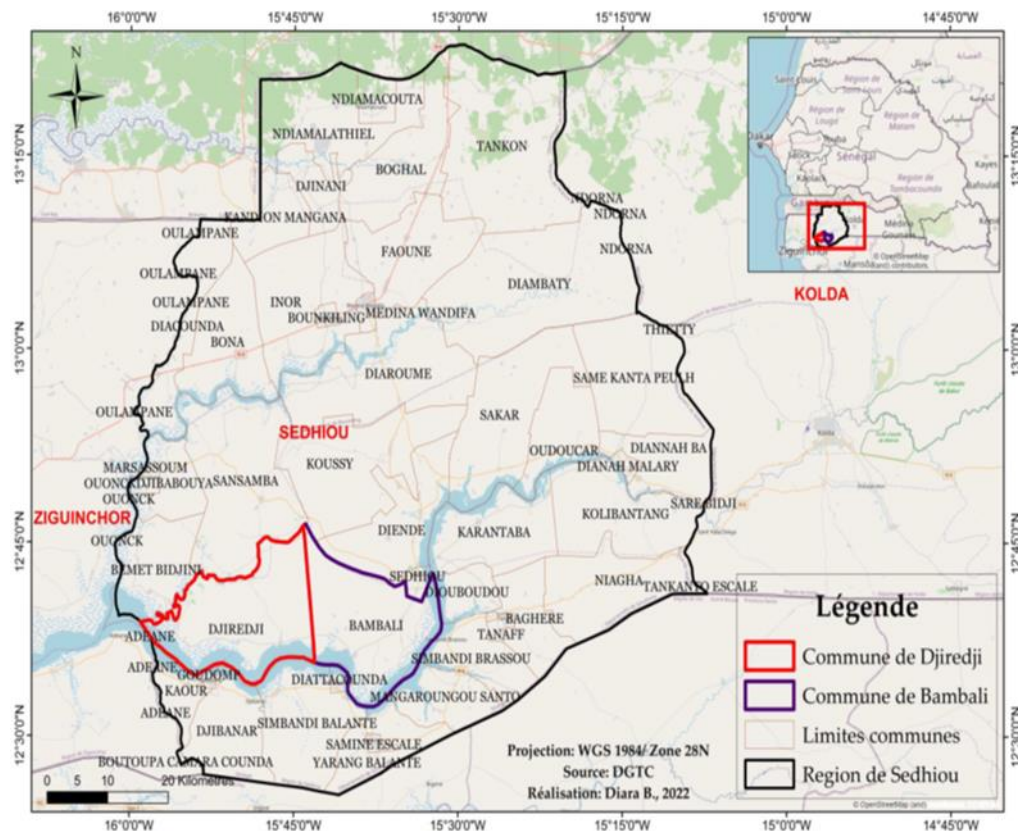
1. Méthodologie

1.1. Présentation du cadre spatial d'étude

La Casamance située dans le Sud du Sénégal est la zone la plus pluvieuse du pays avec les formations boisées les plus importantes. C'est une région qui a d'énormes potentialités sur le plan agricole. Beaucoup pensent que la Casamance devrait être le grenier du Sénégal. Pourtant, la Moyenne Casamance où se localise le Boudhié, qui est l'objet de cette étude, est l'une des zones les plus pauvres du Sénégal à cause notamment du faible niveau de scolarisation, du conservatisme mandingue, du caractère rudimentaire et archaïque des pratiques agricoles mais aussi du conflit casamançais. L'arrondissement de Djirédji composé des communes de Bambaly et Djirédji se trouve dans le département de Sédhiou. La Moyenne Casamance correspond à la région de Sédhiou, zone soudano-guinéenne du Sénégal qui offre un contexte pertinent pour analyser les dynamiques induites par la variabilité climatique.

Les populations du Boudhié sont majoritairement des paysans qui sont des agriculteurs, pratiquant l'arboriculture fruitière dans le contexte actuel de péjoration des conditions climatiques et de dégradation de la couverture forestière. Comprendre l'influence de la variabilité climatique sur la phénologie des arbres fruitiers dans les systèmes de production agricole est essentiel pour accompagner les populations de la zone et réduire la pauvreté.

Carte 1. Localisation de l'arrondissement de Djirédji



1.2. Enquêtes de terrain

Trois enquêtes ont été réalisées auprès des producteurs de manguiers, d'anacardiens et d'agrumes pour essayer de comprendre la perception et les constatations que les agriculteurs ont de l'influence des éléments du climat sur les arbres fruitiers. Ce sont des enquêtes quantitatives explicatives utilisant un questionnaire fermé. Une pré-enquête a été réalisée auprès des différents chefs de villages de l'arrondissement de Djirédji afin d'avoir une idée du nombre de producteurs par village et leur organisation. Les villages enquêtés ont été choisis sur la base des critères relatifs à l'importance de la production et l'existence de grands producteurs et l'accessibilité des sites. Trente-cinq (35) villages ont été retenus sur l'ensemble de l'arrondissement de Djirédji. Les producteurs enquêtés sont donc répartis dans 35 villages dont 16 dans la commune de Djirédji et 19 dans la commune de Bambaly Béroto. Un taux de sondage minimum de 10% a été respecté. Dans chaque village, le nombre de personnes enquêtées est proportionnel au nombre de producteurs identifiés. Les enquêtes et la collecte d'informations sur le terrain se sont déroulées entre 2019 et 2023. Dans chaque village, le choix des producteurs a été fait suivant leur disponibilité, la quantité de la production (petit ou grand producteur), les recommandations du chef de village...

Les 202 producteurs d'anacardiers enquêtés sont donc répartis dans 35 villages dont 16 dans la commune de Djirédji et 19 dans la commune de Bambaly Béroto. Dans

chaque village, le nombre de personnes enquêtées est proportionnel au nombre de producteurs identifiés.

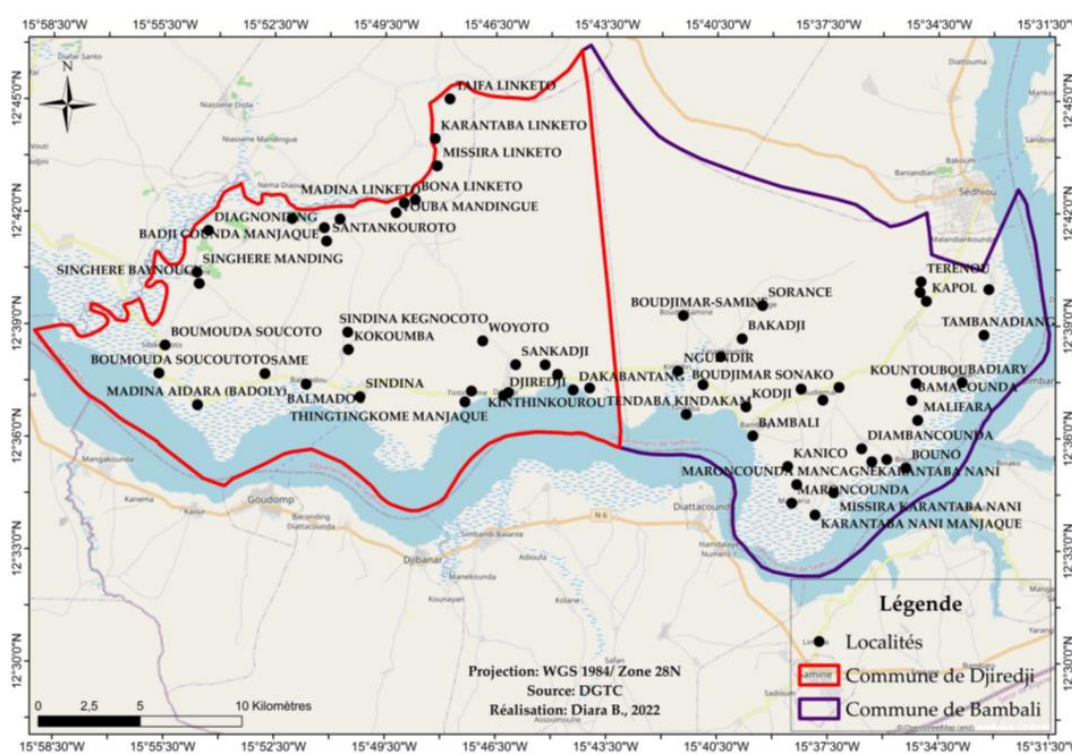
Tableau 1 : Les producteurs d'anacardiers enquêtés dans l'arrondissement de Djirédji

Communes	Population totale (habitants)	Nombre total de ménages	Nombre de ménages agricoles		Nombre de ménages producteurs enquêtés	Taux de sondage
			En chiffre	En pourcentages		
Bambaly Béroto	20454	1289	1031	80%	105	10.18%
Djirédji	21206	1036	880	85%	97	10.90%
Total	41714	2325	1911	82.19%	202	10.51%

Sources : Données d'enquêtes au niveau de l'arrondissement de Djirédji sur la période 2019-2023

Pour les enquêtes auprès des producteurs d'agrumes, il a été plus difficile d'avoir une estimation du nombre de producteurs dans l'arrondissement. Ainsi, nous nous sommes basés sur les informations fournies par les villageois pour définir les villages enquêtés. Par voie de conséquence, 17 villages ont été enquêtés dans la commune de Djirédji (carte 2) pour 94 producteurs. Le nombre de producteurs enquêtés est plus important dans la commune de Djirédji parce que la production est plus importante que dans la commune de Bambaly. Dans la commune de Bambaly, 16 villages (carte 2) ont été enquêtés pour 67 producteurs. S'agissant des enquêtes sur la production de mangues dans le Boudhié, 169 producteurs ont été enquêtés dans 26 villages de l'arrondissement.

Carte 2. Localités enquêtées dans les communes de Djirédji et de Bambaly



1.2. Analyse des données climatiques

Les données climatiques utilisées sont de deux ordres : données de réanalyses et données de la station de Sédhiou. Ce sont des données journalières de 1981 à 2020. Les données de Sédhiou sont trop incomplètes. La caractérisation de l'évolution de la pluviométrie dans le Boudhié a été faite à partir des données de réanalyses et des données climatologiques mensuelles de la station de Sédhiou. A la station de Sédhiou, les paramètres climatologiques mensuels de 1981 à 2020 ont été collectés : la vitesse moyenne du vent en mètre par seconde, le cumul de pluie en mm, la température moyenne minimale et maximale sous abris en degrés Celsius, l'humidité relative minimale et maximale en degré en pourcentage. Ces données comportent des lacunes, ce qui explique l'utilisation des données de réanalyses pour compléter.

Les calculs statistiques suivant ont été fait : le total pluviométrique annuel, les moyennes annuelles, le minimum, le premier quartile, la médiane, la moyenne, le troisième quartile et le maximum. Ces données sont utilisées pour explorer la série chronologique. En outre, un certain nombre de test a été effectué. Les séries chronologiques homogénéisées ont été analysées avec les logiciels R et Python. La détection de ruptures sur R peut utiliser le test de Buishand, l'ellipse de Bois, la méthode non paramétrique de Pettitt, l'approche bayésienne de Lee et Heghinian et la méthode d'hubert (Lubes et al., 1994). Toutes ces méthodes sont adaptées à la détermination d'une rupture unique. Dans cette étude nous avons utilisé le test de

Pettitt qui est le plus utilisé en climatologie en Afrique de l'Ouest. C'est un test non paramétrique qui est adaptée à la détection d'une rupture unique (Seuil de significativité 0,05 c'est-à-dire 5%).

3. Résultats

3.1. Influence de la variabilité climatique sur les anacardiers

Les agriculteurs constatent une variation de la production de noix de cajou, d'agrumes et de mangues qu'ils essaient d'expliquer par divers facteurs. Ils ont constaté que les pieds d'anacardiers situés dans les rizières à côté du fleuve avec des sols hydromorphes produisent plus tardivement par rapport aux champs d'anacardiers situés sur les plateaux.

Il ressort de nos enquêtes que 81% des producteurs d'anacardiers affirment que la production de noix de cajou est meilleure les années de bonne pluviométrie avec absence de grande pause pluviométrique. La pluviométrie optimale pour l'anacardier est comprise entre 800 et 1 800 mm. Dans le Boudhié, la pluviométrie est favorable au développement de la culture de l'anacardier. Le climat dans l'arrondissement de Djirédji est de type soudano-guinéen où les pluies tombent de juin à octobre contre une saison sèche de novembre à mai. Cette période sèche est importante parce que la floraison et la fructification de cet arbre s'y déroule. La moyenne des précipitations est de 1 207.8 mm par an (tableau 2). L'importance des précipitations est un des traits majeurs de la zone. Toutefois, depuis la fin des années 1960, la région, à l'instar de l'Afrique de l'Ouest, connaît une importante péjoration climatique dont les effets se font encore sentir sur l'environnement biophysique et socioéconomique.

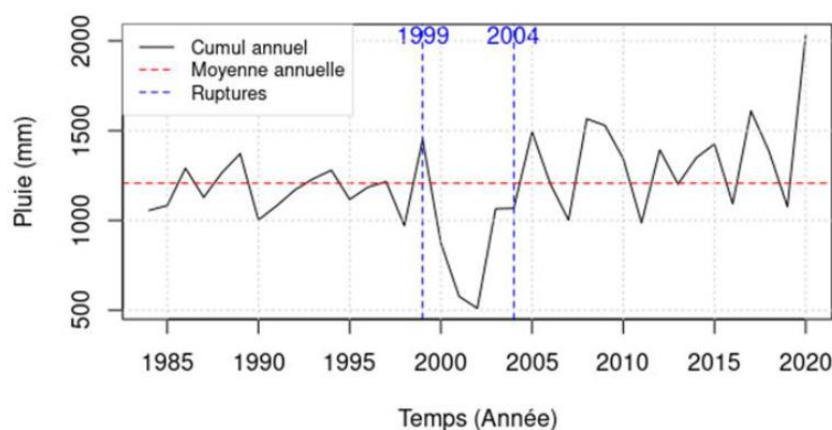
Tableau 2. Les valeurs caractéristiques des cumuls annuels de précipitations en mm

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max
510.7	1067.7	1202.2	1207.8	1371.9	2031.0

Source : D'Après le traitement des données de la station de Sédhieu sur la période 1984-2020

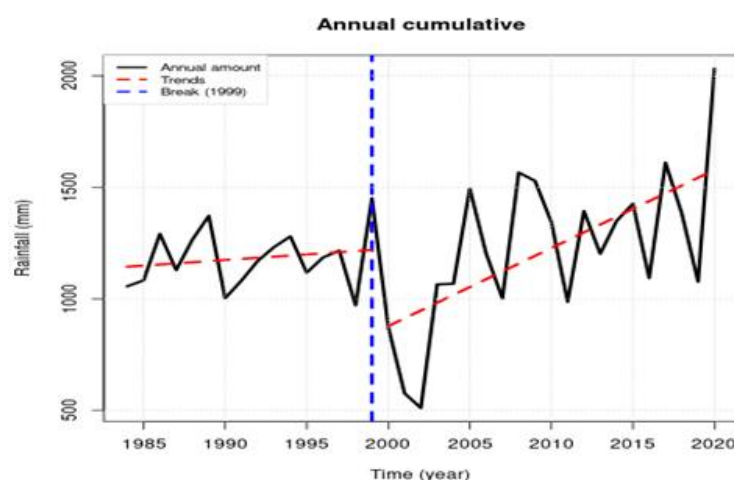
La pluviométrie annuelle maximum est de 2031 mm en 2020. Le minimum est de 510,7 mm en 2002. La pluviométrie annuelle est très variable d'une année à l'autre et les écarts sont assez remaquables. L'analyse de la courbe de la pluviométrie fait ressortir une période où la pluviométrie annuelle se situe en dessous de la normale entre 1999 et 2004 : c'est une rupture (figure 1 et 2). La variabilité s'observe dans le temps et dans l'espace.

Figure 1. Cumul annuel des précipitations dans la région de Sédhiou



Source : D'après le traitement des données de la station de Sédhiou sur la période 1984-2020

Figure 2. Rupture dans le cumul annuel des précipitations en Moyenne Casamance

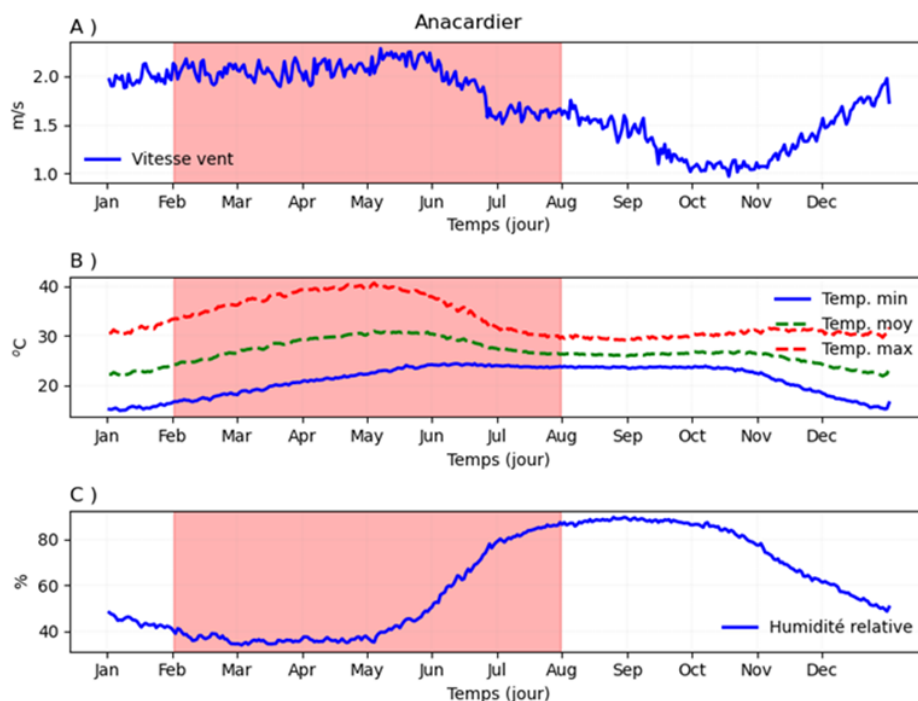


Source : D'après le traitement des données de la station de Sédhiou sur la période 1984-2020

L'analyse de la pluviométrie en Moyenne Casamance entre 1984 et 2020 fait ressortir deux phases séparées par un temps de rupture. La rupture intervient en 1999 avec une pluviométrie annuelle de 510,7 mm alors que la normale est 1 207,8 mm. La première phase de 1984 à 1999 se caractérise par une tendance marquée par la constance des précipitations annuelles qui se situent toujours au-dessus de 1000 mm même si la variabilité est remarquable. La deuxième phase est caractérisée par l'extrême variabilité des précipitations qui oscillent entre 510,7 et 2031 mm par an. Malgré cette forte variabilité des totaux pluviométriques, il faut remarquer une tendance haussière depuis 2000. Depuis 2004, les précipitations annuelles sont toujours supérieures à 1000 mm. La période 1999-2004 correspond à une période sèche avec des totaux pluviométriques qui se situent en dessous de la normale pluviométrique.

La variabilité des précipitations dans le temps en Moyenne Casamance se manifeste par le retard des premières pluies et donc l'installation tardive de l'hivernage, la récurrence des pauses pluviométriques pendant la saison des pluies et la diminution du nombre de jours de pluies. On observe aussi la concentration des totaux pluviométriques les plus importants aux mois d'août et de septembre. Cette variabilité des précipitations engendre une variation des rendements des anacardiers dans le temps et dans l'espace. En effet, les anacardiers situés au niveau des plateaux sur des sols caillouteux qui souffrent plus de stress hydrique les années de faible pluviométrie ont des rendements médiocres selon les agriculteurs (en moyenne 10kg/arbre/année alors qu'en année de bonne production certains pieds peuvent faire jusqu'à 100kg).

Figure 3. A = Vitesse du vent au cours de l'année et période de fructification de l'anacardier. B = Températures minimales, moyennes et maximales par rapport à la période de fructification de l'anacardier. C = Humidité relative en % par rapport à la période de fructification de l'anacardier



Source : D'après le traitement des données de la station de Sédhiou sur la période 1984-2020

Les vents avec une vitesse supérieure à 6 m/s (plus de 22km/h) qui se produisent dans le Boudhié entre février et juin sont aussi préjudiciables pour l'anacardier (figure 3A). Ils provoquent la chute des fleurs et des fruits, déforment la cime des arbres et par conséquent affecte négativement la production. Selon les producteurs, les arbres implantés par semis direct résistent mieux au vent que ceux qui ont été élevés en pépinière qui ont tendance à se pencher. On remarque effectivement qu'une bonne

partie des anacardiers sont penchés surtout ceux situés dans les parcelles ouvertes et donc exposées au vent.

La température optimale pour l'anacardier en floraison et fructification est de 22 à 32°C. Toutefois, dans le Boudhié, les températures maximales de mars à juin dépassent régulièrement 35°C ce qui provoque des avortements floraux qui réduisent la production (figure 3B). L'augmentation régulière des températures maximales (environ +1,3 depuis 1980) et la hausse des épisodes de chaleur pré-hivernale (mars-mai) sont aussi des problèmes. Les poussières en suspension venant du désert ou « haboobs » qui accompagnent la canicule sont néfastes pour les fleurs d'anacardier selon 79% des producteurs en ce sens qu'elles provoquent le dessèchement et la chute des fleurs et par conséquent une diminution de la production.

Dans la phase de développement végétatif de l'anacardier, l'humidité relative souhaitée doit être comprise entre 60 et 90 %. Ces valeurs sont enregistrées dans l'arrondissement de Djirédji de Juillet à octobre. Cependant, pendant la maturation de la noix de cajou l'humidité relative doit être faible en général inférieur à 40 % de février à juin. Les noix qui arrivent à maturité en juillet et au-delà risquent de ne pas passer le contrôle qualité à l'exportation en raison de l'humidité relative trop élevée (plus de 80%). L'excès d'humidité favorise en effet le pourrissement par le développement de la moisissure sur les noix durant cette période. En définitive, la variabilité climatique provoque une diminution du taux de nouaison et une réduction des rendements de 15 à 50% selon les exploitations.

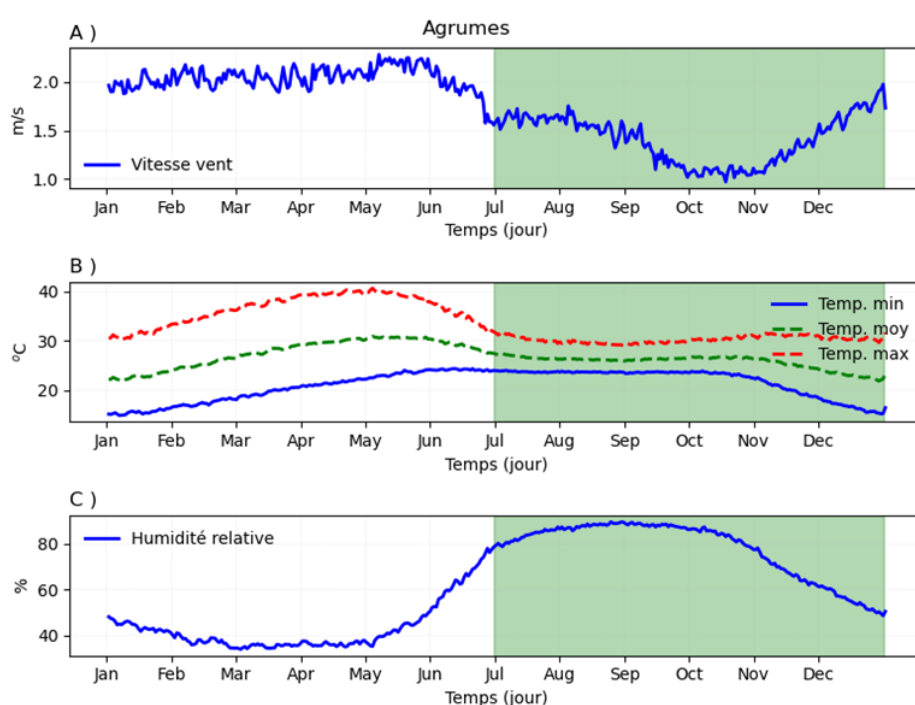
3.2. Influence de la variabilité climatique sur les agrumes

S'agissant des agrumes, les besoins en eau sont estimés à 1 200 mm/an bien répartis dans toute l'année. Aux mois d'avril, mai et juin dans beaucoup de vergers du Boudhié surtout ceux situés sur les plateaux dans les villages de Yancacounda, Bougbo et même dans les parties hautes de Bambaly, les pieds d'agrumes qui ne sont pas arrosés sont en stress hydrique sévère à cause de la sécheresse et des températures supérieures à 40°C (figure 4B) qui engendrent des brûlures sur les feuilles. Plus de 92 % des producteurs ont constaté ce phénomène mais affirment ne pas avoir de solution à cause du problème d'accès à l'eau dans les villages de l'arrondissement. Le stress hydrique sévère impacte négativement la production et explique les rendements faibles dans le Boudhié moins 5 tonnes/ha alors qu'on enregistre plus de 32 tonnes/ha en Turquie. L'eau du fleuve Casamance est salée et le coût pour mise en place d'un puit pour l'agriculture n'est pas à la portée des producteurs.

Les agrumes qui sont en floraison de mars à juillet connaissent des chutes et un dessèchement important à cause des vents forts (6 m/s ou plus de 22km/h)) et des pics de chaleur proches de 40°C (figure 4A et 4C). Ces températures très élevées

conjuguées avec l'humidité relative faible (inférieur à 40 %) favorisent aussi les attaques des termites sur les arbres fruitiers comme les agrumes et les manguiers, ce qui est dommageable pour la production. On note une forte mortalité des agrumes et des manguiers dans les vergers de la zone de l'ordre de 50 à 100%. L'arrosage des pieds d'agrumes et de manguiers durant ces mois limite les attaques et donc les dégâts provoqués par les termites mais cette pratique est presque inexistante dans les vergers à cause du problème d'accès à l'eau dans la zone.

Figure 4. A = Vitesse du vent au cours de l'année et période de fructification des agrumes. B = Températures minimales, moyennes et maximales par rapport à la période de fructification des agrumes. C = Humidité relative en pourcentage par rapport à la période de fructification des agrumes.



Source : D'après le traitement des données de Sédhiou sur la période 1984-2020

En définitive, la variabilité climatique notamment les pics de chaleurs, les vents forts et les épisodes secs contribuent à l'augmentation de la mortalité des pieds en relation avec les attaques des termites, la baisse du taux de nouaison, l'allongement du cycle phénologique et le décalage des pics de production chez les agrumes.

3.3. Influence de la variabilité climatique sur les manguiers

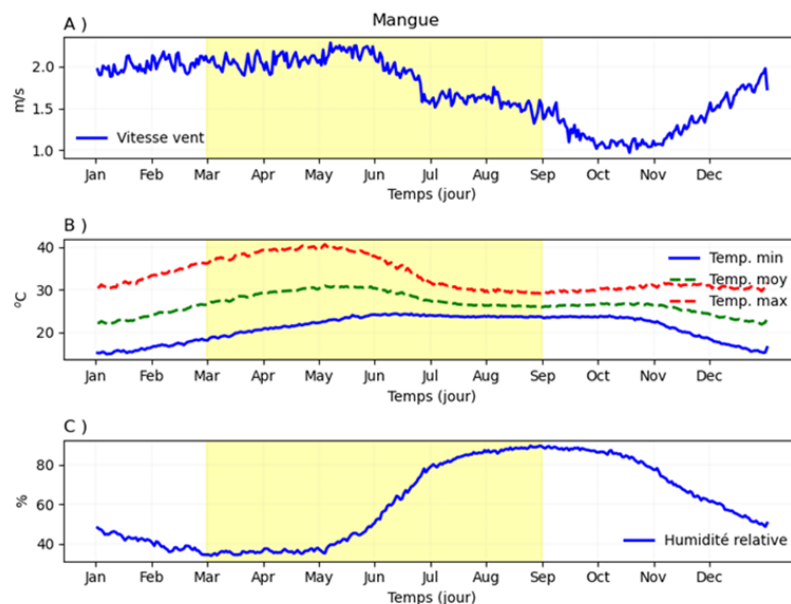
Le manguiier exige au minimum 750 mm de pluie répartie sur 12 mois. Dans le Boudhié, la pluviométrie moyenne annuelle est de 1 200 mm et donc semble suffisante. En période de floraison, les températures doivent tourner autour de 20°C. C'est pourquoi, les températures supérieures à 34°C entre novembre et mars provoquent

des avortements floraux par le dessèchement des fleurs (figure 5B). Ainsi, les variétés qui sont en floraison jusqu'aux mois de février et mars connaissent une chute importante de fleurs aggravée par les vents forts.

Les vents avec une vitesse supérieure à 6 m/s (plus de 22km/h) entre novembre et mars provoquent des dégâts similaires à ceux enregistrés au sein des anacardiers et des agrumes : chute des fleurs et des fruits et donc baisse des rendements (figure 5A). Les vents qui amènent les premières pluies aux mois de juin et juillet provoquent une chute très importante des mangues qui sont arrivées à maturité. L'essentiel de ces mangues pourrissent au sol. Plus de 79% des agriculteurs ont constaté les effets négatifs des forts vents et de la canicule sur les manguiers.

Avec les premières pluies et l'augmentation de l'humidité relative à plus de 80% (figure 5C), apparaissent également les mouches des fruits (*Bactrocera dorsalis*, *Ceratites cosyra*, *Ceratites capitata*...) qui attaquent systématiquement les fruits des manguiers et particulièrement la variété «Keit» et provoquent le pourrissement. Pour les Kent, il est possible de les cueillir avant les premières pluies selon les producteurs.

Figure 5. A = Vitesse du vent au cours de l'année et période de fructification des manguiers. B = Températures minimales, moyennes et maximales par rapport à la période de fructification des manguiers. C = Humidité relative en % par rapport à la période de fructification des manguiers.



Source : D'après le traitement des données de la station de Sédhiou sur la période 1984-2020

Pendant la période sèche ou l'humidité relative est inférieure à 50 %, de janvier à juin (figure 4C), l'activité des termites est importante. Les termites phytophages et champignonnistes attaquent les manguiers et provoquent des dégâts importants sur

les vergers ou le niveau d'infestation est très important. Sur certains vergers, la production a diminué de 90 % et dans d'autres comme autour des villages de Massaria, Bambaly et Missira Noumbato, on note la mort progressive de l'ensemble des pieds de manguiers situés à côté du fleuve à cause des attaques des termites.

En définitive, la variabilité climatique provoque une floraison précoce chez le manguier et une augmentation des fleurs avortées à cause des pics de chaleur et du vent. La fructification devient ainsi irrégulière d'une année à l'autre. L'augmentation de la mortalité des pieds de mangues s'explique des par les attaques de termites en relation avec la sécheresse.

4. Discussion

Nos résultats mettent en évidence une tendance à la diminution des rendements et de la production dans le Boudhié à cause de la pénétration et de la variabilité des conditions climatiques dans la zone. . Les fluctuations des précipitations et des températures influencent fortement la phénologie des espèces étudiées (mangue, anacarde et agrumes). Les décalages et variations observés dans la floraison et la fructification sont liés à l'irrégularité des pluies, l'augmentation des températures et la modification des saisons agricoles. L'étude met en évidence une réponse spécifique par espèce : la mangue présente une forte dépendance aux variations thermiques, notamment pour l'induction florale ; l'anacarde est sensible à la durée de la saison sèche et les agrumes réagissent davantage à la disponibilité en eau. Cette différenciation s'explique par les exigences écophysiologiques propres à chaque espèce. L'analyse de la série pluviométrique a montré l'existence d'une rupture significative qui a entraîné une désynchronisation des cycles biologiques, une réduction des rendements et une augmentation des risques de stress hydrique.

Selon la majorité des producteurs, les années de faible pluviométrie, les canicules, les lithométhéores et les vents forts ont comme conséquences une diminution de la production par la destruction partielle de la floraison et de la fructification, une plus grande mortalité des pieds d'agrumes et de manguiers à cause des pics de chaleur et des attaques des termites pendant la saison sèche. Aussi, on note une perturbation du cycle biologique des plantes avec le stress hydrique et les canicules. Ces résultats confirment ceux de J. W. Knox et *al.* (2012). Pour eux, les pays sahéliens seront les plus touchés par les effets négatifs de la variabilité climatique. Une méta-analyse de 52 articles a été effectuée pour mettre en évidence l'impact attendu du changement climatique sur les rendements de 8 cultures en Afrique et en Asie. Les résultats montrent une baisse des rendements agricoles de 8% à l'horizon 2050 pour les deux régions. En Afrique, les rendements vont baisser de 17% pour le blé, 5% pour le maïs, 15% pour le sorgho, et 10% pour le mil. Toutefois, pour le riz, le manioc et la canne à sucre, il a été noté des résultats contradictoires.

Tout comme dans notre étude, S. Barrios et *al.* (2008) faisaient remarquer que les deux facteurs déterminants dans les tendances récentes observées sur la production agricole en Afrique subsaharienne sont l'augmentation des températures mais surtout la diminution des précipitations. Ces facteurs ont engendré des déficits de production depuis les années 1970. W. Schlenker et D. B. Lobell (2010) signalent que l'augmentation de températures prévues par les modèles est bien plus forte que celle des précipitations. Par conséquent, même si les pluies ne changeaient pas dans le futur, le rendement diminuerait d'environ 15% du fait de l'augmentation des températures qui réduit la longueur des cycles de culture et augmente le stress hydrique à travers une évaporation accrue. Ce résultat confirme celui de S. Salack (2006) qui montre que pour variété de mil, un réchauffement de + 1,5°C aura inévitablement des effets négatifs sur le rendement, même si ces effets négatifs peuvent être atténués par une augmentation des précipitations. B. Sultan et *al.* (2013) abondent dans le même sens. Selon ces auteurs l'impact négatif provoqué par une augmentation de la température de 2°C sur l'Afrique peut être compensé par une hausse de 20% des pluies. En revanche, lorsque le réchauffement dépasse 3°C, on observe un déficit dans les rendements quelle que soit l'anomalie de pluies considérée. Ces observations sur les cultures annuelles sont valables pour les arbres fruitiers dans plusieurs parties du monde. Ainsi, en 2023, la Floride a enregistré sa plus petite récolte d'oranges depuis un siècle à cause des tempêtes, des inondations et du froid. Une baisse de 90% de la récolte par rapport au début des années 2000 a été notée.

En somme, le stress thermique, les sécheresses précoces ou prolongées et les pluies irrégulières perturbent la phénologie des arbres fruitiers. Ces perturbations phénologiques engendrent une perte de revenus pour les agriculteurs qui est liée à la baisse de la qualité des fruits et des rendements. Ainsi, la variabilité climatique renforce la vulnérabilité des petits producteurs. Face à cette variabilité du climat, plusieurs stratégies d'adaptation sont observées : ajustements des calendriers agricoles, diversifications des cultures, recours à l'irrigation et sélection de variétés plus résistantes. Toutefois, certaines limites de cette étude doivent être soulignées. Il s'agit d'abord de l'insuffisance des données climatiques utilisées pour décrire le comportement phénologique des plantes, la variabilité spatiale des observations et l'influence d'autres facteurs que nous avons pas pu prendre en compte (sols, pratiques culturales, impacts des ravageurs...).

Conclusion

La variabilité climatique et notamment les phénomènes météorologiques extrêmes impactent négativement la production des arbres fruitiers dans le Boudhié. En effet, les pauses et la diminution des totaux pluviométriques, les canicules, les vents forts et les lithométéores provoquent le dessèchement des feuilles et des avortements floraux entre autres conséquences qui engendrent une baisse des rendements. En outre, la

perturbation des écosystèmes engendrée par l'essartage et la variabilité climatique a comme conséquences entre autres l'augmentation des ravageurs comme les termites (xylophages et champignonnistes) et les mouches des fruits qui détruisent les vergers de mangues et d'agrumes ainsi que leur production. Vu l'importance économique et écologique de l'arboriculture fruitière notamment des plantations d'anacardiens en Casamance, les pouvoirs publics doivent trouver des solutions concernant l'accès à l'eau pour les ménages et pour l'irrigation mais également la prolifération des ravageurs des cultures. Aussi, l'adoption de stratégies fondées sur l'agroécologie, l'information climatique et l'organisation collective des producteurs apparaît indispensable pour renforcer la résilience du secteur fruitier.

Références bibliographiques

ANSD 2014, Rapport définitif RGPHAE 2013. ANSD, Dakar, 418p.

BARRIOS Salvador, OUATTARA Bazoumana et STROBL Eric Albert, 2008, The impact of climate change on agricultural production : Is it different for Africa ? Food policy, 33 : 287-298

BATES Craig Brison, KUNDZEWICZ Z. W., WU S. et PALUTIKOF J. P., 2008, Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 p.

BOOKER John F., 1995, Hydrologic and economic impacts of drought under alternative policy responses. Journal of the American Water Resources Association. 31, pp. 889-906, [en ligne], adresse U.R.L. : <doi:10.1111/j.1752-1688.1995.tb03409.x >.

DIARRA Baba, 2024, Enjeux socioéconomiques des systèmes de production fruitière dans l'arrondissement de Djirédji en Moyenne Casamance (Sud du Sénégal). In « Mieux comprendre l'espace » Volume 1, Géovision numéro 11 juin 2024, pp 241-257.

KNOX Jerry william, HESS Tim, DACCACHE Andre et WHEELER Tim, 2012, Climate change impacts on crop productivity in Africa and South Asia. Environ. Res. Lett., 7 : 1-8

KUMAR Chandrakant, 2012, Climate Change and Its Impact on Groundwater Resources, International Journal of Engineering and Science, vol. I, no 5 : pp. 43-60, [en ligne], consulté le 8 avr. 2017, adresse.

U.R.L.<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.707.5346&rep=rep1&type=pdf>>.

LUBES Henri, MASSON J. M., SERVAT E., PATUREL J. E. et KOUAME B., 1994, Caractérisation des fluctuations dans une série chronologique par application des tests statistiques – Etude bibliographique. Rapport n°3. ORSTOM, Montpellier, France.

NELSON Gérald C., ROSEGRANT M. W., KOO J., ROBERTSON R., SULSER T., ZHU T., RINGLER C., MSANGI S., PALAZZO A., BATKA M., MAGALHAES M., VALMONTE-SANTOS R., EWING M. et LEE D., 2009, Changement climatique, impact sur l'agriculture et coûts de l'adaptation, International Food Policy Research Institute (Ifpri).

SALACK Seyni, 2006, Impacts des changements climatiques sur la production du mil et du Sorgho dans les sites pilotes du plateau central de Tahoua et Fakara. CILSS, 33p.

SCHLENKER Wolfram et LOBELL David B., 2010, Robust negative impacts of climate change on Africa agriculture. Environmental research letter, 5 : 1-8.

STERN Nicholas Herbert, 2007, The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge (U.K.), Cambridge University Press.

SULTAN Benjamin, ROUDIER Philippe, QUIRION Philippe, AGALI Alhassane, MULLER Bertrand DINGKUHN Michael, CIAIS Philippe, GUIMBERTEAU Mathieu, TRAORE S. et BARON Christian, 2013, Assessing climate change impacts on sorghum and millet yields in West Africa. Environmental research letter, 8 : 9p.

TANAKA Katsumasa, ONEIL Brian C. et D. Rokityanskiy 2006, Climate warming and water management adaptation for California. Climatic Change. 76 (3-4), pp. 361-387, [en ligne], adresse U.R.L. : <DOI <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9079-5>>.