



UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE

**UFR ENVIRONNEMENT**

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de  
la Recherche Scientifique

ANNEE ACADEMIQUE :  
2020-2021

N° D'ORDRE : 0442/2021

N° CARTE D'ETUDIANTE

CI0416008519

## MASTER

Génie de l'Eau et de l'Environnement

THEME :

**Résilience des riziculteurs au changement  
climatique dans le département de  
Yamoussoukro (Centre de la Côte d'Ivoire)**

LABORATOIRE DES  
SCIENCES ET  
TECHNOLOGIES DE  
L'ENVIRONNEMENT

Présenté par :

**KOUASSI Barbara Sidoine Abonouah**

JURY

Président : KOUADIO Zilé Alex, Maître de Conférence,  
Université Jean Lorougnon Guédé

Directeur : M. KONAN-WAIDHET Arthur Brice, Maître de Conférences,  
Université Jean Lorougnon Guédé

Encadreur : M. ANOH Kouao Armand, Maître-Assistant,  
Université Jean Lorougnon Guédé

Examineur : Mme. YAO Affoué Berthe Epse TOURE, Maître-Assistant,  
Université Jean Lorougnon Guédé

Soutenu publiquement

Le 11/10/2021



UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE

**UFR ENVIRONNEMENT**

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de  
la Recherche Scientifique

ANNEE ACADEMIQUE :  
2020-2021

N° D'ORDRE : 0442/2021

N° CARTE D'ETUDIANTE

CI0416008519

# MASTER

Génie de l'Eau et de l'Environnement

THEME :

**Résilience des riziculteurs au changement  
climatique dans le département de  
Yamoussoukro (Centre de la Côte d'Ivoire)**

LABORATOIRE DES  
SCIENCES ET  
TECHNOLOGIES DE  
L'ENVIRONNEMENT

Présenté par :

**KOUASSI Barbara Sidoine Abonouah**

JURY

Président : **KOUADIO Zilé Alex, Maître de Conférence,**  
Université Jean Lorougnon Guédé

Directeur : **M. KONAN-WAIDHET Arthur Brice, Maître de Conférences,**  
Université Jean Lorougnon Guédé

Encadreur : **M. ANOH Kouao Armand, Maître-Assistant,**  
Université Jean Lorougnon Guédé

Examineur : **Mme. YAO Affoué Berthe Epse TOURE, Maître-Assistant,**  
Université Jean Lorougnon Guédé

Soutenu publiquement

Le 11/10/2021

**DEDICACE**

*Je dédie ce travail à ma grande famille qui m'a doté d'une éducation  
digne et de leur amour qui a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.*

\*\*\*\*\*

*À la mémoire de mon oncle, feu KOUASSI Tougbin Francis*

\*\*\*\*\*

## REMERCIEMENTS

La réalisation de cette étude a été possible grâce à la contribution considérable de certaines personnes à qui nous tenons à témoigner notre sincère gratitude.

Nos remerciements vont tout d'abord à l'endroit du personnel administratif et académique de l'Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG) de Daloa, avec à sa tête le Professeur **TIDOU Abiba Sanogo épouse KONE**, pour sa détermination à garantir un encadrement de qualité aux étudiants.

Nous exprimons notre profonde gratitude au Professeur **KOUASSI Kouakou Lazare**, Directeur de l'UFR Environnement pour les efforts à vouloir faire de l'UFR Environnement une UFR d'excellence.

Nous remercions singulièrement le Docteur **KONAN-WAIDHET Arthur Brice**, Maître de Conférences, Directeur du conseil pédagogique de l'UFR Environnement et par ailleurs Directeur Scientifique de ce mémoire, pour ses éclaircissements et ses conseils inestimables dans la réalisation de ce travail.

Nous remercions le Professeur **KOUADIO Zilé Alex**, Chef du Département Sciences de la Terre, par ailleurs Président du Jury, pour son charisme et pour la bonne marche du Département.

Nous remercions le Docteur **MANGOUA Oi Mangoua Jules**, Maître de Conférences, Responsable de la filière Génie de l'Eau et de l'Environnement (GEE) de l'UFR Environnement, pour tous ses efforts à l'égard de notre promotion.

Nous adressons nos sincères remerciements à Docteur **ANOHI Kouao Armand**, Maître-Assistant à l'UFR Environnement, qui a accepté d'encadrer ce travail et qui m'a accordé toute son attention, sa patience et surtout sa disponibilité.

Nos remerciements vont également à l'endroit des autorités de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB) ; particulièrement au Directeur Général, Monsieur **KOFFI N'Guessan** et le Directeur du Département de Formation et de Recherche Génie Rural et Sciences Géographiques (DFR-GRSG), Monsieur **DIBO Gérard N'Guessan**.

Nous exprimons toute notre gratitude au Professeur **ASSIDJO Nogbou Emmanuel**, Professeur Titulaire au Département de Formation et de Recherche Génie Chimique et Agro-alimentaire

(DFR GCAA) de l'INP-HB. Merci **Professeur ASSIDJO** pour la collaboration entre les deux institutions (UJLoG et INP-HB) que vous avez facilité.

Nous voudrions témoigner notre reconnaissance au Docteur **ADAÏ Botto Moïse**, Enseignant-chercheur au DFR GRSG qui a supervisé cette étude à l'INP-HB, pour sa rigueur au travail, son enseignement, ses conseils et directives, son soutien et sa sollicitude dans la réalisation de cette étude.

Nous sommes également reconnaissants à tout le personnel du DFR-GRSG de l'INP-HB, notamment Monsieur **SEU Kambiré**, Enseignant-Chercheur pour les conseils et le soutien logistique qu'ils nous ont offert.

Notre reconnaissance à l'endroit du Docteur **YAO Affoué Berthe Epouse TOURE** pour avoir non seulement instruit et examiné ce mémoire.

Notre gratitude va également à l'endroit de la Coopérative des Producteurs de Riz (COPRORIZ), dirigé par Monsieur **BEUGRE Abernaty** et du Comité de Gestion de l'Aménagement (CGA) de Nanan, dirigé par Monsieur **KOUAKOU Yao Florent**, qui nous ont permis d'avoir accès aux archives de la coopérative ainsi qu'au périmètre.

Nous tenons vivement à exprimer notre gratitude à tout le corps enseignant du Parcours GEE de l'UFR Environnement, pour l'encadrement, le professionnalisme et le soutien dont ils ont fait preuve à l'égard de l'ensemble des étudiants durant toutes ces années de formation.

Nos remerciements vont également à l'endroit de **N'GUESSAN Konan Jean-Yves**, **KRA Léandre Junias**, **KOUAME Jean Olivier**, **KOFFI Berenger** et de tous les étudiants de la filière Génie de l'Eau et de l'Environnement (GEE) pour le soutien et la franche collaboration durant cette année académique. Puisse Dieu vous le rendre au centuple.

Nous remercions de tout notre cœur nos parents **KOUASSI Brou** et **KOUADIO Loukou Marie**, pour la vie, l'affection, les prières incessantes et le soutien moral et financier à notre endroit. Puisse le Bon Dieu, leur accorde une longue vie afin de pouvoir savourer les fruits de votre dévouement.

Nous n'oublions pas nos frères (BROU Thierry, KOUASSI Alban, KOUASSI Romuald, KOUASSI Prince et KOUASSI Dominique) et nos sœurs (KOUASSI Grâce, KOUASSI flora, BAZIE Cynthia, BAZE Syntyche et BAH Samira) qui nous ont soutenu tout le long de notre vie scolaire et estudiantine. Que le bon Dieu nous aide à renforcer davantage ces liens naturels qui nous unissent.

Cette liste ne pouvant être exhaustive, que tous ceux et celles qui ne s'y verront pas, nous excuse et trouvent ici, l'expression de ma profonde gratitude.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTE DES ANNEXES .....</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>I</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS .....</b>	
<b>1.1. Généralités sur la zone d'étude .....</b>	<b>4</b>
1.1.1. Situation géographique .....	4
1.1.2. Caractéristiques hydro-climatiques et physiques .....	4
1.1.2.1. Climat.....	4
1.1.2.2. Réseau hydrographique .....	5
1.1.2.3. Relief.....	6
1.1.2.4. Géologie et pédologie.....	7
1.1.2.5. Végétation .....	7
1.1.3. Caractéristiques socio-économiques.....	8
1.1.3.1. Démographie .....	8
1.1.3.2. Agriculture .....	8
<b>1.2. Notion et concept sur la thématique abordée .....</b>	<b>8</b>
1.2.1. Changement climatique .....	8
1.2.2. Perception paysanne du changement climatique .....	9
1.2.3. Résilience et vulnérabilité des agriculteurs au changement climatique .....	9
<b>DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIEL ET MÉTHODES .....</b>	
<b>2.1. Matériel .....</b>	<b>10</b>
2.1.1. Données .....	10
2.1.1.1. Données météorologiques .....	10
2.1.1.2. Données d'enquête .....	10
2.1.2. Outils .....	10
<b>2.2. Méthodes .....</b>	<b>11</b>
2.2.1. Analyse de la perception des riziculteurs au changement climatique .....	11
2.2.1.1. Enquête.....	11

2.2.1.2.	Analyse de la variabilité climatique .....	11
2.2.2.	Étude de la vulnérabilité des riziculteurs au changement climatique.....	15
2.2.2.1.	Identification des risques climatiques .....	15
2.2.2.2.	Détermination de la capacité d'adaptation .....	17
2.2.2.3.	Matrice de vulnérabilité des riziculteurs aux impacts du changement climatique	19
2.2.3.	Choix des meilleures stratégies d'adaptation .....	19
2.2.3.1.	Identification des stratégies d'adaptation .....	19
2.2.3.2.	Priorisation des stratégies d'adaptation .....	20
<b>TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION.....</b>		
<b>3.1.</b>	<b>Résultats .....</b>	<b>21</b>
3.1.1.	Analyse de la perception des riziculteurs face au changement climatique.....	21
3.1.1.1.	Perception du changement climatique.....	21
3.1.1.2.	Perception sur la pluviométrie.....	21
3.1.1.3.	Perception sur le démarrage et la durée de la saison pluvieuse.....	21
3.1.1.4.	Perception sur les températures .....	22
3.1.1.5.	Perception sur la disponibilité de l'eau .....	23
3.1.1.6.	Variabilité climatique .....	24
3.1.2.	Vulnérabilité des riziculteurs au changement climatique.....	30
3.1.2.1.	Potentiels risques climatiques sur la riziculture irriguée.....	30
3.1.2.2.	Impacts des risques climatiques sur la riziculture irriguée.....	30
3.1.2.3.	Matrice d'impacts des risques climatiques.....	32
3.1.2.4.	Capacité d'adaptation des riziculteurs au changement climatique.....	33
3.1.2.5.	Matrice de vulnérabilité .....	34
3.1.3.	Stratégies d'adaptation .....	35
3.1.3.1.	Stratégies d'adaptation des riziculteurs .....	35
3.1.3.2.	Priorisation des options d'adaptation identifiées .....	36
<b>3.2.</b>	<b>Discussion.....</b>	<b>38</b>
<b>CONCLUSION.....</b>		<b>42</b>
<b>RÉFÉRENCES .....</b>		<b>43</b>
<b>ANNEXES.....</b>		



## **LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

<b>CCNUCC</b>	: Convention Cadre de Nations unies sur le Changement Climatique
<b>COPRORIZ</b>	: Coopératives des Producteurs de RIZ
<b>CPCS</b>	: Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols
<b>DFR</b>	: Département de Formation et de Recherche
<b>FAO</b>	: Organisation de Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture
<b>GEE</b>	: Génie de l'Eau et de l'Environnement
<b>GIEC</b>	: Groupe d'experts Inter-Gouvernemental sur l'Évolution du Climat
<b>INS</b>	: Institut National de la Statistique
<b>IPCC</b>	: Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>INP-HB</b>	: Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny de Yamoussoukro
<b>MINAGRI</b>	: Ministère de l'Agriculture
<b>NEPAD</b>	: Nouveau Partenariat pour le développement de l'Afrique
<b>ONDR</b>	: Office Nationale Pour le Développement de la riziculture
<b>RGPH</b>	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat
<b>SODERIZ</b>	: Société pour le Développement de Riziculture
<b>SODEXAM</b>	: Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire Aéronautique Météo
<b>UFR</b>	: Unité de Formation et de Recherche
<b>UJLoG</b>	: Université Jean Lorougnon Guédé
<b>UNCCD</b>	: United Nations Convention to Combat Desertification
<b>UNDP</b>	: Programme des Nations Unis pour le Développement
<b>USAID</b>	: United States Agency for International Development

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau I</b> : Terminologie des probabilités d'occurrence des risques climatiques .....	16
<b>Tableau II</b> : Degrés des impacts des risques climatiques sur les variables du système de culture du riz irrigué .....	16
<b>Tableau III</b> : Sous-indicateurs des différents indicateurs des modes d'existence .....	17
<b>Tableau IV</b> : Cotation de la disponibilité et de l'accessibilité des riziculteurs aux indicateurs des moyens d'existence.....	18
<b>Tableau V</b> : Degrés de vulnérabilité des riziculteurs au changement climatique .....	19
<b>Tableau VI</b> : Priorisation des options d'adaptation aux impacts du changement climatique .....	20
<b>Tableau VII</b> : Perception des riziculteurs de la variabilité et du changement climatique.....	21
<b>Tableau VIII</b> : Perception des riziculteurs sur l'évolution pluviométrique à Yamoussoukro .....	21
<b>Tableau IX</b> : Perception des riziculteurs du démarrage de la saison pluvieuse .....	22
<b>Tableau X</b> : Perception des riziculteurs sur la durée de la saison des pluies .....	22
<b>Tableau XI</b> : Perception des riziculteurs sur l'évolution des températures à Yamoussoukro.....	22
<b>Tableau XII</b> : Comparaison des moyennes des températures des sous séries à Yamoussoukro de 1979 à 2020 .....	27
<b>Tableau XIII</b> : Impacts des risques climatiques sur les variables du système de production du riz irrigué .....	31
<b>Tableau XIV</b> : Conséquences des risques climatiques sur les variables du système de production du riz irrigué .....	31
<b>Tableau XV</b> : Degrés des impacts des risques climatiques sur les variables du système de production du riz irrigué .....	32
<b>Tableau XVI</b> : Matrice d'impacts des risques climatiques sur les variables du système de production du riz irrigué.....	33
<b>Tableau XVII</b> : Matrice de vulnérabilité des riziculteurs dans le département de Yamoussoukro .....	34
<b>Tableau XVIII</b> : Matrice d'adaptation aux conséquences du changement climatique .....	36
<b>Tableau XIX</b> : Priorisation des options d'adaptation identifiées .....	37

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Localisation géographique de la zone d'étude .....	4
<b>Figure 2</b> : Diagramme ombro-thermique de la ville de Yamoussoukro de 1979 à 2020 .....	5
<b>Figure 3</b> : Réseau Hydrographique du département de Yamoussoukro .....	6
<b>Figure 4</b> : Relief du département de Yamoussoukro .....	7
<b>Figure 5</b> : Diagramme de capacité d'adaptation .....	18
<b>Figure 6</b> : Perception des riziculteurs de la disponibilité en eau dans les retenues d'irrigation en période de hautes eaux.....	23
<b>Figure 7</b> : Perception des riziculteurs de la disponibilité en eau dans les retenues d'irrigation en période de basses eaux.....	23
<b>Figure 8</b> : Évolution de la pluviométrie moyenne annuelle à Yamoussoukro de 1979 à 2020 .....	24
<b>Figure 9</b> : Tendances de la pluviométrie moyenne annuelle à Yamoussoukro de 1979 à 2020	
<b>Figure 10</b> : Évolution des températures minimales à Yamoussoukro de 1979 à 2020 .....	25
<b>Figure 11</b> : Tendances des températures minimales à Yamoussoukro de 1979 à 2020.....	26
<b>Figure 12</b> : Évolution des températures maximales à Yamoussoukro de 1979 à 2020.....	26
<b>Figure 13</b> : Tendances des températures maximales à Yamoussoukro de 1979 à 2020.....	27
<b>Figure 14</b> : Évolution des dates de démarrage de la saison des pluies à Yamoussoukro de 1979 à 2020 .....	28
<b>Figure 15</b> : Évolution des dates de fin de la saison des pluies à Yamoussoukro de 1979 à 2020 .....	29
<b>Figure 16</b> : Évolution de la longueur de la saison des pluies à Yamoussoukro de 1979 à 2020 .....	29
<b>Figure 17</b> : Capacité d'adaptation des riziculteurs dans le département de Yamoussoukro ...	34
<b>Figure 18</b> : Stratégies d'adaptation des riziculteurs dans le département de Yamoussoukro .	35

## **LISTE DES ANNEXES**

**Annexe 1 :** Évaluation des sous indicateurs et des indicateurs des modes d'existence

**Annexe 2 :** Entretiens avec les riziculteurs durant la phase d'enquête

**Annexe 3 :** Résultats de quelques tests sur les variables climatiques et la fiche d'enquête.

# INTRODUCTION

## Introduction

La sécurité alimentaire est un défi majeur pour de nombreux pays du monde en particulier pour les pays d'Afrique. Selon les estimations récentes de l'Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture, le nombre de personnes en situation d'insécurité alimentaire grave en Afrique est passé de 192 millions à environ 250 millions entre 2014 et 2019, avec près de 70 millions de personnes touchées en Afrique de l'Ouest, en 2019 (FAO, 2020). Le changement climatique et ses impacts sur l'agriculture constituent l'un des plus grands défis auxquels l'humanité doit faire face au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle (GIEC, 2007). De ce fait, le changement climatique est perçu comme une réelle menace pour la sécurité alimentaire, car il affecte ses quatre composantes que sont la disponibilité et l'accessibilité de l'alimentation, la stabilité de l'approvisionnement alimentaire, et l'aptitude des consommateurs à utiliser les denrées alimentaires en quantité suffisante (FAO, 2014). Les impacts du changement climatique varient spatialement et temporellement d'une région à une autre de la Terre. Ainsi, il est prédit que ces impacts seront davantage ressentis sur le continent africain en raison de facteurs tels qu'une grande variabilité climatique, une forte dépendance aux ressources naturelles, de faibles revenus et un développement insuffisant des infrastructures pour s'adapter aux effets néfastes du changement climatique (Tubiello *et al.*, 2007).

La Côte d'Ivoire, pays situé en Afrique de l'Ouest qui a axé son développement économique sur le secteur agricole, n'échappe pas aux impacts négatifs du changement climatique. En effet, le secteur agricole du pays, essentiellement pluvial, est confronté à plusieurs difficultés notamment liées au climat, qui se caractérisent par une réduction des précipitations et une augmentation de la température (N'Guessan *et al.*, 2019). Parmi les cultures de subsistance de la population ivoirienne, le riz occupe une place de choix (FAO, 2014 ; ONDR, 2017) avec une consommation annuelle par habitant estimée entre 63 kg et 68,5 kg en 2009 (MINAGRI, 2009). Cependant, la riziculture en Côte d'Ivoire reste encore très traditionnelle avec une forte prédominance pluviale en termes de superficies cultivées (95 %) représentant 80 % de la production nationale. Par contre, la riziculture irriguée qui ne couvre que 5 % des surfaces cultivées, représente à elle seule 20 % de la production nationale (ONDR, 2012). De ce fait, la riziculture irriguée figure comme l'une des options privilégiées pour atteindre l'autosuffisance en riz et assurer la sécurité alimentaire du pays (FAO, 2010).

Le département de Yamoussoukro, dans le centre de la Côte d'Ivoire se positionne parmi les importantes zones de production de riz irrigué (JICA, 2013). Plusieurs groupements de riziculteurs dans cette région ont compris la nécessité de parvenir à une autosuffisance alimentaire en riz pour une réduction des importations massives, grâce à une production locale

## Introduction

compétitive tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Ainsi, de nombreux progrès ont été fait dans la région avec l'appui de l'Etat et de partenaires extérieurs afin de développer la riziculture irriguée notamment, à travers la création de périmètres irrigués avec des retenues d'eau. Toutefois, ces aménagements hydroagricoles sont de plus en plus confrontés à l'irrégularité des précipitations (Ahmed *et al.*, 2015). Par ailleurs, la faible capacité d'adaptation des riziculteurs aux variations climatiques en général, ainsi qu'au rythme des précipitations (Sivakumar *et al.*, 1984) et des températures, pourraient être la cause des pertes de rendements non négligeable observées sur les périmètres rizicoles de la région. Dès lors, la question cruciale qui se pose est de savoir si les petits riziculteurs du département de Yamoussoukro seront capables de pratiquer la riziculture sur le long terme, dans un climat dont la variabilité des précipitation (Brou, 2010 ; Anoh *et al.*, 2021) et des températures constituent une menace pour leur production. Autrement dit, il apparait essentiel de s'interroger sur la résilience des riziculteurs du département de Yamoussoukro, qu'on pourrait définir comme étant leur capacité à faire face aux perturbations. De nombreuses recherches sur la résilience ont soutenu l'inclusion de la perception des agriculteurs (Sillitoe, 1998) afin d'obtenir des résultats durables et efficaces. En outre, l'un des piliers de la réponse aux impacts du changement climatique est la capacité d'adaptation des petits agriculteurs, qui dépend essentiellement de leur niveau de perception de ce phénomène et de leurs moyens propres. Selon Roncoli *et al.* (2001) ; Thomas *et al.* (2007), la perception des riziculteurs sur le changement climatique détermine fortement le type de stratégies d'adaptation à adopter. Ainsi, cette étude a pour but, d'analyser la perception et les réponses d'adaptation des riziculteurs du département de Yamoussoukro au changement climatique, afin de proposer des stratégies d'adaptation qui leur permettront de réduire leur vulnérabilité et de renforcer leur résilience. Elle a été initiée par le Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement (LSTE) de l'UFR Environnement (UFR Env) de l'Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG) de Daloa, en collaboration avec le Laboratoire d'Aménagements Hydroagricoles (LAH) du DFR Génie Rural et Sciences Géographiques (DFR-GRSG) de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro.

Pour atteindre cet objectif principal, trois (3) sous-objectifs sont définis et se déclinent à :

- analyser la perception des riziculteurs au changement climatique ;
- évaluer la vulnérabilité des riziculteurs au changement climatique ;
- sélectionner les meilleures stratégies d'adaptation au changement climatique.

La rédaction du présent mémoire s'articule autour de trois (3) parties :

## Introduction

- la première partie est consacrée aux généralités sur la zone d'étude ;
- la seconde partie présente l'ensemble du matériel utilisé et la méthodologie adoptée ;
- la troisième partie rend compte des résultats obtenus et de la discussion qui en découle.

Une conclusion suivie de recommandations et de perspectives, ainsi qu'une liste de références bibliographiques viennent mettre fin au manuscrit.



# PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS

## 1.1. Généralités sur la zone d'étude

### 1.1.1. Situation géographique

Le district autonome de Yamoussoukro, capitale politique et administrative de la Côte d'Ivoire est situé au centre de la Côte d'Ivoire précisément entre les coordonnées 05°00' et 05°40' de longitude Ouest, et entre 06°30' et 07°10' de latitude Nord. C'est une collectivité territoriale de type particulier avec une superficie estimée à 3 500 Km<sup>2</sup> et constitue des sous-préfectures qui sont : Kossou, Lolobo et Attiégouakro.

Suivant le découpage administratif (Figure 1), le département de Yamoussoukro est limité :

- au Nord par le département de Tiébissou ;
- au Sud par les départements d'Oumé et de Toumodi ;
- à l'Est par le département de Dimbokro ;
- à l'Ouest par les départements de Sinfra et de Bouaflé.

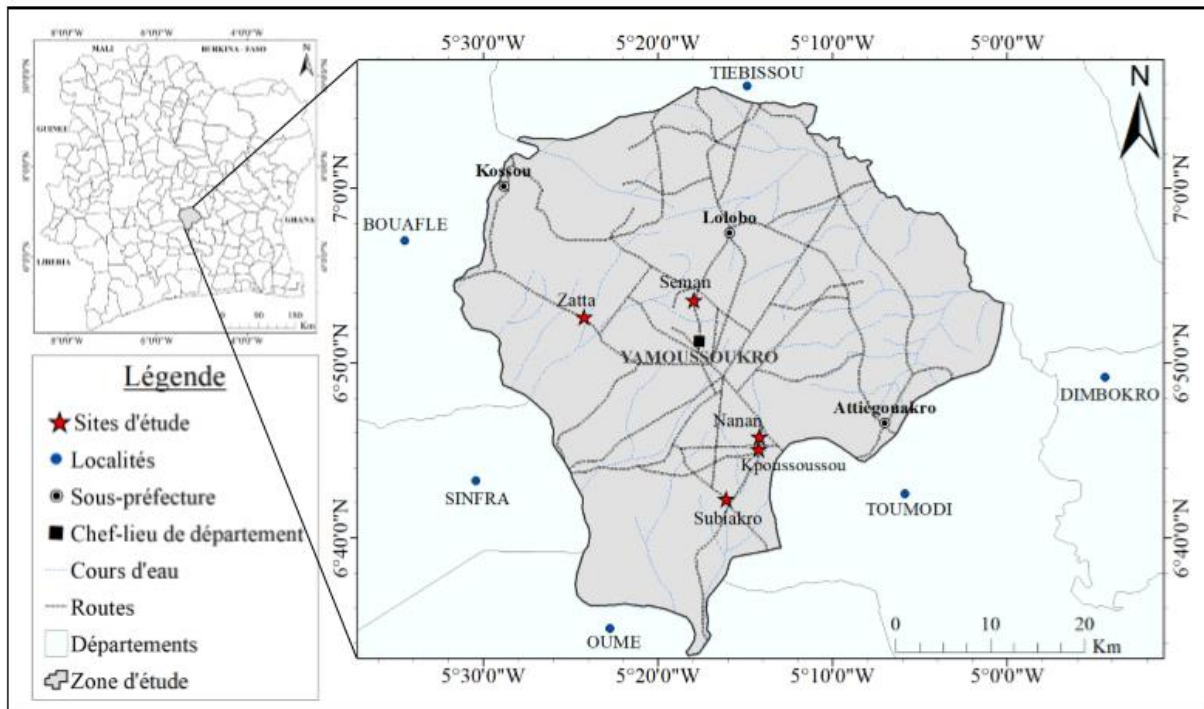


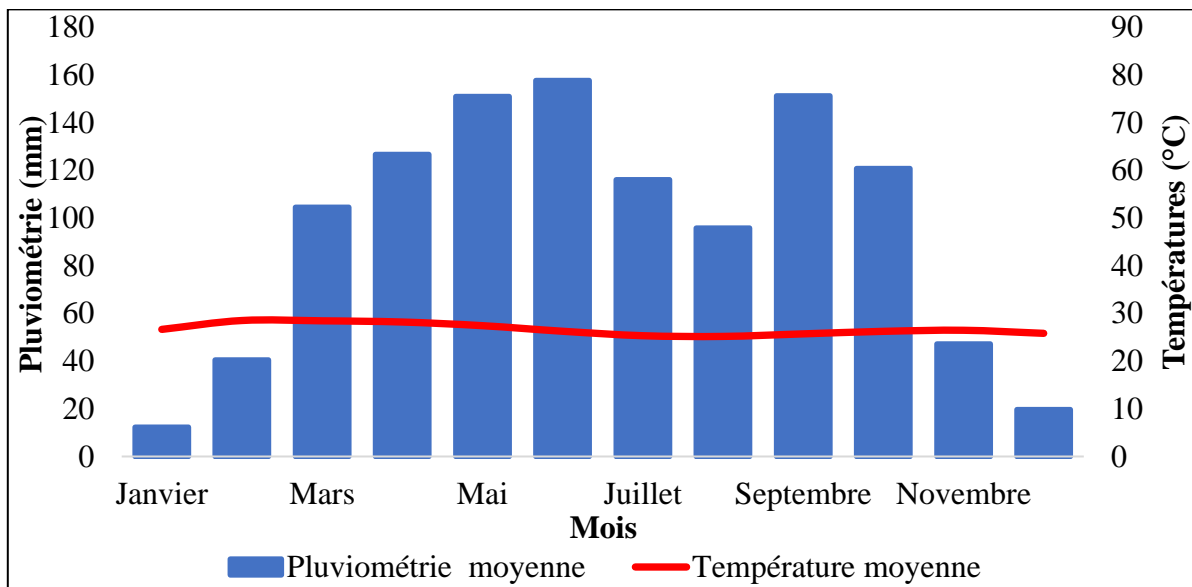
Figure 1 : Localisation géographique de la zone d'étude

### 1.1.2. Caractéristiques hydro-climatiques et physiques

#### 1.1.2.1. Climat

Le département de Yamoussoukro se situe dans un climat équatorial de transition avec deux saisons, caractérisé par un régime pluviométrique monomodal (Kouassi *et al.*, 2020) : une saison pluvieuse de mars à novembre et une saison sèche de décembre à février. La pluviométrie annuelle se situe entre 800 mm et 1600 mm. Le mois le plus pluvieux de la saison des pluies

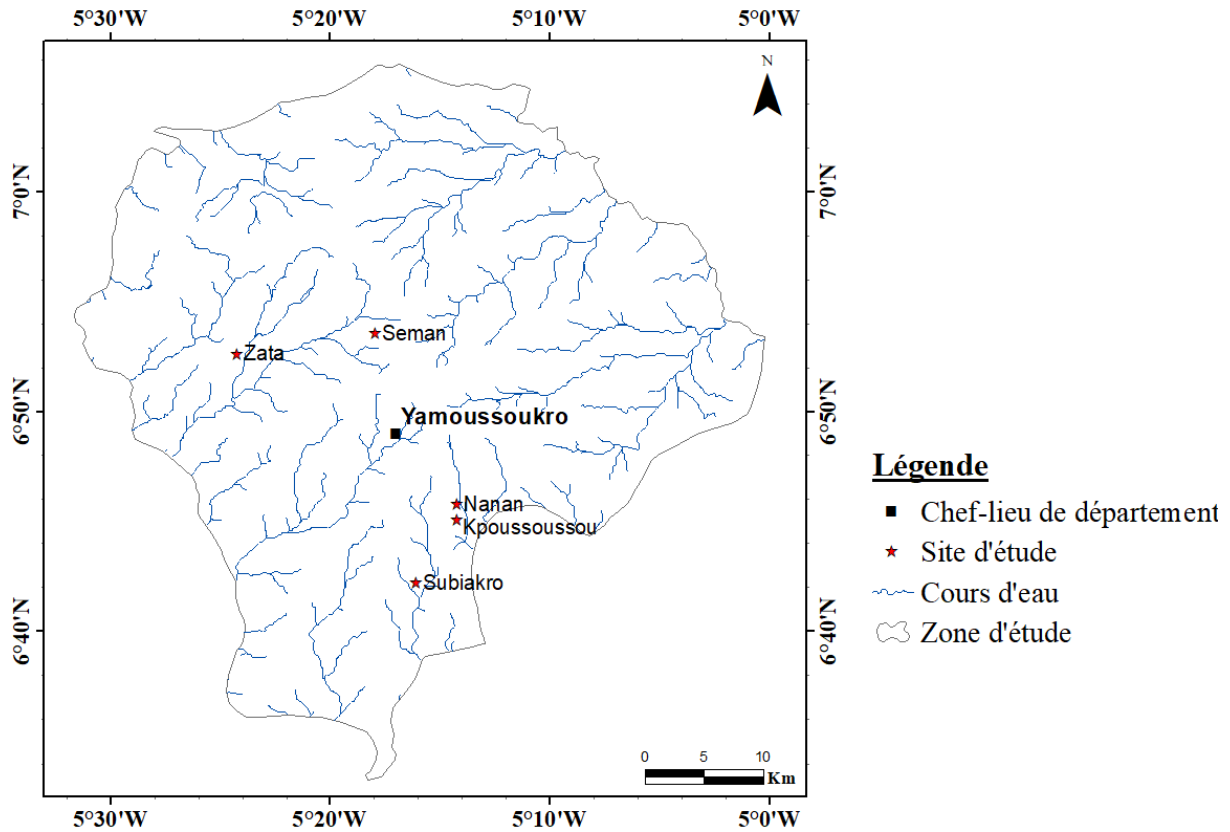
est le mois de juillet avec 160 mm, alors que le mois le moins pluvieux est celui d'août avec 96 mm. La saison sèche est caractérisée par des moyennes pluviométriques annuelles comprises entre 12 mm et 40 mm avec janvier comme le mois le moins pluvieux de l'année. En saison des pluies, il peut pleuvoir sans discontinuer pendant plusieurs jours consécutifs ou alors pleuvoir intensément pendant une heure, période à laquelle succède un très fort ensoleillement. La température moyenne annuelle à Yamoussoukro varie de 26 °C à 30 °C avec une moyenne de 27 °C. Le mois de février est le mois le plus chaud de l'année avec une température moyenne de 29 °C, tandis que juillet et août sont les mois les plus froids avec 25 °C chacun. La Figure 2 montre la variation de la pluviométrie et des températures moyennes mensuelles à Yamoussoukro sur la période 1979-2020. La vitesse mensuelle moyenne du vent varie de 3,6 km/h (juin) à 8,8 km/h (février). L'humidité relative est comprise entre 75 % et 85 % avec des chutes à 40 %, en période d'harmattan et se situe entre 80 % et 85 % en période pluvieuse (N'Guessan *et al.*, 2014).



**Figure 2 :** Diagramme ombro-thermique de la ville de Yamoussoukro de 1979 à 2020

#### 1.1.2.2. Réseau hydrographique

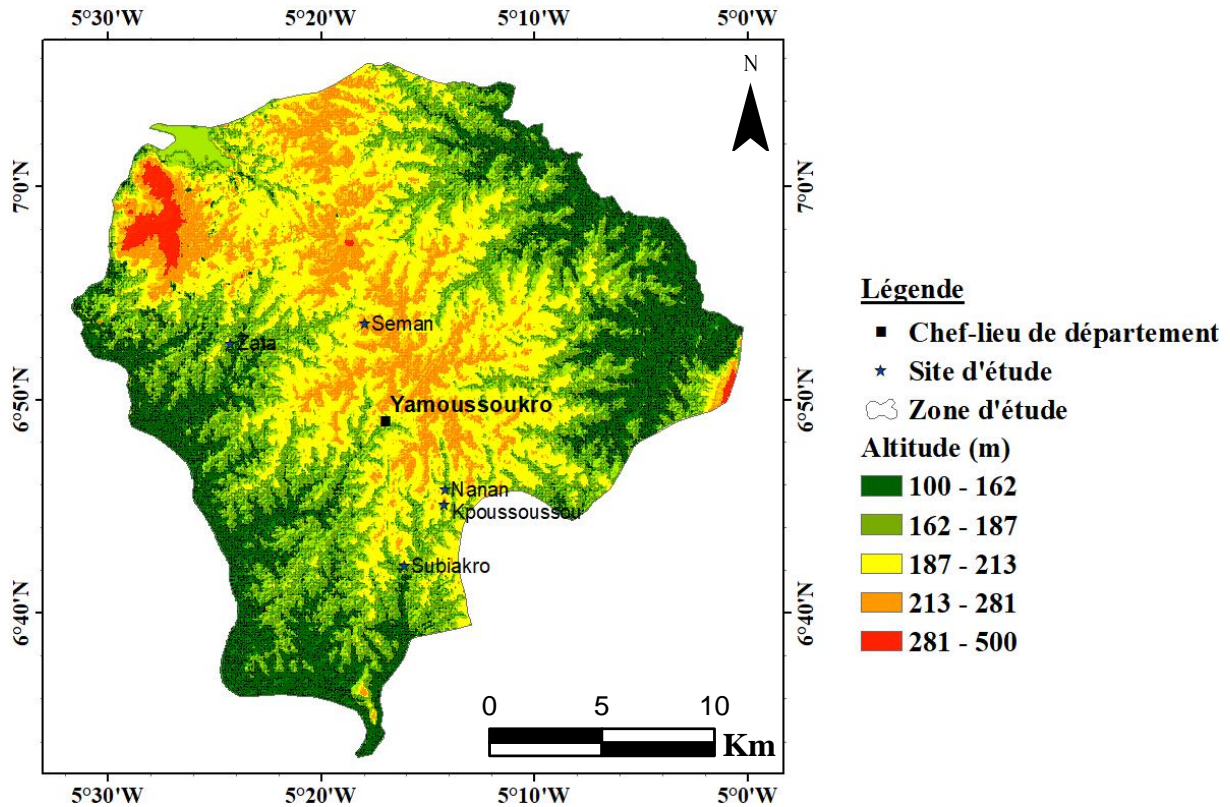
Le réseau hydrographique de Yamoussoukro converge soit directement dans le fleuve Bandama (rouge), soit par l'intermédiaire d'affluents (MINAGRA, 1993). Ce cours d'eau appartient au régime équatorial de transition atténué, intermédiaire entre le régime tropical de transition et le régime équatorial de transition. Les deux saisons des pluies entraînent deux périodes de hautes eaux. Toutefois, le dédoublement de la crue annuelle n'est plus toujours remarqué. En effet, il arrive que la pluviosité de la deuxième saison des pluies soit très faible ; ce qui fait que la pointe de mars à juin devient prédominante.



**Figure 3** : Réseau Hydrographique du département de Yamoussoukro

### 1.1.2.3. Relief

Le relief du département de Yamoussoukro est dans l'ensemble peu accidenté avec toutefois une légère inclinaison du Nord vers le Sud. Il se présente comme une pénéplaine dont l'altitude varie entre 500 m au Nord et 100 m au Sud. Deux (02) unités morphologiques (plaines et plateaux) peuvent être distinguées au niveau du département. L'apparente monotonie d'ensemble du relief laisse apparaître tant en zone de plaines qu'en zone de plateaux, des reliefs isolés appelés inselbergs (Oga, 2013). Il s'agit par exemple de la « chaîne Baoulé » ou du « Rombo Oka ».



**Figure 4 :** Relief du département de Yamoussoukro

#### 1.1.2.4. Géologie et pédologie

Le sous-sol du département de Yamoussoukro est caractérisé par une variété de formations géologiques. On y trouve des granites à biotite, des granites à deux (2) micas, des granodiorites, des roches volcaniques basiques et des roches volcano-sédimentaires. Selon la typologie utilisée dans la classification française (CPCS), les sols appartiennent aux grandes classes des sols ferrallitiques, des sols brunifiés, des sols peu évolués et des sols hydromorphes (Oga, 2013).

#### 1.1.2.5. Végétation

L'espace végétal du département de Yamoussoukro appartient au domaine Guinéen avec des forêts semi-décidues. Cette végétation se caractérise par des savanes pré-forestières qui se présentent comme des étendues herbeuses essentiellement graminées, parsemées plus ou moins densément de petits arbres d'origine septentrionale. Les galeries forestières sont liées à la présence d'eau, tandis que les îlots forestiers sont bien développés sur le barrémien, beaucoup plus instable sur les roches éruptives. Les forêts sont le plus souvent conservées autour des villages. Sur les sols drainés, la savane à rôniers domine au Centre et à l'Est du V Baoulé (Oga, 2013).

### **1.1.3. Caractéristiques socio-économiques**

#### **1.1.3.1. Démographie**

Cosmopolite, la population du District de Yamoussoukro était estimée en 2014 à 355 573 habitants (INS, 2014), avec 310 056 habitants dans le département et 281 735 habitants au niveau de la Sous-préfecture. Aux populations originaires Akouè et Nanafouè, l'on dénombre des allogènes estimés à plus de 17 % de la population totale du District. La population du District autonome de Yamoussoukro est jeune avec plus de 56 % ayant moins de vingt (20) ans.

#### **1.1.3.2. Agriculture**

En milieu rural, l'agriculture occupe plus de la moitié de la population active. L'utilisation des terres peut se décomposer en trois systèmes :

- cultures vivrières traditionnelles : Igname, manioc, banane, riz pluvial ;
- cultures de rente dominée par le binôme café/cacao ;
- maraîchages et culture de bas-fonds péri-urbains de bonnes performances.

La riziculture irriguée est ancienne et pratiquée de manière archaïque dans la zone d'étude. Elle s'est développée sous l'impulsion de la Société pour le Développement de Riziculture (SODERIZ) pour répondre au déficit en production rizicole (Oga, 2013).

## **1.2. Notion et concept sur la thématique abordée**

### **1.2.1. Changement climatique**

Selon le GIEC (2014), le changement climatique désigne toute variation de l'état du climat, qu'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. La Convention-Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC) définit dans son article premier, le changement climatique comme tous changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables (CCNUCC, 1992). La CCNUCC établit ainsi une distinction entre les changements climatiques attribuables aux activités humaines qui altèrent la composition de l'atmosphère et la variabilité du climat imputable à des causes naturelles.

### **1.2.2. Perception paysanne du changement climatique**

Toutes les mesures développées pour résoudre un problème sont fonction de l'idée faite de ce problème, de la perception du problème et de la manière dont est ressenti ledit problème (Agossou *et al.*, 2012). Ainsi, en matière d'adaptation des systèmes agricoles aux effets néfastes du changement climatique, la perception des agriculteurs est considérée comme un élément clé. En effet, les pratiques d'adaptation développées par les producteurs dépendent de la perception et des connaissances endogènes qu'ils ont du changement climatique (Dimon, 2008). Aussi, l'adoption par les agriculteurs de stratégies d'adaptation qui leur sont proposées, est effective s'ils ont un certain niveau de conscience de l'existence du changement climatique (Ouédraogo *et al.*, 2010), et si leurs propres connaissances sont intégrées (Bambara *et al.*, 2013). Hao *et al.* (2006) distinguent deux types de perception : la perception collective et la perception individuelle. La perception collective fait référence aux manifestations physiques et aux effets ressentis décrits par l'ensemble des producteurs, à l'échelle mondiale, continentale, sous régionale ou nationale. Quant à la perception individuelle, elle concerne les descriptions de chaque producteur ou groupe de producteurs vivant dans des conditions socio-économiques et environnementales similaires.

Cette étude s'intéresse à la perception individuelle, à l'échelle des riziculteurs du département de Yamoussoukro.

### **1.2.3. Résilience et vulnérabilité des agriculteurs au changement climatique**

Les avis sur les concepts de résilience et de vulnérabilité sont très diversifiés dans la littérature scientifique. Pour certains auteurs, la résilience est le contraire de la vulnérabilité (Adger, 2000; Holling & Gunderson, 2002). Pour d'autres, ce sont deux concepts distincts mais liés, où la vulnérabilité se réfère à l'état d'un système avant la perturbation, et la résilience se rapporte à la réponse du système après la perturbation (Cutter *et al.*, 2008). Cette dernière tendance semble être la plus partagée. En effet, le GIEC (2014) définit la vulnérabilité comme la prédisposition à subir des dommages qui ne se sont pas encore produits. La résilience étant la capacité d'un système socio-économique ou environnemental à faire face à des perturbations, une tendance ou un évènement dangereux tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement. Par ailleurs, la résilience semble étroitement liée à la capacité d'adaptation qui est la capacité d'un système, d'une communauté à s'acclimater aux effets et aux impacts du changement climatique (y compris de la variabilité climatique) (Boureima *et al.*, 2012). Ainsi, renforcer la résilience des agriculteurs au changement climatique, demeure un enjeu que doit faire face la Côte d'Ivoire pour atteindre son autosuffisance alimentaire en riz.

**DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIEL ET  
MÉTHODES**



## 2.1. Matériel

Dans le cadre de cette étude, le matériel utilisé est constitué essentiellement de données et des outils.

### 2.1.1. Données

#### 2.1.1.1. Données météorologiques

Ce travail a nécessité l'acquisition de données météorologiques journalières issues de la station synoptique de la Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire (SODEXAM) de Yamoussoukro. Ces données s'étendent de 1979 à 2020, soit 42 ans. Elles concernent les températures minimales et maximales journalières et les précipitations journalières.

#### 2.1.1.2. Données d'enquête

Les données d'enquête sont des données qui ont été recueillies grâce à des entretiens auprès des riziculteurs de cinq (5) périmètres irrigués du département de Yamoussoukro : Nanan ; Zatta ; Séman ; Subiakro et Kpoussoussou.

### 2.1.2. Outils

Les outils utilisés pour la conduite de cette étude sont composés de :

- **Sphinx plus<sup>2</sup>** : c'est un logiciel utilisé pour l'élaboration du questionnaire d'enquête ;
- **IBM SPSS v25** : c'est un logiciel spécialisé dans le traitement de données à des fins d'analyses statistiques. Il a été utilisé pour le traitement des données d'enquête. Ce logiciel permet de présenter les résultats sous forme de tableaux et de graphiques ;
- **R-Instat 0.7.0** : c'est un logiciel d'analyse de données agro-météorologiques. Il a permis de réaliser des analyses des facteurs clés de la saison agricole (date de début et de fin de la saison des pluies et la longueur de la saison) ;
- **Microsoft Excel** : Il a été utilisé pour le calcul de certaines variables étudiées et la réalisation de graphiques ;
- **Xlstat** : ce programme a permis l'application des tests de tendances et de régression linéaire sur les séries chronologiques climatiques ;
- **ArcGis 10.2** : ce logiciel a été utilisé pour la confection de la carte de la zone d'étude.

## **2.2. Méthodes**

### **2.2.1. Analyse de la perception des riziculteurs au changement climatique**

#### **2.2.1.1. Enquête**

##### **❖ Sélection des riziculteurs à échantillonner**

Les enquêtes ont porté sur cinq (5) périmètres irrigués (Nanan, Zatta, Séman, Subiakro et Kpoussoussou) dans le département de Yamoussoukro. Le choix des producteurs à enquêter ne suit pas un processus aléatoire comme dans la plupart des études sociologiques, car les périmètres rizicoles du département de Yamoussoukro sont dans leur grande majorité, sous la tutelle de la Coopérative des Producteurs de Riz (COPRORIZ). Ce sont donc les producteurs de la COPRORIZ qui ont essentiellement été interrogés. Les critères "expérience et âge" des riziculteurs ont été retenus. Ces critères ont permis de tenir compte de leur expérience du changement climatique dans les précédentes décennies. Ainsi, les entretiens ont été exclusivement orientés vers les riziculteurs pratiquant la riziculture irriguée depuis plus d'une dizaine d'années et ceux âgés de plus de 35 ans. Au total, 123 riziculteurs ont été interrogés sur l'ensemble du département reparti comme suite : Nanan (20), Zatta (20), Séman (16), Kpoussoussou (23) et Subiakro (44). Cet échantillon de personnes enquêtées est composé de 8 % de femmes et de 92 % d'hommes.

##### **❖ Entretiens avec les riziculteurs**

Les entretiens ont consisté à administrer un questionnaire aux producteurs retenus dans chaque site. Cette étape vise à appréhender la perception individuelle de la variation des conditions climatiques locales. L'unité d'observation retenue ici est le chef d'exploitation, car c'est l'appréhension de la perception, de la vulnérabilité ainsi que des stratégies adaptatives spécifiques à chaque exploitation qui est recherchée. En effet, si une parcelle rizicole appartient à plusieurs planteurs, c'est l'avis du chef de parcelle ou d'un riziculteur désigné qui constitue l'individu interrogé au niveau de cette parcelle et non les avis de chacun des propriétaires ou personnes travaillant sur la parcelle. Dans cette optique, chaque chef de parcelle rizicole a été interrogé séparément en vue de collecter les informations spécifiques à chaque exploitation, au niveau de chaque périmètre, en fonction des expériences vécues et/ou des attentes futures.

#### **2.2.1.2. Analyse de la variabilité climatique**

L'analyse de la variabilité climatique est structurée autour d'approches quantitative et analytique basées sur des méthodes statistiques. Le but de cette étape est d'attester les modifications du comportement des facteurs climatiques et de comparer les tendances

évolutives de ces paramètres aux différents constats établis par les riziculteurs dans la zone d'étude.

❖ **Analyse des indices climatiques**

La variabilité d'un indice climatique a été mise en évidence à travers l'analyse des anomalies standards au travers de l'indice de Lamb (1982). Elle a permis de déterminer les périodes excédentaires et déficitaires pour cet indice à travers la formule suivante (Eq. 1) :

$$I = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \quad (\text{Eq. 1})$$

Avec : I est l'anomalie standardisée (indice de Lamb),  $X_i$  est la variable étudiée pour le temps (i),  $\bar{X}$  est la moyenne de la période de référence considérée,  $\sigma$  est l'écart-type de la période de référence.

Si  $I > 0$ , la période est dite excédentaire et si  $I < 0$ , la période est dite déficitaire.

❖ **Test de comparaison des moyennes de Student**

Le test paramétrique de Student est un test de comparaison en moyenne d'échantillons utilisé pour tester la stationnarité d'une série. Il permet généralement de comparer deux échantillons afin de vérifier s'ils appartiennent à la même population (Lemaitre, 2002). Dans le cas de la détection d'une rupture dans les séries chronologiques, après l'application du test de Pettitt, les moyennes des sous-séries avant et après la rupture sont comparées par celui de Student. Ce dernier permet ainsi de vérifier la stabilité des sous-séries délimitées par le test de Pettitt (si elles sont statistiquement différentes). Le principe du test de Student est le suivant :

Soit deux moyennes  $\bar{X}_1$  et  $\bar{X}_2$  de deux échantillons  $X_1$  et  $X_2$  supposés indépendants et distribués suivant une loi normale ;  $n_1$  et  $n_2$  représentant les effectifs respectifs des deux échantillons. La statistique utilisée dans ce test est (Equation 2) :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (\text{Eq. 2})$$

Avec :

- $S^2$  correspondant à la variance pondérée du groupe entier des deux échantillons déterminés par l'équation 3 :

$$S^2 = \frac{\sum (X_{1,i} - \bar{X}_1)^2 + \sum (X_{2,i} - \bar{X}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (\text{Eq. 3})$$

La valeur absolue de  $t$  ( $|t|$ ) obtenue est comparée à une valeur lue ( $t'$ ) sur la table de Student-Fisher pour un nombre de degré de liberté  $\nu$ , tel que  $\nu = n_1 + n_2 - 2$  au seuil de confiance  $\alpha$ . Si la valeur absolue de  $t$  est supérieure à  $t'$ , on conclut qu'il y a une différence statistiquement significative entre les deux moyennes au seuil  $\alpha = 0,05$  et très significative, au seuil  $\alpha = 0,01$ .

#### ❖ Tests de régression linéaire et de Mann-Kendall

Afin d'étudier l'évolution temporelle des précipitations et des températures, des tests de tendance ont été appliqués. Ces derniers permettent de déterminer les tendances des variables climatiques. En effet, les agriculteurs appréhendent principalement les modifications du climat à travers les évolutions pluviométriques et thermiques et leur répartition, comparativement à la situation passée. Ces tests sont basés sur la méthode de régression linéaire et de Mann-Kendall.

##### ➤ Test de régression linéaire

Le test de régression linéaire est un test paramétrique qui permet de vérifier l'hypothèse de stationnarité de la série contre celle de la tendance linéaire. Il s'appuie sur un modèle de régression linéaire simple entre la série et le temps. L'esprit du test est de chercher à ajuster une droite de régression (Equation 4) et d'estimer la pente de la tendance à l'aide de  $a$  (Lemaitre, 2002) :

$$Y = aX + b \quad (\text{Eq. 4})$$

Avec :  $Y$  = la variable expliquée (la pluie ou la température),  $a$  = le coefficient de régression linéaire appelé pente déterminé à travers l'équation 6 :

$$a = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y(X) - \bar{Y})}{\sum (X - \bar{X})^2} \quad (\text{Eq. 5})$$

Avec  $X$  = la variable explicative (le temps),  $b$  = le coefficient appelé « ordonnée à l'origine ».

- si  $a > 0$ , on a une tendance à la hausse ;
- si  $a < 0$ , on a une tendance à la baisse.

##### ➤ Test de tendances de Mann-Kendall

Le test non paramétrique proposé par Mann (1945) et Kendall (1975) est un test permettant *a priori* de détecter des tendances non nécessairement linéaires (Rome *et al.*, 2015). Ce test basé

sur le rang, permet de déterminer si la corrélation entre le temps et la variable d'étude est significative ou pas (Mann, 1945). Il permet aussi de vérifier l'hypothèse nulle  $H_0$  d'absence de tendance ; c'est-à-dire, si les observations  $x_i$  sont aléatoirement ordonnées dans le temps, contre l'hypothèse alternative  $H_1$ , où il y a une tendance monotone croissante ou décroissante (Eyasmin *et al.*, 2017). Le test de Mann-Kendall est basé sur la statistique suivante (Equation 6) :

$$S = \sum_{k=1}^{N-1} \sum_{j=k+1}^N \text{signe}(x_j - x_k) \quad (\text{Eq. 6})$$

Il a été démontré que pour une taille d'échantillon suffisamment grande ( $N \geq 8$  ou  $N > 10$ ), la statistique  $S$  est approximativement distribuée suivant une loi normale standard (i.e., normalement avec la moyenne) (Eyasmin *et al.*, 2017). La statistique standard normalisée  $S_{norm}$  s'écrit comme suit (Equation 7 et 8) :

$$S_{norm} = \begin{cases} \frac{(S-1)}{\text{Var}(S)} & \text{si } S > 0 \\ 0 & \text{si } S = 0 \\ \frac{(S+1)}{\text{Var}(S)} & \text{si } S < 0 \end{cases} \quad (\text{Eq. 7})$$

$$\text{Var}(S) = \sqrt{\frac{N(N-1)(2N+5)}{18}} \quad (\text{Eq. 8})$$

Une valeur positive (resp. négative) de  $S_{norm}$  signifie que la série a une tendance à croître (resp. décroître).  $S_{norm}$  suit la loi normale standard de sorte que l'on rejette l'hypothèse d'absence de tendance si l'équation 10 est atteinte :

$$|S_{norm}| > z_{1-\alpha/2} \quad (\text{Eq. 9})$$

Où  $z_{1-\alpha/2}$  est le quantile d'ordre  $(1 - \alpha/2)$  d'une loi normale standard.

#### ❖ Caractérisation des saisons climatiques

La détermination du début et de la fin de la saison des pluies a été effectuée selon la méthode de Sivakumar (Sivakumar *et al.*, 1988 ; Balme *et al.*, 2005 ; Stern *et al.*, 2006) distinguée par son caractère agronomique. Cette méthode basée sur des seuils empiriques de précipitations a été reprise par Sarr & Lona (2009) et Goula *et al.* (2006) aux spécificités de la Côte d'Ivoire. La longueur de la saison des pluies est l'indice dont l'analyse a permis d'apprécier le

raccourcissement des saisons. Pour déterminer les dates de démarrage et de fin de la saison pluvieuse, les critères suivants ont été fixés :

- le début de la saison des pluies a été défini comme le premier jour, à partir du 1<sup>er</sup> mars, lorsqu'on enregistre au moins 20 mm de pluie sur 2 jours successifs et sans qu'un épisode sec de plus de 07 jours consécutifs ne soit observé pendant les 30 jours qui suivent le démarrage.
- la fin de la saison des pluies correspond au premier jour après une date fixée, quand un sol capable de contenir 100 mm d'eau disponible est complètement épuisé par une perte journalière d'évapotranspiration de 5 mm. Cette date est fixée à partir du 1er octobre.

### **2.2.2. Étude de la vulnérabilité des riziculteurs au changement climatique**

La vulnérabilité des producteurs de riz irrigué est examinée dans le but de vérifier, d'une part l'adéquation de la perception des personnes interrogées aux caractéristiques de survenance potentielle ou effective de risques climatiques dans la zone d'étude. D'autre part, de déterminer la résilience (capacité d'adaptation) des riziculteurs au changement climatique et aux facteurs qui réduisent ou augmentent cette résilience. La méthode utilisée est la méthode des matrices employée par Chédé (2012).

#### **2.2.2.1. Identification des risques climatiques**

Les principaux risques climatiques pouvant affecter la riziculture irriguée ont été identifiés sur la base des réponses des personnes enquêtées, de l'analyse de la variabilité climatique et de la documentation.

#### **❖ Probabilité d'occurrence des risques climatiques**

La probabilité d'occurrence des risques climatiques identifiés a été déterminée, selon la terminologie proposées par le GIEC (2007). Ainsi, un risque est dit :

- « *extrêmement probable* », si sa probabilité d'occurrence est comprise entre 95 % et 100 % ;
- « *très probable* », si la probabilité est comprise entre 90 % et 95 % ;
- « *probable* », si elle est comprise entre 66 % et 90 % ;
- « *peu probable* », si la probabilité est comprise entre 50 % et 66 %.

Une couleur de fond est octroyée à chaque probabilité d'occurrence (Tableau I).

**Tableau I** : Terminologie des probabilités d'occurrence des risques climatiques

Terminologie de probabilité	Probabilité de l'occurrence (%)	Couleur de fond
Extrêmement probable	[95 - 100[	
Très probable	[90 - 95 [	
Probable	[66 - 90 [	
Peu probable	[50 - 66 [	

#### ❖ Détermination des impacts des risques climatiques

Les résultats d'enquêtes et la littérature ont permis aussi d'identifier les éléments du système de culture susceptibles d'être impactés par les menaces déjà identifiées. Une identification des effets à proprement dits, des risques climatiques sur les variables d'intérêt a été effectuée pendant cette phase. L'apparition et l'occurrence d'un risque entraîne des conséquences sur les différentes variables du système de culture (disponibilité en eau, sol, culture etc.). Selon son ampleur, une conséquence peut être dite mineure, modérée, majeure ou sévère.

#### ❖ Élaboration de la matrice d'impacts des risques climatiques

La matrice d'impacts des risques climatiques permet de mettre en évidence le niveau de sévérité de chaque impact identifié sur les différentes variables susceptibles d'être atteintes du système de culture du riz irrigué. Le degré d'impact d'un risque (niveau de sévérité) sur une variable est obtenu en croisant la fréquence d'occurrence de ce risque à l'ampleur des conséquences qu'il peut provoquer (Tableau II). Le degré d'impact peut alors être : faible ; moyen ; élevé ou extrême. La matrice d'impact est donc obtenue en agrégeant la couleur attribuée au degré d'impact du risque à l'impact provoqué par ce risque.

**Tableau II** : Degrés des impacts des risques climatiques sur les variables du système de culture du riz irrigué

Probabilité d'occurrence	Conséquences			
	Mineur	Modéré	Majeur	Sévère
Peu probable	Faible			
Probable	Faible	Moyen	Moyen	Élevé
Très probable	Faible	Moyen	Élevé	Élevé
Extrêmement probable	Faible	Moyen	Élevé	Extrême

### 2.2.2.2. Détermination de la capacité d'adaptation

Des chercheurs affirment que la capacité d'adaptation des agriculteurs au changement climatique dépend des moyens (financiers, logistiques, etc.) dont ces derniers disposent (Chédé, 2012; Eyasmin *et al.*, 2017). La méthode employée est essentiellement axée sur l'analyse des indicateurs des moyens d'existence des riziculteurs qui sont : le capital physique, social, naturel, financier et humain. Chaque indicateur peut être composé d'un ou plusieurs sous-indicateurs. La détermination de la capacité d'adaptation consiste d'abord à identifier les sous-indicateurs constituant les indicateurs de base (Tableau III).

**Tableau III** : Sous-indicateurs des différents indicateurs des modes d'existence

Indicateurs	Sous indicateurs
<b>Capital physique</b>	Qualité des infrastructures routières et sanitaires, accessibilité aux intrants et matériels agricoles, accessibilité aux variétés améliorées, qualité des habitations, disponibilité d'eau potable et d'électricité, existence de marchés et d'écoles
<b>Capital social</b>	Appartenance à une organisation paysanne, entraide. Aides des Organisations Non Gouvernementales ou de l'État, participation des minorités aux prises de décision.
<b>Capital naturel</b>	Disponibilité de terres fertiles, disponibilité de l'eau, la végétation, progrès vers la gestion durable des terres
<b>Capital financier</b>	Revenu des travaux agricoles, autres activités procurant une rémunération, apports des membres de la famille vivant à l'extérieur, accès aux crédits
<b>Capital humain</b>	Accès aux soins de santé, scolarisation, nombre de personnes qualifiées professionnellement, nombre de bras valides (main d'œuvre permanente ou occasionnelle), sécurité des personnes et des biens

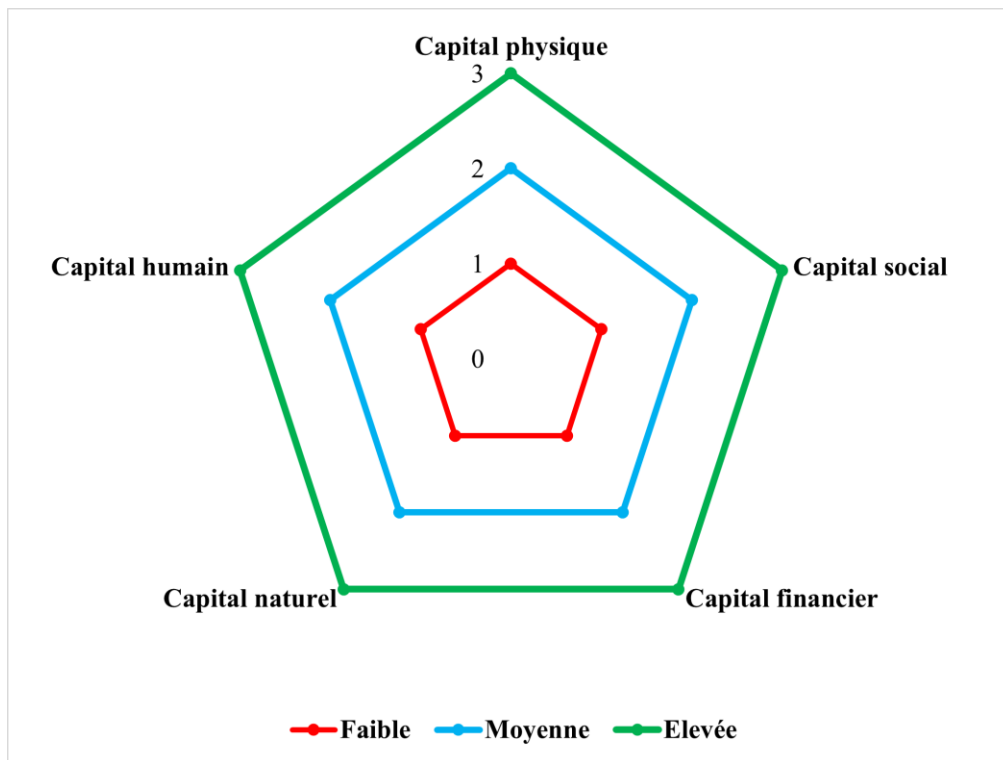
Chaque sous-indicateur se voit alors attribué une note allant de 0 à 3, en fonction de sa disponibilité et de son accessibilité (Tableau IV). Ensuite, pour un indicateur de base donné, la cote du sous-indicateur est déterminée en faisant la moyenne de l'ensemble des notes de ce sous-indicateur pour les riziculteurs enquêtés par périmètre et pour toute la zone d'étude. La moyenne des cotes de ses sous-indicateurs permet de déterminer la cote d'un indicateur de base.



**Tableau IV** : Cotation de la disponibilité et de l’accessibilité des riziculteurs aux indicateurs des moyens d’existence

Accessibilité aux sous-indicateurs	Non disponible	Accès restreint et peu disponible	Accès moyen et moyennement disponible	Accès illimité et disponible en abondance
Cotes	0	1	2	3

La moyenne des cotes de l’ensemble des différents indicateurs sert à déterminer une note qui est affectée à un niveau de capacité d’adaptation des riziculteurs dans toute la zone d’étude. La capacité d’adaptation est finalement déterminée sur le diagramme de capacité d’adaptation (Figure 5).



**Figure 5** : Diagramme de capacité d’adaptation

La capacité d’adaptation est déterminée selon la classification suivante :

- faible, si la note de la capacité d’adaptation est inférieure ou égale à 1 ;
- moyenne, si elle est supérieure à 1 et inférieure ou égale à 2 ;
- élevée, si la note de la capacité d’adaptation est supérieure à 2.

### 2.2.2.3. Matrice de vulnérabilité des riziculteurs aux impacts du changement climatique

La matrice de vulnérabilité a pour but de montrer la fragilité des riziculteurs aux impacts des perturbations climatiques. Elle permet de mettre en évidence les risques climatiques pouvant toucher d'une part, la pratique de la riziculture irriguée et d'autre part, les producteurs eux-mêmes ; à travers leurs moyens d'existence. Avant d'élaborer la matrice de vulnérabilité, le degré de vulnérabilité des riziculteurs a été déterminé. La détermination du niveau de vulnérabilité a consisté à confronter le degré d'impact du risque climatique (niveau de sévérité) à la capacité d'adaptation à ce risque. Une couleur est attribuée à chaque degré de vulnérabilité (Tableau V). Selon son ampleur, le degré de vulnérabilité peut être faible ; modéré ou élevé. La matrice de vulnérabilité est alors renseignée en agrégeant la couleur du niveau de vulnérabilité à la capacité d'adaptation à un risque climatique.

**Tableau V** : Degrés de vulnérabilité des riziculteurs au changement climatique

Degrés d'impact des risques climatiques	Capacité d'adaptation		
	Faible	Moyenne	Élevée
Faible	Faible	Faible	Faible
Moyen	Modérée	Modérée	Faible
Élevé	Élevée	Élevée	Élevée
Extrême	Élevée	Élevée	Extrême

### 2.2.3. Choix des meilleures stratégies d'adaptation

Les stratégies développées par les producteurs en réponse aux effets néfastes des perturbations climatiques sont fonction de leur compréhension des évolutions passées, actuelles et futures du climat. Cette étape a consisté en une analyse qui a permis d'identifier les pratiques d'adaptation des riziculteurs au changement climatique dans la littérature et auprès des producteurs eux-mêmes. Ensuite, des critères de priorisation de ces stratégies ont été identifiés. Enfin, les meilleures stratégies d'adaptation ont été sélectionnées sur la base de ces critères de priorisation.

#### 2.2.3.1. Identification des stratégies d'adaptation

Dans cette étape, il a été élaboré dans un premier temps, une matrice d'adaptation aux impacts des risques climatiques en vue de la représentation de la capacité d'adaptation des riziculteurs. Dans un second temps, les stratégies d'adaptation ont été classées par ordre de priorité, en fonction de leur niveau de vulnérabilité face aux menaces. Plus, le niveau de vulnérabilité est

élevé, plus l'option d'adaptation est prioritaire. Le niveau de vulnérabilité étant déjà déterminé, la couleur qui lui a été attribuée est maintenant agrégée aux options d'adaptation pour faire face à l'impact de chaque risque. On obtient ainsi, la matrice d'adaptation.

### 2.2.3.2. Priorisation des stratégies d'adaptation

Les stratégies d'adaptation proposées dans la littérature et/ou utilisées par les producteurs ont été classées sur la base de critères de priorisation. Ces critères sont : le coût, l'efficacité, la rapidité, la capacité, l'acceptabilité et la facilité de mise en œuvre (Tableau VI). L'option d'adaptation est dite faible, moyenne ou élevée, d'autant plus que le critère favorise sa mise en œuvre. En fonction de la pertinence de l'option, un score a été affecté à chaque critère de priorisation : 1 = faible ; 2 = moyenne ; 3 = élevée. Pour une stratégie d'adaptation donnée, la sommation des scores de chaque critère de priorisation permet de la classer dans un premier temps, par rapport aux autres stratégies d'adaptation (A, B, C etc.). Ainsi, les options totalisant un score de critères inférieur à 12 sont écartées au profit de celles ayant des scores de critères, supérieurs ou égaux à 12. Elles ont été dans un second temps, priorisées par ordre décroissant de scores de critères. L'option la plus prioritaire face à une autre est celle ayant le plus grand score de critères et ainsi de suite.

**Tableau VI :** Priorisation des options d'adaptation aux impacts du changement climatique

<b>Option d'adaptation</b>	<b>Coût</b>	<b>Efficacité</b>	<b>Rapidité</b>	<b>Capacité</b>	<b>Acceptabilité</b>	<b>Facilité</b>	<b>Total</b>	<b>Rang</b>
A	3	2	2	1	3	2	<b>13</b>	<b>6</b>
B								
C								

# **TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### 3.1. Résultats

#### 3.1.1. Analyse de la perception des riziculteurs face au changement climatique

##### 3.1.1.1. Perception du changement climatique

Chez les riziculteurs du département de Yamoussoukro, la variabilité et le changement climatique fait l'unanimité sur l'ensemble des périmètres enquêtés. Cependant, plus de 115 riziculteurs dont 93,5 % ont une perception du changement climatique et 8 riziculteurs qui n'ont une perception du changement (Tableau VII).

**Tableau VII :** Perception des riziculteurs de la variabilité et du changement climatique

<b>Perception du Changement climatique</b>		
<b>Réponses</b>	<b>Fréquence</b>	<b>Taux (%)</b>
<b>Oui</b>	115	93,5
<b>Non</b>	8	6,5
<b>Total</b>	123	100

##### 3.1.1.2. Perception sur la pluviométrie

Le Tableau VIII indique le taux de perception des riziculteurs enquêtés sur l'évolution de la pluviométrie à Yamoussoukro ces 20 dernières années. Le taux de personnes qui estiment que la pluviométrie est en baisse est de 88,6 % dont 109 personnes. La proportion de producteurs qui pensent plutôt le contraire est donc de 11,4 % d'où 14 personnes.

**Tableau VIII :** Perception des riziculteurs sur l'évolution pluviométrique à Yamoussoukro

<b>Perception sur la pluviométrie</b>		
<b>Réponses</b>	<b>Fréquence</b>	<b>Taux (%)</b>
<b>Plus de pluies</b>	14	11,4
<b>Moins de pluies</b>	109	88,6
<b>Total</b>	123	100

##### 3.1.1.3. Perception sur le démarrage et la durée de la saison pluvieuse

Pour la quasi-totalité des riziculteurs, le démarrage de la saison des pluies se situe dans le mois de mars. Ils estiment que les pluies débutent plus tardivement actuellement que dans le passé (Tableau IX).

**Tableau IX :** Perception des riziculteurs du démarrage de la saison pluvieuse

<b>Perception sur le démarrage</b>		
<b>Réponses</b>	<b>Fréquence</b>	<b>Taux (%)</b>
<b>Précoce des pluies</b>	24	19,51
<b>Tardif des pluies</b>	99	80,49
<b>Total</b>	123	100

Tous les producteurs interrogés affirment que la saison pluvieuse est plus raccourcie que dans le passé. En outre, plus de 78 % soit 96 personnes soutiennent cette remarque. Ainsi, 12,2 % soit 15 riziculteurs n'ont aucune idée de la durée actuelle de la saison des pluies.

**Tableau X :** Perception des riziculteurs sur la durée de la saison des pluies

<b>Perception sur la durée</b>		
<b>Réponses</b>	<b>Fréquence</b>	<b>Taux (%)</b>
<b>Plus longue</b>	12	9,8
<b>Plus courte</b>	96	78,0
<b>Aucune idée</b>	15	12,2
<b>Total</b>	123	100

#### **3.1.1.4. Perception sur les températures**

Selon 81,30 % soit 100 riziculteurs qui pensent que les températures à Yamoussoukro évoluent à la hausse et 5,69 % soit 7 riziculteurs disent le contraire durant ces 20 dernières années (1980-2000). Les résultats obtenus sont présentés par le Tableau XI

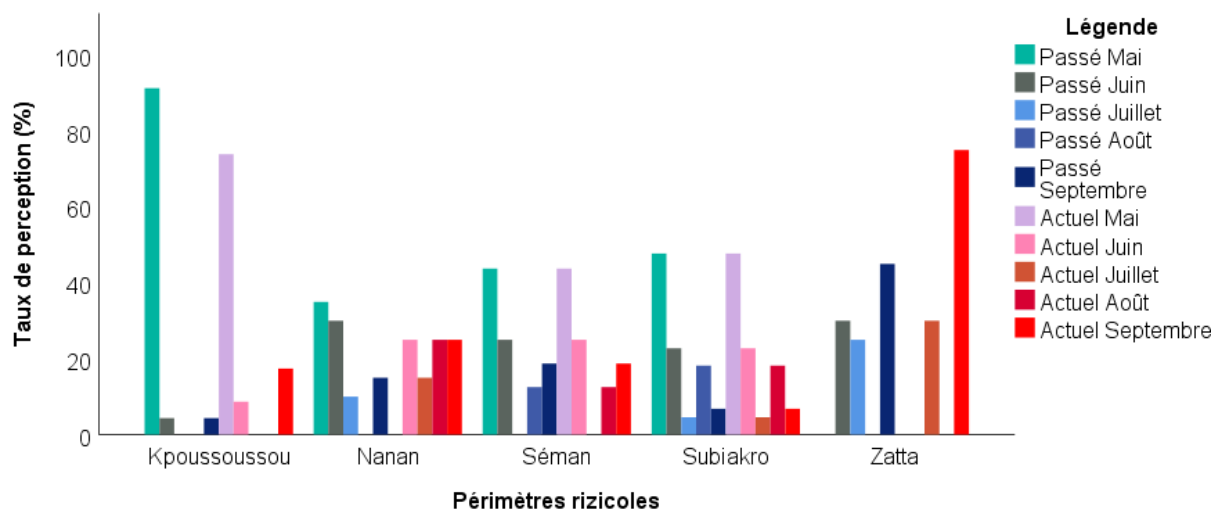
**Tableau I.**

**Tableau XI :** Perception des riziculteurs sur l'évolution des températures à Yamoussoukro

<b>Perception sur les températures</b>		
<b>Réponses</b>	<b>Fréquence</b>	<b>Taux (%)</b>
<b>Plus élevées</b>	100	81,30
<b>Plus faibles</b>	7	5,69
<b>Aucune idée</b>	16	13,01
<b>Total</b>	123	100

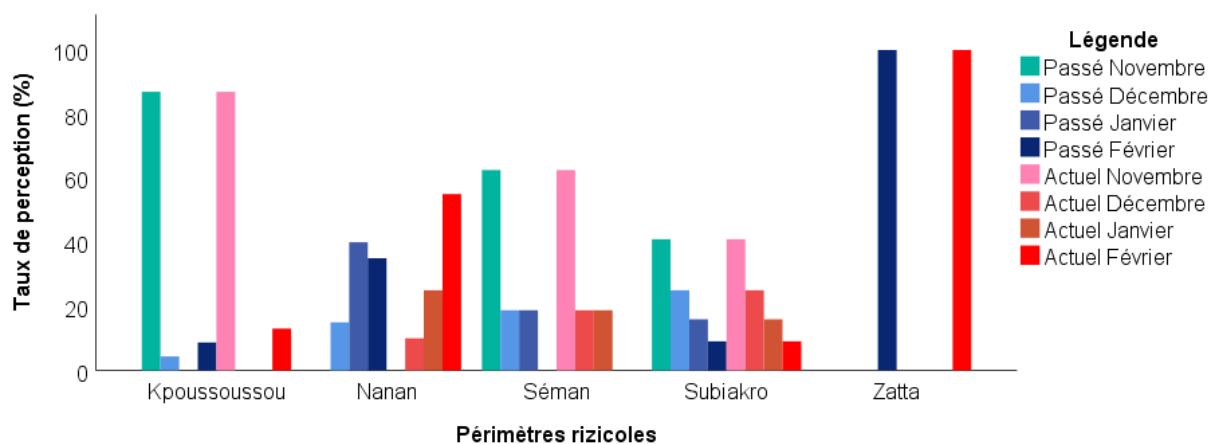
### 3.1.1.5. Perception sur la disponibilité de l'eau

Pour la plupart des producteurs enquêtés, l'eau dans les retenues de leur périmètre est plus abondante au mois de mai, dans le passé comme actuellement. Sur le périmètre de Zatta, les riziculteurs affirment que l'eau de leur retenue est plus abondante au mois de septembre dans le passé comme actuellement. Selon les riziculteurs de Nanan, l'eau était plus abondante dans le mois de juin et est actuellement plus abondante dans les mois d'août et septembre (Figure 6).



**Figure 6 :** Perception des riziculteurs de la disponibilité en eau dans les retenues d'irrigation en période de hautes eaux

Dans le passé, l'eau est moins abondante durant le mois de novembre sur les périmètres de Kpoussoussou, Séman et Subiakro. Ces derniers mois, particulièrement durant le mois de février, l'eau est devenue moins abondante selon les riziculteurs des périmètres de Zatta et de Nanan (Figure 7). Pour l'ensemble des riziculteurs des périmètres enquêtés, la tendance est à la baisse quant à la quantité d'eau disponible dans les retenues ces dernières décennies.

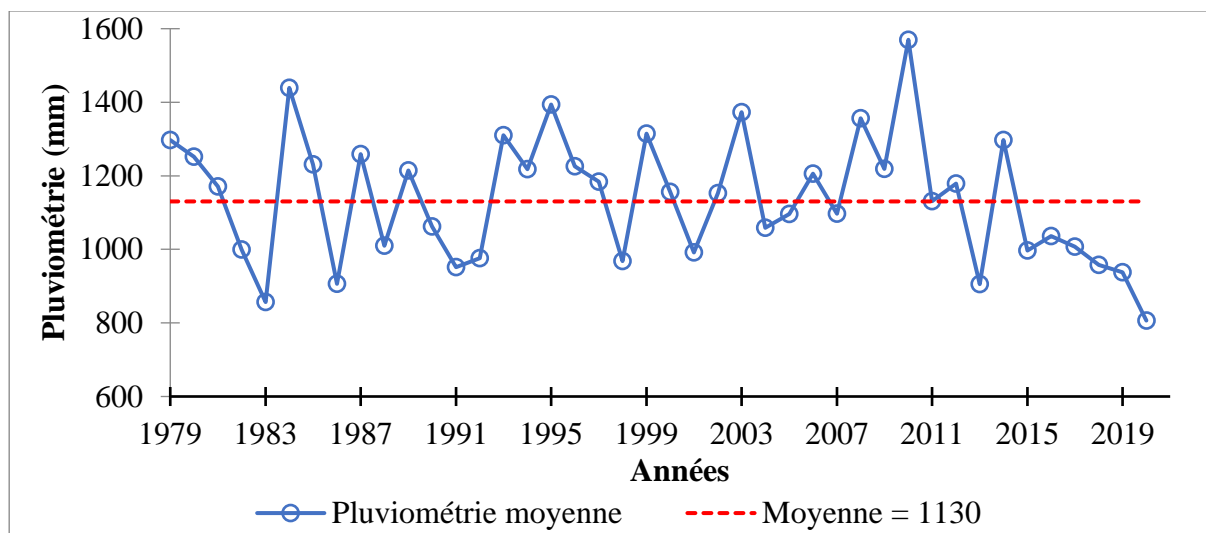


**Figure 7 :** Perception des riziculteurs de la disponibilité en eau dans les retenues d'irrigation en période de basses eaux

### 3.1.1.6. Variabilité climatique

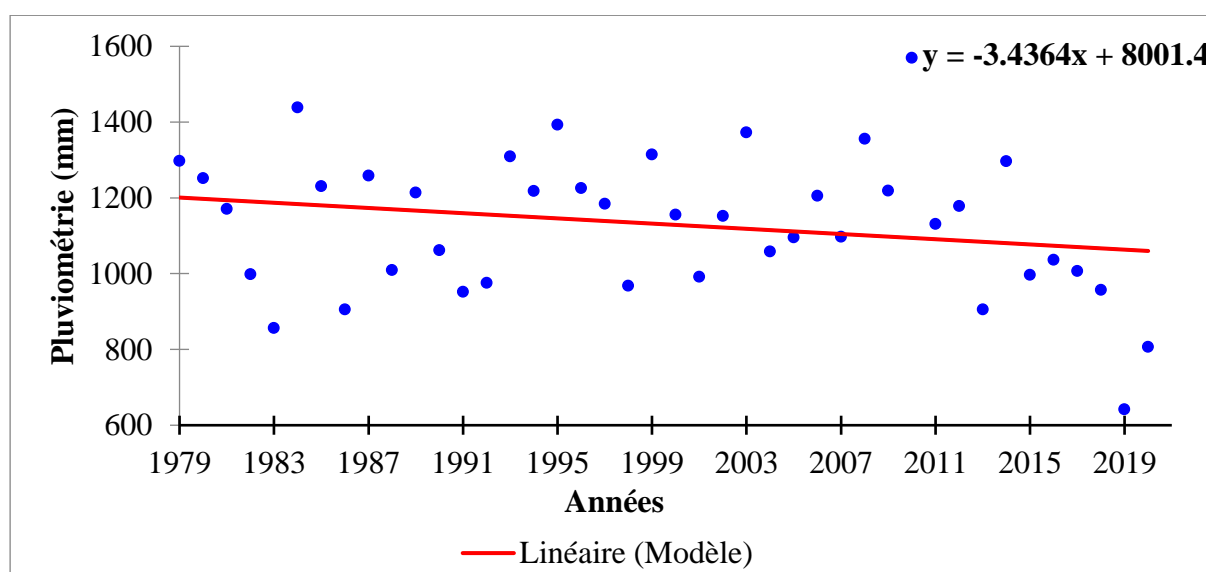
#### ❖ Évolution de la pluviométrie

L'analyse des précipitations dans le département de Yamoussoukro révèle qu'elles sont très variables d'une année à une autre. Les précipitations sont comprises entre 806,50 mm et 1 569,80 mm, avec une moyenne de 1 130 mm sur la période 1979-2020 (Figure 8).



**Figure 8 :** Évolution de la pluviométrie moyenne annuelle à Yamoussoukro de 1979 à 2020

La Figure 9 présente la tendance pluviométrique dans le département de Yamoussoukro de 1979 à 2020. L'analyse montre une tendance à la baisse de la pluviométrie avec une pente de droite de régression négative ( $a=-3,43$ ). La statistique  $S$  ( $-143 < 0$ ) du test de Mann-Kendall, également négative, corrobore cette tendance à la baisse (Annexe 3).



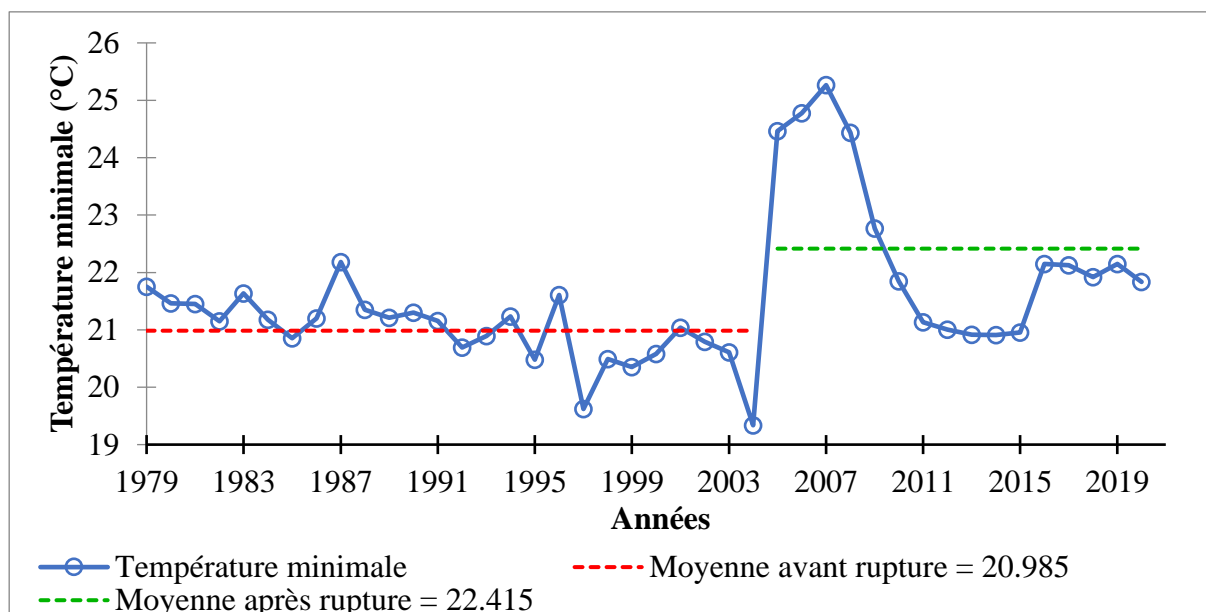
**Figure 9 :** Tendence de la pluviométrie moyenne annuelle à Yamoussoukro de 1979 à 2020



❖ **Évolution des températures**

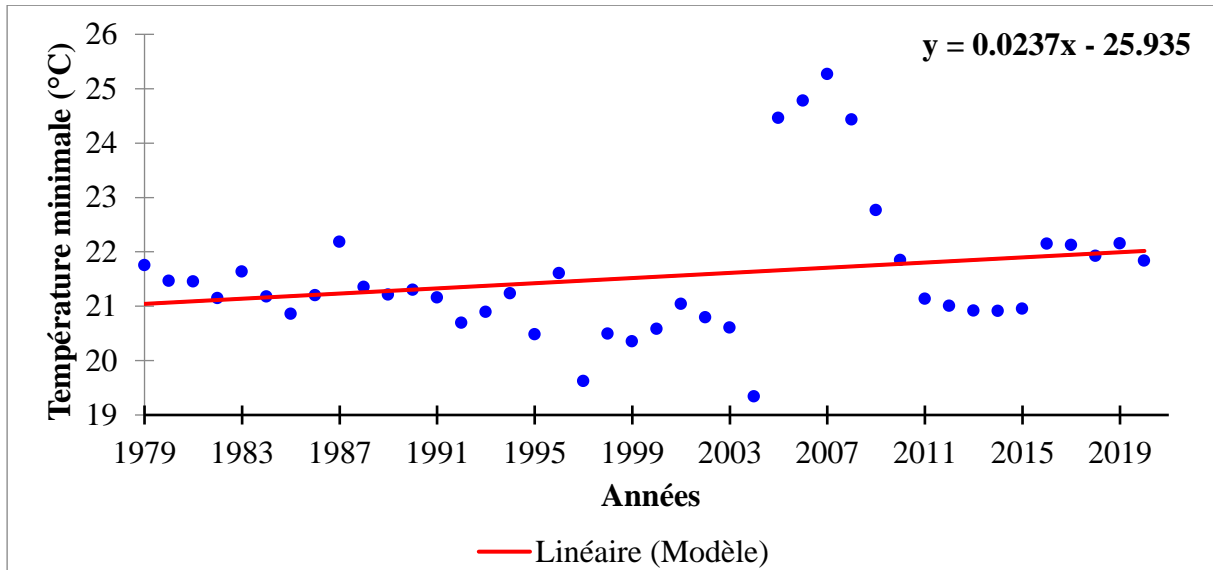
➤ **Températures minimales**

L'analyse de l'évolution temporelle des températures minimales annuelles dans le département de Yamoussoukro indique qu'elles sont comprises entre 19,33 °C et 25,26 °C avec une moyenne de 21,52 °C. Sur la période analysée, les températures minimales sont en générale inférieures à 22,5 °C. Elles augmentent en moyenne de 0,46 °C par décennie (Figure 10).



**Figure 10 :** Évolution des températures minimales à Yamoussoukro de 1979 à 2020

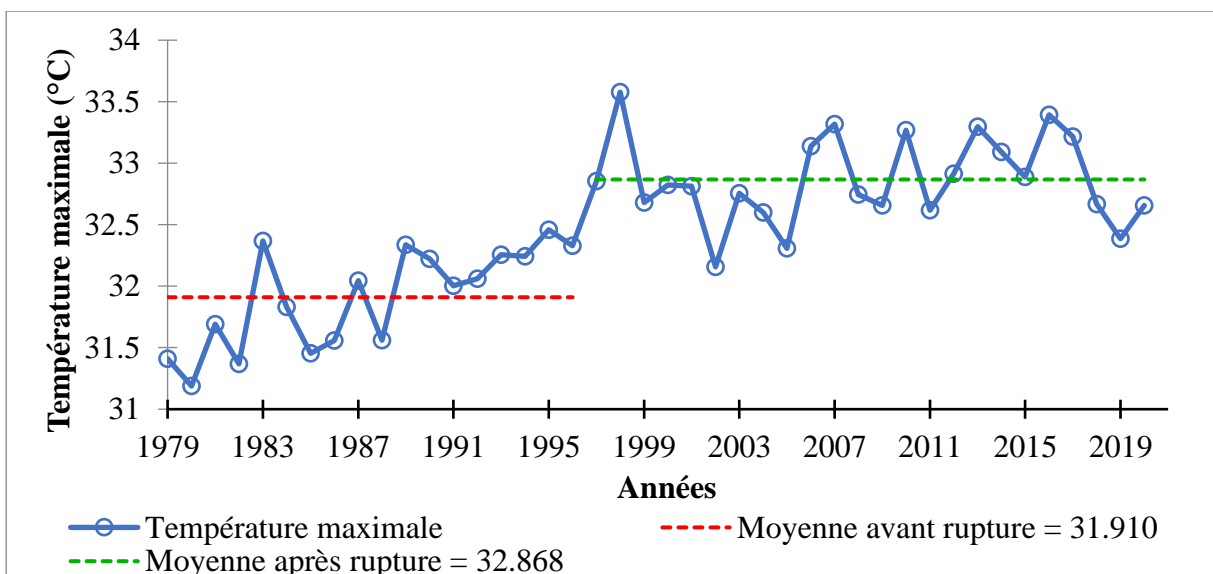
Les moyennes des sous-séries avant la rupture ( $M1 = 20,98$  °C) et après la rupture ( $M2 = 22,41$  °C) sont très significativement différentes selon le test de Student, avec un écart de 1,43 °C. Les résultats de la régression linéaire et du test de Mann-Kendall montrent une légère tendance à la hausse des températures minimales (Figure 11). Les détails des résultats sont consignés en Annexe 3.



**Figure 11 :** Tendence des températures minimales à Yamoussoukro de 1979 à 2020

➤ **Températures maximales**

Les températures maximales annuelles sont comprises entre 31,18°C et 33,57°C, avec une moyenne de 32,45°C. Les températures maximales sont inférieures à 35°C ; laquelle est le seuil minimum dommageable pour le riz. Toutefois, elles augmentent en moyenne 0,5 °C par décennie. Une rupture est survenue en 1996 (Figure 12) avec des moyennes des sous-séries avant la rupture (M1 = 31,91 °C) et après la rupture (M2 = 32,86 °C), très significativement différentes (écart M2-M1 = 0,95 °C) (Tableau XII).



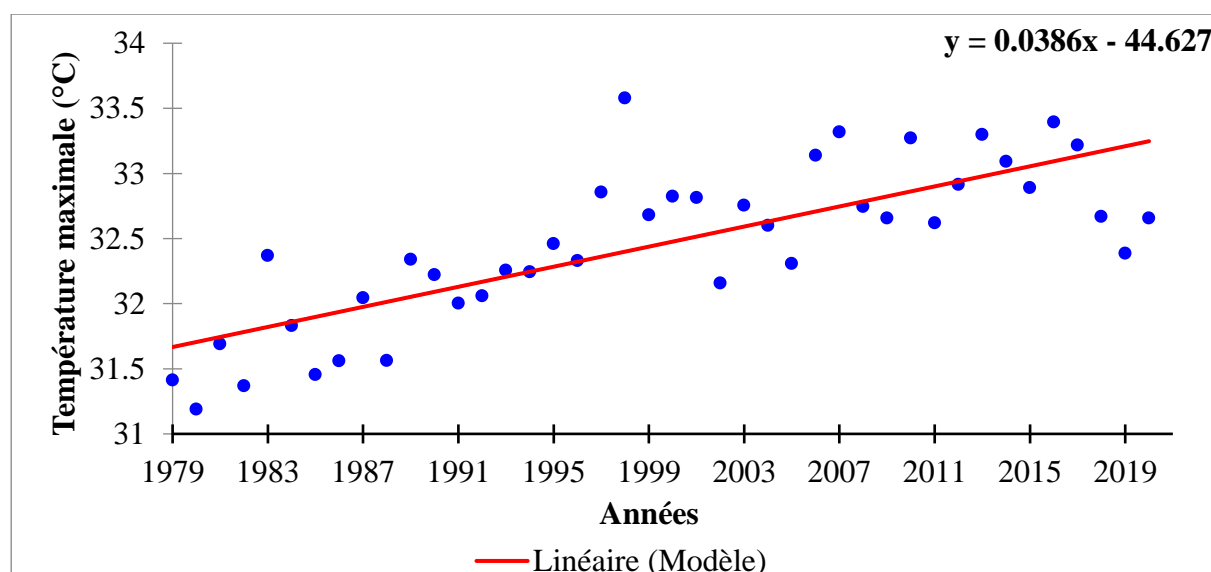
**Figure 12 :** Évolution des températures maximales à Yamoussoukro de 1979 à 2020

**Tableau XII :** Comparaison des moyennes des températures des sous séries à Yamoussoukro de 1979 à 2020

Variables	Années de rupture	Comparaison des moyennes			Significativité selon le test de Student
		Moyenne avant rupture (M1)	Moyenne après rupture (M2)	Différence (M2-M1)	
Température maximale (°C)	1996	31,910	32,868	0,958	XX
Température minimale (°C)	2004	20,985	22,415	1,43	XX

**Significativité :** Xo= pas significatifs ; X=significative ; XX= très significative

La régression linéaire et le test de Mann-Kendall révèlent une tendance à la hausse des températures maximales avec une valeur de 0.0386 pour le coefficient de régression linéaire (Figure 13) (Annexe 3).



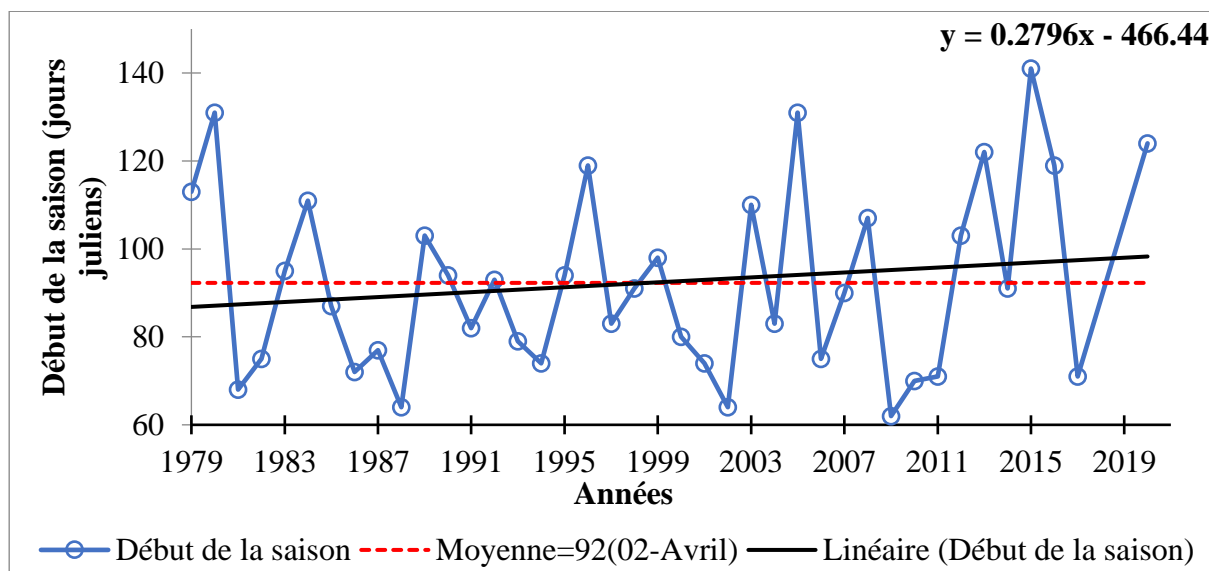
**Figure 13 :** Tendence des températures maximales à Yamoussoukro de 1979 à 2020

❖ **Caractéristiques de la saison pluvieuse**

➤ **Démarrage de la saison des pluies**

Les résultats montrent une fluctuation qui est observée dans les dates. La tendance des dates de démarrage de la saison des pluies à Yamoussoukro est à la hausse et oscille entre le 03 mars et

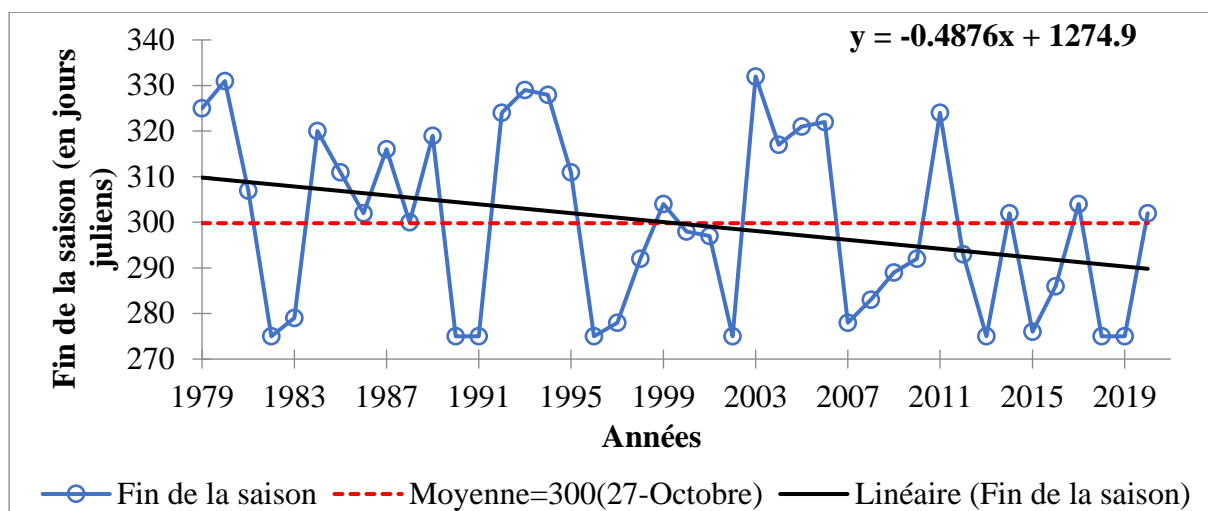
le 21 mai, avec comme moyenne la date du 02 avril (Figure 14). Le démarrage précoce de la saison pluvieuse est compris entre le 03 et le 16 mars. En outre, le démarrage tardif est compris entre le 18 avril et le 21 mai. Le début de la saison des pluies est retardé en moyenne de 05 jours chaque décennie et suit une tendance à la hausse sur la période 1979-2020. Aucune rupture n'a été détectée dans la série des dates de démarrage de la saison des pluies.



**Figure 14 :** Évolution des dates de démarrage de la saison des pluies à Yamoussoukro de 1979 à 2020

#### ➤ Fin de la saison des pluies

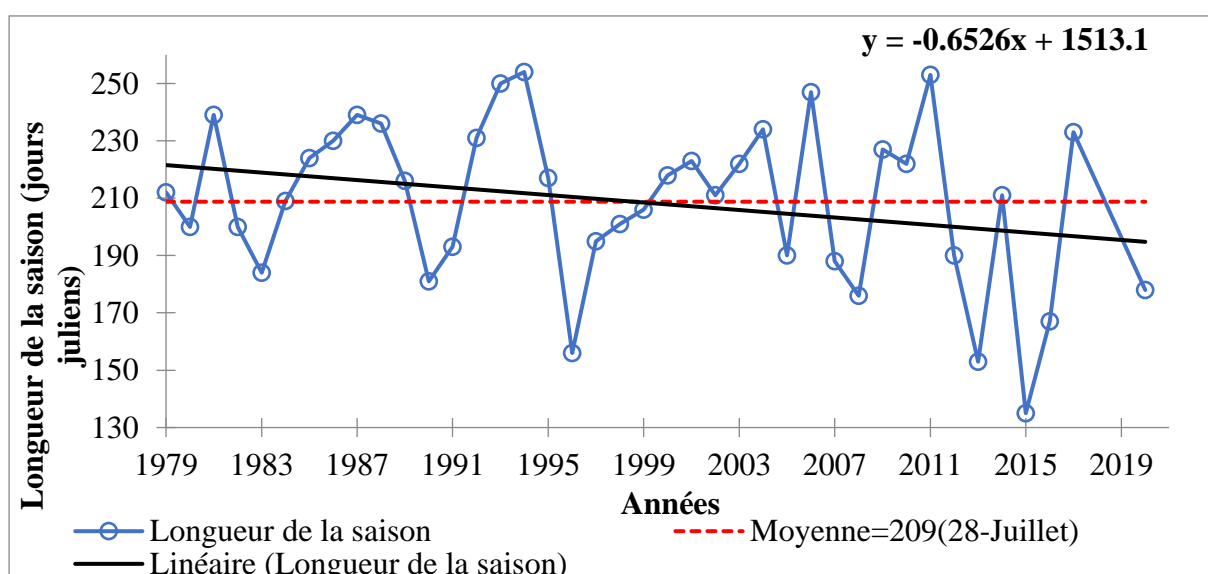
Pour les dates de fin de la saison des pluies, la tendance est à la baisse. Elles sont comprises entre le 02 octobre et le 28 novembre, avec le 27 octobre comme moyenne. Les dates précoces de fin de saisons sont comprises entre le 02 et le 05 octobre, alors que les dates tardives de fin de saison se situent entre le 14 et le 28 novembre. La fin de la saison des pluies est avancée en moyenne de 04 jours chaque décennie avec une tendance à la baisse de 1979 à 2020. Il est observé une période de fins tardives de la saison des pluies entre 1979 et 2000 et une période de fins précoces entre 2001 et 2020 (Figure 15).



**Figure 15 :** Évolution des dates de fin de la saison des pluies à Yamoussoukro de 1979 à 2020

➤ **Durée de la saison des pluies**

La Figure 16 montre les résultats relatifs à la durée de la saison pluvieuse dans le département de Yamoussoukro. La longueur de la saison des pluies évolue à la baisse dans le temps avec une extrême variabilité. La saison pluvieuse dure en moyenne 209 jours. La durée minimum est de 135 jours, alors que la durée maximum est de 254 jours. L'on observe un raccourcissement de la durée de la saison pluvieuse d'en moyenne 09 jours chaque décennie. De même, une tendance à la baisse de la durée de la saison pluvieuse est observée sur la période 1979-2020. Aucune rupture dans la série de durée de la saison pluvieuse n'a été détectée. Toutefois, il est remarqué une période de longues saisons des pluies (1979-1999) et une période de courtes saisons des pluies (2000-2020).



**Figure 16 :** Évolution de la longueur de la saison des pluies à Yamoussoukro de 1979 à 2020

### **3.1.2. Vulnérabilité des riziculteurs au changement climatique**

#### **3.1.2.1. Potentiels risques climatiques sur la riziculture irriguée**

L'analyse de la variabilité climatique de la zone d'étude, les entretiens avec les riziculteurs, ainsi que la documentation ont permis d'identifier les éléments suivants : les risques climatiques plausibles pouvant impacter la production du riz irrigué dans le département de Yamoussoukro : baisse de la pluviométrie, démarrage tardif de la saison des pluies, fin précoce des saisons des pluies, raccourcissement des saisons de pluies et hausse des températures. Les variables du système de culture du riz irrigué susceptibles d'être impactées retenues sont : la disponibilité de l'eau d'irrigation, les sols et les cultures.

#### **3.1.2.2. Impacts des risques climatiques sur la riziculture irriguée**

Sur la base de l'analyse des variables agro-climatiques de la documentation et des entretiens, les probabilités d'occurrence des risques climatiques pour la riziculture irriguée identifiés sont : la baisse de la pluviométrie et la hausse des températures : « extrêmement probable » ; et le démarrage tardif et le raccourcissement des saisons pluvieuses : « très probable ». Les différents impacts sur la riziculture irriguée pouvant être causés par les risques climatiques identifiés sont consignés dans le Tableau XIII.

**Tableau XIII** : Impacts des risques climatiques sur les variables du système de production du riz irrigué

<b>Risques climatiques et probabilités d'occurrence</b>	<b>Disponibilité en eau</b>	<b>Sols</b>	<b>Cultures</b>
Baisse de la pluviométrie	Diminution de la quantité d'eau dans les retenues	Déficit hydrique	Augmentation des besoins d'irrigation des parcelles
Hausse des températures	Diminution de la quantité d'eau dans les retenues, dégradation de la qualité de l'eau	Diminution de l'humidité initiale des couches superficielles du sol, réduction de l'eau du sol disponible pour les plantes, perte de la fertilité du sol	Augmentation des besoins en eau des cultures, stress thermique accru, allongement de la durée de croissance des cultures, baisse des rendements
Démarrage tardif des saisons pluvieuses	Diminution de la disponibilité de l'eau dans les retenues	Baisse accrue de l'humidité du sol	Augmentation des besoins d'irrigation des parcelles
Raccourcissement des saisons pluvieuses	Diminution de la disponibilité de l'eau dans les retenues en saison sèche	Baisse accrue de l'humidité du sol	Augmentation des besoins d'irrigation des parcelles

**Légende**

Extrêmement probable	Très probable
----------------------	---------------

Compte tenu de leurs probabilités d'occurrence, les conséquences des risques climatiques sont classées comme indiqué dans le Tableau XIV.

**Tableau XIV** : Conséquences des risques climatiques sur les variables du système de production du riz irrigué

<b>Risques climatiques et probabilités d'occurrence</b>	<b>Disponibilité en eau</b>	<b>Sols</b>	<b>Cultures</b>
Baisse de la pluviométrie	Majeure	Mineure	Modérée
Hausse des températures	Majeure	Majeure	Majeure
Démarrage tardif des saisons pluvieuses	Modérée	Mineure	Modérée
Raccourcissement des saisons pluvieuses	Modérée	Mineure	Modérée

### 3.1.2.3. Matrice d'impacts des risques climatiques

Avant d'élaborer la matrice d'impacts des risques climatiques sur la riziculture irriguée, le degré de ces impacts a été déterminé. Le Tableau XV présente les principaux résultats obtenus.

**Tableau XV :** Degrés des impacts des risques climatiques sur les variables du système de production du riz irrigué

Risques climatiques et probabilités d'occurrence	Disponibilité en eau	Sols	Cultures
Baisse de la pluviométrie	Élevé	Faible	Moyen
Hausse des températures	Élevé	Élevé	Élevé
Démarrage tardif des saisons pluvieuses	Moyen	Faible	Moyen
Raccourcissement des saisons pluvieuses	Moyen	Faible	Moyen

**Légende**

Extrêmement probable	Très probable	Faible	Moyen	Élevé
----------------------	---------------	--------	-------	-------

La matrice des impacts des risques climatiques est présentée dans le Tableau XVI. Cette matrice nous montre que la baisse de la pluviométrie et la hausse des températures ont un degré d'impact élevé au niveau de la disponibilité de l'eau, des sols et des cultures. Concernant le démarrage tardif des saisons pluvieuses et le raccourcissement des saisons pluvieuses qui sont des risques très probables ont un degré d'impact moyen au niveau des variables du système des cultures.



**Tableau XVI :** Matrice d'impacts des risques climatiques sur les variables du système de production du riz irrigué

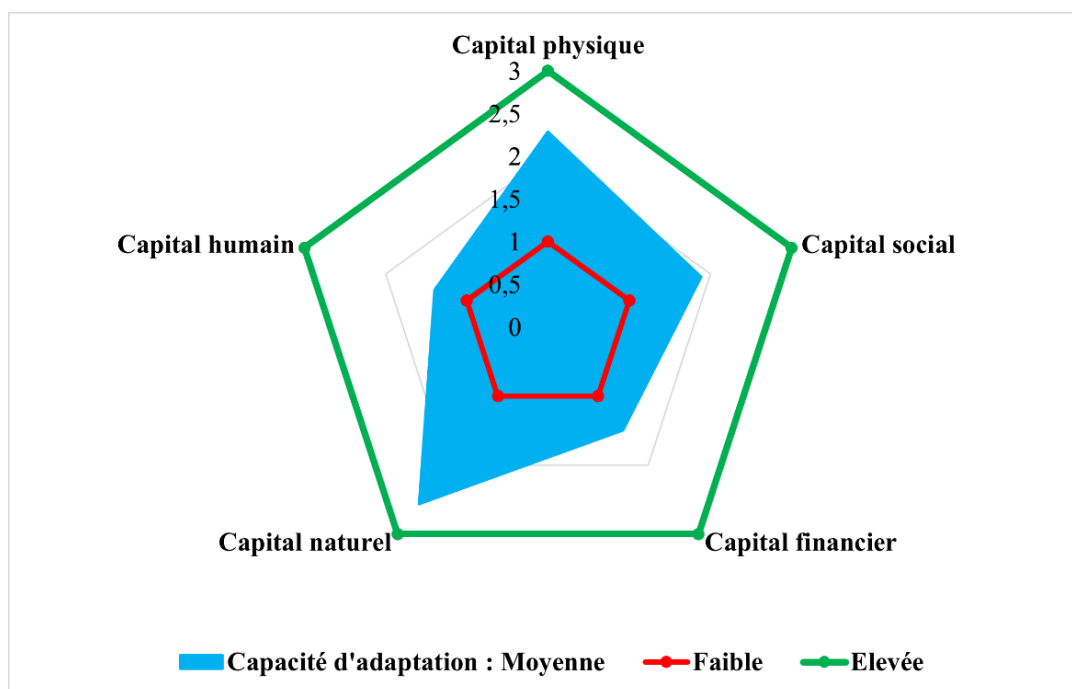
Risques climatiques et probabilités d'occurrence	Disponibilité en eau	Sols	Cultures
Baisse de la pluviométrie	Diminution de la quantité d'eau dans les retenues	Déficit hydrique	Augmentation des besoins d'irrigation des parcelles
Hausse des températures	Diminution de la quantité d'eau dans les retenues, dégradation de la qualité de l'eau	Diminution de l'humidité initiale des couches superficielles du sol, réduction de l'eau du sol disponible pour les plantes, perte de la fertilité du sol	Augmentation des besoins en eau des cultures, stress thermique accru, allongement de la durée de croissance des cultures, baisse des rendements
Démarrage tardif des saisons pluvieuses	Réduction de la disponibilité de l'eau dans les retenues	Baisse accrue de l'humidité du sol	Augmentation des besoins d'irrigation des parcelles
Raccourcissement des saisons pluvieuses	Réduction de la disponibilité de l'eau dans les retenues en saison sèche	Baisse accrue de l'humidité du sol	Augmentation des besoins d'irrigation des parcelles

**Légende**

Extrêmement probable	Très probable	Faible	Moyen	Élevé
----------------------	---------------	--------	-------	-------

**3.1.2.4. Capacité d'adaptation des riziculteurs au changement climatique**

La Figure 17 illustre les résultats de l'estimation du niveau de capacité d'adaptation des riziculteurs au changement climatique dans le département de Yamoussoukro. Le niveau de capacité d'adaptation obtenu est de 1,93. Cette valeur comprise entre 1 et 2 indique une capacité d'adaptation « **moyenne** » des producteurs de riz à Yamoussoukro.



**Figure 17 :** Capacité d'adaptation des riziculteurs dans le département de Yamoussoukro

### 3.1.2.5. Matrice de vulnérabilité

Avant d'élaborer la matrice de vulnérabilité, le degré de vulnérabilité des riziculteurs est déterminé. Trois (3) degrés d'impacts des risques climatiques ont été trouvés : Faible, Moyen et Élevé avec un niveau « Moyen » pour tous les risques climatiques. La capacité d'adaptation des riziculteurs étant « Moyenne », les degrés de vulnérabilité obtenus sont : Faible, Modéré et Élevé. On conclut donc que les riziculteurs du département de Yamoussoukro ont un niveau de vulnérabilité « Modéré » (Tableau XVII).

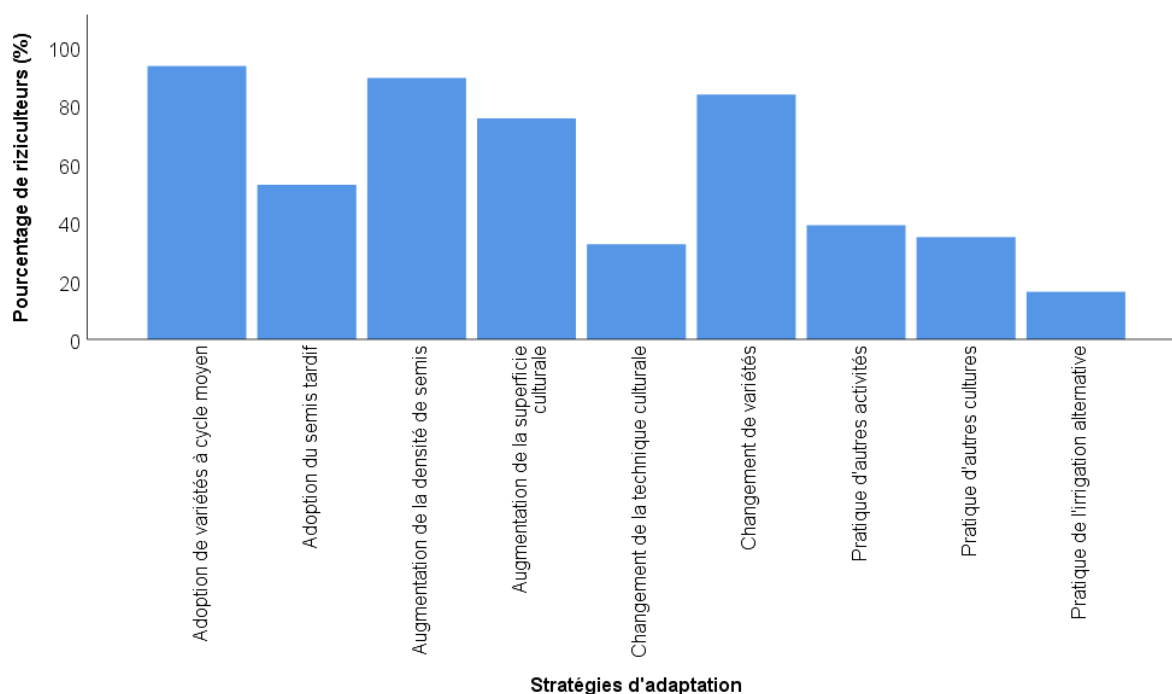
**Tableau XVII :** Matrice de vulnérabilité des riziculteurs dans le département de Yamoussoukro

Degrés d'impacts des risques climatiques	Capacité d'adaptation
	Moyenne
Faible	Faible
<b>Moyen</b>	<b>Modérée</b>
Élevé	Élevée

### 3.1.3. Stratégies d'adaptation

#### 3.1.3.1. Stratégies d'adaptation des riziculteurs

Les entretiens avec les riziculteurs des périmètres irrigués sélectionnés ont permis d'identifier les différentes stratégies d'adaptation qu'ils utilisent pour faire face aux conséquences du changement climatique. Ainsi, 84 % des producteurs interrogés ont changé de variétés de riz au cours de ces 20 dernières années ; 89 % ont augmenté leur densité de semis ; 93 % ont adopté des variétés à cycle moyen ; 33 % ont changé de technique de culture ; 76 % ont augmenté leur superficie culturale ; 35 % cultivent d'autres cultures (maraichers) sur le périmètre ; 39 % font d'autres activités hormis la riziculture ; 53 % pratiquent le semis tardif ; et 16 % pratiquent l'irrigation alternative (Figure 18).



**Figure 18 :** Stratégies d'adaptation des riziculteurs dans le département de Yamoussoukro

À ces options d'adaptation développées par les riziculteurs, s'ajoute comme stratégies d'adaptation, l'utilisation accrue d'engrais et le changement des dates de pépinières. En se basant sur les stratégies employées par les riziculteurs et celles proposées dans la littérature, les différentes stratégies d'adaptation sont énumérées dans le Tableau XVIII. La couleur du degré de vulnérabilité est superposée à chaque stratégie d'adaptation afin d'obtenir la matrice d'adaptation.

**Tableau XVIII :** Matrice d'adaptation aux conséquences du changement climatique

<b>Risques climatiques</b>			
<b>et probabilités d'occurrence</b>	<b>Disponibilité en eau</b>	<b>Sols</b>	<b>Cultures</b>
Baisse de la pluviométrie	Amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau des retenues	Déficit hydrique	Pratique de l'irrigation alternative, utilisation de variétés améliorées n'exigeant pas une grande quantité d'eau
Hausse des températures	Amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau des retenues	Application de technique de conservation de l'humidité du sol et l'évaporation (mulch)	Utilisation des variétés résistantes à la chaleur, ajustement des densités de populations des cultures, amélioration des techniques culturales, augmentation de la superficie culturale
Démarrage tardif des saisons pluvieuses	Amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau des retenues	Application de technique de conservation de l'humidité du sol	Ajustement des calendriers culturaux, Pratique de semis tardifs, utilisation de variétés précoces
Raccourcissement des saisons pluvieuses	Amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau des retenues	Application de technique de conservation de l'humidité du sol	Utilisation de variétés précoces, développement de l'irrigation d'appoint

**Légende**

Extrêmement probable	Très probable	Faible	Modérée	Élevée
----------------------	---------------	--------	---------	--------

**3.1.3.2. Priorisation des options d'adaptation identifiées**

Les résultats de la priorisation des différentes options d'adaptation de la riziculture irriguée aux impacts du changement climatique dans le département de Yamoussoukro sont consignés dans le Tableau XIX.

**Tableau XIX** : Priorisation des options d'adaptation identifiées

<b>Options d'adaptation</b>	<b>Coût</b>	<b>Efficacité</b>	<b>Rapide</b>	<b>Capacité</b>	<b>Acceptabilité</b>	<b>Facilité</b>	<b>Total</b>	<b>Rang</b>
Augmentation de la densité de semis	3	2	2	2	2	2	<b>13</b>	<b>6</b>
Utilisation de variétés précoces et résistantes à la chaleur	2	3	2	3	3	3	<b>16</b>	<b>1</b>
Amélioration de la technique culturale	2	3	3	2	3	3	<b>16</b>	<b>1</b>
Augmentation de la superficie culturale	2	2	2	2	2	2	<b>12</b>	<b>10</b>
Pratique d'autres cultures et/ou activités	2	2	2	1	2	2	<b>11</b>	
Adoption du semis tardif	1	2	3	2	2	3	<b>13</b>	<b>6</b>
Pratique de l'irrigation alternative	1	3	2	2	3	3	<b>14</b>	<b>3</b>
Utilisation accrue d'engrais	3	2	2	2	2	2	<b>13</b>	<b>6</b>
Changement des dates de pépinières	1	2	3	2	2	2	<b>12</b>	<b>10</b>
Application de technique de conservation de l'humidité du sol	3	2	2	2	2	2	<b>13</b>	<b>6</b>
Ajustement des calendriers culturaux	3	2	2	2	2	3	<b>14</b>	<b>3</b>
Amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau	3	2	3	2	2	2	<b>14</b>	<b>3</b>

À l'exception de la pratique d'autres cultures et/ou activités, toutes les options sont retenues. Les options d'adaptation les plus prioritaires sont l'amélioration de la technique culturale, la variété précoce et la résistante à la chaleur, avec un score de 16 points. Les options les moins

prioritaires, avec un score de 12 points sont l'augmentation de la superficie culturale et le changement des dates de pépinières.

### 3.2. Discussion

Dans ce mémoire, il est question de proposer des stratégies d'adaptation de la riziculture dans le département de Yamoussoukro. Les hauteurs pluviométriques à Yamoussoukro sont comprises entre 806,5 mm et 1569,8 mm avec une moyenne de 1130 mm sur la période 1979-2020. L'analyse de la série chronologique de précipitations montre une baisse interannuelle des hauteurs de pluies. En effet, la régression linéaire et le test de Mann-Kendall indiquent une tendance à la diminution des hauteurs pluviométriques annuelles. Cependant cette tendance est contraire à celles obtenues par Kouassi *et al.* (2020) et Sawadogo (2020) qui ont obtenu une tendance à la hausse des pluies de 1980 à 2017 et de 1975 à 2015 respectivement. Cette différence dans les tendances pourrait s'expliquer d'une part, par la différence des périodes d'analyse, et d'autre part, par la baisse de la pluviométrie annuelle observée de 1007 à 807 mm entre 2017 et 2020 avec un écart de 200 mm. L'ensemble des riziculteurs enquêtés dans le département affirment que la pluviométrie suit une tendance à la baisse au cours de ces dernières décennies.

Près de 90 % des producteurs interrogés ont remarqués que les pluies débutent de plus en plus tardivement par rapport au passé. La grande majorité d'entre eux ont remarqués que la saison des pluies s'est raccourcie comparativement aux années antérieures. Cette perception relative au démarrage et à la durée de la saison des pluies est confirmée par l'analyse des observations pluviométriques de 1979 à 2020. En effet, l'analyse de l'évolution des dates de début et de la longueur de la saison pluvieuse a montré un retard pour le début de la saison pluvieuse et un raccourcissement de la saison pluvieuse. Ces résultats sont corroborés par ceux de Kouassi *et al.* (2020) sur la même zone d'étude. Goula *et al.* (2006) soutiennent aussi qu'en Côte d'Ivoire, le début de la saison des pluies subit un retard dont la durée demeure très variable d'une région à une autre. Au niveau du raccourcissement de la saison pluvieuse, les travaux de Djè (2014), ont également montré qu'il est observé une réduction de la durée de la saison pluvieuse de 10 à 28 jours au centre du pays.

La perception des riziculteurs de l'évolution des températures à Yamoussoukro est conforme aux résultats des analyses statistiques sur cette variable climatique. En effet, la majeure partie des personnes enquêtées disent ressentir actuellement une hausse des températures par rapport au passé. Les tests de Mann-Kendall et de régression linéaire sur les températures maximales et minimales, l'ont également démontré. Selon Djè (2014), la Côte d'Ivoire s'est réchauffée dans

## Résultats et discussion

son ensemble de 0,5°C en moyenne depuis les années 1980 et cela passera à 3°C d'ici à 2100. Des ruptures ont été mis en évidence dans les séries de températures maximales et minimales en 1996 et en 2004. Les moyennes avant rupture sont de 20,98 °C et 31,91 °C, et les moyennes après rupture sont de 22,41 °C et 32,86 °C, respectivement pour les températures maximales et minimales. Ces ruptures marquent une augmentation brusque des températures à Yamoussoukro avec un degré plus élevé au niveau des températures minimales.

La perception des riziculteurs du département de Yamoussoukro de la variabilité et du changement climatiques semble être en accord avec l'évolution des variables climatiques, au cours de ces dernières décennies. Cette observation est conforme à celle de Chédé (2012) qui affirme que la perception paysanne du changement climatique dans la Commune de Savè est dans l'ensemble proche des résultats de l'analyse des données météorologiques. Les riziculteurs à Yamoussoukro sont donc conscients du phénomène de changement climatique et de ses conséquences pour leur système de production.

La baisse de la pluviométrie et la hausse des températures constituent les risques potentiels pour la riziculture irriguée dans le département de Yamoussoukro ayant les degrés d'impacts les plus considérables sur les variables du système de production. En effet, la hausse des températures observée dans la zone d'étude pourrait impacter à un degré élevé toutes les variables identifiées à savoir : la disponibilité en eau, les sols et les cultures. La pluviométrie, le démarrage et la durée des saisons pluvieuses s'illustrant dans une mesure moindre. Toutefois, cela ne suggère pas que ces derniers sont négligeables du point de vue de l'adoption de stratégies d'adaptation. La pluviométrie par exemple, constitue un élément clé du bilan hydrologique des retenues ainsi que du bilan hydrique des rizières, comme celles des périmètres rizicoles du département de Yamoussoukro. La pluie, à travers les précipitations directes sur les retenues d'eau et les précipitations efficaces à l'échelle des parcelles de cultures, constitue le principal apport des plans d'eau et conditionne la disponibilité en eau surtout en saisons sèches. Comme le démontre la matrice d'impact des risques climatiques, la baisse de la pluviométrie est une menace non négligeable pour la disponibilité et la demande en eau des systèmes rizicoles irrigués du Centre de la Côte d'Ivoire. Certains riziculteurs questionnés ont affirmé que durant certaines périodes de saison sèche, les retenues destinées à l'irrigation des périmètres n'ont pas pu assurer leur fonction.

Les résultats de cette étude suggèrent que la capacité d'adaptation des riziculteurs du département de Yamoussoukro est « moyenne » avec un niveau de capacité d'adaptation de 1,93. De ce fait, leur prédisposition à subir les conséquences néfastes du changement climatique ou vulnérabilité est « modérée ». Ces résultats sont différents de ceux de Chédé (2012), qui ont

## Résultats et discussion

révélé que les agriculteurs ont un niveau de vulnérabilité élevé eu égard à leur faible capacité d'adaptation. Cette différence pourrait s'expliquer par la situation géographique, l'accès à l'informations et aux infrastructures, le niveau intellectuel et de vie, du système de culture, etc., entre les riziculteurs de Yamoussoukro qui se trouvent en zone péri-urbaine, dans un système irrigué et les agriculteurs de Savè, qui se situent en zone rurale et qui pratiquent une agriculture pluviale. Les riziculteurs à Yamoussoukro sont donc relativement moyennement susceptibles de subir les impacts négatifs du changement climatique et capables d'y faire face, dans une mesure moyenne.

Pour protéger leur système de production, les riziculteurs adoptent plusieurs stratégies qui demeurent relativement peu efficaces pour faire face aux effets néfastes du changement climatique. Ainsi, 84 % d'entre eux ont changé de variétés de riz ; 89 % ont augmenté leur densité de semis ; 93 % ont adopté des variétés à cycle moyen ; 33 % ont changé de technique de culture ; 76 % ont augmenté leur superficie culturale ; 35 % cultivent d'autres cultures (maraichers) sur le périmètre ; 39 % font d'autres activités hormis la riziculture ; 53 % pratiquent le semis tardif ; et 16 % pratiquent l'irrigation alternative. Ces options d'adaptation sont expérimentées par les producteurs sans considération de critères d'efficacité, de faisabilité ou de durabilité et sont variables selon les sites. Cependant une ou plusieurs stratégies adoptées sans un accès à l'information préalable, pourraient inhiber voire annuler l'effet d'une autre sans pour autant avoir des effets bénéfiques et donc réduire la capacité d'adaptation. En effet, selon Jones *et al.* (2018), la capacité d'adaptation réfère non seulement à l'accès aux informations sur les aléas climatiques, mais aussi à l'utilisation de ces informations pour des prises de décisions adéquates. Par ailleurs, les travaux effectués par Bele *et al.* (2010) au Congo et en Centrafrique, indiquent que les paysans savent que leurs pratiques endogènes d'adaptation ne sont que des expérimentations. Les stratégies d'adaptation adoptées par les riziculteurs du département de Yamoussoukro ont été également pratiquées par des riziculteurs au Népal (Devkota *et al.*, 2018).

Cette étude met en évidence onze (11) options d'adaptation susceptibles de renforcer la résilience des riziculteurs dans le département de Yamoussoukro, qui sont classées par ordre de priorité comme suit : l'utilisation de variétés précoces et résistantes à la chaleur, l'amélioration de la technique culturale, la pratique de l'irrigation alternative, l'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau, l'ajustement des calendriers culturels, l'augmentation de la densité de semis, l'adoption du semis tardif, l'utilisation accrue d'engrais, l'application de techniques de conservation de l'humidité du sol, l'augmentation de la superficie culturale, ainsi que le changement de la date de pépinières. Ces résultats sont semblables à ceux de Chédé (2012) qui



## Résultats et discussion

propose l'utilisation de variétés précoces résistantes à la sécheresse et l'amélioration des techniques culturales comme options d'adaptation les plus prioritaires.

## CONCLUSION

## Conclusion

Cette étude examine la perception, la vulnérabilité et les stratégies d'adaptation au changement climatique des riziculteurs du département de Yamoussoukro. Cette étude s'est basée sur un questionnaire d'enquête, la méthode des matrices des risques climatiques et une analyse afin de proposer les meilleures stratégies d'adaptation aux riziculteurs aux conséquences néfastes du changement climatique. Cela permettra de renforcer leur résilience face à ce phénomène. Il ressort que la majorité des producteurs enquêtés sont conscients du changement dans les variables climatiques de leur région de production. Environ 90 % des répondants ont déclaré que la pluviométrie est en baisse durant ces 20 dernières années. 85 % ont affirmé que les températures sont à la hausse, 90 % pensent que la saison des pluies débute en retard et 80 %, disent que sa durée est de plus en plus réduite au cours des années. En outre, près de 90 % des producteurs mentionnent une baisse de la quantité d'eau des retenues d'irrigation de leur périmètre. Ces perceptions sont confirmées par l'analyse des observations climatiques de la zone d'étude. La baisse de la pluviométrie, l'augmentation des températures, le démarrage tardif et le raccourcissement de la saison des pluies sont considérés comme les principaux risques climatiques pouvant affecter la production du riz irrigué dans le département de Yamoussoukro. Cette étude montre une capacité d'adaptation « moyenne » et une vulnérabilité « modérée » des riziculteurs de la zone d'étude. Les riziculteurs pratiquent diverses stratégies d'adaptation pour se protéger du changement climatique. Cependant, ces dernières sont très souvent mal employées. Ces stratégies d'adaptation ont été classées par ordre de priorité : utilisation de variétés précoces et résistantes à la chaleur ; amélioration de la technique culturale (au même rang) ; pratique de l'irrigation alternative ; amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau ; ajustement des calendriers culturels (au même rang) ; augmentation de la densité de semis ; adoption du semis tardif ; utilisation accrue d'engrais ; application de techniques de conservation de l'humidité du sol (au même rang) ; augmentation de la superficie culturale ; changement de la date de pépinières. Les producteurs sont conscients du phénomène de changement climatique ; toutefois, ils sont confrontés à des contraintes qui réduisent leur capacité à pouvoir améliorer leur production, à savoir : l'insuffisance du capital, le coût élevé des intrants agricoles, la mauvaise information sur l'adaptation, l'accès insuffisant aux facilités de crédit et la méconnaissance des options d'adaptation qu'ils pourraient adopter sur leurs terres agricoles. Ainsi, au terme cette étude, il est recommandé aux organismes gouvernementaux comme non-gouvernementaux, de stimuler l'adaptation des riziculteurs afin de réduire leur vulnérabilité en favorisant l'investissement dans l'éducation sur le changement climatique, la mécanisation tout en donnant du matériel, créer un système de crédit agricole, l'offre d'intrants agricoles en quantité suffisante etc.

## RÉFÉRENCES

## Références

- Adger (2000). Social and Ecological Resilience Are They Related. *Social and Ecological Resilience*, 24 : 347-364.
- Agossou D.S.M., Tossou C.R., Vissoh V.P. & Agbossou K.E. (2012). Perception des perturbations climatiques, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles béninois. *African Crop Science Journal*, 20 : 565-588.
- Ahmed K.F., Wang G., Yu M., Koo J. & You L. (2015). Potential impact of climate change on cereal crop yield in West Africa. *Climatic Change*, 133(2) : 321-334.
- Anoh K. A., Konan K. S., Eblin S. G., Atcho A. V. & Kouassi K. L. (2021). Contribution of Agro-Hydrological Modeling in the Evaluation of Water Availability of an Ungauged Basin Reservoir in Côte d'Ivoire : Case of the Loka Reservoir in Bouaké. *Computational Water, Energy, and Environmental Engineering*, 10(3) : 117-130.
- Bele Y., Mulotwa E., Bokoto B., Sonwa D. & Tiani A.M. (2010). Les effets du changement climatique dans le bassin du Congo: la nécessité de soutenir les capacités adaptatives locales. *Aperçu Sur L'adaptation*, 3 : 1-3.
- Balme M., Galle S. & Lebel T. (2005). Démarrage de la saison des pluies au Sahel : variabilité aux échelles hydrologique et agronomique, analysée à partir des données EPSAT-Niger. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 16(1) : 15-22.
- 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, climats sahéliens et sahélo-soudanien du Burkina Faso. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 74 : 8-16.
- Boureima M., Abasse T.A., Montes C.S., Weber J.C., Katkoré B., Mounkoro B., Dakouo J.-M., Samaké O., Sigué H., Bationo B.A. & Diallo B.O. (2012). Analyse participative de la vulnérabilité et de l'adaptation aux changements climatiques : un guide méthodologique. *World Agroforestry Centre*, (19) : 1-21.
- Brou T. (2010). Variabilité climatique, déforestation et dynamique agrodémographique en Côte d'Ivoire. *Sécheresse*, 21(4) : 327-329.
- CCNUCC (1992). Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques. Rapport de conférence ONU, New York (Etat Unis), 31 p.

## Références

- Chédé D.F. (2012). Vulnérabilité et stratégies d'adaptation au changement climatique des paysans du Département des Collines au Bénin : cas de la Commune de Savè. Mémoire de fin d'études, Centre Régional AGRHYMET, Bénin, 86 p.
- Cutter S.L., Lindsey B., Melissa B., Christopher B., Elijah E., Eric T. & Jennifer W. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global environmental change*, 18(4) : 598-606.
- Devkota N., Phuyal R.K. & Shrestha D.L. (2018). Perception, determinants and barriers for the adoption of climate change adaptation options among Nepalese rice farmers. *Agricultural Sciences*, 9(3) : 272-298.
- Dimon R. (2008). Adaptation aux changements climatiques : perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation développées par les producteurs des communes de Kandi et de Banikoara, au Nord du Bénin. Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi (Cotonou, Bénin), 193 p.
- Djè K.B. (2014). Document de stratégie du programme national changement climatique. Rapport de la Direction générale de l'environnement pour le compte du Programme National Changement Climatique, République de Côte d'Ivoire, 84 p.
- Eyasmin F., Ghosh B.C. & Hossain Md.A. (2017). Perception of and Adaptive Capacities to Climate Change Adaptation Strategies and Their Effects on Rice Production: A Case of Pabna District, Bangladesh. *Journal of Health and Environmental Research*, 3(1) : 8-21.
- FAO (2010). Aperçu du développement rizicole-Côte d'Ivoire. Brochure de la Division de la production végétale et de la protection des plantes (AGP) de la FAO en collaboration avec le bureau sous régional de la FAO pour l'Afrique de l'Ouest, 2010, 9 p.
- FAO (2014). Evaluation finale du projet « Amélioration de la Production de Riz en Afrique de l'Ouest en Réponse à la Flambée des Prix des denrées alimentaires » (APRAO) GCP/RAF/453/SPA. Rapport de synthèse FAO. Rome, Italie, janvier 2014, 88 p.
- FAO (2020). L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde. Transformer les systèmes alimentaires pour une alimentation saine et abordable. Collection FAO agriculture, 315 p.

## Références

- GIEC (2007). Bilan 2007 des changements climatiques. Rapport de synthèse GIEC, Genève (Suisse), 103 p.
- GIEC (2014). Changements climatiques 2014 : rapport de synthèse contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième. Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, GIEC, Genève (Suisse), 161 p
- Goula B.T.A., Savane I., Konan B., Fadika V. & Kouadio G.B. (2006). Impact de la variabilité climatique sur les ressources hydriques des bassins de N'Zo et N'Zi en Côte d'Ivoire (Afrique tropicale humide). (*Vertigo*)-la revue électronique en sciences de l'environnement, 7(1) : 1-12.
- Hao S., Wu J., Huang Y. & Lin J. (2006). Natural dyes as photosensitizers for dye-sensitized solar cell. *Solar energy*, 80(2) : 209-214.
- Holling C.S. & Gunderson L.H. (2002). Resilience and adaptive cycles. In: Panarchy. Understanding Transformations in Human and Natural Systems, Virginia (United States), pp. 25-62.
- INS (2014). Recensement Général de la Population et de l'Habitat : Principaux résultats préliminaires, Côte-d'Ivoire, 2014. Rapport provisoire, STPCT-RGPH, 26 p.
- JICA (2013). Etude de Collecte d'information dans le secteur agricole en Côte d'Ivoire. Côte d'Ivoire, 2013. Rapport final, JICA-JAICAF, 236 p.
- Jones L., Samman E. & Vinck P. (2018). Subjective measures of household resilience to climate variability and change. *Ecology and Society*, 23(1) : 1-30.
- Kendall S.B. (1975). Enhancement of conditioned reinforcement by uncertainty. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 24(3): 311–314.
- Kouassi D.A., Brou Y.C., Kouakou P.M.K. & Tienebo E.O. (2020). Identification des risques climatiques en riziculture pluviale dans le centre de la Cote d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 32(1) : 1-14.
- Lamb P.J. (1982). Persistence of Subsaharan drought. *Nature*, 299(5878) : 46-48.

## Références

- Lemaitre F. (2002). Test classiques de détection de non stationnarité. Mémoire de fin d'études, Institut national de la recherche scientifique, Canada, 94 p.
- Mann H.B. (1945). Nonparametric Tests Against Trend. *Econometrica*, 13(3) : 245-259.
- MINAGRA (1993). Plan Directeur du développement agricole.1992-2015.
- MINAGRI (2009). Présentation Filière Riz pour le Rapport de Côte-d'Ivoire. Atelier sur le riz et aquaculture, 23-27 Mars 2009, Ouagadougou (Burkina Faso), pp. 1-23.
- N'guessan K.A., Kouassi A.M., Gnaboa R., Traoré K.S. & Houenou P.V. (2014). Analyse de phénomènes hydrologiques dans un bassin versant urbanisé : cas de la ville de Yamoussoukro (Centre de la Côte-d'Ivoire). *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680. (2014) 17 : 135-154.
- N'Guessan K.J.Y., Adahi B., Yessoh M.J.M., Konan-Waidhet A.B., Sugiyama H. & Assidjo N.E. (2019). Performance des périmètres hydroagricoles : cas du périmètre rizicole irrigué de nanan (Yamoussoukro, Cote d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, 31(3) : 273-284.
- Oga D. (2013). Analyse diagnostic du périmètre rizicole de NANAN. Rapport de stage en entreprise, Formation Postuniversitaire, Option : Aménagement Hydro Agricole. Groupe des Ecoles EIER-ETSHER, Programme National Riz, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. (Ouagadougou, Burkina Faso). 68 p.
- ONDR (2012). Stratégie Nationale Révisée de Développement de la Filière Riz en Côte d'Ivoire (SNDR) 2012-2020. Rapport exécutif, Ministère de l'Agriculture de la République de Côte d'Ivoire, Office Nationale de Développement de la Riziculture (ONDR), janvier 2012, 40 p.
- ONDR (2017). Office Nationale de Développement de la Riziculture (ONDR). Site officiel : <http://www.ondr.ci/editorial.php>, page consultée le 24 Mars 2017.
- Ouédraogo M., Dembélé Y. & Somé L. (2010). Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements des précipitations : cas des paysans du Burkina Faso. *Sécheresse*, 21(2) : 87-96.
- Rome S., Caniaux G., Ringard J., Dieppois B. & Diedhiou A. (2015). Identification de tendances récentes et ruptures d'homogénéité des températures : exemple en Afrique de



## Références

- l'Ouest et sur le Golfe de Guinée. In : 28ème colloque international de l'AIC, Jul 2015, Liège (Belgique), pp. 591-596.
- Roncoli C., Ingram K. & Kirshen P. (2001). The Costs and Risks of Coping with Drought: Livelihood Impacts and Farmers' Responses in Burkina Faso. *Climate Research - CLIMATE RES*, 19 : 119-132.
- Sarr B. & Lona I. (2009). Les fortes pluies enregistrées au Sahel au cours de l'hivernage 2007 : variabilité et/ou changement climatique. In : Communication 14ème Colloque International, SIFEE « Changement climatique et évaluation Environnementale » Outils et enjeux pour l'évaluation des impacts et l'élaboration des plans d'adaptation, Jul 2009, Niamey (Niger), pp. 26-29
- Sawadogo E.K.Z. (2020). Simulation et optimisation du fonctionnement d'un petit barrage et de son périmètre rizicole irrigué : cas de nanan à Yamoussoukro. Thèse De Doctorat, Ecole Doctorale Polytechnique, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (Yamoussoukro, Côte d'Ivoire), 241 p.
- Sillitoe P. (1998). The Development of Indigenous Knowledge: A New Applied Anthropology. *Current Anthropology*, 39(2) : 223-252.
- Sivakumar M.V.K., Varghese & Babu N.R. (1984). Crop productivity in relation to interception of photosynthetically active radiation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 31(2) : 131-141.
- Sivakumar V., Vijaaeswarri J. & Anna J.L. (1988). Effective natural dye extraction from different plant materials using ultrasound. *Industrial Crops and Products*, 33(1) : 116-122.
- Stern R., Asari A.A. & Sugahara K.N. (2006). Hyaluronan fragments: an information-rich system. *European journal of cell biology*, 85(8) : 699-715.
- Styger E. (2013). Augmenter les rendements rizicoles et économiser l'eau : leçons en matière de politiques et de pratiques – Le système de riziculture intensive (SRI). SRI-Rice (Réseau international et Centre de ressources SRI). Université de Cornell, Ithaca (New-York, États-Unis). 8 p.

## Références

- Thomas E.S., Gomez H.L., Li R.K., Chung H.C., Fein L.E., Chan V.F., Jassem J., Pivot X.B., Klimovsky J.V. & De Mendoza F.H. (2007). Ixabepilone plus capecitabine for metastatic breast cancer progressing after anthracycline and taxane treatment. *Journal of Clinical Oncology*, 25(33) : 5210-5217.
- Tubiello F.N., Amthor J.S., Boote K.J., Donatelli M., Easterling W., Fischer G., Gifford R.M., Howden M., Reilly J. & Rosenzweig C. (2007). Crop response to elevated CO<sub>2</sub> and world food supply. A comment on 'Food for Thought...' by Long et al., *Science* 312:1918-1921, 2006. *European Journal of Agronomy*, 26(3) : 215-223.

# ANNEXES

Annexes

**Annexe 1 : Évaluation des sous indicateurs et des indicateurs des modes d'existence**

<b>Indicateurs</b>	<b>Sous-indicateurs</b>	<b>Cotes des sous-indicateurs</b>	<b>Cotes des indicateurs de base</b>	<b>Niveau de capacité d'adaptation</b>
<b>Capital humain</b>	Santé	3	2,29	<b>1,93</b>
	Nutrition	2		
	Éducation	3		
	Connaissances et habilités	2		
	Capacité à travailler	3		
	Main d'œuvre permanente	1		
	Main d'œuvre occasionnelle	2		
<b>Capital social</b>	Réseaux sociaux (patronage, voisinage, parenté)	3	1,89	
	Relations de confiance et appui mutuel	2		
	Groupes formels ou informels	2		
	Règles et sanctions communes	0		
	Représentation collective	3		
	Participation à la prise de décisions	1		
	Leadership	2		
	Aides des Organisations Non Gouvernementales ou de l'État	2		
	Aides de l'État	2		
Revenus agricoles	3	1,50		

## Annexes

<b>Capital économique</b>	Autres activités rémunératrices	2	
	Aide de la Famille	1	
	Accès aux crédits	0	
	Épargnes	1	
	Dette (formelle ou informelle)	2	
<b>Capital physique</b>	Qualité des infrastructures routières et sanitaires	3	2,57
	Qualité des infrastructures hydrauliques	2	
	Accessibilité aux intrants et matériels agricoles	2	
	Accessibilité aux variétés améliorées	3	
	Qualité des habitations	2	
	Disponibilité d'eau potable et d'électricité	3	
	Existence de marchés et d'écoles	3	
	<b>Capital naturel</b>	Disponibilité des terres fertiles	
Disponibilité de l'eau d'irrigation		2	
Gestion durable des terres et de l'eau		1	
Biodiversité		1	
Services environnementaux		1	

## Annexes

### Annexe 2 : Entretiens avec les riziculteurs durant la phase d'enquête



**Annexe 3 : Résultats de quelques tests sur les variables climatiques et la fiche d'enquête.**❖ **Test de Mann Kendall**– **Précipitation**

<b>Tau de Kendall</b>	<b>-0,1661</b>
<b>S (la statistique)</b>	-143,0000
<b>Var(S)</b>	0,0000
<b>p-value</b>	0,1245
<b>Alpha</b>	0,05

– **Température maximale**

<b>Tau de Kendall</b>	0,5749
<b>S (la statistique)</b>	495,0000
<b>Var(S)</b>	0,0000
<b>p-value</b>	< 0.0001
<b>Alpha</b>	0,05

– **Température minimale**

<b>Tau de Kendall</b>	0,0523
<b>S (la statistique)</b>	45,0000
<b>Var(S)</b>	0,0000
<b>p-value</b>	0,6356
<b>Alpha</b>	0,05

❖ **Dates de démarrage, de fin et durée de la saison des pluies à Yamoussoukro**

<b>Station</b>	<b>Minimum</b>	<b>20%</b>	<b>Moyenne</b>	<b>50%</b>	<b>80%</b>	<b>Maximum</b>
<b>Démarrage de la saison pluvieuse</b>						
	03-Mars	16-Mars	02-Avril	01-Avril	18-Avril	21-Mai
<b>Fin de la saison pluvieuse</b>						
<b>Yamoussoukro</b>	02-Oct.	05-Oct.	27-Oct.	28-Oct.	14-Nov.	28-Nov.
<b>Longueur de la saison pluvieuse</b>						
	15-Mai	09-Juil.	28-Juil.	31-Juil.	18-Août	11-Sep.

## **RESUME**

Cette étude examine la perception, la vulnérabilité et les stratégies d'adaptation au changement climatique des riziculteurs du département de Yamoussoukro. Elle vise à proposer des stratégies d'adaptation du système de production rizicole du département de Yamoussoukro aux effets néfastes du changement climatique. La méthodologie mise en place a été essentiellement basée sur un questionnaire d'enquête, l'élaboration des matrices des risques climatiques et une analyse multicritère. Il ressort que la majorité des producteurs enquêtés soit 90 % sur les 123 riziculteurs sont conscients du changement climatique ainsi que leur impact sur la riziculture. Ces perceptions des riziculteurs sont confirmées par l'analyse des observations climatiques et des tests statistiques de la zone d'étude. La baisse de la pluviométrie, l'augmentation des températures, le démarrage tardif et le raccourcissement de la saison des pluies sont les principaux risques climatiques pouvant affecter la production du riz irrigué dans le département de Yamoussoukro. La capacité d'adaptation est moyenne et la vulnérabilité des riziculteurs est modérée. Les meilleures options d'adaptation proposées concernent l'amélioration des techniques culturales.

**Mots clés :** changement climatique, résilience, riz, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

## **ABSTRACT**

This study examines the perception, vulnerability and adaptation strategies of rice farmers in Yamoussoukro Department. It aims to propose strategies for adapting the rice production system in Yamoussoukro Department to the adverse effects of climate change. The methodology used was essentially based on a survey questionnaire, the development of climate risk matrices and a multicriteria analysis. It was found that the majority of the producers surveyed-90% out of 123-are aware of climate change and their impact on rice production. These perceptions of the rice farmers are confirmed by the analysis of climatic observations and statistical tests in the study area. Decreased rainfall, increased temperatures, late start and shortening of the rainy season are the main climatic risks that can affect irrigated rice production in Yamoussoukro district. The adaptive capacity is average and the vulnerability of rice farmers is moderate. The best adaptation options proposed concern the improvement of cropping techniques.

**Key words:** climate change, resilience, rice, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.