

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix-travail-patrie

\*\*\*\*\*

UNIVERSITE DE YAOUNDE I  
CENTRE DE RECHERCHE ET DE  
FORMATION DOCTORALE EN SCIENCES  
HUMAINES, SOCIALES ET EDUCATIVES

\*\*\*\*\*

UNITE DE RECHERCHE ET DE  
FORMATION DOCTORALE EN SCIENCES  
HUMAINES ET SOCIALES



REPUBLIC OF CAMEROON

Peace-Work Fatherland

\*\*\*\*\*

UNIVERSITY OF YAOUNDE I  
POST GRADUATE SCHOOL FOR SOCIAL  
AND EDUCATIONAL SCIENCES

\*\*\*\*\*

DOCTORAL RESEARCH UNIT FOR  
SOCIAL SCIENCES

DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE

DEPARTMENT OF GEOGRAPHY

**VARIABILITE CLIMATIQUE ET STRATEGIES  
D'ADAPTATION : CAS DE LA CULTURE DU MAÏS  
DANS LES BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU  
MFOUNDI DE 1970 A 2019**

*Mémoire présenté pour l'évaluation partielle en vue de l'obtention  
du Diplôme de Master en Géographie*

**Spécialité : Dynamique de l'Environnement et Risques**

**Option : Climatologie**

**Présenté par :**

**VANESSA MELYSA EBA**

*Matricule 08K118*

*Licenciée en Géographie physique*



**Sous la direction de :**

**Pr. Joseph Armathé AMOUGOU**

*Université de Yaoundé*

Année académique 2022-2023

# SOMMAIRE

SOMMAIRE .....	i
DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS .....	iii
Liste des sigles et acronymes .....	iv
Liste des figures.....	v
Liste des tableaux.....	vii
Liste des planches.....	viii
Liste des photos.....	ix
RESUME .....	x
ABSTRACT.....	xi
<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	<b>1</b>
I. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE LA RECHERCHE .....	2
II. DEFINITION ET DELIMITATION DU SUJET.....	2
III. INTERET DE L'ETUDE.....	5
IV. LA PROBLEMATIQUE ET LES QUESTIONS DE RECHERCHE.....	5
V. OBJECTIFS DE LA RECHERCHE.....	7
VI. HYPOTHESES DE LA RECHERCHE.....	7
VII. CONTEXTE SCIENTIFIQUE.....	7
VIII. CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUEL.....	14
IX. METHODOLOGIE .....	20
X. DIFFICULTÉS RENCONTRÉES .....	24
XI. PLAN DU TRAVAIL.....	24
<b>CHAPITRE I : LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI : UN DEPARTEMENT AUX ATOUTS AGRICOLES MULTIPLES</b> .....	<b>27</b>
INTRODUCTION .....	28
I. MILEU PHYSIQUE RICHE ET VARIE.....	28
II. ETAT DES LIEUX DES BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU MFOUNDI.....	34
CONCLUSION.....	42
<b>CHAPITRE II :</b> .....	<b>45</b>
<b>LA VARIABILITE CLIMATIQUE : UNE EVIDENCE DANS LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 A 2019</b> .....	<b>45</b>
INTRODUCTION .....	46
I. EVOLUTION des TEMPERATURES DANS LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 A 2019.....	46
II. EVOLUTION DE LA PLUVIOMETRIE DANS LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 A 2019.....	53
CONCLUSION.....	73
<b>CHAPITRE III : IMPACTS DE LA VARIABILITE DU CLIMAT SUR LES RENDEMENTS DU MAÏS DANS LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 A 2019</b> .....	<b>74</b>
INTRODUCTION .....	75
I. GENERALITES SUR LE MAÏS.....	75
II. LA VULNERABILITE DU MAÏS DUE AU CLIMAT .....	81
III. CORRELATION ENTRE LES VARIABLES CLIMATIQUES ET LES RENDEMENTS DU MAÏS DANS LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 A 2019.....	86
CONCLUSION.....	96
<b>CHAPITRE IV : STRATEGIES D'ADAPTATION DE LA CULTURE DU MAÏS DANS LES BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU MFOUNDI</b> .....	<b>98</b>
INTRODUCTION .....	99
I. LES TECHNIQUES D'ADAPTATION DE LA CULTURE Du MAÏS DANS LES BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU MFOUNDI.....	99
II. QUELQUES PROPOSITIONS POUR AMELEORER L'ADAPTATION DES cultivateurs de maïs DANS LES BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU MFOUNDI .....	111
CONCLUSION.....	115
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	<b>116</b>
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	119
ANNEXES .....	124
TABLE DES MATIERES .....	132

*Je dédie ce mémoire à ma mère NKOUMOU BENGONO Chantal.*

## REMERCIEMENTS

C'est l'occasion pour moi de témoigner ma gratitude à tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce mémoire. Je témoigne d'abord ma profonde gratitude à Dieu le créateur tout puissant pour le souffle de vie, la santé et ses biens faits dans vie. Mes remerciements vont également à l'endroit du corps enseignant du département de géographie de l'Université de Yaoundé I, surtout au Pr **TCHAWA Paul** chef de département de Géographie pour ses encouragements, son écoute et sa disponibilité. Je remercie le **Pr AMOUGOU Joseph Armathé** qui a accepté de diriger ce travail malgré ses multiples sollicitations. Merci Professeur pour la patience, la tolérance, la disponibilité, le soutien moral et financier.

Aux responsables de certains services, je pense à M. MPEM MPELE, Chef Service à la Direction de la Météorologie Nationale (DMN) du Ministère des transports pour avoir mis à ma disposition les données climatiques. A M. MPOH Joseph Délégué Départemental du MINADER (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural) pour le Mfoundi pour la collaboration et pour avoir accepté de nous accorder certaines interviews. A mes aînés académiques M. BATHA Romain Armand soleil, Chef de Département de la production et la diffusion des services climatiques à l'ONACC (observatoire national sur les changements climatiques) et Dr MENA Marin Sylvère Marie Assistant à l'université de Ngaoundéré pour les explications de certains phénomènes géographiques, des encouragements et le soutien moral.

A ma famille pour leurs multiples efforts, leur assistance et soutien inconditionnel. Je remercie particulièrement mon papa M. OYONO NDENG Joseph, son épouse Mme ESSIANE OWONO Sylvie épouse OYONO, mes oncles BENGONO Alain, EDIMA Dieudonné et ESSIANE Guy Paulin. Je dis également merci à mes frères et sœurs BENGONO Yannick, BENGONO Nadège, OSSOMO OYONO Josué, MENGUE OYONO Jean Daryl, EDIMA Tatiana. A mon fils OSSOMO Giovanni et à ma nièce NKOUMOU MINKOULOU Charlène.

Je ne saurais terminer ces propos sans dire merci à mes amis pour leur apport dans la réalisation de ce mémoire. Je pense notamment au Dr AWOMO MEKOULOU Hubert Rémy, à SOUGA BOYOMO Thomas Magloire, à MEDOU NYADA Jérôme, ENOA Boniface Armand et SOUA NDEMBA Nathaniel.

## LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

<b>ASECNA</b>	: Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
<b>BAD</b>	: Banque Africaine de Développement
<b>BUCREP</b>	: Bureau Central de Recensement et d'Etude de la Population
<b>CCAA</b>	: Cameroon Civil Aviation Authority
<b>CCNUCC</b>	: Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
<b>CDD</b>	: Représente le nombre de jour ayant enregistré des précipitations journalières successives inférieures à 1 mm de pluies
<b>DAADER</b>	: Délégation d'Arrondissement d'Agriculture et de Développement Rural
<b>DMN</b>	: Direction de la Météorologie Nationale
<b>DNM</b>	: Direction National de la Météorologie
<b>DSCE</b>	: Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi
<b>FAO</b>	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
<b>GIEC</b>	: Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
<b>GIS</b>	: Geographic Information Systems
<b>GSP</b>	: Grande Saison de Pluie
<b>GSS</b>	: Grande Saison Sèche
<b>IPCC</b>	: Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>IRAD</b>	: Institut de Recherche Agricole pour le Développement
<b>MINEPDED</b>	: Ministère de l'Environnement, La Protection de la Nature et le Développement Durable
<b>OMM</b>	: Organisation Mondiale de la Météorologie
<b>ONACC</b>	: Observatoire Nationale sur les Changements Climatiques
<b>PNACC</b>	: Plan National d'Adaptation aux Changements Climatiques
<b>PNACC</b>	: Plan National d'Adaptation aux Changements Climatiques
<b>PNUD</b>	: Programme des Nations Unies pour le Développement
<b>PNUE</b>	: Programme des Nations Unies pour l'Environnement
<b>PNVA</b>	: Programme National de Vulgarisation Agricole
<b>PSP</b>	: Petite Saison de Pluie
<b>PSS</b>	: Petite Saison Sèche
<b>R10</b>	: Nombre de jour des pluies ayant des précipitations supérieures ou égales à 10 mm de pluies
<b>RX1day</b>	: Représente les plus fortes précipitations journalières enregistrées
<b>SMDD</b>	: Sommet Mondial sur le Développement Durable
<b>TNN</b>	: La température journalière la plus basse enregistrée au cours de l'année
<b>TNX</b>	: La température journalière la plus élevée

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude .....	4
Figure 2 : conceptualisation de la notion de variabilité climatique .....	18
Réalisation : Eba Vanessa 2021 .....	18
Figure 3 : Arbre conceptuel des bas-fonds du département du Mfoundi .....	19
Réalisation : Eba Vanessa 2021 .....	19
Figure 4 : le relief du département du Mfoundi, .....	29
Figure 5 : l'hydrographie du département du Mfoundi, .....	30
Figure 6 : évolution des précipitations mensuelles à la station de Yaoundé, .....	33
Figure 7 : Le schéma directeur d'aménagement urbain (SDAU) de Yaoundé de 2002. ....	35
Figure 8 : Quelques bas-fonds agricoles du département du Mfoundi, .....	37
Figure 9 : modes d'appropriation des parcelles cultivées dans bas-fond du département du Mfoundi. ....	38
Figure 10: évolution des parcelles agricoles dans les bas-fonds du département du Mfoundi. ....	39
Figure 11 : Représentativité par ethnies des agriculteurs dans les bas-fonds du département du Mfoundi. ....	39
Figure 12 : pourcentage par tranches d'âges des agriculteurs dans le département du Mfoundi. ....	40
Figure 13 : Niveau d'étude des agriculteurs.....	40
Figure 14 : proportion des agriculteurs de maïs par sexe.....	41
Figure 15 : proportion des agriculteurs de maïs selon leur statut matrimonial. ....	41
Figure 16 : Autres statuts professionnels des agriculteurs. ....	42
Figure 17 : évolution des températures mensuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	48
Figure 18 : évolution des températures pendant les petites saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	49
Figure 19: évolution décennale des températures pendant les petites saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	49
Figure 20 : Évolution des températures pendant les grandes saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	50
Figure 21: évolution décennale des températures pendant les grandes saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	50
Figure 22 : évolution des températures pendant les petites saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	51
Figure 23: Evolution Décennale des températures pendant les petites saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	51
Figure 24 : Évolution des températures des grandes saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	52
Figure 25 : Évolution décennale des températures des grandes saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	52
Figure 26 : Évolution des températures annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	52
Figure 27 : Évolution décennale des températures Annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	52
II.1. Évolution de la pluviométrie mensuelle et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	53
Figure 28 : évolution de la pluviométrie mensuelle et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	54
Figure 29 : évolution décennale des moyennes des précipitations et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	57
Figure 30 : Ecart à la moyenne des précipitations et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	59
Figure 31 : Évolution de la pluviométrie pendant les saisons sèches et pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	60
Figure 32 : Evolution décennale des moyennes des précipitations pendant les saisons sèches et de pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	61
Figure 33: Écarts à la moyenne des précipitations pendant les saisons sèches et les pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	62
Figure 34 : Évolution des moyennes du nombre de jour de pluie pendant les saisons sèches et de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	63
Figure 35 : Evolution décennale des moyennes du nombre de jour de pluie pendant les saisons sèches et pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	64

Figure 36 : Écarts à la moyenne du nombre de jours de pluies pendant les saisons sèches et pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	64
Figure 37 : Moyennes de l'apport saisonnier des précipitations au volume des précipitations annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019,.....	66
Figure 38 : l'évolution de l'apport saisonnier des précipitations au volume des précipitations annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019,.....	67
Figure 39 : Evolution des moyennes des précipitations annuelles et nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	68
Figure 40 : Evolution décennale des précipitations moyennes annuelles et nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019,.....	68
Figure 41 : Ecarts à la moyenne des précipitations annuelles et nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	69
Figure 42 : Températures moyennes annuelles et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	87
Figure 43 : Températures moyennes des petites saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019 .....	88
Figure 44 : Températures moyennes des grandes saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019 .....	88
Figure 45 : précipitations annuelles et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	89
Figure 46 : précipitations des petites saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019 .....	90
Figure 47 : précipitations des grandes saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019 .....	90
Figure 48 : Nombre de jours de pluies annuels et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019, .....	91
Figure 49 : Nombre de jours de pluie des petites saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019 .....	92
Figure 50: Nombre de jours de pluie des grandes saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019 .....	92
Figure 51: Dates de débuts de pluie des petites saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019 .....	93
Figure 52 : Dates de débuts de pluie des grandes saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019 .....	93
Figure 53 : Longueur petites saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	93
Figure 54: Longueur grandes saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	93
Figure55: évolution des superficies et rendement du maïs dans les bas-fonds du département du Mfoundi. ....	111
Figure 56 : évolution des prix du maïs des bas-fonds dans le département du Mfoundi.....	111

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les seuils absolus de chaleur pour la culture du maïs dans le Département du Mfoundi. ....	12
Tableau 2 : échantillon de l'étude.....	21
Tableau 3 : Tableau synoptique de la recherche.....	26
Tableau 4 : évolution des températures mensuelles à la station se Yaoundé .....	33
Tableau 5 : humidité relative de l'air à la station de Yaoundé .....	33
Tableau 6 : Insolation annuelle à la station de Yaoundé .....	34
Tableau 7 : Cout et types d'outils agricoles utilisés dans les bas-fonds du département du Mfoundi .....	43
Tableau 8 : Évolution des températures mensuelle moyenne dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019..	48
Tableau 9: Évolution des moyennes de la pluviométrie mensuelle et du nombre de jours de pluies dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	55
Tableau 11 : Date des débuts et des fins des pluies dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	71
Tableau 12 : durée des trous pluviométriques au mois de janvier dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. .....	72
Tableau 13 : Durée des trous pluviométriques au mois de Février dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. .....	72
Tableau 14 : le calendrier agricole classique du maïs dans le département du Mfoundi.....	76
Tableau 15 : : Les exigences climatiques, pédologiques et minérales du maïs .....	81
Tableau 16 : Tests de corrélation entre les variables climatiques et la production à l'hectare du maïs dans la région du centre de 1970 à 2019. ....	95
Tableau 17 : Détermination du degré d'implication entre les variables de production du maïs et les éléments du climat dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	96
Tableau 18 : calendrier agricole du maïs adapté aux variations climatiques dans les bas-fonds du département du Mfoundi .....	100
Tableau 19 : Les herbicides les plus utilisés dans les bas-fonds du département du Mfoundi.....	107
Tableau 20: Les insecticides les plus utilisés dans les bas-fonds du département du Mfoundi.....	109



## LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : L'appareil végétatif du maïs, .....	77
Planche 2 : L'Appareil de reproduction du maïs, .....	78
Planche 3 : les variétés de maïs cultivées dans le département du Mfoundi,.....	79
Planche 4 : Les malformations du maïs pendant ses phases de reproduction,.....	82
Planche 5 : Les insectes et leurs attaques sur le maïs pendant la grande saison sèche, .....	83
Planche 6 : les insectes, les chenilles et leurs attaques,.....	84
Planche 7 : les maladies du maïs.....	85
Planche 8 : quelques sources d'eau d'irrigation dans les bas-fonds du département du Mfoundi. .....	105
Planche9 : quelques types d'arrosage du maïs dans les bas-fonds du département du Mfoundi. .....	106
Planche 10 : entretien manuel du maïs. ....	107
Planche 11 : Les fongicides et insecticides utilisés dans la lutte contre les maladies du maïs dans les bas-fonds du département de Mfoundi. ....	110

## LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Le système racinaire du maïs.....	77
Photo2: La tige.....	77
Photo 3 : Les feuilles.....	77
Photo 4: Caractère mâle du maïs.....	78
Photo 5 : Caractère femelle du maïs.....	78
Photo 6 : CMS8501.....	79
Photo 7 : CMS9015.....	79
Photo 8 : CMS8704.....	79
Photo 9:CMS8806.....	79
Photo 10 : parcelle de plants de maïs nains, jaunâtres et stériles, .....	82
Photo 11 : épis mal remplis .....	82
Photo 12 : épis nains .....	82
Photo 13: Eldanasaccharia .....	83
Photo 14 : feuilles déchiquetées .....	83
Photo 15 : bourgeon perforé.....	83
Photo21 : L'helminthosporiose.....	86
Photo 22 : La rouille du maïs .....	86
Photo 23 : La striure du maïs .....	86
Photo24:La curvulariose .....	86
Photo25 : le charbon du maïs .....	86
Photo 26 : les billons et les sillons dans les bas-fonds de Nkolmesseng.....	102
Source : enquêtes de terrain,Nkolmesseng 2021.....	102
Photo 27 : technique de démarriage et semis en ligne pratiqué dans les bas-fonds de Nkolbisson.....	103
Photo 28 : mode d'épandage d'engrais naturels dans les bas-fonds d'Ahala.....	104
Photo 29 : mode d'épandage d'engrais chimiques dans les bas-fonds de Nkolbisson.....	105
Source : enquêtes de terrain, 2021.....	105
Photo 30 : les batards d'eau .....	105
Photo 31 : le cours d'eau.....	105
Photo 32: le bras créé pour l'irrigation.....	105
Photo 33 : l'arrosage manuel dans les bas-fonds d'Olembé.....	106
Photo 34 : l'arrosage à la motopompe dans les bas-fonds de Nkolbisson.....	106
Photo 35: le désherbage naturel dans les.....	107
bas-fonds d'olembé .....	107
Photo 36 : le paillage du maïs dans .....	107
Les bas-fonds de Mbankolo .....	107
Photo 37 : La terre sur un bourgeon terminal de maïs dans les bas-fonds d'Ahala.....	108
Photo 38 : technique de lutte contre les verses du maïs dans les bas-fonds d'Ekoumdoum.....	109
Photo 39: insecticide contre striure du maïs.....	110
Photo 40 : Fongicide contre La curvulariose .....	110
Photo 41 : Fongicide contre L'helminthosporios .....	110
Photo42 : Fongicide contre la rouille du maïs.....	110

## RESUME

Dans le Département du Mfoundi, le changement climatique se manifeste par une perturbation des dates de démarrage et de fin des saisons de pluie, la baisse des quantités de précipitations, la mauvaise répartition desdites pluies et la multiplication des situations météorologiques extrêmes (inondations, sécheresses extrêmes et vents violents etc.). Ces phénomènes ont pour conséquences la dégradation du sol, la perturbation de la planification des activités agricoles, la recrudescence des pathologies végétales et la baisse des rendements agricoles notamment ceux du maïs qui sont fortement dépendants des conditions climatiques.

La présente étude intitulée : **«variabilité climatique et stratégies d'adaptation: cas de la culture du maïs dans les bas-fonds du département du Mfoundi de 1970 à 2019 »** a pour objectif de montrer que la culture du maïs dans les bas-fonds est une forme d'adaptation à la variabilité climatique dans le Département du Mfoundi. Pour ce faire, les données climatiques (précipitations et températures) ont été analysées. Seulement, la température moyenne annuelle est de 24,45°C. la moyenne saisonnière est de 24,93°C pendant la grande saison sèche, de 23,34°C pendant la petite saison sèche, de 23,73°C pendant la grande saison de pluie et de 24 ,67°C pendant la petite saison de pluie. De manière générale, on note une tendance à la hausse des températures moyennes annuelles, saisonnières et mensuelles (sauf au mois de décembre).

Les précipitations et le nombre de jours de pluie par contre sont en diminution. Exception faite pendant la petite saison sèche qui connaît une augmentation des quantités de pluie. La moyenne annuelle des précipitations est de 1564,64mm pour 144 jours de pluie. Elle est de 92,92 mm pour 10 jours de pluies pendant la grande saison sèche, de 354,5mm pour 37 jours de pluies pendant la petite saison sèche, de 623,07mm pour 54 jours de pluie pendant la grande saison de pluie et de 507mm pour 43 jours de pluie pendant la petite saison de pluie.

D'après les tests de corrélation effectués, les perturbations des précipitations et des températures impactent sur les rendements de maïs. Elles exposent les plants de maïs aux attaques des insectes, des chenilles et à des maladies. De ces deux variables du climat étudiés, les précipitations impactent le plus les rendements du maïs avec 32% du degré d'implication. Pour de meilleurs rendements, il faut une amélioration des techniques agricoles identifiées dans les bas-fonds à travers des stratégies et des soutiens multiformes.

**Mots clés :** Variabilité climatique, stratégie, adaptation, Rendement, Maïs, bas-fonds

## ABSTRACT

In the division of Mfoundi climate change manifested by a disruption of starting date the and end of the rainy seasons, the reduction in the quantities of precipitation and the poor repair of the said rains, the multiplication of extreme meteorological situations (floods, extreme droughts, winds violent...). The consequences of these phenomena are soil degradation, disruption of the planning of agricultural activities, the resurgence of plant pathologies, lower yields particularly those of maize which are highly dependent of climatic conditions.

This study entitled "**climate variability and adaptation strategies: case of maize cultivation in the swampy area of the Mfoundi department from 1970 to 2019**". Aims to show that corn cultivation in the shallows is a form of adaptation to climate variability. To do this, climate data (precipitation and temperature) were analyzed. According our results, the average annual temperature is 24, 45°C; 24, 93°C during the long dry season, 23, 34°C during the short dry season, 23, 73°C during the long rainy season and 24, 67°C during the short rainy season. In general, there is an upward trend in average annual, seasonal and monthly temperature (except in December).

Precipitation and the number of rain days, on the other hand, are decreasing. Exception made during the short dry season which sees an increase in the amount of rain. The annual average rainfall is 1564, 64 mm for 144 rainy days. It is 92, 92 mm for 10 days of rain during the long dry season, 354, 5 mm for 37 days rainy days in the short dry season, 623, 07 mm for 54 rainy days in the long rainy season and 507 mm for 43 rainy days in the short rainy season.

According to the correlation test carried out, disturbances in precipitation and temperature have an impact on corn yields. They expose maize plants to attack by insects, caterpillars and diseases. Of these two climate variables studied, rainfall impact greatest on corn yields with 32% of the degree of involvement. For better yields, it is necessary to improve the cultivation techniques identified in the swampy area through multifaceted strategies and support.

Keywords: climate variability, strategy, adaptation yields, maize, Swampy area.

## **INTRODUCTION GENERALE**

## **I. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE LA RECHERCHE**

### **I.1. Le contexte de la recherche**

La problématique des changements climatiques depuis son constat a conduit à l'organisation de nombreux sommets à la recherche des solutions pour la réduction des risques climatiques et leurs impacts sur l'homme et ses activités. Parmi les activités de l'homme, l'agriculture est au centre des attentions. A cet effet plusieurs solutions ont été prises sur la scène internationale. Celles-ci ne tiennent pas toujours compte des réalités socioéconomiques des pays en voie de développement. D'où l'urgence d'améliorer les adaptations locales. C'est donc le lieu d'être de notre sujet intitulé : « **variabilité climatique et stratégies d'adaptation : cas de la culture du maïs dans les bas-fonds du département du Mfoundi de 1970 à 2019** »

### **I.2. La justification de la recherche**

Notre sujet intitulé : « **variabilité climatique et stratégies d'adaptation : cas de la culture du maïs dans les bas-fonds du département du Mfoundi de 1970 à 2019** » s'inscrit en droite ligne avec la recherche des méthodes d'adaptation de lutte contre les effets néfastes des changements climatiques sur l'agriculture. En effet, il s'agit de rechercher des solutions résilientes pouvant mettre sur le marché des produits de contre saison. Leur valeur économique ajoutée permettra de rentabiliser l'agriculture des bas-fonds et de valoriser de nouvelles techniques agricoles.

## **II. DELIMITATION DU SUJET**

### **II.1. Délimitation thématique**

Le changement climatique configure au niveau local et international de nouveaux univers de contraintes ce qui poussent les acteurs sociaux à se remettre en question C'est dans ce sens que la présente étude vise à analyser les stratégies d'adaptation de la culture du maïs dans le département du Mfoundi notamment dans les bas-fonds. La démarche ainsi conduite ne vise pas à remettre en question ce qui est envisagé dans la localité mais, explore plutôt les limites de ce qui est fait afin de proposer des solutions et susciter sur cette base une meilleure adaptation aux contraintes climatiques. Pour des raisons d'efficacité, l'étude se limite d'abord à la culture du maïs dans le département, étant entendu que des extensions à d'autres sphères peuvent être faites à partir de ce cas spécifiques

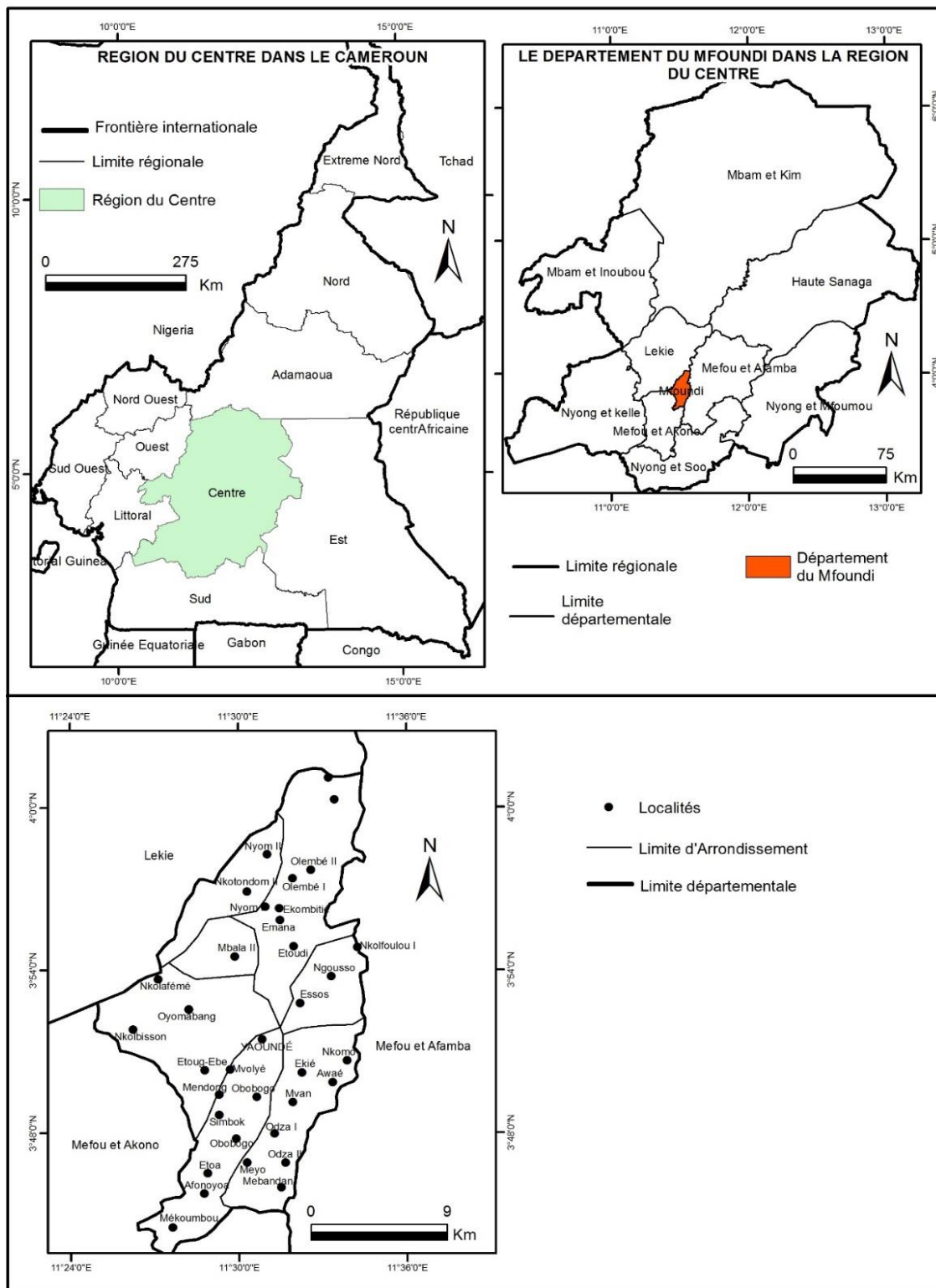
### **II.2. Délimitation temporelle**

Notre étude est basée sur les données des précipitations obtenues à de l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement) et à la direction nationale de météorologie (DMN) du ministère des transports du Cameroun. Nous avons basé notre étude sur une durée de 50 ans (période qui va de 1970 à 2019). Cette délimitation est due à la disponibilité des données

agricoles et climatiques. Sur cette période nous allons évaluer la variabilité climatique du département du Mfoundi.

### **II.3. Délimitation spatiale**

Le département du Mfoundi est l'un des dix départements que compte la région du centre. Il est situé entre le 11°24'0'' et 11°36'0'' Est, et entre 3°48'0'' et 4°0'0'' nord. Il est limité au nord par le département de la lekié et de la mefou et Akono, au sud par la Mefou et Akono, à l'ouest par la Lékié et la Mefou et Akono, et à l'Est par la Mefou et Afamba. Il couvre une superficie de 297 km<sup>2</sup> donc le plus petit de la région en termes de superficie. IL abrite une population évaluée à 1881876 habitants en 2005. Ici règne un climat de type équatorial chaud et humide de la nuance guinéenne et de la variété Yaoundéen. Ce climat est divisé en quatre saisons avec un régime pluviométrique bimodal dominant. La moyenne pluviométrique annuelle est de 1564,7mm, une température moyenne annuelle de 23°C, une insolation de 1645 heures par an, une humidité moyenne relative de l'air de 83, Suchel (1987). Le département est sur un plateau de 750m d'altitude avec un relief où s'entremêle les plateaux, les massifs montagneux, les collines et les vallées entre lesquelles coule un réseau hydrographique très dense donc le principal cours d'eau est le Mfoundi.



**Figure 1 : Localisation de la zone d'étude**

**Source :** Institut National De La Cartographie Du Cameroun (INC), 2021.



### **III. INTERET DE L'ETUDE**

#### **III.1. Intérêt scientifique**

L'étude sur la variabilité climatique et l'adaptation des cultivateurs de maïs dans les bas-fonds du département de Mfoundi permet de proposer des méthodes de résiliences par rapport aux effets néfastes de la variabilité climatique et de faire recourt à un nouveau calendrier agricole correspondant aux perturbations saisonnières.

#### **III.2. Intérêt socio-économique**

Cette étude ressort les potentialités socio- économiques dont regorgent les bas-fonds. Elle permet d'identifier les différents emplois que cette adaptation peut générer. Ceci a un apport dans l'amélioration des conditions de vie et la relance quantitative de la production de la culture du maïs dans les bas-fonds.

#### **III.3. Intérêt environnemental**

Les bas-fonds sont des zones très fertiles pour l'agriculture et très prisées à l'ère des changements climatiques par les agriculteurs. Il est important de comprendre leur fonctionnement pour mieux les préserver tout en tirant profit des atouts agricoles qu'ils regorgent.

### **IV. LA PROBLEMATIQUE ET LES QUESTIONS DE RECHERCHE**

#### **IV.1. La problématique de la recherche**

L'aire géographique de Yaoundé est confrontée à une perturbation de la distribution des pluies aux différentes échelles (mensuelles, saisonnières et annuelles). Selon Mena (2005), la distribution des précipitations mensuelles connaît d'importantes anomalies. Ainsi, les mois de janvier, février, mars, avril, mai, septembre novembre et décembre enregistrent d'abondantes précipitations entre 1951 et 1974. Cette pluviométrie diminue entre 1975 et 2001. Les mois de juin, juillet et aout jadis arides entre 1951 et 1974 ont connu un regain pluviométrique entre 1975 et 2001. Cette importante variabilité des quantités de précipitations à l'échelle mensuelle est également observée à l'échelle saisonnière et interannuelle. Elle se matérialise alors par une confusion entre les quantités des précipitations enregistrées pendant la petite saison sèche (juin, juillet et aout) et la grande saison de pluies (septembre, octobre, novembre). La tendance évolutive des précipitations est à la baisse pendant la grande saison de pluie et à la hausse pendant la petite saison sèche. C'est ainsi que les grandes saisons sèches (décembre, janvier, février), les petites saisons de pluie (mars, avril, mai) et la grande saison de pluie (septembre, octobre, novembre) plus arrosées entre 1951 et 1974 connaîtront un déficit pluviométrique entre 1975 et 2001. A l'opposé, les petites saisons sèches moins arrosées entre 1951 et 1974 enregistrent d'abondantes précipitations entre 1975 et 2001. Ces variations mensuelles et

saisonniers vont impacter sur les volumes pluviométriques annuels. A Yaoundé, entre 1951 et 1974, on enregistre une moyenne de 1679,12 mm soit un surplus de 85mm par rapport à la moyenne. En revanche, la période 1975 - 2001 est déficitaire avec une diminution de 166mm par rapport à la moyenne. On observe également une perturbation des dates de démarrages et des fins de saisons des pluies à Yaoundé. Des sècheresses à temps et à contre temps en saison sèche comme en saison de pluie, la fréquence des pluies de très forte intensité ; l'étalement continu de la grande saison sèche. Toutes ces perturbations pluviométriques embarrassent les agriculteurs et vivent dans l'incertitude quant à l'avènement des premières pluies. De même ces populations éprouvent des difficultés à maîtriser la période précise des semis. Parallèlement les inondations envahissent les cultures et dégradent la nature des sols. Ces situations impactent directement sur les cultures ce qui entraîne des maladies telles que les pourritures, la rouille et les stress thermiques et hydriques conduisant à de mauvaises récoltes. Afin de réduire les impacts de la variabilité climatique sur les rendements agricoles, des solutions ont été prises à l'échelle internationale. Malheureusement ces solutions ne correspondent pas toujours aux réalités socioéconomiques des pays en voie de développement. Les agriculteurs du Département du Mfoundi pour faire face aux dégâts causés par la variabilité climatique sur les rendements du maïs ont opté pour l'agriculture dans les bas-fonds.

#### **IV.2. Les questions de recherche**

##### **V.2.1. Question principale**

La culture du maïs dans les bas-fonds constitue-t-elle une forme d'adaptation à la variabilité climatique dans le Département du Mfoundi ?

##### **IV.2.2. Les questions spécifiques**

- Quels sont les atouts agricoles du Département du Mfoundi ?
- Le climat du Département du Mfoundi continue-t-il à connaître des perturbations entre 1970 et 2019 ?
- La variabilité climatique observée dans le département du Mfoundi a-t-elle une incidence sur les rendements du maïs ?
- La culture du maïs dans les bas-fonds permet-elle de faire face aux dégâts causés par la variabilité climatique dans le département du Mfoundi ?

## **V. OBJECTIFS DE LA RECHERCHE**

### **V.1. Objectif principal**

L'objectif principal de cette étude est de déterminer si la culture du maïs dans les bas-fonds constitue une forme d'adaptation à la variabilité climatique dans le Département du Mfoundi.

### **V.2. Les Objectifs spécifiques**

- Faire ressortir les atouts agricoles du département du Mfoundi ;
- Démontrer que la variabilité climatique continue dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019 ;
- Montrer que la variabilité climatique a une incidence sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi entre 1970 et 2019 ;
- Démontrer que la technique agricole utilisée dans les bas-fonds constitue une réponse aux dégâts causés par la variabilité climatique sur les rendements de maïs dans le département du Mfoundi.

## **VI. HYPOTHESES DE LA RECHERCHE**

### **VI.1. Hypothèse principale**

La culture du maïs dans les bas-fonds constitue une forme d'adaptation à la variabilité climatique dans le Département du Mfoundi.

### **VI.2. Les hypothèses spécifiques**

- Les atouts agricoles du Département du Mfoundi sont diversifiés ;
- La variabilité climatique continue dans le département du Mfoundi entre 1970 et 2019 ;
- La variabilité climatique exerce une incidence sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi entre 1970 et 2019 ;
- La technique agricole utilisée dans les bas-fonds est une solution face aux dégâts causés par la variabilité climatique sur les rendements de maïs dans le département du Mfoundi.

## **VII. CONTEXTE SCIENTIFIQUE**

### **VII.1. La revue de la littérature**

#### **VII. 1. 1. Caractéristiques de la variabilité climatique**

La caractéristique essentielle du climat est son instabilité. Au moment où l'équilibre de la planète est gravement compromis avec le phénomène de changement climatique, la variabilité du climat revêt une connotation encore plus importante et complexe. Elle se fait ressentir différemment suivant la latitude et la situation géographique de l'espace concerné.

Ainsi, en dépit de quelques traits d'homogénéité propre à la zone intertropicale, les nuances sont perceptibles selon que l'on est en zone tropicale humide, sèche ou en zone équatoriale.

Le GIEC 2007, entend par variabilité climatique, « des variations de l'état moyen et d'autres statistiques (écart standard, phénomènes extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales, au de la des phénomènes climatiques individuels ». La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne), ou à des variations des forçages externes anthropiques ou naturels (variabilité externes), c'est l'ensemble des éléments du climat (température, vent, précipitations, etc.) qui varient dans le temps et dans l'espace.

En Afrique, de nombreuses études ont tenté de caractériser la variabilité pluviométrique à l'instar des travaux de Van Vyve (2006), a tenté de caractériser la variabilité pluviométrique en Afrique subsaharienne, et en particulier au Niger à partir des déplacements de la zone de convergence inter tropicale et des mouvements du front inter tropical (FIT). Elle considère ces mouvements qui animent les grands centres d'action climatiques, comme des principaux régulateurs des saisons, susceptible d'expliquer la distribution irrégulière des précipitations pendant l'année. La caractérisation de la variabilité pluviométrique permet de gérer les incertitudes liées au caractère aléatoire des pluies. Doukpolo (2007), va dans le même ordre d'idée et note qu'en basse latitude, la primauté d'une réelle variabilité climatique avec en premier chef, les paramètres pluviométriques se manifestent par des crises, les anomalies aléatoires, des phases successives ou alternantes d'excédents et de déficits pluviométriques. Les conséquences d'une telle variabilité peuvent être durables sur les cycles hydrologiques surtout lorsqu'elle se traduit par de longues périodes de sécheresse ou d'excédents hydriques. Les études réalisées à grande échelle ne rendent pas véritablement compte des spécificités et des réalités locales qui justifient la curiosité au cœur de cette recherche.

Selon Neba en 1987, le climat de Yaoundé est un climat de type équatorial chaud et humide de la nuance guinéenne. Ce climat est caractérisé par en quatre saisons (deux saisons de pluies et deux saisons sèches). Suchel en 1987 le répartit comme suit : une petite saison de pluie qui va de mi-mars à mi-Juin ; une petite saison sèche qui va de mi-juin à mi-août ; une longue saison de pluie qui va de mi-août à mi-novembre ; une longue saison sèche de mi-novembre à mi-mars. La petite saison se distingue par sa fraîcheur Neba (1987) et la première saison de pluie se caractérise par des précipitations espacées mais souvent très violentes Tsalefac (2006). Les études menées par Abossolo et al en 2015 montrent que les pluies de Yaoundé connaissent des perturbations depuis 1895. C'est ainsi que le retour des pluies accusent

un retard considérable à partir du mois de mars et se caractérise par une tendance à la baisse de la pluviométrie.

Les résultats sur l'évolution interannuelle de la pluviométrie révèlent une pluviométrie annuelle moyenne de 1602mm entre 1927 et 1966 tandis qu'entre 1967 et 2006 elle est réduite à 1526,4 mm Une perturbation est également notée au niveau des saisons. Les grandes saisons sèches sont devenues largement humides avec un pourcentage d'excédentaire de 70%. Les grandes saisons de pluie quant à elles sont devenues déficitaire puisque la normale des saisons de pluie a cette période est de 644,4 mm, or avec 256,3 mm, elle accuse un déficit de -388 mm soit un pourcentage de -60,2%. Cette situation de régression pluviométrique prolongée nous amène à comprendre que la station de Yaoundé fait face à une sécheresse longue et sévère donc est soumis à la variabilité climatique.

### **VII.1.2. Incidence de la variabilité climatique sur l'agriculture.**

Nelson G.C. et al. (2009) confirment que l'agriculture pluviale est extrêmement sensible au changement climatique. Quand ils soulignent que des températures plus élevées diminuent les rendements des cultures tout en entraînant une prolifération des mauvaises herbes et des parasites. Par ailleurs La modification des régimes de précipitations augmente la probabilité de mauvaises récoltes à court terme et d'une baisse de la production à long terme.

Mazoyer. M. souligne la même année à que dans les régions où prévalent déjà la pauvreté un moindre incident climatique peut en effet provoquer une raréfaction et une augmentation des prix des denrées agricoles pour les plus pauvres ne pouvant plus se procurer de nourriture et les sous alimentés ne pouvant pas supporter des privations supplémentaires, Et si du fait des conflits fréquents en ce genre d'occasion, les secours n'arrivent pas, la faim s'aiguise encore et tourne à la famine qui tue de plus en plus les gens.

Abessolo A.P (2013) pense que la baisse et l'irrégularité des pluies, les poches de sécheresse en saison pluvieuse ont des impacts sur les rendements agricoles. Ainsi, nous avons la diminution des quantités et de la qualité des semences dues à la destruction des récoltes suites aux fortes chaleurs, aux inondations et à la prolifération des insectes occasionnée par le prolongement de la sécheresse. Ces mauvais rendements ont un impact très significatif sur la sécurité alimentaire notamment dans les pays en voie de développement

Au Cameroun les études menées par Dr Batha en 2010, Pr Amougou en 2015, Mvongo en 2018 et Kadjo en 2020 montrent que la variabilité climatique influence considérablement les cultures pluviales notamment le maïs qui est très sensible à l'instabilité des dates de démarrages et de fin de saisons de pluies. Il démontrent que dans les zones agro écologiques à pluviométrie bimodale, Les rendements sont bas quand les pluies commencent de manière précoce c'est-à-dire

à la dernière décade du mois de février et les deux premières décades du mois de mars pour la petite saison de pluies et à la dernière décade du mois de juillet et les deux premières décades du mois d'Août pour la grande saison de pluie. Ces rendements de maïs baissent également quand la moyenne de la longueur de la petite saison de pluie est inférieure à 75 jours ou très supérieure à la moyenne (85 à 90 jours). C'est aussi le cas quand la grande saison de pluie est comprise entre 106 et 120 jours.

### **VII.1.3. Adaptations agricoles aux perturbations climatiques**

Les changements climatiques exposent les populations à de nombreuses contraintes qui accentuent leur vulnérabilité. Cette fragilisation suscite une abondante littérature sur la nécessité de renforcer les capacités d'adaptations agricoles aux effets des aléas relevés. Dans cette mouvance, Kuate (1991) montre l'influence de la variabilité climatique sur la production agricole et présente la nécessité pour les agriculteurs de modifier leurs habitudes culturales afin de rester dans une dynamique productive avérée. Pour ce faire, il les conseille de recourir aux nouvelles pratiques agricoles incluant soit l'utilisation de nouvelles variétés adaptées aux changements climatiques, soit le recours aux variétés résistant à la sécheresse, soit enfin le choix des cultures des cycles courts. Cet argumentaire est d'avantage développé par Inra et Thenon(2003) qui axent leurs réflexions sur les mécanismes d'adaptation agricole aux fluctuations saisonnières. Ces deux auteurs estiment que l'utilisation mesurée des suppléments azotés pourrait limiter la décomposition des éléments nocifs qui se rependent par après, dans l'atmosphère. Nyong(2006) conclut à cet effet, que face aux perturbations climatiques, deux réponses sont envisageables : la migration et l'adaptation. Seulement, il se penche davantage sur les capacités d'adaptation, en précisant qu'elle suppose une modification des pratiques opérationnelles et technologiques. Dans le même état d'esprit, Sena(2008) met l'accent sur les stratégies d'adaptation en suggérant l'utilisation des arbres pour séquestrer le Carbone et contrôler son émission dans l'atmosphère. Des thèses ainsi développées sont reprises par Pelissier même et affirme que les paysans doivent pouvoir s'adapter aux conditions qui leur sont imposées par la nature. Awa(2010) met en exergue les clauses de la conférence de Bali et du protocole de Kyoto qui recommandent la réduction des gaz à effet de serre, considéré comme des facteurs d'amplification des changements climatiques et de dégradation de l'environnement. Le postulat de cette action, plus ou moins étiquée est repris par la CCNUCC(2012) qui évoque la nécessité de veiller à ce que les changements climatiques ne déséquilibrent pas la production alimentaire ainsi que le processus de développement durable.

## **VII.2. Approches de l'étude.**

### **VII.2.1. Approche de l'analyse de la variabilité climatique**

#### **VII.2.1.1. Approche par analyse des valeurs centrales**

Selon cette approche, la non-linéarité du système climatique peut conduire à des changements climatiques brusques dénommés changements climatiques rapides. Cette non-linéarité conduit à des modifications de l'état moyen et d'autres variables statistiques du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales. Tsalefac (1979) dans le but démontrer cette oscillation du climat s'appuie ainsi sur le binôme excédent et déficit. Il procède non seulement au décompte des années excédentaires et déficitaires par décennie, mais s'attarde aussi à la distribution des années selon l'écart à la normale. Après une étude menée au Cameroun septentrional. Il aboutit à alors à la conclusion selon laquelle la variabilité s'organise autour des valeurs centrales selon les tendances qui se manifestent et éloignent les états climatiques successifs de l'état normal. Lamarre et al. (1999) vont dans le même sens et évoque la notion d'écart climatique. Pour eux, l'écart climatique combine de nombreux éléments dont les séries statistiques qui évoluent avec le temps mais de manière asynchrone par rapport à la normale. La normale qui est très utilisée permet durant une période d'étude minimale de 30ans de dégager les fluctuations excédentaires et déficitaires.

#### **VII.1.1.2. Approche par étude des régimes pluviométriques**

Suchel (1972) note à cet effet qu'une étude des précipitations moyennes annuelles devrait aboutir à la connaissance des régimes pluviométriques devant permettre de comprendre leur fonctionnement tant sur le milieu naturel que sur les activités humaines : nombres de mois secs, physionomie, caractéristiques des profils au cours de l'année, place du minimum pluviométrique, de distinguer les régimes à maximum unique et les régimes à double maximum ainsi que les régimes faisant transition entre les deux. Dans cette lancée Ména (2005) en étudiant la variabilité des précipitations à Yaoundé indique que Yaoundé connaît quatre types de régimes pluviométriques : le régime monomodal, le régime bimodal, le régime tri modal et le régime quarté modal. Il relève que dans cette station le type bimodal est dominant avec de 64.7% entre 1951 et 2001. Batha (2011) quant à lui en étudiant la variabilité climatique dans les stations de Douala et Garoua souligne que ces deux stations connaissent trois types de régimes pluviométriques à savoir le régime mono- modal, le régime bimodal et le régime tri modal. IL aboutit alors à la conclusion selon laquelle les deux stations ont pour régime pluviométrique dominant le régime mono modal bien qu'il existe une légère différence dans leurs occurrences. Ainsi, le régime monomodal représente 60%à Douala alors qu'il de 65% à Garoua.

### VII.1.1.3. Approche par analyse des saisons

Cette approche se base sur le début et la fin des pluies. La délimitation de la saison de pluies est faite sur la base des données journalières des précipitations ainsi que des méthodes statistiques. Le début de la saison de pluie est estimé dès que l'on enregistre une hauteur de pluie d'au moins 20mm sur deux jours consécutifs. Pour ce qui est de la détermination de la fin des saisons de pluies, il a été adopté un seuil de 20 jours successifs secs après la dernière pluie. Selon Suchel (1987), le climat équatorial est reparti en quatre saisons donc deux saisons sèches (une petite et une grande) et deux saisons de pluie (une petite et une grande). La petite saison de pluie va de mi-mars à mi-juin, la petite saison sèche va de mi-juin à mi-août, une longue saison de pluie qui va de mi-août à mi-novembre et une longue saison sèche qui va de mi-novembre à mi-mars.

### VII.2.2. Approche de l'analyse de l'impact de la variabilité climatique sur les rendements agricoles

#### VII.2.2.1. Approche agro physiologique

Les principes bio-thermiques qui définissent les seuils agro physiologiques varient d'une plante à une autre. Ce pendant le seuil de 40°C de température maximale est très critique pour la plante et la limite absolue de leur survie, Doorembos et al (1986). Ce seuil dépassé, les cellules vitales risquent l'extinction. Pour la culture du maïs le seuil de 24°C est critique Il est donc certain que l'exposition à des températures de l'air ambiant supérieur à 24°C représente un risque pour la santé de la culture du maïs. Le tableau 1 permet de mieux appréhender ce principe de seuils thermiques de la culture du maïs dans le département du Mfoundi.

**Tableau 1: Les seuils absolus de chaleur pour la culture du maïs dans le Département du Mfoundi.**


TX TN	25	26	27	28	29	30	≥31
18	21,5	22	22,5	23	23,5	24	24,5
19	22	22,5	23	23,5	24	24,5	25
20	22,5	23	23,5	24	24,5	25	25,5
21	23	23,5	24	24,5	25	25,5	26
22	23,5	24	24,5	25	25,5	26	26,5
23	24	24,5	25	25,5	26	26,5	27
≥24	24,5	25	25,5	26	26,5	27	27,5


**Source :** Enquête de terrain 2021

TX= température maximale

TN= température minimale.



 Température moyenne favorable au bon développement de la culture du maïs

 Forte chaleur (risque d'asphyxie relatif des plantes)

 Très forte chaleur (risque d'asphyxie absolu des plantes)

D'après ce tableau nous distinguons trois types température à savoir :

- Les températures moyennes favorables à l'épanouissement du maïs sont comprises entre 21,5 et 24°C.
- Les fortes températures comprises entre 24,5 et 25,5°C.
- Les très fortes températures sont comprises entre 26 et 27,5°C.

Ces types de températures exposent donc la plante à des degrés d'asphyxie différents.

Ainsi :

- Les jours à forte chaleur exposent la plante à une asphyxie relative.
- Les jours à très forte chaleur exposent la plante à une asphyxie absolue.

Tout ceci concourt à montrer que les mauvais rendements peuvent être dus aux températures très élevées qui exposent les plantes à l'asphyxie et les empêchent d'arriver à maturité dans de bonnes conditions pour des rendements meilleurs.

#### **VII.2.2.2. Approche agro climatique**

Batha (2010) en citant cimmyt (1985) souligne que le climat à une très forte influence sur la production agricole qui est considérée comme l'activité humaine la plus dépendante des conditions météorologiques. Ainsi, le calendrier agricole est fonction démarrage des précipitations. Doukpolo (2014) souligne à effet que le calendrier agricole est généralement divisé en trois phases correspondant au période pré humide, humide et post humide de la saison des pluies. La période pré humide correspond au démarrage effectif de la saison de pluie : c'est la phase de préparation des champs, la période des semis, la germination des cultures. La période humide quant à elle se caractérise par un cumul des précipitations : c'est la phase de la pleine croissance des plantes car habituellement leurs besoins en eau sont largement satisfaits, la période post humide marque pratiquement la fin de la saison de pluies mais certains estiment que la saison de croissance peut se prolonger quelques jours après la période post humide, FAO (1987).

Ce calendrier est bien respecté, on n'enregistre aucune perturbation climatique. Malheureusement sous l'effet des changements climatiques où par exemple Il devient très incertain de délimiter avec exactitude le début et la fin de la saison des pluies. On assiste par contre à des phénomènes extrêmes tels que les inondations et les sécheresses. Ce dernier phénomène expose alors les cultures au stress hydrique dû au manque d'eau et au stress thermique dû à l'augmentation des températures à un stade phénologique de leur

développement. Il existerait donc une corrélation entre la variabilité climatique et la baisse des rendements. A ce niveau de l'étude ces résultats ne restent que des hypothèses. Il faudra alors leur donner une valeur statique en calculant les coefficients de corrélation pour affirmer ou infirmer cette hypothèse.

## **VIII. CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUEL**

### **VIII.1. Cadre Théorique**

#### **VIII.1.1. La théorie de la variabilité climatique selon le GIEC (2013)**

Le GIEC pour évaluer les changements climatiques se basent sur certains indices. L'indice des changements climatiques selon le GIEC est alors l'ensemble des valeurs quantitatives et ou qualitatives de base qui expriment les sensations physique et atmosphériques d'un système climatique donné. Ils sont donc utiles pour une grande variété d'analyses des changements climatiques en particulier l'analyse des extrêmes qui permettent de faire des comparaisons. En effet, une équipe d'experts pour la détection des changements climatiques dans le cadre du programme de l'espace ouvert (GASO2) de l'organisation mondiale de la météorologie (OMM) a mis sur pied un certain nombre d'indices clés pour la détection des changements climatiques. Ces indices dépendent ce pendant des zones climatiques observés et des variables climatiques prélevés. Dans le cadre de cette étude les indices à vérifier concernent la pluviométrie et les températures. Concernant la pluviométrie certains indices sont retenus à savoir : L'indice CDD représente le nombre de jour consécutif ayant enregistré des précipitations journalières inférieure à 1mm de pluie. C'est donc la somme des journées de plus faible précipitations, l'inde R10 représente le nombre de jour ayant enregistré un total journalier supérieur à 10mm de pluies, l'indice RX1Day représente les plus fortes précipitations journalières enregistrées. Cet indicateur ne prend en considération que les précipitations journalières les plus élevées.

Pour les températures, les indices retenus sont : L'indice TNN représente la température journalière la plus basse enregistrée pour chaque mois observé au cours de l'année, l'indice TNX par contre représente la température journalière la plus élevée enregistré sur la période de l'étude, l'indice TXmin représente la température minimale annuelle observée sur la période d'étude, l'indice TXmax représente la température annuelle la plus élevée sur la période d'étude

#### **VIII.1.2. Théorie de la modélisation des rendements agricoles de Marc Nerlove de 1956**

Marc Nerlove fut le premier à développer en 1956 une théorie que l'on connaît sous le nom de « the Nerlovian models of supply response » qui a permis d'expliquer la réaction des producteurs agricoles américains face aux changements perpétuels des prix des récoltes, des politiques macroéconomiques et bien d'autres facteurs. Pour élaborer sa théorie, Nerlove part

de deux constats classiques : Les producteurs réagissent par rapport aux prix actuels sur le marché. Habituellement, les prix observés sont les prix du marché ou les prix effectifs des producteurs après la récolte alors que les décisions de production doivent être basées sur les prix escomptés que des agriculteurs projettent plusieurs mois avant la récolte. En raison du décalage temporaire qui intervient dans le processus de production agricole, modéliser la formation des anticipations est ainsi une importante question pour analyser l'offre du secteur agricole.

Les quantités observées peuvent différer des quantités désirées en raison du retard d'ajustement dans la réallocation des facteurs. Quand le prix du produit change, plusieurs années peuvent s'écouler avant que les producteurs ne puissent ajuster leur production ordinaire désirée au nouveau prix. Les travaux de Marc Nerlove ont joué un rôle prépondérant et ont apporté un souffle nouveau à la modélisation de l'offre du secteur agricole face aux risques y afférents et bien d'autres facteurs (tels que les politiques macroéconomiques, les politiques commerciales, les changements technologiques, les aléas climatiques, etc.). Les études empiriques de ces modèles ont permis aux agroéconomistes (surtout américains) de développer les outils adéquats de politiques agricoles. Ceci a considérablement amélioré le rôle du secteur agricole dans le développement économique et a mis en relation l'Etat et les producteurs à travers les politiques macroéconomiques et commerciales. Ceci a permis de rendre compte du fait que les producteurs ont agi différemment les uns des autres et par rapport aux variables politiques et aux signaux du marché. C'est une théorie révolutionnaire qui va inspirer beaucoup d'autres auteurs particulièrement dans les études d'assurance des producteurs face aux différents risques liés à la production surtout la pluviométrie, ont suggéré plusieurs apports pour mesurer les rendements agricoles : le risque systémique dû aux facteurs non maîtrisables tels la pluie, l'érosion, les risques spécifiques qui peuvent provenir de la mauvaise utilisation des engrais chimiques, la mécanisations et les mauvaises semences.

### **VIII.1.3. La théorie de la diffusion et de l'innovation agricole selon Hager Strand (1952) et Rogers (1995)**

La diffusion est un processus qui met en contact des émetteurs et des récepteurs. Il suffit de connaître les principaux canaux de l'information pour pouvoir déterminer le déplacement de l'innovation dans l'espace. Selon Hager Strand (1952) la diffusion doit être appréhendée comme un processus spatial. Sa modélisation montre le poids de la spatialité mesurée en termes de contiguïté dans la propagation de l'innovation, à partir des canaux de communication, on peut déterminer l'ampleur de déplacement de l'innovation dans l'espace. Partant de l'hypothèse que le contact entre l'individu et le principal vecteur d'information et de diffusion. Hager strand

construit une grille d'interaction spatiale et mode lisent le processus de communication d'adoption chez les individus. Le constat qui est fait de ceci relève que l'acceptation de l'innovation par un individu se fait immédiatement après qu'il ait pris conscience de son existence. La diversité des aptitudes innovantes explique la variation de la durée de l'innovation selon l'individu.

Ainsi selon Roger (1995) les individus peuvent être classés schématiquement en quatre groupes selon leur aptitude à adopter plus ou moins une innovation. Il s'agit de (1) les adoptants précoces, (2) la majorité précoce, (3) la majorité tardive (4) les retardataires. A chacun de ces groupes va correspondre en fonction des décisions dynamiques qui amène l'individu à faire son choix plus ou moins rapidement. Tout dépend des contraintes sociales. L'utilisation de ce modèle théorique s'avère indispensable dans notre étude dans la mesure où il va permettre de comprendre la dynamique spatiale vis-à-vis de l'introduction d'une innovation agricole et l'interrelation qui existerait entre les individus, leur espace et l'innovation choisie. Il convient de rappeler que le recours aux bas-fonds constitue une innovation paysanne dans le cadre de notre étude.

## **VIII.2. Cadre conceptuel**

### **VIII.2.1. Définitions**

**Changements climatiques** : En 1992, dans son article premier la convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) définit le changement climatique comme un changement qui est attribué directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent ajouter à la variation naturelle du climat observé au cours de périodes comparables ». Le GIEC en 2007 le définit comme l'effet conjoint de l'activité humaine et de la variabilité naturelle. Encarta 2009 quant à lui le définit comme la modification statique significative sur plusieurs décennies, de l'état moyen du climat (précipitation, température, humidité relative...) sous l'effet combiné persistant des activités humaines et des processus naturels de forçages interne et externe au système climatique lui-même. Dans le cadre de notre étude, le changement climatique est un ensemble de modification, des bouleversements, des perturbations ou des anomalies des éléments du climat dans une aire géographiques pendant au moins 30 ans.

**Variabilité climatique** : le GIEC(2007) définit la variabilité climatique comme « *des variations de l'état moyen et d'autres statistiques (écarts-types, phénomènes extrêmes etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales au-delà de la variabilité propre à des phénomènes météorologiques isolés* ». Dans l'ensemble, de nombreux auteurs s'accordent à définir la variabilité climatique comme ; « *les fluctuations normales et anormales des valeurs*

*réelles des éléments du climat autour de leurs valeurs moyennes à un pas de temps donné* ». La variabilité climatique dans notre étude renvoie aux variations des paramètres climatiques à savoir les précipitations et les températures par rapport à la moyenne entraînant de ce fait des incidences sur la qualité et la quantité des productions agricoles à petite, moyenne ou grande échelle.

**Stratégie** : de son étymologie grecque « *stratos* », la stratégie est un plan qui passe par des tactiques du lieu ou de l'instant ou par un système de disposition adaptée pour parvenir à un but. Ce concept a été utilisé par les chercheurs de diverses disciplines dans les années 70 surtout les anthropologues et les géographes en réaction aux échecs des politiques de modernisation ou d'industrialisation de l'agriculture. De ce fait, les stratégies des agriculteurs renvoient généralement à l'ensemble des actions traduisant la capacité de ceux-ci à prendre des décisions cohérentes en fonction des intérêts et objectifs qui leur sont propres et selon les conditions réelles dans lesquelles s'effectuent leurs activités. La stratégie donc il est question dans notre travail rentre dans les sillages des mutations ou des transformations impulsées par les paysans après l'impact des variations climatiques sur leurs cultures.

**Adaptation** : la FAO en 2007 définit l'adaptation comme l'ajustement dans les systèmes naturels ou humaine en réponse à des changements climatiques actuels ou attendus ou à leur effet qui atténue les dommages ou en valorise les bénéfiques. Le guide à l'intention des communautés autochtones dans qu'est-ce que la REDD ? En 2010 définit l'adaptation comme toute activité ou changement visant à faire face aux effets qu'ont déjà les changements climatiques par exemple sur les terres, les écosystèmes et les moyens de subsistances. Dans le cadre de notre étude, l'adaptation est la réponse aux effets des changements climatiques dans l'objectif de ralentir ou d'atténuer d'autres effets probables des changements climatiques.

**Bas-fonds** : Feumba (2001) en citant Lavigne et boucher (1996) définit les bas-fonds comme des vallons et des petites vallées inondables qui recueillent les eaux de ruissellement en provenant du bassin versant. Leurs nappes phréatiques sont à faibles profondeur et affleure une partie de l'année. Dans le cadre de notre étude les bas-fonds sont les parties basses du relief drainées par un cours d'eau et caractérisés par leurs dimensions écologiques et socio-économiques.

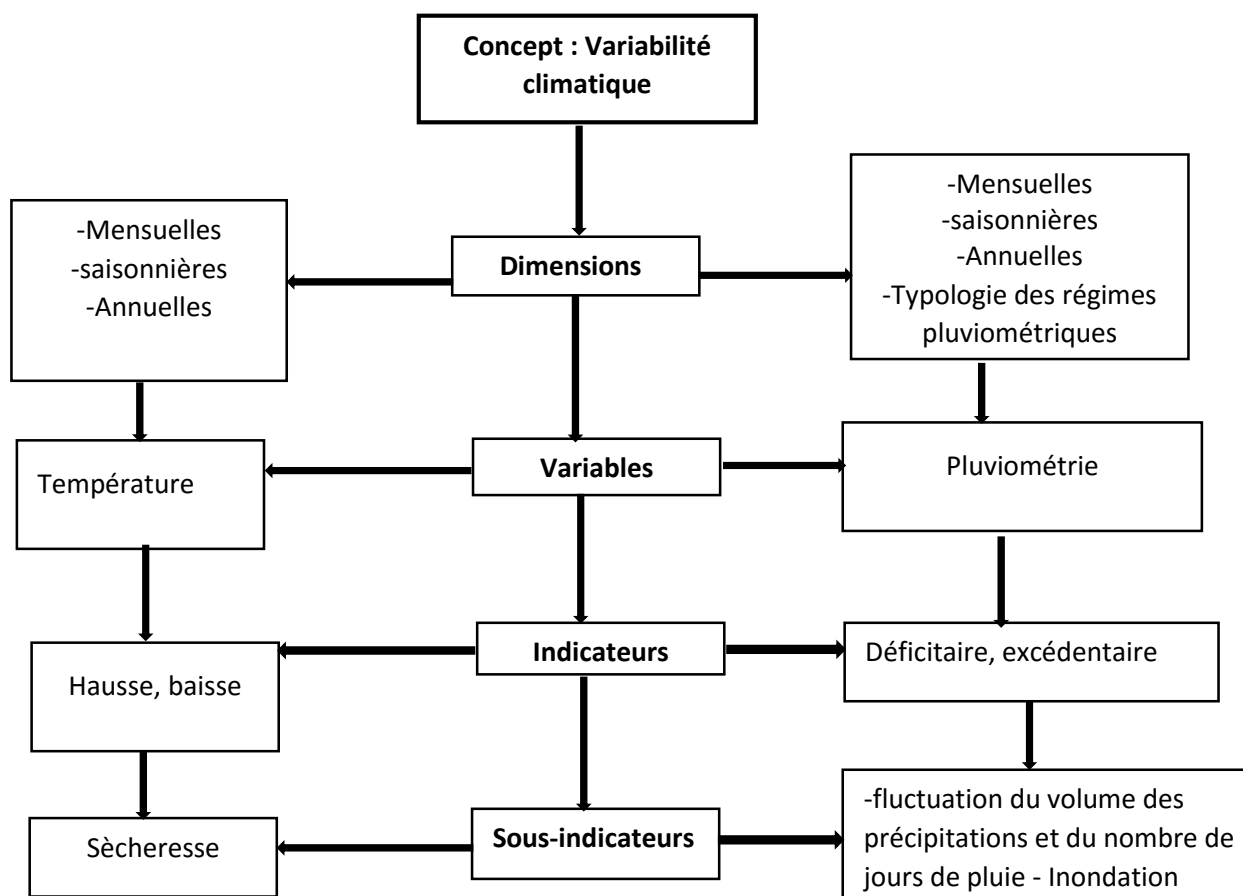
**Maïs** : son nom scientifique *Zea mays* lui est attribué en 1753 par Linné. Ce nom est composé de deux mots : *zea* d'origine grecque qui veut dire l'amidonner, Candolle (1883) et le mot *mays* (*maiz*) d'origine espagnole qui veut dire blé d'inde. Pour Candolle (1883), le maïs est un blé riche en amidon.

Le maïs dans le cadre de notre étude est une plante herbacée de hauteur variable constitué d'une tige unique d'empilement de nœuds et d'entre nœuds. Au niveau de chaque nœud est insérée une feuille et un bourgeon axillaire. En maturité, certains nœuds portent des épis femelles formés de grains placés en rang très serrés. C'est une plante largement cultivée comme céréale pour ses graines riches en amidon mais aussi comme fourragère. C'est une plante d'origine mexicaine qui constituait l'aliment de base aux amérindiens avant l'arrivée de Christophe Colombe en Amérique. Il sera introduit en Europe au XV siècle (1493) puis en Asie et en Afrique au XVI siècle (1540-1550) Il est à ce jour la première céréale mondiale devant le riz et le blé.

## VIII.2.2. Conceptualisation

### VIII.2.2.1. Le concept de variabilité climatique

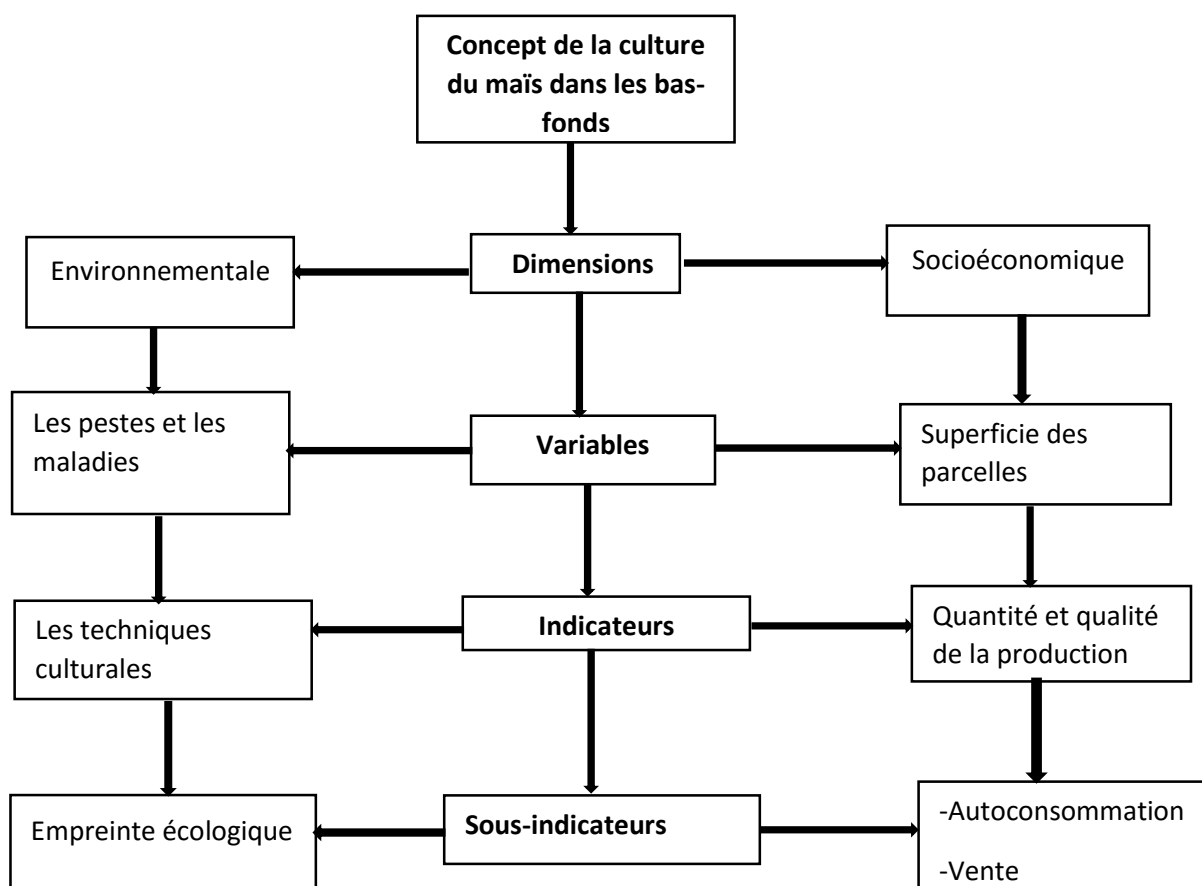
Selon la figure 2 le concept de variabilité climatique est composé d'une dimension qui est annuelle, saisonnière et mensuelle. De deux variables : les précipitations et les températures. Ces variables s'accompagnent des indicateurs qui peuvent être déficitaires ou excédentaires. Au niveau des sous indicateurs nous avons des situations de sécheresse, de variation des volumes de précipitations et la variation du nombre d'années excédentaires et déficitaires.



**Figure 2 : conceptualisation de la notion de variabilité climatique, Réalisation : Eba Vanessa 2021.**

### VIII.2.2.2. Le concept de culture des bas-fonds

D'après la figure3, le concept de culture de maïs dans les bas-fonds est composé de deux dimensions (environnementale et socio-économique). A ces dimensions se greffent des variables telles que, la superficie des parcelles, les pestes et les maladies du maïs. Pour mieux comprendre les variables de ce concept, deux indicateurs sont mis en exergues : les techniques culturales, la quantité et la qualité des rendements. Ces indicateurs permettent de voir l'empreinte écologique de cette culture et si la production est dédiée à l'autoconsommation ou à la vente.



**Figure 3 : Arbre conceptuel des bas-fonds du département du Mfoundi**

**Réalisation : Eba Vanessa 2021**

## **IX. METHODOLOGIE**

### **IX.1. Collecte et source des données**

#### **IX.1.1. Collecte et source des données secondaires**

Les données secondaires sont constituées des articles, des livres, des cartes, des mémoires des thèses et des données statistiques (données pluviométriques, données de températures et les rendements agricoles). Ainsi les documents écrits ont été consultés dans Plusieurs bibliothèques à savoir :

- La bibliothèque de l'université de Yaoundé I ;
- La bibliothèque du département de géographie de Yaoundé I ;
- La bibliothèque de la FLASH ;
- La bibliothèque de L'ENS DE Yaoundé ;
- La bibliothèque de L'IRAD à NkolBisson ;
- La bibliothèque du CRESA à NkolBisson ;
- La bibliothèque de l'université agricole de management et des métiers de la production de Ngousso.

Par ailleurs nous avons consulté les archives de certains Ministères à l'instar du Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation et au Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural. De même, nous avons consulté plusieurs sites internet pour l'acquisition d'autres documents. Les sites les plus visités ont été [www. Google.cm](http://www.Google.cm) et [www. Google Scholar.cm](http://www. Google Scholar.cm). Notre étude ne pouvant pas se baser seulement sur les écrits nous avons également procéder à la collecte des données cartographiques.

Pour notre étude, nous avons aussi eu recours à trois types de données statistiques à savoir : Les données pluviométriques, Les données de température, Les données des rendements agricoles. A cet effet, les données pluviométriques et de température ont été obtenues à la Direction de la Métrologie Nationale (DMN) et à l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement). Les données des rendements du maïs quant à eux ont été obtenues au MINADER, à l'IRAD et à l'IRD.

#### **IX.1.2. source et technique de Collecte des données primaires**

Les données primaires s'obtiennent à l'aide des entretiens et différents questionnaires distribués pendant les différentes descentes sur la zone d'étude auprès à la population d'étude. La population d'étude est à l'ensemble d'individus donc les caractéristiques répondent aux objectifs qui servent de supports à la vérification des hypothèses. Elles se subdivisent en population cible et population accessible.



La population cible désigne tout ce qui sont concernés par l'étude, mais que le chercheur ne peut atteindre dans sa totalité. Dans le cadre de cette étude, elle indique les cultivateurs de maïs des bas-fonds dans le département du Mfoundi.

La population accessible, quant à elle est la partie de la population disponible pour les chercheurs. Dans le cadre de notre étude elle s'est obtenue à partir d'un agriculteur volontaire qui nous a conduit vers d'autres agriculteurs volontaires. Il s'agit là de la technique d'échantillonnage de boule de neige. L'impossibilité de travailler avec tous ces acteurs à justifier le recourt à cette technique d'échantillonnage adapté au contexte pour constituer le groupe représentatif de l'enquête.

Il est donc question de fixer les critères objectifs de mesures en tenant compte des quartiers, du nombre de cultivateurs par bas-fonds, ainsi que du niveau de pratique agricole qu'on y observe. A partir de ce déterminant, l'on veille à :

- Subdiviser les populations en sous-groupes ;
- Déterminer la taille souhaitée de l'échantillon en veillant à ce qu'il soit conforme aux taux de représentativité de 30% au moins de la population cible ;
- Calculer la portion à extraire de chaque strate en fonction de son poids par rapport à l'ensemble de la population cible ;
- Additionner les différentes proportions extraites de manière à obtenir la totalité de l'échantillon souhaité ;

La synthèse de ces différentes étapes permet de s'appesantir sur les bas-fonds qui regroupent l'essentiel des cultivateurs de maïs dans le département du Mfoundi comme l'indique le tableau suivant :

**Tableau2 : échantillon de l'étude**

Arrondissements	Pôles de production	effectifs	Echantillon
Yaoundé 1	Olembé	27	8
Yaoundé 2	Mbankolo	15	5
Yaoundé 3	Ahala	20	6
Yaoundé 4	Ekoumdoum	16	5
Yaoundé 5	Nkolmesseng	22	7
Yaoundé 6	Mendong	27	8
Yaoundé 7	Nkol bisson	30	9
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>157</b>	<b>48</b>

Source : Enquête de terrains 2021

### **IX.3. Techniques et outils d'analyse des données**

#### **IX.3.1. Techniques et outils d'analyse des données statistiques**

##### **IX.3.1.1. Analyse des données pluviométriques et de températures**

Les données pluviométriques et des températures ont été traitées grâce au logiciel Excel et SPSS version 12.0 ici. La technique d'analyse utilisée est la statistique descriptive et inférentielle. Les calculs suivants ont été effectués:

##### **IX.3.1.1.1. Calcul de la moyenne mensuelle et annuelle des températures. Calcul de la moyenne mensuelle et annuelle des températures.**

Les moyennes mensuelle et annuelle des températures sont obtenues d'après les équations suivantes :  $T_m = \sum(T_x) / Nb$  et  $T_a = \sum(T_x) / Nb$  avec :  $T_x$  = température journalières moyennes/mensuelles/annuelles recueillies à la station de Yaoundé en °C ;  $Nb$  = nombre total de mois/années ;  $T_m$  = température mensuelle moyenne ;  $T_a$  = température annuelle moyenne en °C.

Deux types de températures sont prélevés chaque jour sur les 50 années de l'étude. Les températures maximales représentent les températures les plus élevées prélevées chaque jour, alors que les températures minimales sont les températures les plus basses prélevées sur la période de l'étude. Les températures moyennes représentent la moyenne de la somme des températures minimales et la maximales sur la période d'étude.

##### **IX.3.1.1.2. Calcul de la moyenne mensuelle et annuelle des précipitations et du nombre de jours de pluie.**

La moyenne mensuelle des précipitations et du nombre de jour de pluie est obtenue d'après les équations suivantes :  $P_m = \sum(P_x) / Nb$  et  $E_m = \sum(N_x) / Nb$  avec :  $P_x$  = volume mensuel/annuel des pluies recueillies à la station de Yaoundé en mm ;  $Nb$  = nombre total de mois ;  $P_m$  = précipitation moyenne mensuelle/annuelle en mm ;  $N_x$  = nombre mensuel/annuel de jour des pluies enregistré à la station de Yaoundé en jour ;  $Nb$  = nombre total de mois/an ;  $E_m$  = nombre mensuel/annuel moyen de jour des pluies, en jour ; avec  $1 \leq b \leq 12$ .

Le nombre moyen de jour de pluie est obtenue d'après l'équation statistique  $N_a = \sum(N_y) / Nb$ , avec :  $N_a$  = nombre annuel moyen de jour de pluie en jours ;  $N_y$  = nombre annuel de jour de pluie enregistré à la station de Yaoundé en jour, avec  $1 \leq b \leq 50$ .

##### **IX.3.1.1.3. Calcul de la moyenne saisonnière des précipitations et du nombre de jours de pluie.**

La moyenne saisonnière des précipitations et du nombre de jour des pluies pendant la saison est obtenue d'après les équations suivantes :  $PS = \sum(P_x) / Nb$  et  $NS = \sum(N_x) / Nb$  avec :  $PS$  = volume saisonnier des pluies recueillies/nombre saisonnier de jour de pluie à la station de Yaoundé en mm,  $Nb$  = nombre total de mois pensant la saison ;  $PS$  = précipitation moyenne

pendant la saison en mm ;  $N_x$  = nombre saisonnier de jour de pluie enregistré à la station en jour ;  $N_b$  = nombre total de mois pendant la saison ;  $ES$  = nombre saisonnier de jour de pluie, en jour.

#### **IX.3.1.1.4. Calcul des Ecart à la moyenne des précipitations et du nombre de jours de pluies.**

Les écarts à la moyenne des précipitations sont calculés d'après la formule statistique suivante :  $Emoy (p) = P_i - P_m$  ;  $Emoy (Nbr) = N_{bri} - N_{brm}$  avec :  $P_i$  = Précipitations d'une année quelconque en mm ;  $P_m$  = Moyenne de pluie enregistrée sur un intervalle de temps donné.  $Emoy (P)$  = Ecart à la moyenne des précipitations ;  $N_{bri}$  = Nombre de jour de pluie d'une année quelconque en jours ;  $N_{brm}$  = Moyenne du nombre de jour de pluie sur un intervalle de temps donné ;  $Emoy (Nbr)$  = Ecart à la moyenne du nombre de jour de pluie.

#### **IX.3.1.1.5. Détermination de la droite de régression des éléments du climat à la station de Yaoundé.**

La droite de régression des éléments climatiques à la station de Yaoundé est définie d'après l'équation suivante :  $Y = Ax + B$  avec  $A = cov(x, y) / X^2$  et  $B = m(y) - am(x)$  Avec :  $A$  est la pente de la droite de régression par rapport à l'axe des  $x$ , ou encore le taux moyen de croissance des précipitations par unité de temps ;  $B$  est la coordonnée verticale de l'intersection entre la droite de régression et l'axe des ordonnées  $y$ .

#### **IX.3.1.1.6. Calcul du pourcentage saisonnier des précipitations à la station de Yaoundé.**

Le pourcentage saisonnier des précipitations représente la quantité de précipitations par saison sur le total annuel enregistré, il est déterminé par la formule statistique suivante :

$$\% P (\text{saison}) = \frac{\sum P (\text{saison})}{P (\text{total annuelle})} \times 100, \text{ avec } P = \text{Précipitations en mm.}$$

#### **IX.3.1.1.7. Calcul de l'apport saisonnier des précipitations à la station de Yaoundé.**

L'apport saisonnier des précipitations représente la somme des hauteurs des pluies recueillies chaque saison sur le total annuel des pluies enregistrées. Il est obtenu d'après la

$$\text{formule suivante : } AP_{(x)} (\%) = \frac{hps(x)}{Hp(x)} \times 100 \text{ Avec :}$$

$AP_{(x)}$  : apport des précipitations d'une saison (s) au cours de l'année x, en pourcentage ;

$hps(x)$  = hauteur des précipitations d'une saison (s) au cours de l'année x ;

$Hp(x)$  : somme des précipitations annuelles enregistrées.

### **IX.3.1.1.8. Test de corrélation entre les éléments du climat et la production à l'hectare du maïs dans les bas-fonds du département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Le test de Spierman a été adopté pour estimer statistiquement l'influence des éléments du climat (températures, précipitations et nombre de jour des pluies) sur la production à l'hectare du maïs dans la région du Centre au Cameroun. Ce test est utilisé pour estimer avec précision le seuil d'association entre deux variables. Pour ce faire, on a calculé le coefficient

de corrélation de Spierman d'après la formule statistique suivante : 
$$rs = \frac{1 - 6 \sum D^2}{n(n^2 - 1)}$$

**D**= différence de rang entre 2 mesures des variables observées ;

$\sum D^2$  = somme des carrés de ces différences ;

**n** = taille de l'échantillon (nombre de paires de mesures) ;

rs = coefficient de corrélation de Spearman.

### **IX.3.2. Technique et outils d'analyse des données socioéconomiques**

Les données socioéconomiques se subdivisent en deux grands groupes à savoir les données qualitatives et les données quantitatives. La technique d'analyse des données qualitatives est l'analyse des contenues. Elle est utilisée pour traiter les informations issues des entretiens. C'est donc un examen systématique et méthodique des informations recueillies. Dans le cadre de notre étude pour analyser les données socioéconomiques quantitatives nous avons fait recours au dépouillement des questionnaires et au tri à plat. A l'aide du logiciel Excel nous avons sortis des tableaux et des figures. La technique d'analyse ici est donc la statistique descriptive et inférentielle.

### **X. DIFFICULTÉS RENCONTRÉES**

Au cours de cette recherche nous avons été confrontés à quelques difficultés parmi lesquelles l'accès difficile à la zone d'étude c'est-à-dire dans les basfonds notamment pendant la petite saison sèche. Beaucoup de réticence de la part des agriculteurs bien qu'au final on est eu quelques volontaires qui ont constitué notre échantillon. En outre nous nous sommes confrontés au problème d'acquisition des données surtout les données agricoles. Il nous a fallu parcourir des bibliothèques de l'IRD et de l'IRAD. Au final nous avons obtenus la version compilée numérique de toutes ces données au MINADER.

### **XI. PLAN DU TRAVAIL**

Ce travail s'articule autour de quatre chapitres précédés d'une introduction générale et assortis d'une conclusion générale. L'introduction générale présente le sujet et sa problématique, le cadre théorique et méthodologique avec une analyse du contexte scientifique de cette recherche. Le chapitre I qui présente les atouts agricoles du département du Mfoundi.

Le chapitre II montre que bien que le département dispose d'atouts naturels propices à l'agriculture, le climat qui continue de fluctuer présente une menace pour les activités agricoles de ce département. Le chapitre III montre l'effectivité de l'impact de cette variabilité du climat sur la culture du maïs. Le chapitre IV montre que la culture du maïs dans les bas-fonds est une réponse efficace face aux effets de la variabilité climatique du département du Mfoundi sur la culture du maïs bien que ces pratiques nuiraient aux services écologiques rendus par ces bas-fonds.

**Tableau3 : Tableau synoptique de la recherche**

Question principale	L'objectif principal	Hypothèse principale		
La culture du maïs dans les bas-fonds constitue-t-elle une forme d'adaptation à la variabilité climatique dans le Département du Mfoundi ?	L'objectif principal de cette étude est de déterminer si la culture du maïs dans les bas-fonds constitue une forme d'adaptation à la variabilité climatique dans le Département du Mfoundi.	La culture du maïs dans les bas-fonds constitue une forme d'adaptation à la variabilité climatique dans le Département du Mfoundi.		
Questions spécifiques	Objectifs spécifiques	Hypothèses spécifiques	Démarche méthodologique	chapitres
<b>Q1-</b> Quels sont les atouts agricoles du Département du Mfoundi ?	<b>O1-</b> Faire ressortir les atouts agricoles du département du Mfoundi.	<b>H1-</b> Les atouts agricoles du Département du Mfoundi sont diversifiés.	Hypothético-déductive	<b>Chapitre I :</b> Le département du Mfoundi: un département aux atouts agricoles multiples
<b>Q2-</b> Le climat du Département du Mfoundi continue-t-il à connaître des perturbations entre 1970 et 2019 ?	<b>O2-</b> Démontrer que la variabilité climatique continue dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.	<b>H2-</b> La variabilité climatique continue dans le département du Mfoundi entre 1970 et 2019.	- Hypothético-déductive - Comparative	<b>Chapitre II :</b> La variabilité climatique : une évidence dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019
<b>Q3-</b> La variabilité climatique observée dans le département du Mfoundi a-t-elle une incidence sur les rendements du maïs ?	<b>O3-</b> Monter que la variabilité climatique a une incidence sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi entre 1970 et 2019.	<b>H3-</b> La variabilité climatique a une incidence sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi entre 1970 et 2019.	Hypothético-déductive - Comparative	<b>chapitre III :</b> Impacts de la variabilité du climat sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.
<b>Q4-</b> La culture du maïs dans les bas-fonds permet-elle de faire face aux dégâts causés par la variabilité climatique dans le département du Mfoundi ?	<b>O4-</b> Démontrer que la technique agricole utilisée dans les bas-fonds est une solution aux dégâts causés par la variabilité climatique sur les rendements de maïs dans le département du Mfoundi.	<b>H4-</b> La technique agricole utilisée dans les bas-fonds est une solution face aux dégâts causés par la variabilité climatique sur les rendements de maïs dans le département du Mfoundi.	Hypothético-déductive	<b>chapitre IV :</b> Stratégies d'adaptation de la culture du maïs dans les bas-fonds du département du Mfoundi

Source : Investigation de terrain, 2021

**CHAPITRE I :**  
**LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI : UN**  
**DEPARTEMENT AUX ATOUS AGRICOLES**  
**MULTIPLES**

## **INTRODUCTION**

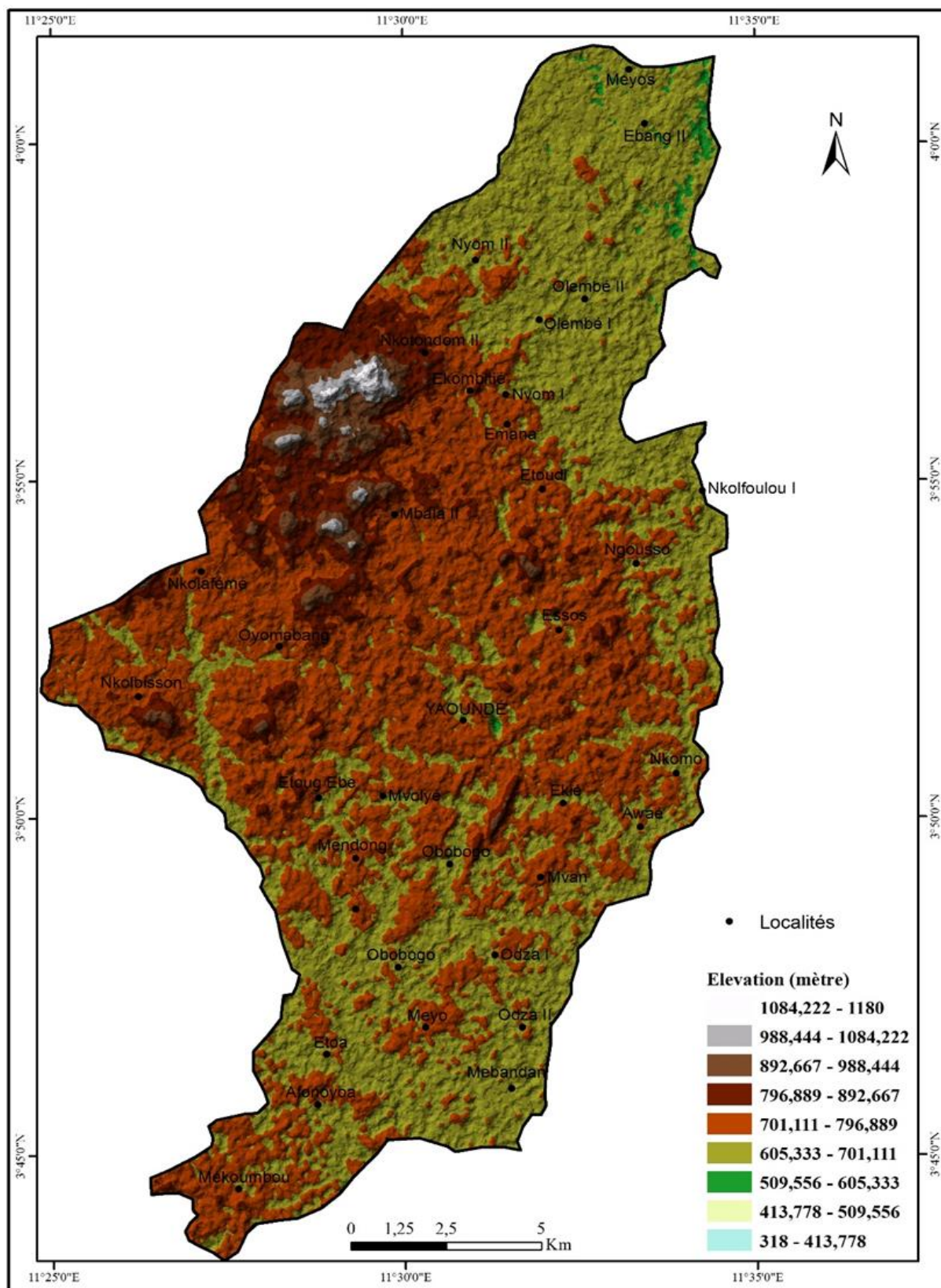
Le département est sur un plateau de 750m d'altitude avec un relief où s'entremêlent les plateaux, les massifs montagneux, les collines et les vallées. Entre lesquelles coule un réseau hydrographique très dense donc le principal cours d'eau est le Mfoundi. Ici, il y règne un climat de type équatorial chaud et humide de la nuance guinéenne divisé en quatre saisons avec un régime pluviométrique bimodale dominant. La moyenne pluviométrique annuelle est de 1563,64mm, une température moyenne annuelle de 24,45°C, une insolation de 1645 heures par an. L'agriculture est pratiquée dans les bas-fonds de ce département notamment la culture du maïs avec des techniques propres à l'agriculture des bas-fonds.

### **I. MILEU PHYSIQUE RICHE ET VARIE**

#### **I.1. Le relief**

Le relief du département du Mfoundi est riche et varié confère figure 4. Il est composé des plateaux dont l'altitude varie entre 500-1000m, des collines séparées par les vallées profondes jalonnées d'inselberg, Hieng (2010). Ainsi nous avons : Des plateaux tels que le plateau Nsimeyong (755m), le plateau Atemengue (793,8m) ; le plateau de Mvolyé (780m). Les montagnes à l'instar du mont messa (1015m) ; du mont febé (1073m) du mont Mbankolo (1096m) ; du mont eloumdem (1159m) ; du mont Nkolodom (1221m) et du mont Mbammikom (1295m). Les collines telles que les collines d'olembé (750m) ; l'akokndoule (967m) ; le MbogNdum (900m); le Miloa (966m). Les vallées comme la vallée de Ndjougolo, la vallée du Mfoundi et la vallée d'Ekozoa.



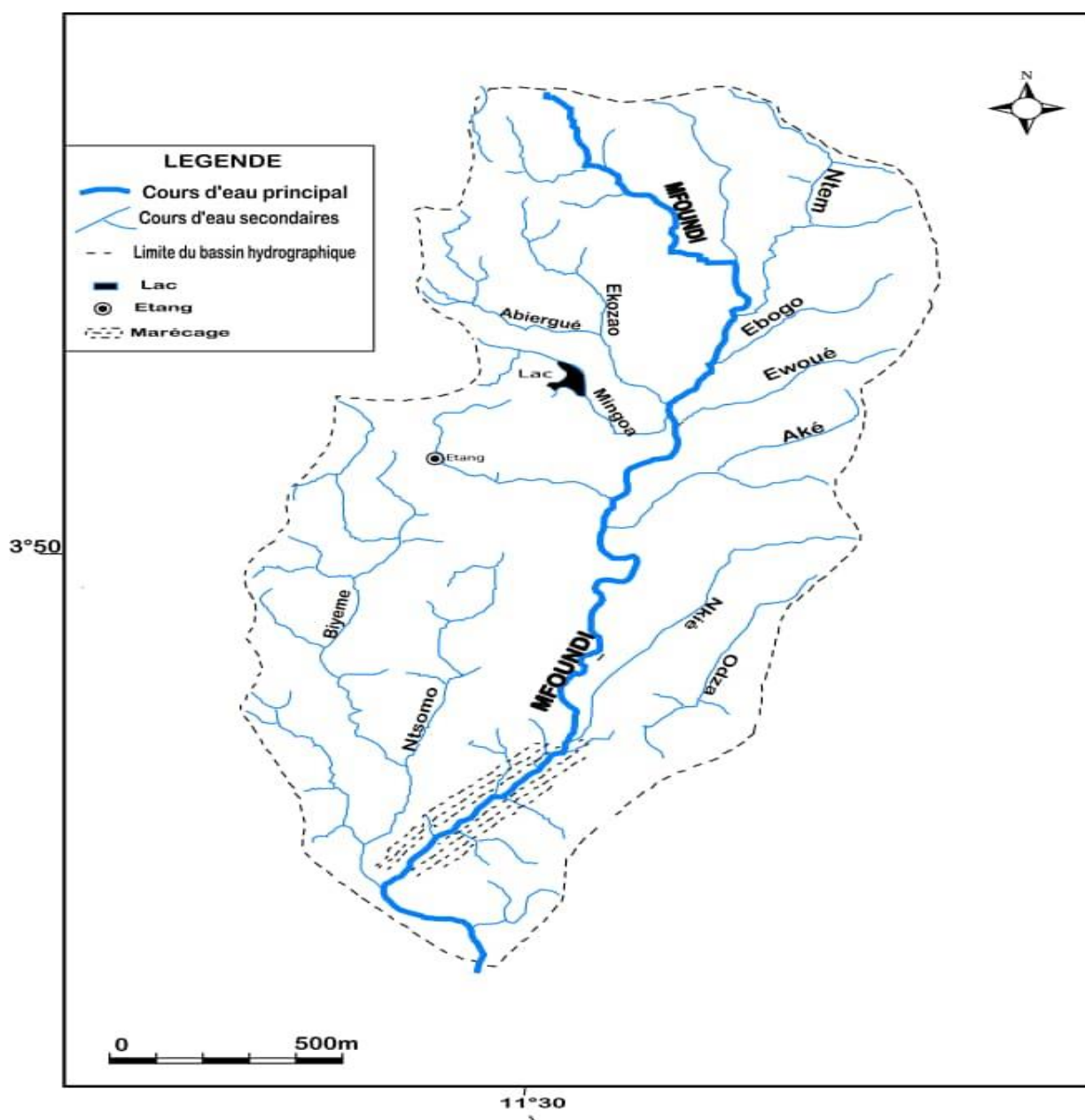


**Figure 4 : le relief du département du Mfoundi,**

**Source :** Institut National de La Cartographie Du Cameroun (INC), 2021.

## I.2. Un département bien drainé

Le réseau hydrographique du département du Mfoundi est dense (figure5). Le cours d'eau principal est le Mfoundi qui prend sa source des hauteurs du Mont Fébé. Le Mfoundi a pour affluents une vingtaine de petits ruisseaux (Ewoue, Abiergue, Ekozaa, Akeé, ébogo, Ntem, Olezoa, Ebogo, Foulou, Mewoulou, Nkondi, Ebama...). Toutes ces rivières et ruisseaux assurent le drainage naturel des eaux de ruissellement et des eaux superficielles. Nous notons également la présence de quelques lacs. Exemple le Lac municipal, le lac d'Efoulan le lac de Ntsouessong, le lac de Tsomo...



**Figure 5 : l'hydrographie du département du Mfoundi,**  
Source : Institut National De La Cartographie Du Cameroun (INC), 2021.

### **I.3. Les sols riches et variés**

#### **I.3.1. Les sols ferrallitiques**

Les sols ferrallitiques du département sont rougeâtres et lessivés. Ils sont généralement profonds (10 mètres environ), un PH nettement acide (5,5-5,8), le taux de matière organique est faible, des horizons de surface sableux, fragile et même poudreux, Hummel (1974). Cinq grands types de matériaux constituent ces sols, Valérie (1971) : les matériaux humifères plus ou moins appauvris ; les matériaux argileux homogènes de couleurs vives, les matériaux argileux bariolés, les matériaux d'altération. De manière générale, ces sols sont pauvres. La pauvreté de ces sols s'explique par la succession de la grosse chaleur et de l'humidité qui décompose très vite l'humus. A cela s'ajoute le lessivage des eaux de ruissellement qui dépouillent ces sols de silice et de l'hydroxyde, Boyer (1982).

#### **I.3.2. Les sols hydro-morphes**

On distingue les sols hydro morphes minéraux qui occupent les vallées et les sols hydro morphes organiques qui occupent les bas-fonds. Les sols hydro morphes organiques des bas-fonds sont obtenus soit par le comblement d'un bas-fond inondé par du matériel alluvial ou colluvial soit après le comblement des bas-fonds par l'homme. Avec des sols des sites voisins, Bachelier (1959). Quant aux sols hydro morphes minéraux qui occupent les vallées, ils résultent en effet de la destruction des sols ferrallitiques dans un milieu réducteur qui assure l'élimination des colloïdes, Tchotoua et Bonvallort (1994). Les sols hydro morphes en général sont bien drainés, possèdent une bonne teneur en matière organique et minérale, ils sont plats, facilement arrosables. Si leur potentiel de fertilité est notable, il ne faut pas oublier que le travail mécanique dégrade rapidement les sols et que les apports organiques et minéraux sont nécessaires pour maintenir la bonne fertilité actuelle de ces sols, D. Martin (1959).

### **I.4. une végétation en pleine mutation et une faune appauvrie**

#### **I.4.1. La végétation**

La végétation du département du Mfoundi est de type intertropical avec la prédominance de forêt humide méridionale, Wethé (2001). Dans la partie urbaine du département, cette végétation a presque disparu avec la forte urbanisation, Lavy (1982). Néanmoins, on note la présence de quelques fougères et raphia dans les marécages et le long des cours d'eau. La végétation urbaine est ainsi généralement constituée de quelques touffes de forêt secondaire, des arbres ornementaux, des eucalyptus, des palmiers, des arbres fruitiers (avocatier, manguiers, prunier...) non loin des maisons d'habitation. La ville compte également quelques bois à l'exemple des bois St Anastasie.

En milieu rural, on rencontre une forêt secondaire qui remplace la forêt primaire, Neba (1987). Elle est composée de trois étages. Le premier étage est formé d'essence forestière de valeur commerciale. Ces arbres ont des futs élancés, droits pour se ramifier au sommet avec une base large et des accotements ailés ou contreforts, Olivry(2010). Les essences les plus rencontrées sont *miliciaexela* ; *entandophragmacylindicum*, *Guibourtiates* momie, le *nucléadiderrichu*. Le second étage est constitué des cacaoyères, des arbres fruitiers des cultures et la jachère formée d'une plante parasite appelée *chromocleanaodoratoa*, Letouzey (1968). Le troisième étage est formé de graminées formant une microflore variée. La figure 6 illustre les différentes formes de végétation rencontrée dans le département du Mfoundi.

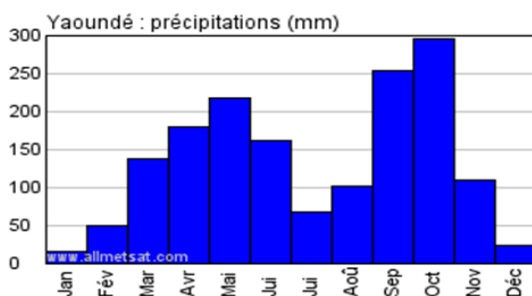
#### **I.4.2. La faune**

La faune du département du Mfoundi comme son habitat forestier a subi un appauvrissement quantitatif et qualitatif dans sa partie urbaine on rencontre des espèces telles que les céphalotes, les rats de Gambie. Dans les maisons d'habitations les bêtes domestiques prennent le relais. On retrouve ainsi les rats, les souris, les cafards, les moustiques... Yaoundé a également un zoo botanique au quartier Mvog-Betsi. En milieu rurale où la forêt occupe encore relativement de grands espaces on retrouve les singes, la vipère, la torture de foret, le varan, le boa, le python, le hérisson, la biche, l'antilope...

### **I.5. Zone agro écologique à pluviométrie bimodale**

#### **I.5.1. Les précipitations**

Le département du Mfoundi enregistre une moyenne annuelle de précipitation de 1563,64mm/an, Abessolo et al (2015). Son régime pluviométrique est bimodal avec un maximum principal d'octobre et maximum secondaire de Mai. Le minimum principal en décembre janvier est nettement plus marqué que le secondaire en Juillet-Août. Pendant cette « petite saison sèche », ce modeste répit de la pluviométrie n'empêche pas l'apparition des pluies fines, Tchalefac(2006). La figure 6 présente l'allure des précipitations mensuelles à la station de Yaoundé.



**Figure 6 : évolution des précipitations mensuelles à la station de Yaoundé,**

**Source :** service de météorologie de l'aéroport de Nsimalen Yaoundé 2020.

### I.5.2. Des températures relativement douces

Le département du Mfoundi enregistre une température moyenne annuelle de 24,45°C. La température la plus basse est enregistrée au mois d'Août (22,6°C) faisant de ce mois le plus froid de l'année. La température moyenne annuelle la plus haute est enregistrée en mars (24,6°C) faisant de ce mois le plus chaud de l'année. Le tableau 3 présente l'allure des températures mensuelles dans le Département du Mfoundi.

**Tableau 4 : évolution des températures mensuelles à la station se Yaoundé**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T.moy	24.5	24.5	24.6	24.3	24.1	23.3	22.8	22.6	23.15	23	23.6	23.5
T. min	19.5	19.5	19.6	19.2	19.6	19.2	19	18.5	19	18.6	19	19
T.max	29.5	29.6	29.6	29.5	28.6	27.4	27.6	26.7	27.3	27.4	28.3	28

**Source :** service de météorologie de l'aéroport de Nsimalen Yaoundé 2020.

### I.5.3. L'humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air est la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. Elle s'exprime en pourcentage. Dans le département du Mfoundi, ses valeurs maximales varient peu d'un mois à un autre. Les minimums quant à eux sont plus variables, confère tableau 4.

**Tableau 5 : humidité relative de l'air à la station de Yaoundé**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année
Hum moy	79.5	77.5	80	82	84	85.5	86	86	85.5	85	82.5	81.5	83
Hum max	98	97	97	97	98	98	97	97	98	98	98	98	98
Hum minim	61	59	63	67	70	73	75	75	73	72	67	65	68

**Source :** service de météorologie de l'aéroport de Nsimalen Yaoundé 2020.

### I.5.4. L'insolation

L'insolation est la moyenne du rayonnement solaire au cours d'une journée. Dans la localité, le maximum d'insolation se situe pendant la saison sèche. Le minimum pendant la petite saison sèche. Selon le tableau 5, l'insolation du département du Mfoundi est alors de 1645 heures par an.

**Tableau 6 : Insolation annuelle à la station de Yaoundé**

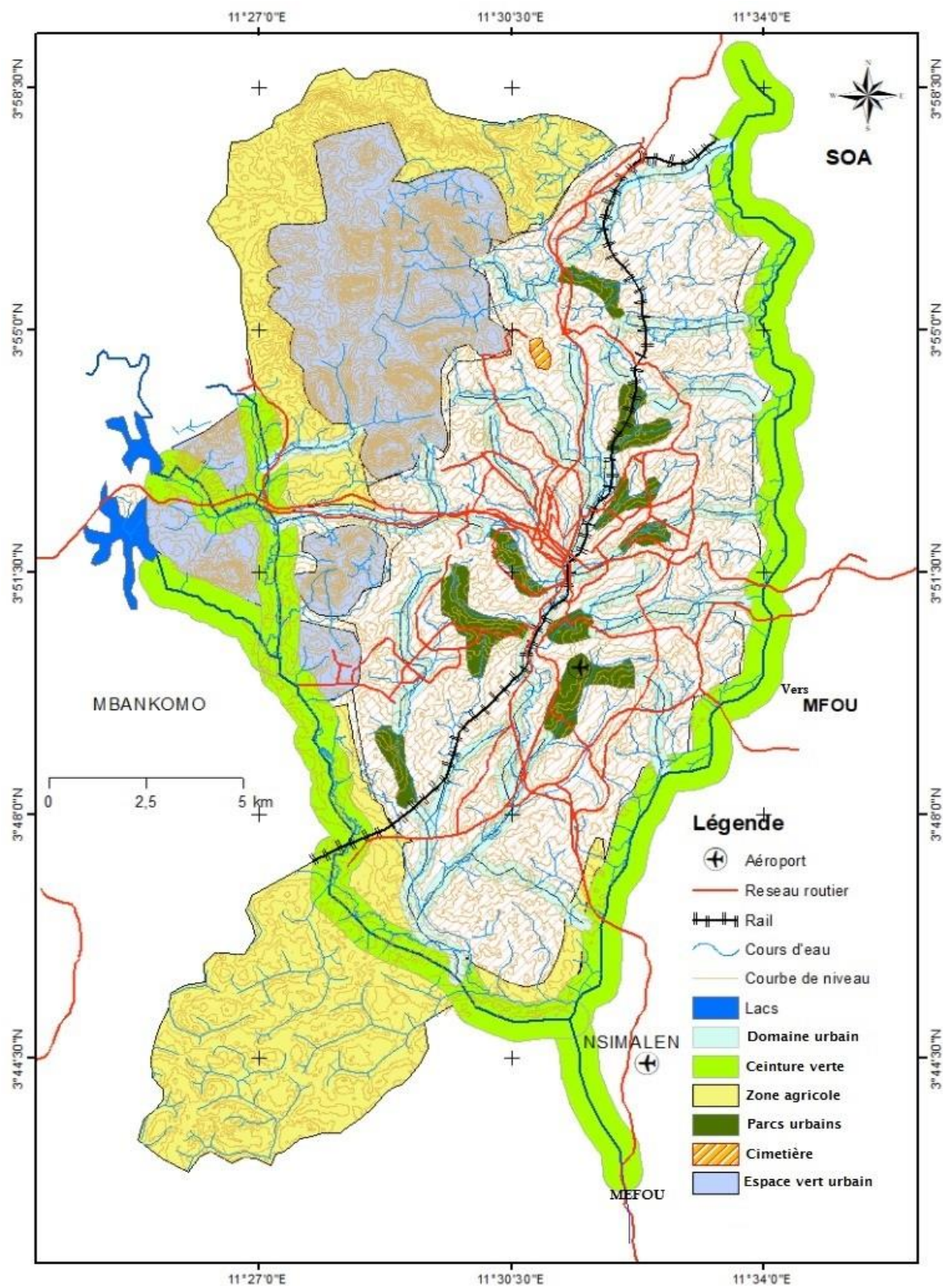
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total
Nombres d'heures	178	172	154	151	152	116	85	84	100	122	156	175	1645

**Source :** service de météorologie de l'aéroport de Nsimalen Yaoundé 2020.

## II. ETAT DES LIEUX DES BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU MFOUNDI

### II.1. L'Agriculture, une activité moins prévue en milieu urbain et péri-urbain dans le département du Mfoundi.

La figure 7 présente le schéma directeur d'aménagement urbain (SDAU) de la ville de Yaoundé. Un premier a été élaboré en 1982 à l'horizon 2002 et l'actuelle date de 2002 à l'horizon 2020. En 1982, le plan de développement de la ville de Yaoundé prévoit l'aménagement des bas-fonds bien que ceux-ci ne soient pas bien identifiés dans ce schéma directeur. En 2002, un nouveau plan est mis sur pied et deux grandes zones agricoles sont prévues : la pointe sud de Yaoundé assez éloignée des frontières fonctionnelles de l'urbanisation et le village de Nkolondom situé dans les collines nord-ouest de la ville. Ce village est un modèle pour le développement du maraichage urbain. Le SDAU ne fait donc qu'une mention très succincte de l'agriculture urbaine. C'est d'ailleurs pour cela que Bobda souligne en 2003 que l'agriculture et l'aménagement urbain à Yaoundé joue « à cache à cache » depuis un siècle. Pas de prise en compte explicite des activités et des espaces agricoles dans les zonages, des plans et des schémas officiels de l'urbanisme. Nguegang en 2008 souligne tout de même qu'il y a une prise en compte officieuse qui est observée par une attitude de tolérance entre les autorités et les populations. D'où l'existence des parcelles agricoles dans les bas-fonds du département du Mfoundi.



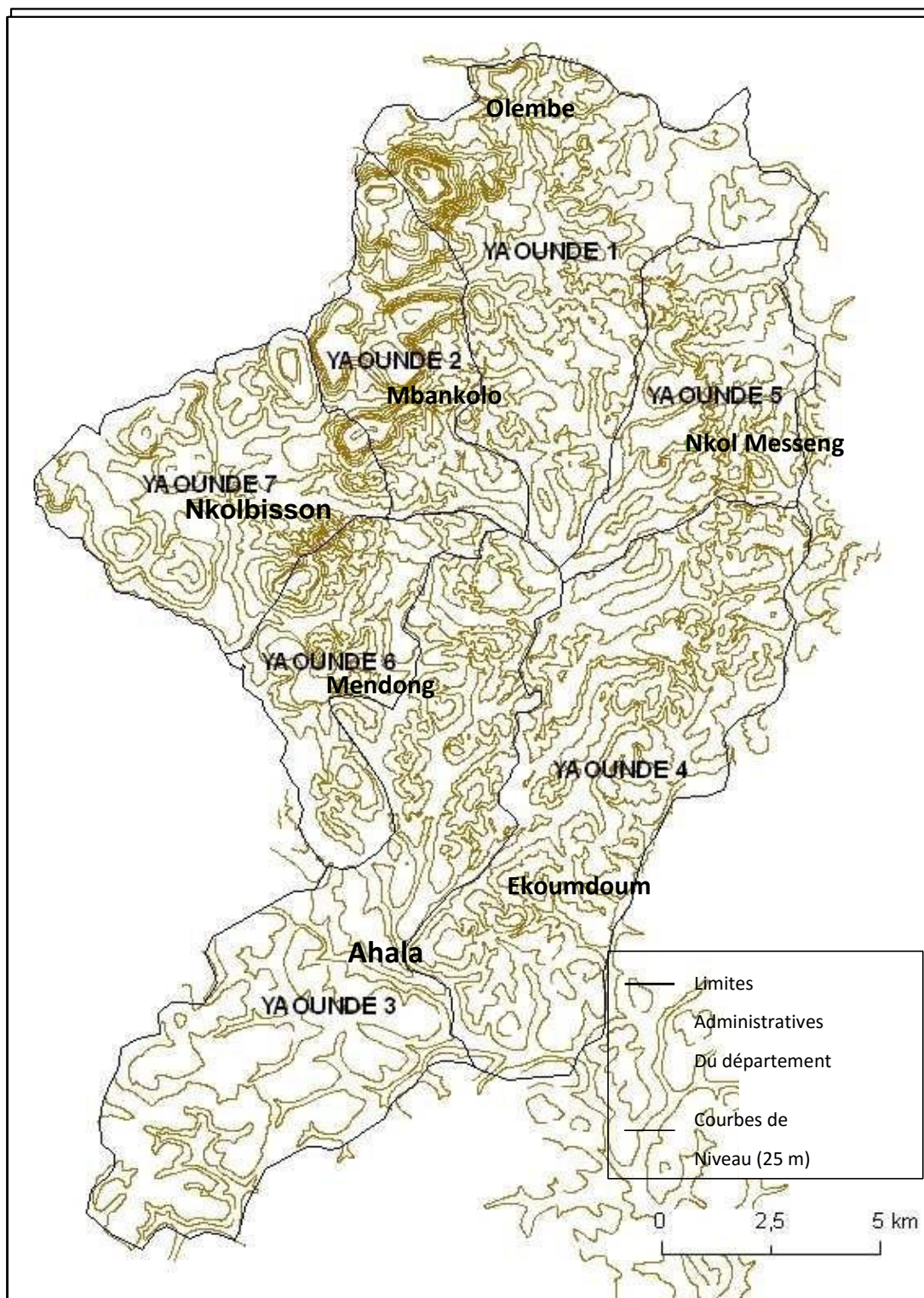
**Figure 7 : Le schéma directeur d'aménagement urbain (SDAU) de Yaoundé de 2002.**  
**Source : Communauté urbaine de Yaoundé 2020.**

## **II.2. Les bas-fonds agricoles**

Ils sont assez nombreux et se localisent surtout dans les périphéries urbaines, les plus actifs en matière de production agricole du maïs sont ceux de d'olembé dans l'arrondissement de Yaoundé I, ceux de Mbankolo dans l'arrondissement de Yaoundé II, ceux d'Ahala dans l'arrondissement de Yaoundé III, ceux de d'Ekoumdoum dans l'arrondissement de yaoundé, ceux de Nkolmesseng dans l'arrondissement de Yaoundé IV, ceux de Mendong dans l'arrondissement de Yaoundé VI et ceux de Nkolbisson dans l'arrondissement de Yaoundé VII Voir figure 8. Ainsi, nous pouvons regrouper ces basfonds en deux grands ensembles à savoir les bas-fonds agricoles aménagés par l'IRAD et les bas-fonds agricoles non aménagés. Les bas-fonds agricoles aménagés sont : certains bas-fonds de Nkolsisson. Ils sont cultivés par des agriculteurs professionnels et la production est destinée à la vente.

Dans les bas-fonds non aménagés, l'agriculture est pratiquée par des familles démunies sans aucune formation agricole. C'est donc une agriculture dédiée à l'autoconsommation. On peut citer les bas- fonds de mendong, d'Ahala, d'Ekoumdoum, de Mbankolo, de Nkolmesseng et d'olembé

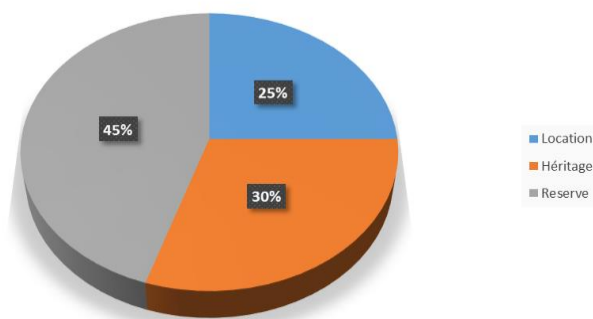




**Figure 8 : Quelques bas-fonds agricoles du département du Mfoundi,**  
**Source : Communauté urbaine de Yaoundé 2021.**

### III.2.1. Modes d'acquisition des parcelles agricoles dans les bas-fonds du département du Mfoundi

Trois modes d'acquisition des parcelles agricoles ont été identifiés lors de nos enquêtes. Ainsi nous avons l'occupation des réserves de l'Etat 45%. Ces réserves sont constituées des anciennes parcelles de l'IRAD et les non bâtis de l'Etat. Ce mode d'acquisition est très répandu en milieu urbain. Les agriculteurs sont conscients que ces espaces ne leur appartiennent pas. En effet selon le code domaniale et foncier du Cameroun de 1974 tous les bas-fonds appartiennent à l'Etat, ils font partis du domaine public et sont inconstructibles. Ce mode est suivi de l'héritage 30% (fig.9) c'est un mode très répandu en milieu rural. En effet ce mode d'acquisition fait appel au droit coutumier et à la mémoire des anciens notables. Pour avoir accès aux terres selon ce mode, il faut être de la lignée de l'exploitant. Il est aussi nécessaire de cultiver régulièrement ces terres pour cela reste dans la mémoire collective du village comme possession de telle famille, Sarah (2012). Il existe aussi la location des terres cultivables représentée à 25%, (Fig. 9). Notons au passage que ce mode d'acquisition est informel. Ici, le contrat est verbal. Parfois, l'accord oral peut être certifié par une facturette. La location revient à 15000frs par campagne agricole, Sarah (2012). Les locataires n'ont pas droit sur les arbres fruitiers et ne peuvent pas mettre des cultures pérennes.



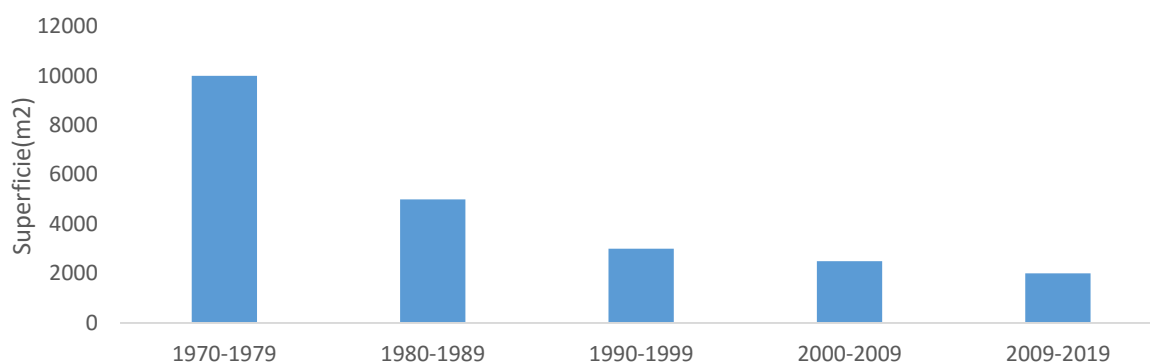
**Figure 9 : modes d'appropriation des parcelles cultivées dans bas-fond du département du Mfoundi.**

Source : enquêtes de terrain, 2021.

### II.2.2. La taille des parcelles agricoles dans le département du Mfoundi

Les superficies agricoles sont en nette régression à cause de l'urbanisation et le faible pouvoir d'achat qui poussent les moins nantis à s'installer dans les bas-fonds. Ainsi, comme l'affirme un exploitant agricole, les bas-fonds dans les années 70 n'étaient presque pas sollicités autant par les agriculteurs que par les habitants. Les agriculteurs qui s'y intéressaient pouvaient se retrouver avec un hectare. Mais de nos jours, chose impossible à cause de forte demande due

à l'urbanisation. Ainsi, les parcelles agricoles dans les bas-fonds varient de 100 à 2000m<sup>2</sup> comme l'atteste la figure 10.



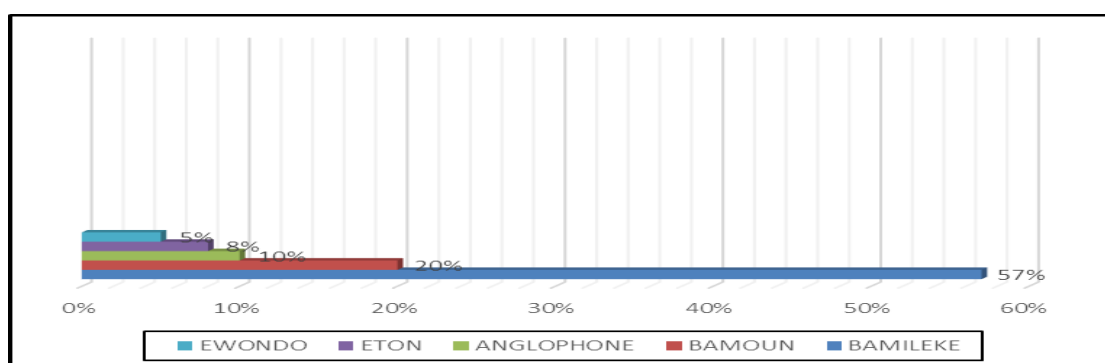
**Figure 10: évolution des parcelles agricoles dans les bas-fonds du département du Mfoundi.**

Source : enquêtes de terrain, 2021.

### II.3. Caractères socio démographiques des agriculteurs des bas-fonds

#### II.3.1. Représentativité par ethnie

La population du département du Mfoundi est une population cosmopolite avec plus d'allogènes et moins d'autochtones, Endamana (2001). Selon la figure 11 nous avons 62% de Bamilékés. Ils sont suivis de 23% de Bamoun, puis 13% d'anglophones, les Etons 8% et enfin les Ewondos 5%. Bien que propriétaires terriens, ils sont faiblement représentés dans cette agriculture. Cette faible représentativité des Ewondos dans ce secteur s'explique par la connotation péjorative que cette ethnie a vis-à-vis des bas-fonds. De même, ils trouvent ce travail salissant, harassant et peu onéreux, Nguegang (2008).

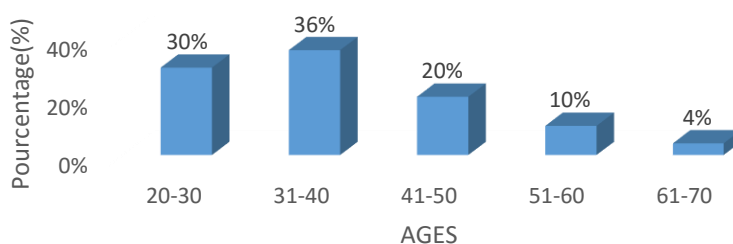


**Figure 11 : Représentativité par ethnies des agriculteurs dans les bas-fonds du département du Mfoundi.**

Source : enquêtes de terrain, 2021.

### II.3.2. L'âge des agriculteurs

La figure12 montre que les agriculteurs des bas-fonds sont majoritairement des jeunes. Ainsi la tranche d'âge dominante est celle de 31-40ans avec un pourcentage de 36%. Cette tranche d'âge est suivie de celle de 20-30ans. Elle représente 30% d'exploitants agricoles. Notons cependant que cette tranche d'âge est généralement une main d'œuvre et non des exploitants actifs. Ils sont pour certains la progéniture des couples exploitants et pour d'autres des tacherons payés à la tache entre 1000 et 2000 frs la journée, Sarah (2012). On note une baisse dans la tranche d'âge de 41-50ans.Elle représente 20% des agriculteurs. La tranche de 51-60 ans est représentée à 10%. La tranche de 61-70 est très peu représentée à cause de l'Espérance de vie qui n'est pas très élevée en Afrique en générale et au Cameroun en particulier. Néanmoins on note la présence de quelques vieillards qui pratiquent cette activité par passion. Cette tranche d'âge représente 4%.

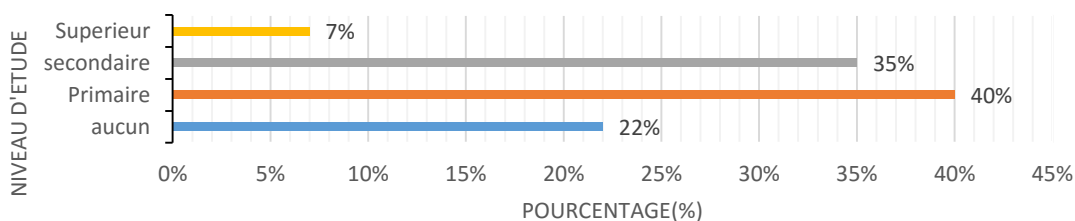


**Figure12 : pourcentage par tranches d'âges des agriculteurs dans le département du Mfoundi.**

Source : enquêtes de terrain, 2021.

### II.3.3. Niveau d'étude des agriculteurs

Selon la figure13 l'agriculture des bas-fonds est pratiquée par 22% d'agriculteurs n'ayant aucun diplôme, 40 %un niveau d'étude primaire, 31 %un niveau d'étude secondaire et 7% un niveau d'étude supérieure. L'agriculture des bas-fonds est donc pratiquée dans sa majorité des diplômés bien qu'ils soient pour la majorité du niveau primaire.

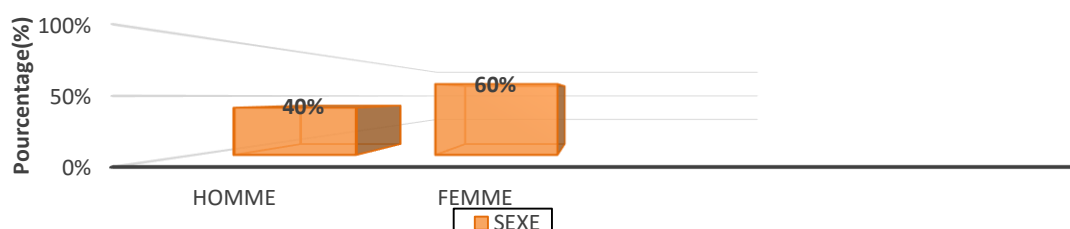


**Figure 13 : Niveau d'étude des agriculteurs.**

Source : enquêtes de terrain, 2021.

### II.3.4. La représentativité par sexe

Elong souligne en 2008 que dans le domaine agricole 95 % des producteurs sont des femmes si la production est destinée à l'autoconsommation et de 75 % s'il y a commercialisation nos enquêtes de terrains bien qu'en deçà de ces pourcentages vont en droite ligne avec ce constat et nous avons 60% de femmes contre 40% d'hommes (fig14) dans les travaux agricoles des bas-fonds de Yaoundé. Donc les femmes restent majoritaires dans la production agricole des bas-fonds non aménagés et bien inférieure dans les bas-fonds agricoles professionnels.



**Figure 14 : proportion des agriculteurs de maïs par sexe.**

Source : enquête de terrain, 2021.

### II.3.5. Le statut matrimonial des agriculteurs

Au regard de la figure15 les exploitants agricoles sont légalement mariés à 70%. Bien que majoritaire, ils ne sont pas les seuls, nous avons aussi la présence des célibataires 10%, ceux vivant en union libre 13% et les veufs 7%.

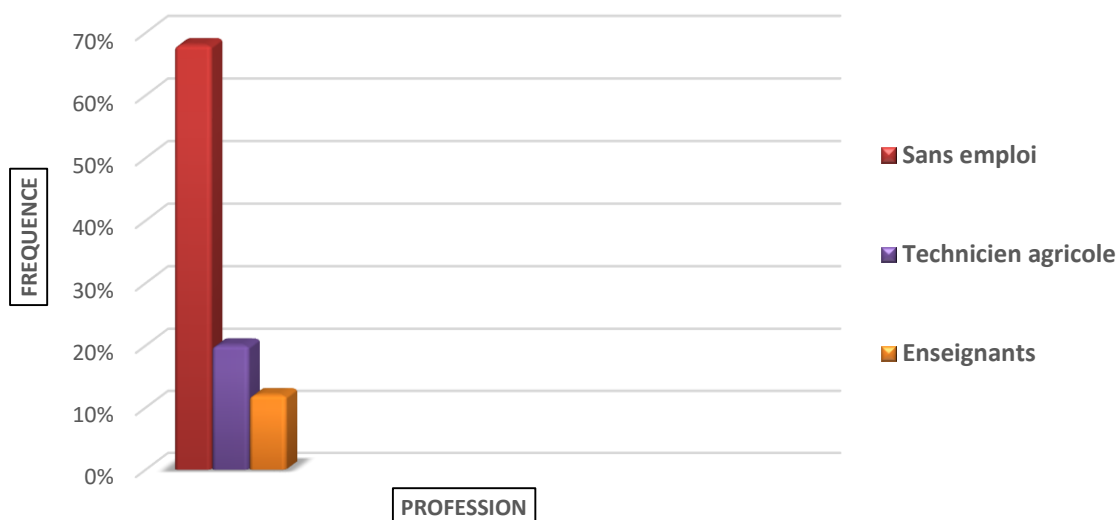


**Figure 15 : proportion des agriculteurs de maïs selon leur statut matrimonial.**

Source : enquêtes de terrain, 2021.

### II.3.6. Autres statuts professionnels des agriculteurs

L'agriculture des bas-fonds est dans son immense majorité est pratiquée par les couches les moins aisées de la population, Sarah (2012). La figure16 va dans le même sens et nous avons 68% sans emploi. Néanmoins on note la présence de quelques fonctionnaires notamment les techniciens agricoles 20%, et des enseignants 12%. Ces fonctionnaires l'exercent soit par passion ou pour avoir des vivres frais à moindre coût pendant la saison sèche.



**Figure 16 : Autres statuts professionnels des agriculteurs.**

Source : enquête de terrain, 2021.

#### **II.4. L'outillage agricole des bas-fonds du département du Mfoundi**

De manière générale, comme l'indique le tableau 6, les agriculteurs des bas-fonds du département du Mfoundi ont un outillage de base commun composé d'une houe et d'une machette. Ces outils sont transportés dans les sacs plastiques ou dans des récipients, en milieu urbain et dans les hottes en milieu rural. L'outillage reste donc encore très rudimentaire. Ce niveau d'outillage permet une production essentiellement dédiée à l'autoconsommation. Pour ce qui est du maraichage intensif, le matériel tel que le seau, la bassine et l'arrosoir sont ajoutés pour l'irrigation manuelle. Les bouteilles en plastiques pour le traitement phytosanitaire.

Les machines telles que les pulvérisateurs et les motopompes font aussi parties de leur outillage bien qu'ils restent un luxe pour un bon nombre d'agriculteurs vu leur prix sur le marché. Néanmoins ils les obtiennent soit en louant soit en demandant aux proches et amis. Il existe aussi des outils accessoires tels que les bottes, les gangs, les lunettes, le râteau et la brouette qui sont généralement détenus par les anciens employés de l'IRAD ou du ministère de l'agriculture et du développement rural.

**Tableau7 : Cout et types d'outils agricoles utilisés dans les bas-fonds du département du Mfoundi**

Matériels	Usage	Prix unitaire (FCFA)
<b>Outils de base</b>		
Houe	Labour, semis, désherbage	500-1000
Machette	Débroussaillage	1500-2000
Sac plastique	Transport	150-300
Hotte	Transport	1000-2000
<b>Outils du maraichage intensif</b>		
<b>Outils manuels</b>		
Seau	Transport d'eau	1000-1500
Arrosoir	Irrigation manuel	4500-6000
Bouteille en plastique	Traitement phytosanitaire	25-100
<b>Machine</b>		
Pulvérisateur	Traitement phytosanitaire	20000-40000
Motopompe	Irrigation mécanique	75000-150000
<b>Matériels accessoires</b>		
Bottes	Protection des pieds	4500-5000
Gangs	Protection des mains	1000-1500
Lunettes	Protection des yeux	1500-5000
Brouette	Transport	25000-45000
Râteau	Nettoyage	1500-2000

**Source** : enquêtes de terrain, 2021.

## CONCLUSION

En définitive, il était question pour nous de présenter les Atouts agricoles du département du Mfoundi. Les bas-fonds dans cette localité servent à la fois de zone industrielle, de zone résidentielle et de zone agricole. Les bas-fonds agricoles qui nous intéressent le plus sont repartis en deux grands ensembles (les bas-fonds aménagés et les bas-fonds non aménagés). Il est à noter que dans les bas-fonds non aménagés l'agriculture est dédiée à l'autoconsommation. Dans les bas-fonds aménagés l'agriculture est professionnelle et tournée vers la vente. Ce département subit la variabilité climatique depuis plusieurs années d'où l'analyse de cette variabilité dans ce dit département.



**CHAPITRE II :**  
**LA VARIBILITE CLIMATIQUE : UNE EVIDENCE DANS LE**  
**DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 A 2019**

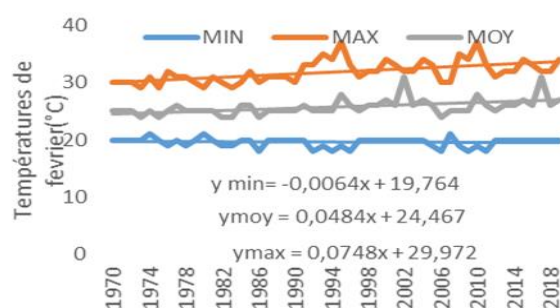
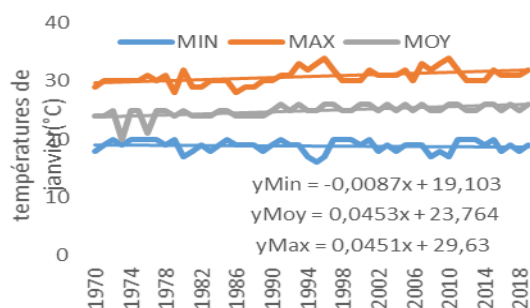
## INTRODUCTION

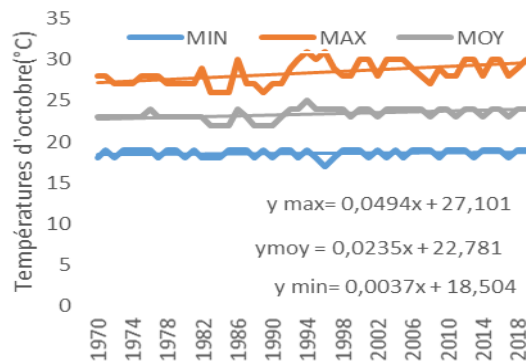
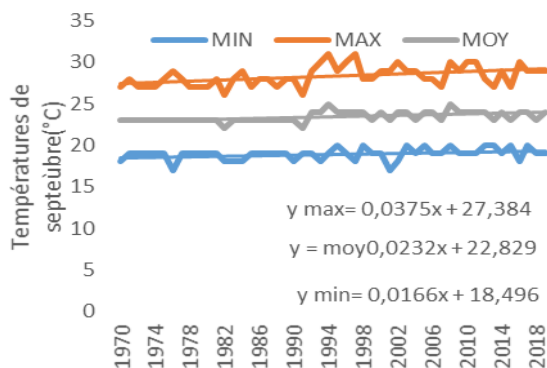
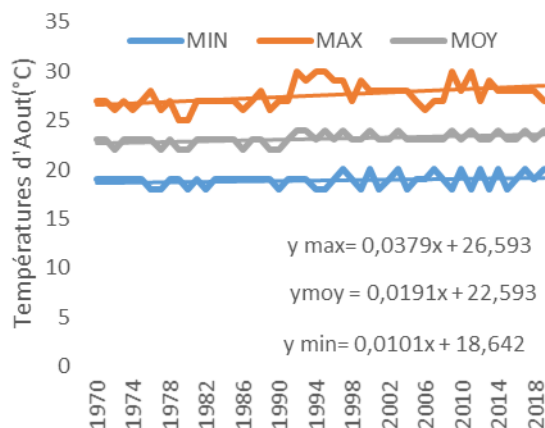
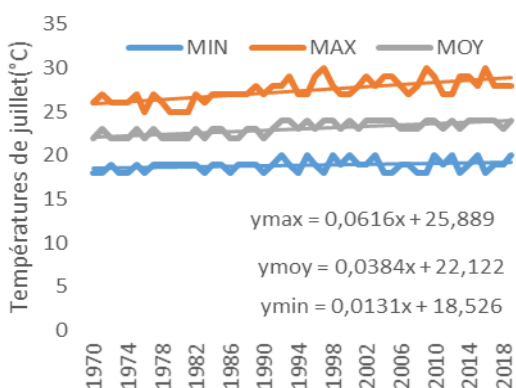
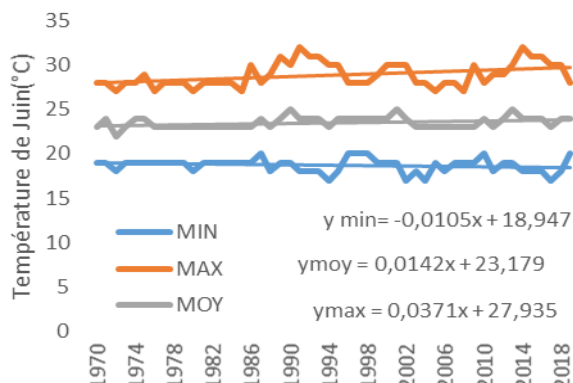
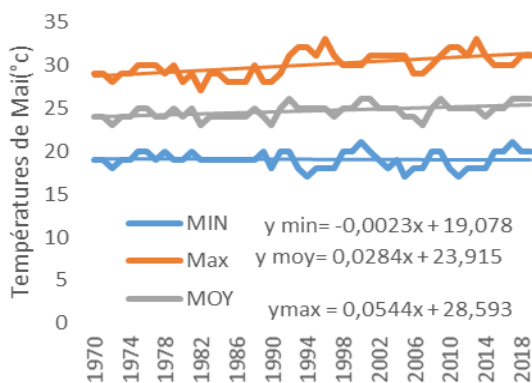
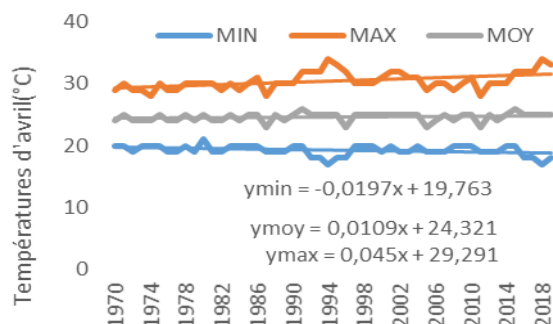
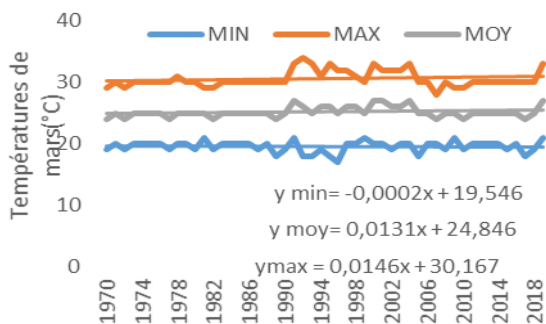
Dans ce chapitre intitulé « la variabilité climatique : une évidence dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019 », il sera question pour d'analyser les températures et la pluviométrie de Yaoundé dans cette période. Notre analyse est axée sur deux grandes parties. La première porte sur l'évolution des températures (mensuelles, annuelles et saisonnières). La deuxième partie porte sur l'analyse de la pluviométrie (mensuelle, annuelle et saisonnière). Notre analyse va également s'intéresser à la date des débuts, de la fin des pluies et des trous pluviométriques. Nous ne saurons terminer cette analyse sans toutefois étudier les régimes pluviométriques de Yaoundé.

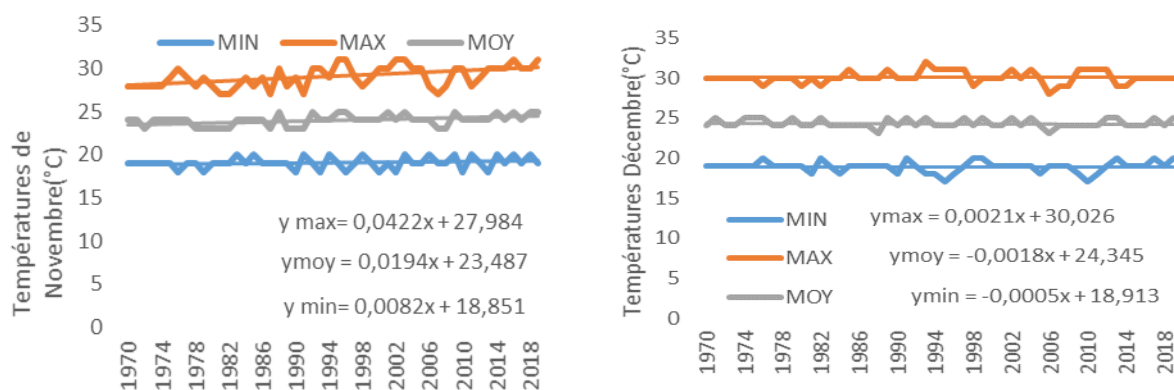
### I. EVOLUTION DES TEMPERATURES DANS LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 A 2019.

#### I.1 Évolution des températures mensuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

La figure 17 montre une hausse graduelle des températures sur les 12 mois de l'année. Cette évolution varie cependant d'un mois à un autre. Les mois de Juillet, Septembre, Octobre et Novembre connaissent une augmentation beaucoup plus importante que ceux de janvier, février, mars, avril, mai, juin, août et décembre. D'une manière générale cette augmentation de la température mensuelle a connue deux phases dont la plus importante entre 1995 à 2019. Sur les 12 mois de l'année, 06 mois (Janvier, Février, Mars, Avril Mai et Juin) présentent une nette diminution des minimas et, les 06 autres mois (Juillet, Août, Septembre, Octobre, Novembre et Décembre) sont en augmentation. Les maximas de température présentent une situation toute autre. Sur les 12 mois observés, 11 sont en nette augmentation et, seul le mois de Décembre présente des maximas en diminution. Les figures ci-dessous illustrent l'évolution des températures mensuelles à la station de Yaoundé de 1970 à 2019.







**Figure17 : évolution des températures mensuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Source : Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD.

### **I.2 Évolution des températures mensuelles moyennes dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Comme l'indique le tableau 7, à l'exception du mois de Février qui enregistre les plus fortes températures ( $25,7^{\circ}\text{C}$ ), et du mois de Juillet qui est le plus froid ( $23,10^{\circ}\text{C}$ ), la température mensuelle moyenne reste presque constante avec une faible amplitude thermique à Yaoundé tout au long de l'année. La moyenne mensuelle est de  $24^{\circ}\text{C}$  et son amplitude thermique est de  $2,6^{\circ}\text{C}$  entre 1970 et 2019.

**Tableau 8 : Évolution des températures mensuelle moyenne dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Mois	Jan	Fév.	Mr	Av	Mai	Juin	Juil.	At	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
Moy	24.76	25.7	25.48	24.98	23.55	23.82	23.10	23.12	23.40	23.69	24.12	24.29

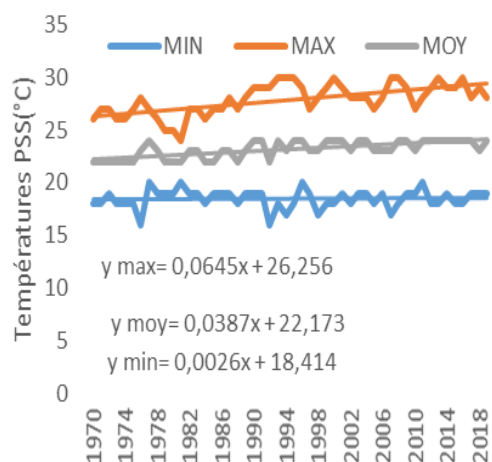
Source : Eba Vanessa 2021 : tableau élaboré à partir des données du DNM et de l'IRD

### **I.3 Évolution des températures pendant les saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

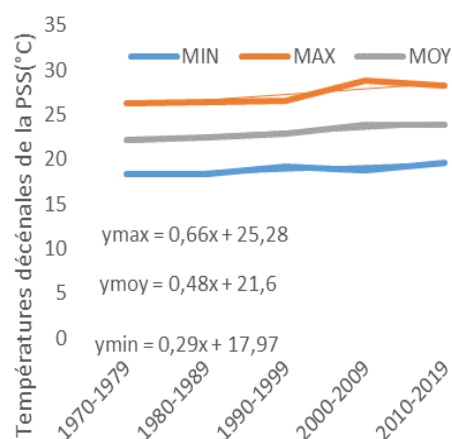
#### **I.3.1. Évolution des températures pendant les petites saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

D'après la figure 18, les petites saisons sèches présentent une augmentation générale des températures maximales et minimales de 1970 à 2019. Cette augmentation est plus accentuée sur la période 1995 à 2019, avec une moyenne saisonnière de  $26,4^{\circ}\text{C}$ , soit une augmentation de  $1,7^{\circ}\text{C}$  par rapport à la période 1970-1994.

L'observation des décennies montre que cette augmentation est surtout observée à la troisième décennie pour les températures maximales et minimales. A la quatrième décade, on observe une chute des minimales qui remontent à la cinquième décade. Contrairement à cela, les maximales continuent leur remontée et, ne connaissent une légère chute qu'à la cinquième décennie confer figure 19.



**Figure 18 : évolution des températures pendant les petites saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**



**Figure 19: évolution décennale des températures pendant les petites saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD.

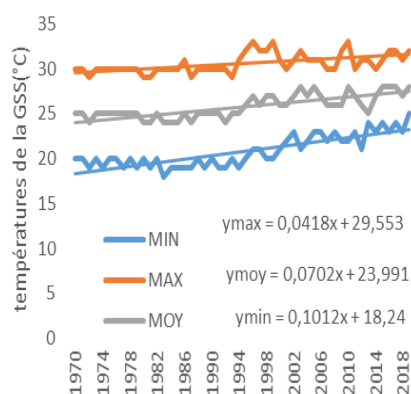
De manière générale, les températures des petites saisons sèches sont à la hausse avec une moyenne de 23, 34°C. Cette hausse des températures pendant les petites saisons sèches favorise la mise en place progressive des cellules de basses pressions c'est-à-dire crée graduellement les mouvements ascendants de l'air source d'abondantes pluies enregistrées pendant les petites saisons sèches.

### **I.3.2. Évolution des températures pendant les grandes saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

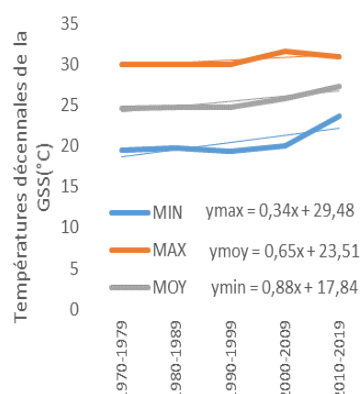
Pendant la grande saison sèche à la station de Yaoundé de 1970 à 2019, les températures maximales et minimales augmentent progressivement voir figure 20. La moyenne saisonnière est de 24,93°C, avec des minimas qui atteignent 20,7°C et des maximas de 30,6°C. La période 1995 à 2019 a été pour beaucoup à l'augmentation générale des températures à la station de Yaoundé. La moyenne des maximas atteint 31,3°C, alors que celle des minimas est de 21,9°C, soit une augmentation des maximas de 2,3°C et celle des minimas de 1,3°C par rapport à la

période 1970 à 1994. La période 1995 à 2019 a été la plus considérable avec des maxima très élevés et des minima très bas. L'écart entre maxima et minima est de 12°C en moyenne au cours de cette période.

Une analyse de l'évolution des décennies confirme une diminution des températures minimales et maximales à la deuxième et troisième décennie. Celles-ci remontent à la quatrième et cinquième décennie comme l'indique la figure21.



**Figure 20 : Évolution des températures pendant les grandes saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**



**Figure21: évolution décennale des températures pendant les grandes saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**

**Source :** Eba Vanessa 2021 : figures élaborées à partir des données du DNM et de l'IRD.

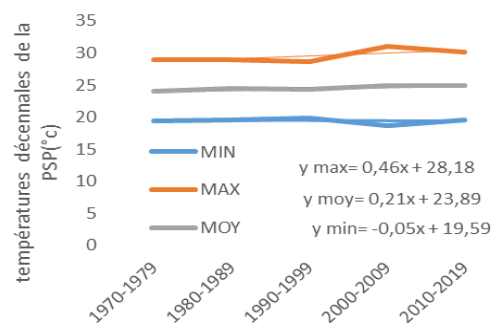
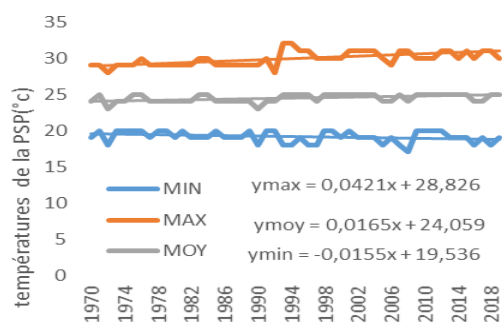
Les températures des grandes saisons sèches sont à la hausse avec une moyenne de 24,93°C. La conséquence de cette hausse des températures peut conduire à un assèchement progressif de l'air. D'où nous pouvons relever la diminution de la pluviométrie en dépit de quelques mois par fois humides ou caractérisés par d'abondantes pluies.

### **I.3.3. Évolution des températures pendant les saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

#### **I.3.3.1 Évolution des températures pendant les petites saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Comme l'indique la figure 22 les petites saisons de pluie présentent une distribution controversée. Pendant que les maxima sont en augmentation, les minima sont en diminution. Cela est confirmé par les équations de trends. La moyenne des maxima est de 29,8°C, alors que celle des minima est de 19,4°C. La période 1995 à 2019 est la plus chaude avec une moyenne annuelle des maxima de 30,8°C, et celle des minima de 19,2°C, soit un écart de 11,6°C entre maxima et minima. L'année 1984 qui est particulière enregistre une baisse simultanée des températures maxima et minima. A l'opposé de cela, la période 1970 à 1995

présente une forte augmentation des températures maxima, soit  $0,7^{\circ}\text{C}$  par rapport à la moyenne annuelle pendant que les minimas connaissent une chute ( $0,6^{\circ}\text{C}$  par rapport à la moyenne annuelle). L'évolution des températures par décennies montre une augmentation des maximas perceptible à partir de la quatrième décennie, puis une légère baisse à la cinquième décennie. Les minimas par contre sont en chute permanente de la deuxième à la quatrième décennie confer figure 23.



**Figure 22 : évolution des températures pendant les petites saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

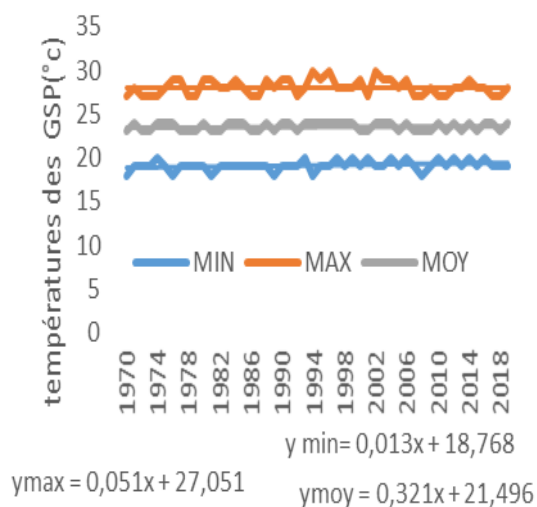
**Figure 23: Evolution Décennale des températures pendant les petites saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

**Source :** Eba Vanessa 2021 : figures élaborées à partir des données du DNM et de l'IRD

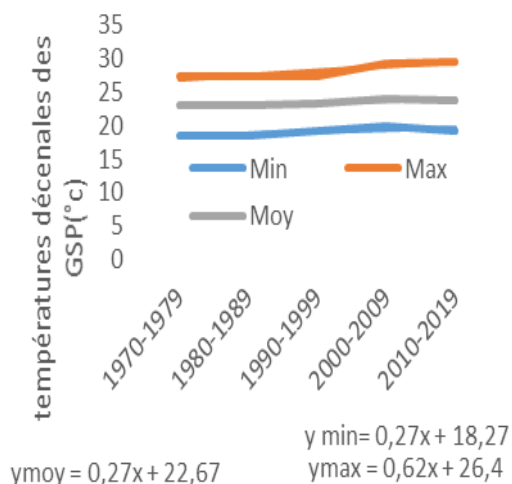
De manière générale, les températures des petites saisons de pluie sont à la hausse avec une moyenne saisonnière de  $24,67^{\circ}\text{C}$ .

### **I.3.3.2. Évolution des températures pendant les grandes saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

La figure 24 montre qu'il fait de plus en plus chaud pendant les grandes saisons de pluie à la station de Yaoundé sur la période de notre d'étude. La moyenne saisonnière est de  $23,73^{\circ}\text{C}$ , avec une moyenne des minimas de  $18,9^{\circ}\text{C}$  et des maximas de  $28,2^{\circ}\text{C}$ . Cette légère augmentation est surtout le fait de la période 1995 à 2019 qui présente une augmentation des maximas de  $1,5^{\circ}\text{C}$  et de  $0,1^{\circ}\text{C}$  des températures minimales par rapport à la période 1970 à 1994. Une analyse de l'évolution des décennies montre à la figure 25 une augmentation permanente des températures est surtout le fait des maximas qui connaissent une ascension à partir de la troisième décennie. Celle-ci va se prolonger jusqu'à la cinquième décennie, alors que les minimas semblent toutes constants sur les cinq décennies observées.



**Figure 24 : Évolution des températures des grandes saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

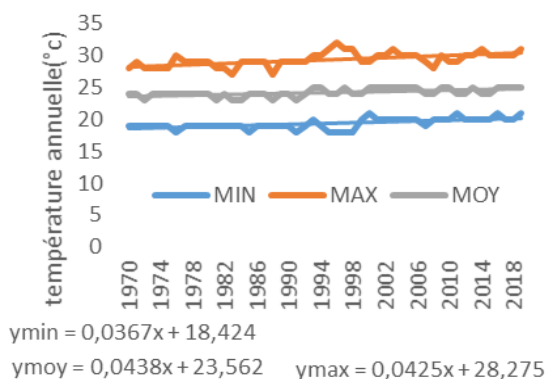


**Figure25 : Évolution décennale des températures des grandes saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

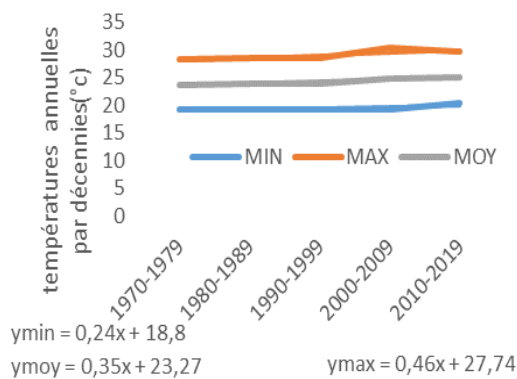
Source : Eba Vanessa 2021 : figures élaborées à partir des données du DNM et de l'IRD.

**I.3.3.3. Évolution des températures annuelles et décennales dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

A l'échelle annuelle, les températures moyennes ont progressé à la station de Yaoundé entre 1970 et 2019 comme l'indique la figure 26. Cette augmentation est autant valable pour les températures maximales que pour les minimales. La moyenne annuelle est de 24,45°C, avec des maximales de 29,3°C et des minimales de 19,6°C. L'augmentation observée est surtout dû à la période 1995-2019 qui enregistre des surplus de 1,7°C pour les températures maximales et de 0,5°C pour les minimales par rapport à la période 1970 à 1994.



**Figure 26 : Évolution des températures annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**



**Figure 27 : Évolution décennale des températures Annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**



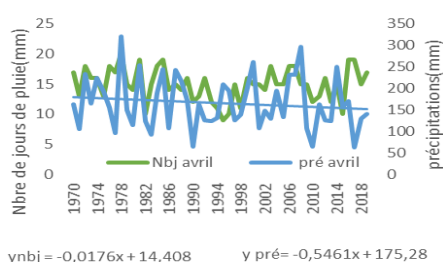
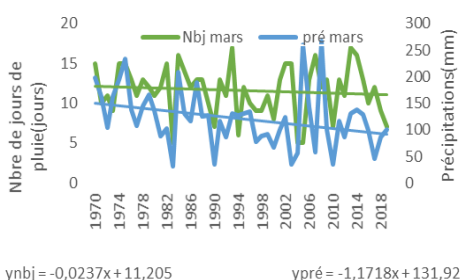
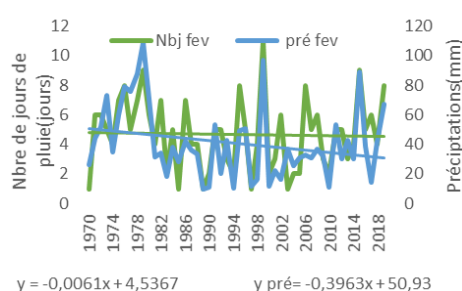
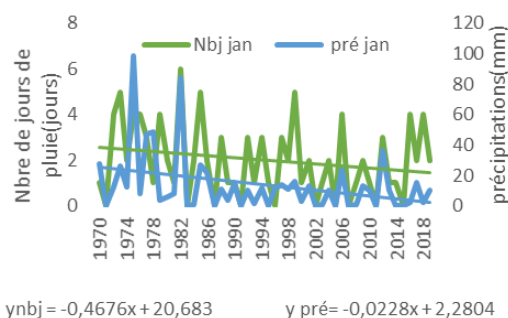
**Source** : Eba Vanessa 2021 : figures élaborées à partir des données du DNM et de l'IRD.

L'évolution des températures à la station de Yaoundé est surtout occasionnée par les fortes chaleurs des maximales enregistrées les quatrièmes et cinquièmes décennies, entre 1995 et 2019. Les minimas au contraire sont stables de la première à la troisième décennie, elles ne connaissent un sursaut qu'à la cinquième décennie (fig.27).

## II. EVOLUTION DE LA PLUVIOMETRIE DANS LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 A 2019.

### II.1. Évolution de la pluviométrie mensuelle et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

En observant la figure 28 qui montre l'évolution de la pluviométrie et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. On constate qu'il n'y a presque pas de mois sans pluie. L'analyse des équations de trends mensuelles des précipitations et du nombre de jours de pluie permet de distinguer trois groupes de variables. Dans le premier groupe, les précipitations et le nombre de jour des pluies sont tous deux en diminution. Ce groupe concerne les mois de Janvier, Février, Mars, Avril, Mai, Septembre, Octobre, Novembre et Décembre. Dans le deuxième groupe, les précipitations sont en augmentation pendant que le nombre de jour des pluies est en diminution. Ce cas est observable aux mois de Juin et de Juillet. Le troisième groupe qui n'est identifié qu'au mois d'Août, concerne le cas où les précipitations et le nombre de jours de pluie sont tous deux en augmentation sur la période d'étude.





**Figure 28 : évolution de la pluviométrie mensuelle et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD.

D'une manière générale les mois de janvier, février, mars, avril, mai, juin et octobre enregistrent une baisse de la pluviométrie et une augmentation du nombre de jours de pluie. Les mois de juillet, aout, septembre novembre et décembre par contre enregistrent une hausse de la précipitations et ainsi que du nombre de jours de pluies.

### **II.1.1. Évolution des moyennes de la pluviométrie mensuelle et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Le tableau 8 met en exergue l'évolution de deux variables pluviométriques (les précipitations et le nombre de jours de pluie). A l'échelle mensuelle moyenne, les précipitations et le nombre de jours de pluies évoluent au même rythme. Ici, on peut observer que les mois les plus arrosés enregistrent également le nombre de jours de pluies le plus élevé. C'est le cas des mois de septembre et octobre qui enregistrent respectivement une moyenne mensuelle de 229,69mm de pluies pour une moyenne de 20,3 jours de pluie. Le mois d'Octobre enregistre une moyenne mensuelle de 292,97mm de pluie pour une moyenne de 21,92 jours de pluie. Il est ainsi le mois le plus arrosé à la station de Yaoundé. Les mois les moins arrosés enregistrent aussi le moins de jours de pluie. C'est le cas des mois de décembre, janvier et février. De ces trois mois, le mois de janvier est le moins arrosé à la station de Yaoundé avec une moyenne mensuelle de 20,33mm de pluie et 2,02 jours de pluie.

**Tableau 9: Évolution des moyennes de la pluviométrie mensuelle et du nombre de jours de pluies dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

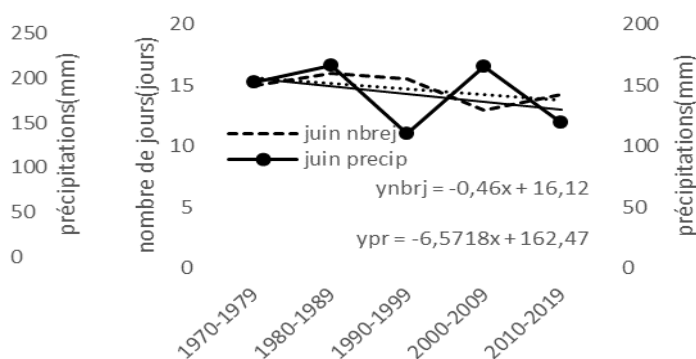
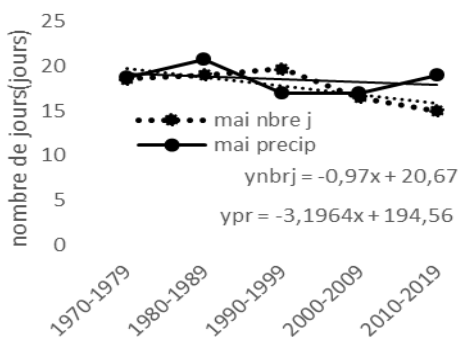
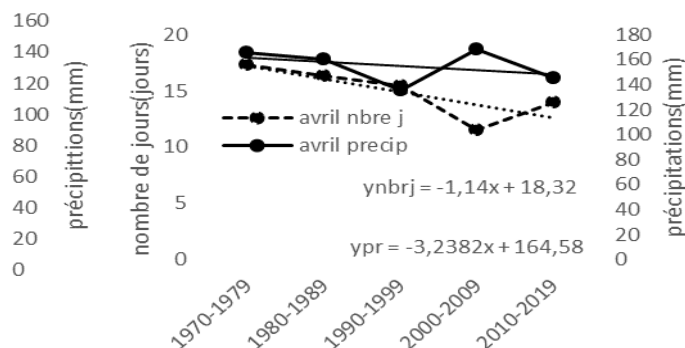
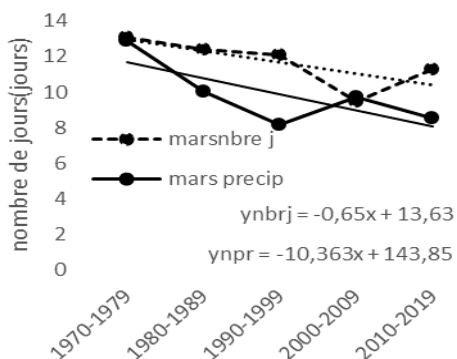
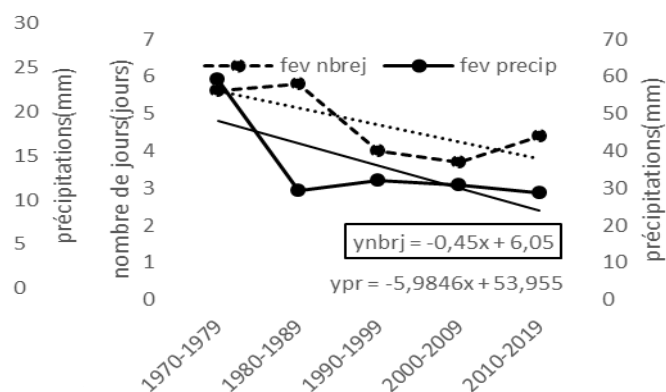
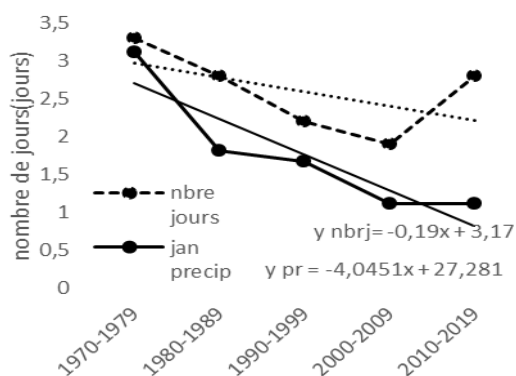
Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Jour(j)	2,02	4,56	11,24	14,58	17,56	15,08	10,58	12,1	20,3	21,92	11,72	3,86
P(mm)	20,3	50,59	131,6	175,01	200,47	160,95	82,81	110,79	229,69	292,97	100,4	22,00

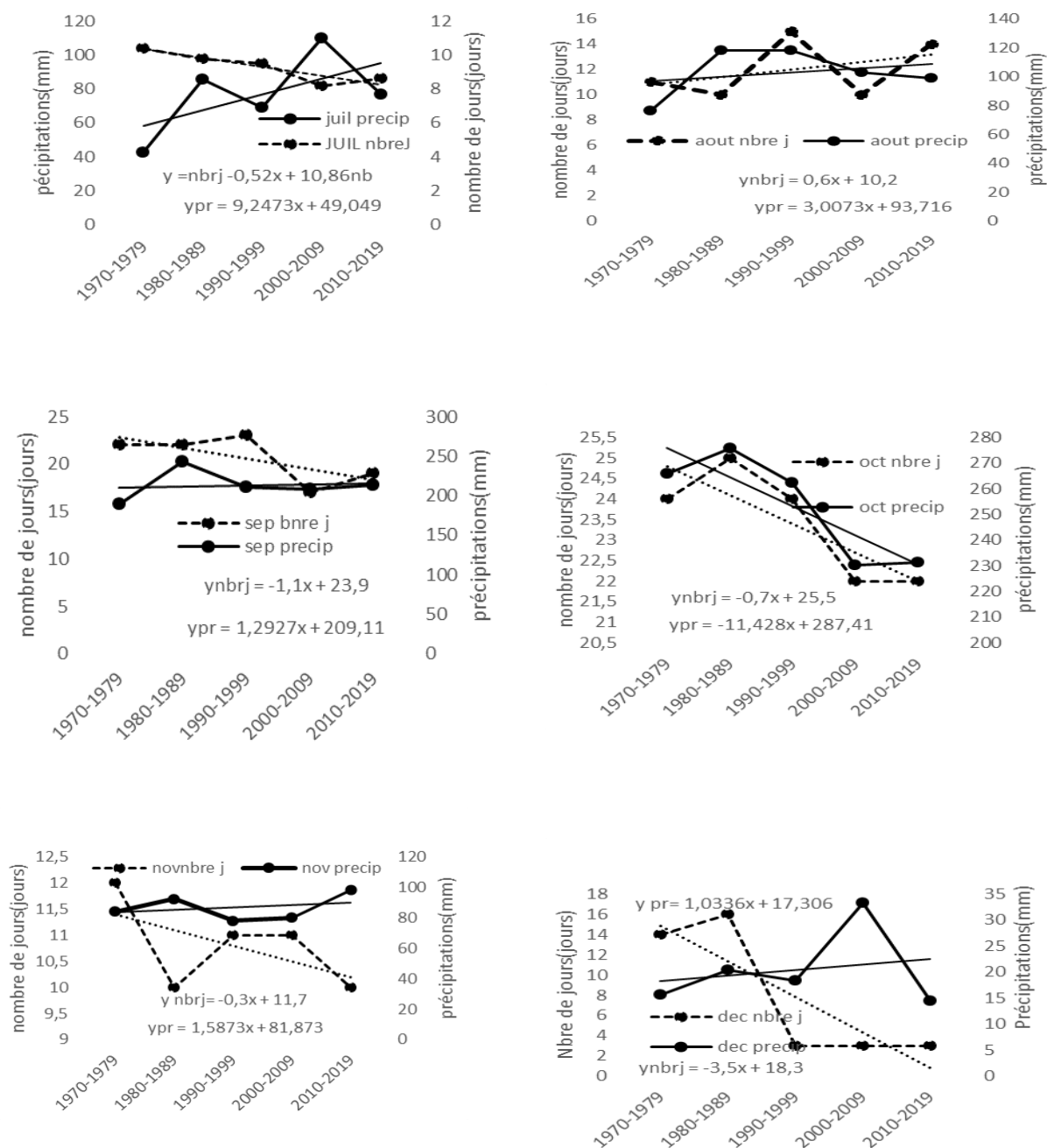
**Source :** Eba Vanessa 2021 : tableau élaboré à partir des données du DNM et de l'IRD

### **II.1.2. Evolution décennale des précipitations mensuelles et du nombre jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

La distribution par décennies révèle que la baisse générale de la pluviométrie observée aux mois de Janvier, Février et Mars est surtout influencée par la forte chute observée à la troisième, quatrième et cinquième décennie pour les précipitations et à la deuxième, troisième et quatrième décennie pour le nombre de jours de pluie, confer figure 29. Cette figure montre que l'augmentation des précipitations aux mois de Juin et de Juillet est surtout le fait d'un fort arrosage observé à la troisième et à la quatrième décennie. Le nombre de jours de pluie en chute

aux mois de Juin et de Juillet a pris de l'ampleur la deuxième, troisième et quatrième décennie. Les mois d'Octobre et de Novembre connaissent une baisse des deux variables pluviométriques, occasionnée par la forte baisse des précipitations à la deuxième et à la quatrième décennie. Le nombre de jours de pluie en chute sur les deux mois sera le plus influencé par la forte diminution enregistrée à la quatrième et la cinquième décennie. Les mois de Septembre et de Décembre présentent une évolution semblable, avec une chute des précipitations à la deuxième et à la quatrième décennie et une chute du nombre de jours de pluies à la quatrième et à la cinquième décennie.





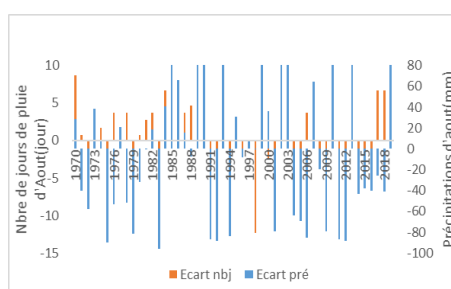
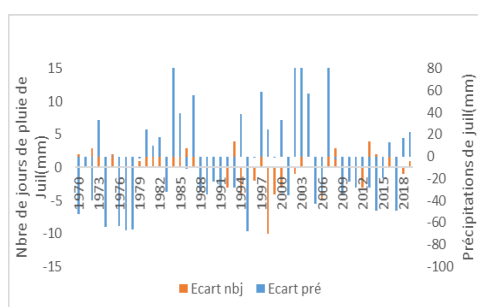
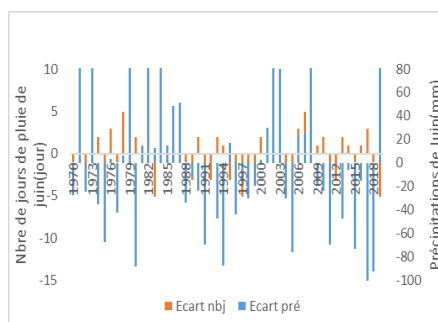
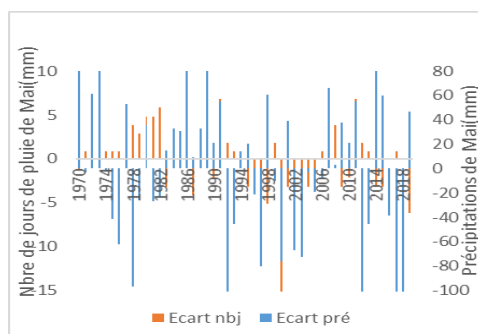
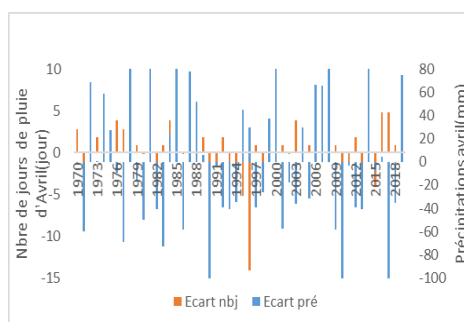
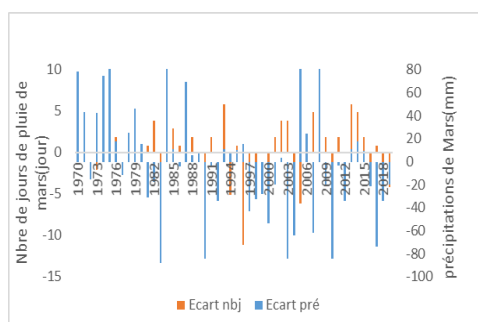
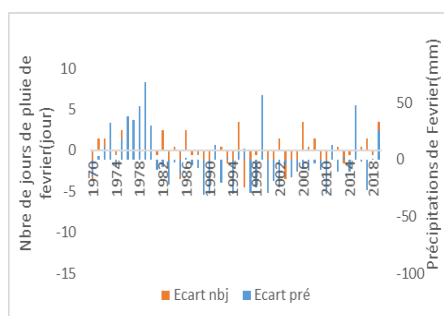
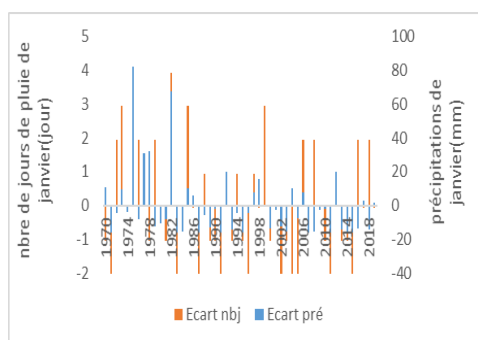
**Figure 29 : évolution décennale des moyennes des précipitations et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

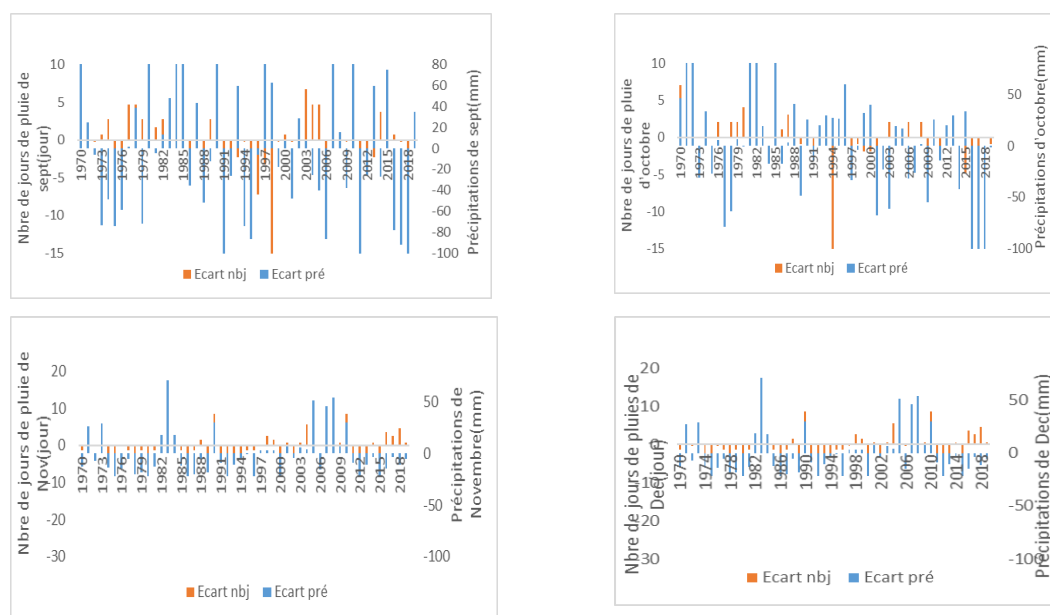
Source : Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD.

### II.1. 3. Ecart à la moyenne des précipitations mensuelles et du nombre de jours de pluies.

Les écarts à la moyenne des précipitations et du nombre de jours de pluie permettent de déceler les mois excédentaires et déficitaires. La figure 30 laisse paraître deux tendances. La première concerne les mois déficitaires. Il s'agit des mois de janvier, février, mars, avril, mai,

septembre, octobre, novembre et décembre. La deuxième tendance concerne les mois hausse. Il s'agit des mois des mois de juin, juillet et Août.





**Figure 30 : Ecart à la moyenne des précipitations et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD

De manière général, les précipitations et le nombre de jours de pluie sont à la baisse au regard des déficits enregistrés au mois de Janvier, Février, Mars, Avril, Mai, Septembre, Octobre, Novembre et Décembre bien qu'on note des mois excédentaires tels que Juin, Juillet et Août.

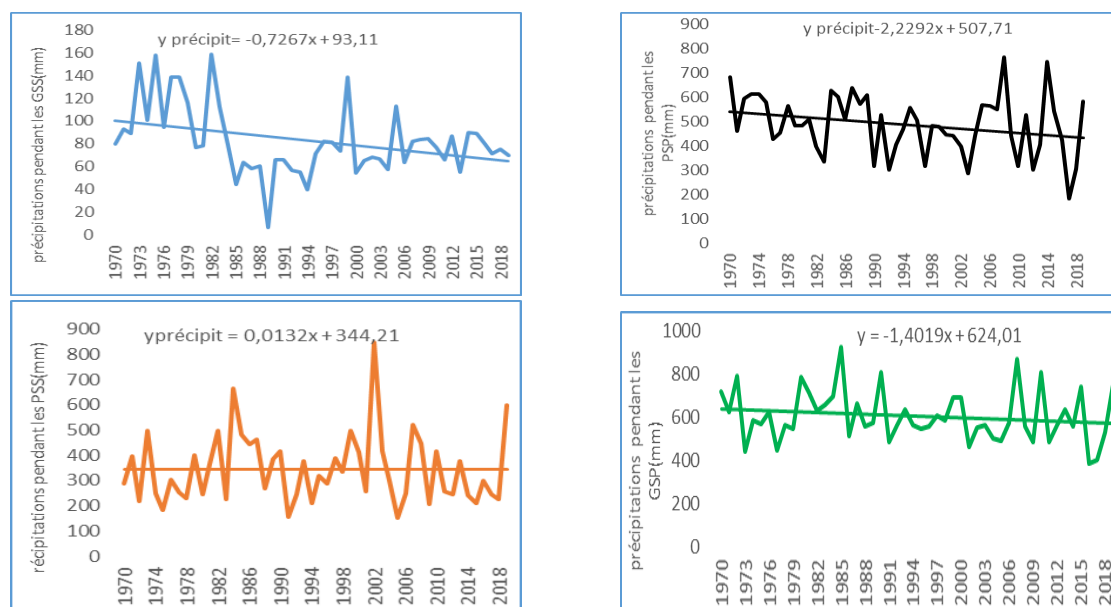
## II.2. Évolution de la pluviométrie pendant les saisons sèches et les saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

### II.2.1. Évolution des moyennes des précipitations pendant les saisons sèches et de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

La moyenne saisonnière des grandes saisons de pluie est de 623,07 mm de pluie et, l'année 2007 qui enregistre 869,2 mm de pluie est la plus arrosée, alors que l'année 2012 avec 384,8 mm de pluies est la moins arrosée. Une analyse de la distribution des précipitations montre que la période comprise entre 1995 à 2019 enregistre 2mm de pluie de moins que la période 1970 à 1994. La moyenne saisonnière des petites saisons de pluie est de 507 mm de pluie. L'année 1970 qui enregistre 683mm de pluie est la plus arrosée, alors que l'année 2003 qui n'enregistre que 287 mm de pluie est la moins arrosée. Deux périodes distinctes peuvent être observées dont la première entre 1970 et 1994 et la seconde période entre 1995 et 2019. La deuxième période enregistre 26 mm de pluie de moins que la période 1970 à 1994.

La moyenne des petites saisons sèches est de 354,5mm de pluie. L'année 1984 qui enregistre 849,4 mm de pluie est la plus arrosée, alors que l'année 2005 qui n'enregistre que

153,1mm de pluies est la moins arrosée. La moyenne des grandes saisons sèches est de 92,92 mm de pluie, avec l'année 1973 (158mm de pluies) considérées comme la plus arrosée pendant que l'année 1989 qui n'enregistre que 7 mm de pluies est la moins arrosée. La figure 31 ci-dessous montre l'évolution de la pluviométrie pendant les différentes saisons dans le département du Mfoundi.



**Figure 31 : Évolution de la pluviométrie pendant les saisons sèches et pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

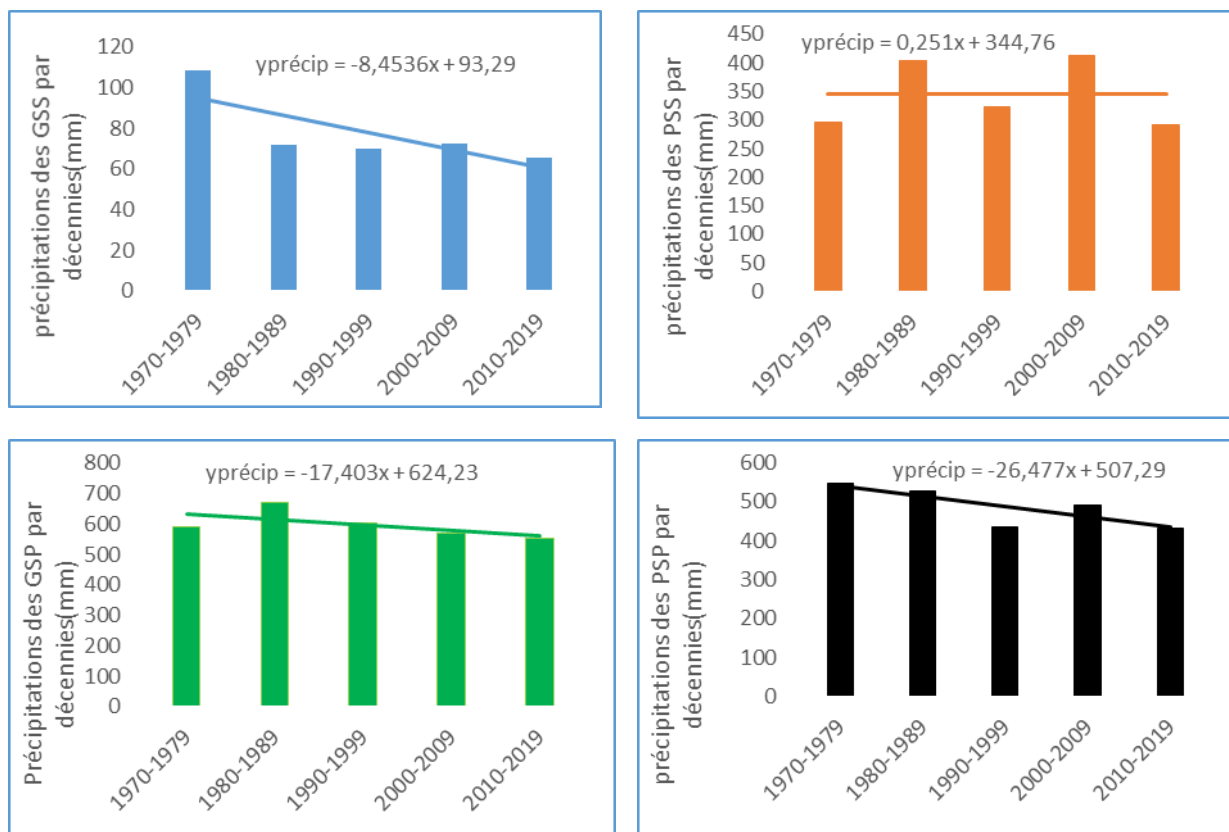
**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD.

L'évolution des précipitations sur les quatre saisons de l'année à la station de Yaoundé de 1970 à 2019 montre une forte irrégularité des précipitations d'une saison à l'autre. Les grandes saisons de pluie sont en légère diminution sur la période d'étude. Tout comme les grandes saisons, les petites saisons de pluie sont en nette diminution. Contrairement aux deux saisons des pluies en diminution, les petites saisons sèches sont en augmentation sur la période de l'étude. La grande saison sèche est en chute progressive.

### **II.2.2. Evolution décennale des moyennes des précipitations pendant les saisons sèches et de pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Au regard de la figure 32, les grandes saisons sèches connaissent une baisse de la pluviométrie sur les décennies deux, trois, quatre et cinq. Les grandes saisons de pluie enregistrent des baisses à leur première, troisième et cinquième décennie. Par ailleurs, les petites saisons de pluies enregistrent une baisse sur les trois dernières décennies. Les petites saisons sèches quant à elles enregistrent des hausses à sa deuxième et quatrième décennie.





**Figure 32 : Evolution décennale des moyennes des précipitations pendant les saisons sèches et de pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

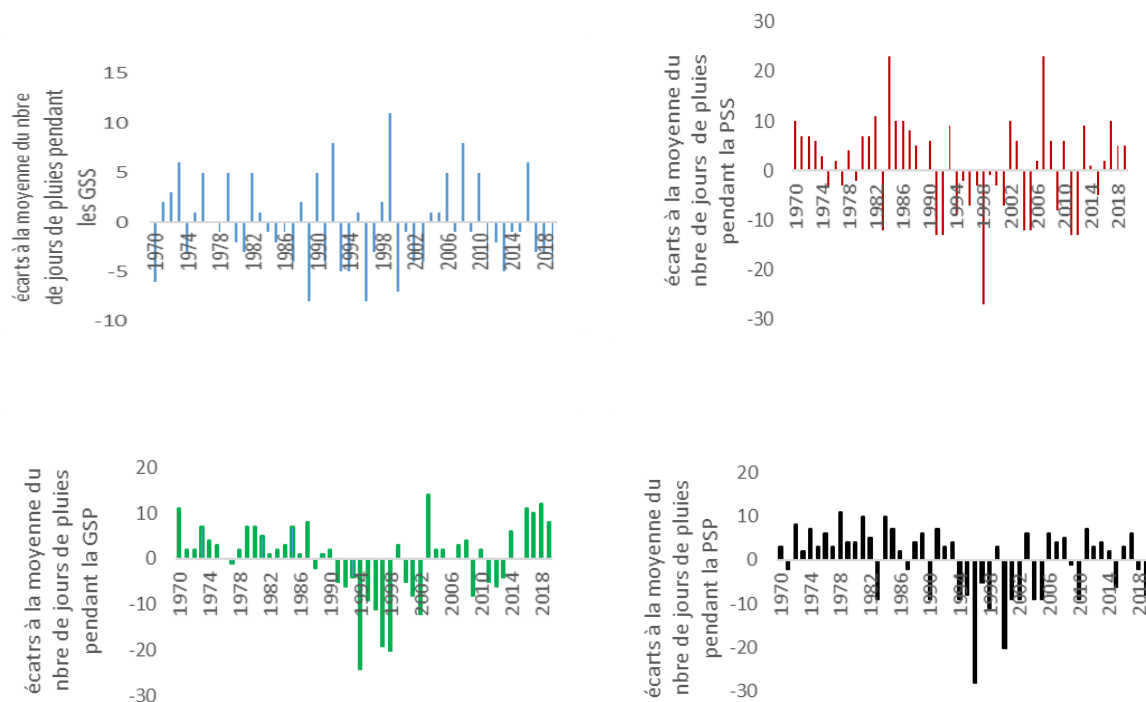
**Source :** figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD par Eba Vanessa, 2021

L'étude décennale des moyennes des précipitations décelent une baisse de la pluviométrie pendant les saisons de pluies et la grande saison sèche. Seule la petite saison sèche est à la hausse. Cette baisse est très accentuée pendant la grande saison sèche et légère pendant les saisons de pluie.

### II.2.3. Écarts à la moyenne des précipitations pendant les saisons sèches et les saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

La figure 33 représente les écarts à la moyenne des précipitations pendant les quatre saisons de chaque année de notre période d'étude. Il ressort ici que :

- 24 années sont excédentaires pendant les grandes saisons de pluie et 26 années déficitaires ;
- 27 années excédentaires pendant les petites saisons sèches et 23 années déficitaires ;
- 22 années excédentaires pendant les petites saisons de pluie et 28 années déficitaires ;
- 18 années excédentaires pendant les grandes saisons sèches et 32 années déficitaires.



**Figure 33: Écart à la moyenne des précipitations pendant les saisons sèches et les pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

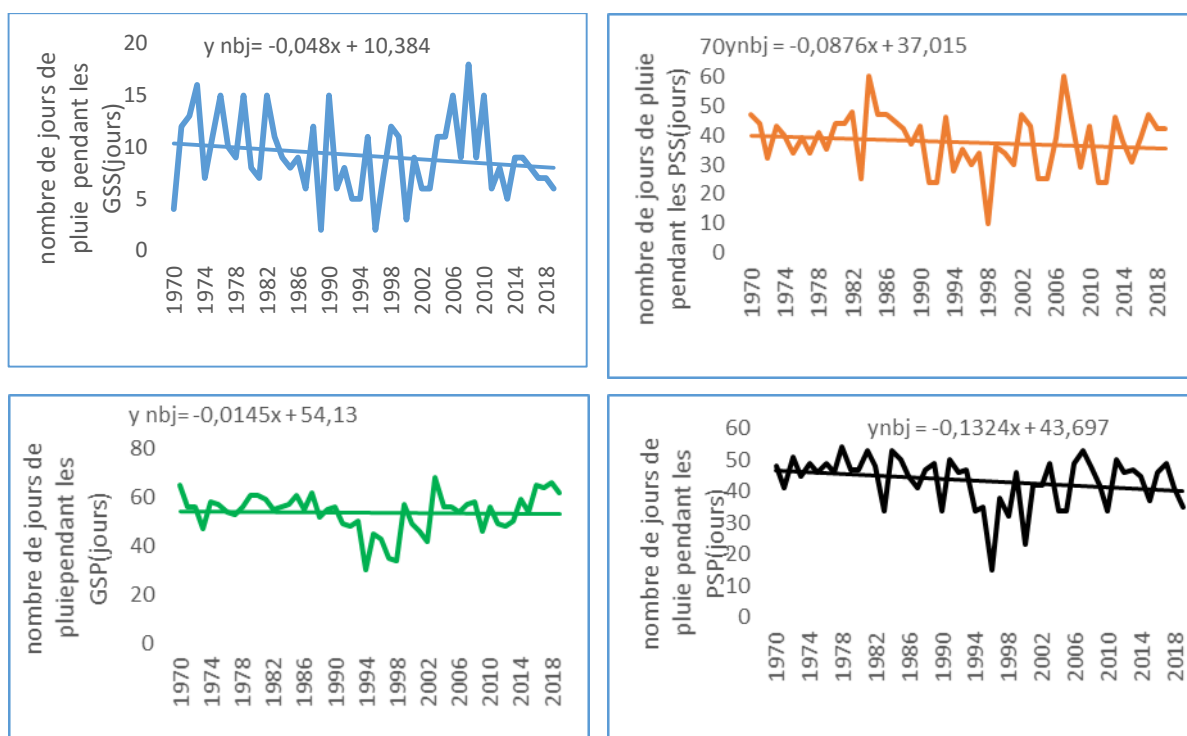
**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD

Au regard du nombre d'années déficitaires, on peut conclure que les précipitations sont à la baisse pendant les grandes saisons de pluie, les petites saisons de pluies et les grandes saisons sèches. De ces trois saisons, les grandes saisons sèches connaissent une baisse significative car elles enregistrent 32 années déficitaires contre 18 excédentaires. Les petites saisons sèches quant à elles connaissent une augmentation des précipitations, car elles enregistrent 27 années excédentaires contre 23 années déficitaires.

## II.2.2. Évolution du nombre de jours de pluie pendant les saisons sèches et de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

### II.2.2.1. Évolution des moyennes du nombre de jour de pluie pendant les saisons sèches et de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

La Figure 34 montre l'évolution du nombre de jours de pluie par saison. La moyenne du nombre de jours de pluie par saison est de 37 jours pour les petites saisons sèches, de 54 jours pour les grandes saisons des pluies, de 10 jours pour la grande saison sèche et de 43 jours pour les petites saisons de pluie. Il ressort ici que les pluies sont de moins en moins étalées sur les quatre saisons de l'année sur la période d'étude.



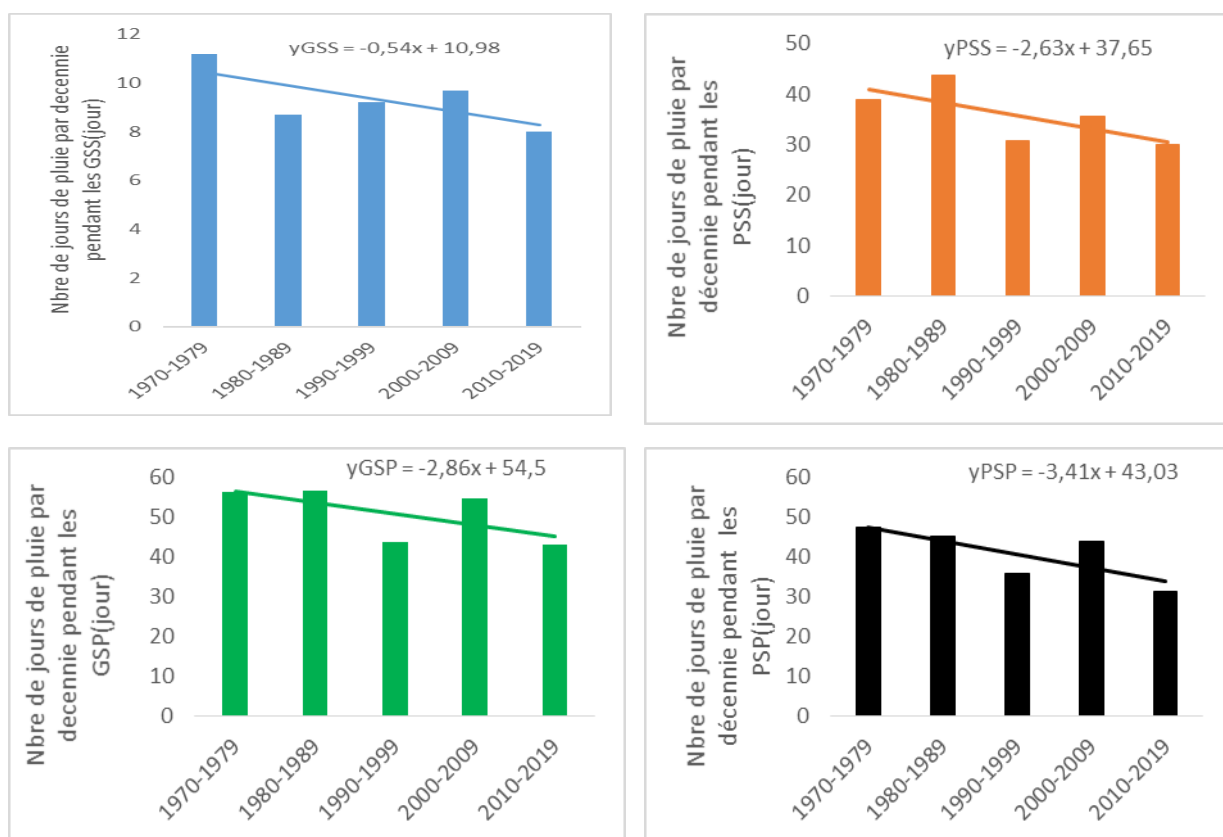
**Figure 34 : Évolution des moyennes du nombre de jour de pluie pendant les saisons sèches et de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**

**Source :** Eba Vanessa 2021 : figures élaborées à partir des données du DNM et de l'IRD

Le nombre de jours de pluie est en diminution sur les quatre saisons de l'année. La baisse la plus significative est celle de la grande saison sèche. La petite saison sèche et la petite saison de pluie et la grande saison de pluie connaissent des légères baisses.

#### **II.2.2.2. Evolution décennale des moyennes du nombre de jours de pluie pendant les saisons sèches et pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Sur les 50 années étudiées, nous constatons une baisse générale du nombre de jours de pluies. Ainsi, comme l'indique la figure 35, les grandes saisons sèches enregistrent une baisse du nombre de jours de pluies sur les trois dernières décennies. Les petites saisons sèches enregistrent une baisse du nombre de jours de pluie à la première décennie, et les trois dernières décennies. Les grandes saisons de pluie enregistrent une baisse sur ces trois dernières décennies. Les petites saisons de pluie enregistrent une baisse sur la troisième et la quatrième décennie.



**Figure 35 : Evolution décennale des moyennes du nombre de jour de pluie pendant les saisons sèches et pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD.

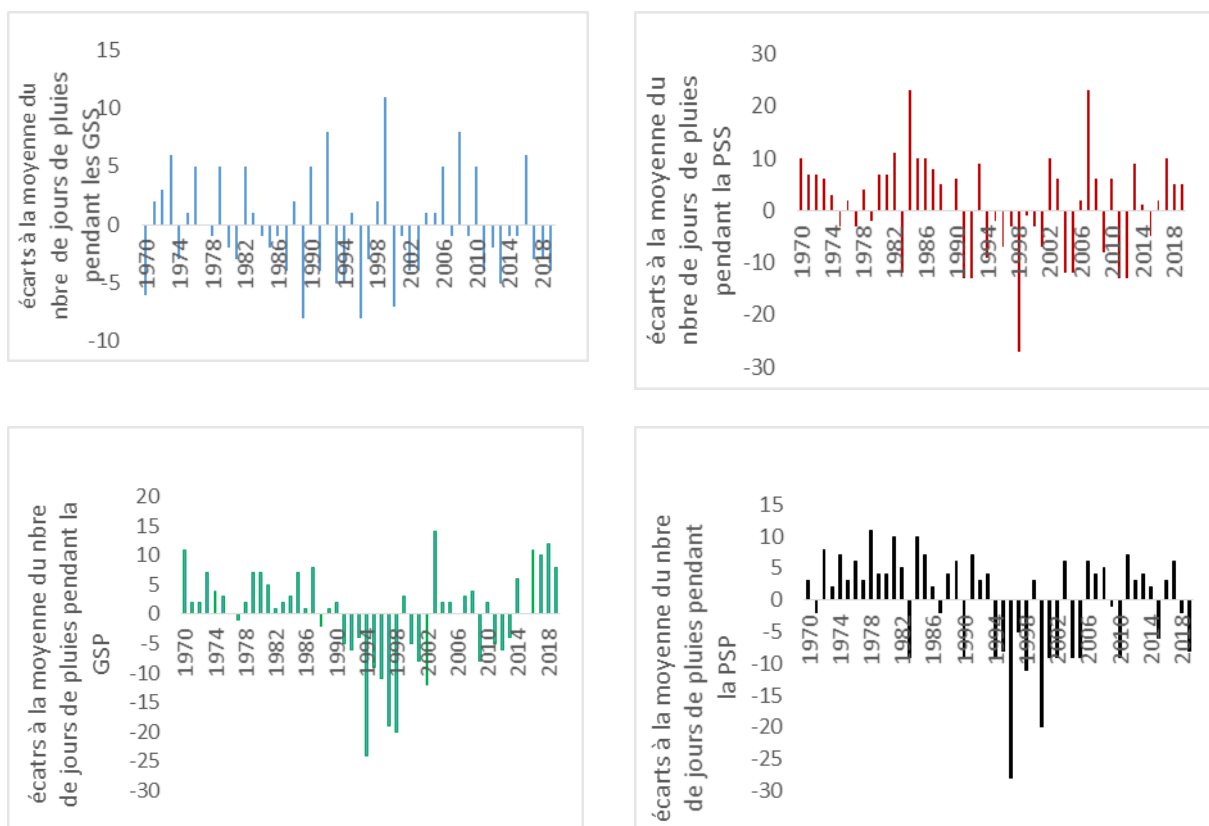
L'analyse décennale du nombre de jours de pluie révèle une baisse générale du nombre de jours de pluie sur les quatre saisons de notre période d'étude. Cette chute est très remarquable pendant les grandes saisons sèches qui enregistrent quatre décennies inférieures à la moyenne.

### II.2.2.3. Écarts à la moyenne du nombre de jours de pluie pendant les saisons sèches et pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

La figure 36 représente les écarts à la moyenne du nombre de jours de pluie sur les quatre saisons observées. La répartition du nombre de jours de pluie montre que :

- 20 années sont excédentaires pendant que 30 années sont déficitaires pendant les grandes saisons sèches ;
- 21 années sont excédentaires pendant que 29 années sont déficitaires pendant les petites saisons sèches ;
- 19 années sont excédentaires pendant que 31 années sont déficitaires pendant les grandes saisons de pluie ;

- 24 années sont excédentaires pendant que 26 années sont déficitaires pendant la saison de pluie.



**Figure 36 : Écarts à la moyenne du nombre de jours de pluies pendant les saisons sèches et pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

**Source :** Eba vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD.

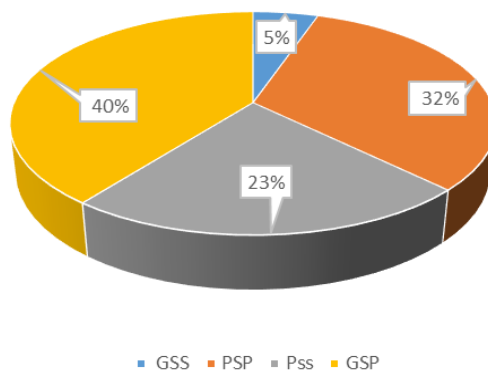
Les écarts à la moyenne du nombre de jours de pluie sont un indicateur de prédiction de la longueur des saisons sèches et de pluies. Sur les 50 années étudiées, on a observé que la saison sèche enregistre de moins à moins les précipitations. Les grandes saisons sèches sont alors de plus en plus sèches et étalées. Les saisons sèches connaissent alors de fortes pluies à un temps très réduit vu la baisse du nombre de jours de pluie.

### **II.2.3. Apport saisonnier des précipitations au volume des précipitations annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

#### **II.2.3.1. Moyennes de l'apport saisonnier des précipitations au volume des précipitations annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

L'apport saisonnier des précipitations représente la hauteur des pluies recueillies chaque saison sur le total annuel des précipitations. Elle est exprimée en pourcentage. En moyenne, sur notre période d'étude, la grande saison sèche apporte 5% au total des précipitations annuelles

et la petite saison sèche apporte 23%. La grande saison de pluie quant à elle apporte 40% et la petite saison de pluie 32%. Confer figure 47.



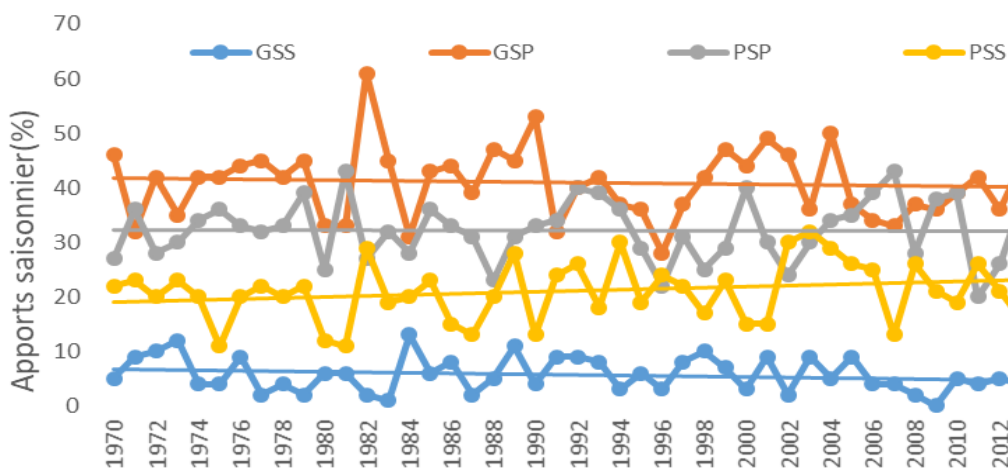
**Figure 37 : Moyennes de l'apport saisonnier des précipitations au volume des précipitations annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019,**

**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD

Ces moyennes ne sont pas statiques au fil du temps. Elles varient d'une année à une autre d'où l'analyse de l'évolution de l'apport saisonnier des précipitations au volume des précipitations annuelles.

### **II.2.3.2. L'analyse de l'évolution de l'apport saisonnier des précipitations au volume des précipitations annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

La figure 38 montre l'évolution de l'apport saisonnier des différentes saisons dans le volume total des précipitations annuelles. Au regard de cette figure, la grande saison de pluie connaît une baisse bien qu'elle ait eu un apport de 60% en 1981. La petite saison de pluie aussi enregistre une baisse malgré son record constaté en 2007 avec un apport de 45%. La grande saison sèche reste la plus déficitaire bien qu'elle ait eu un apport saisonnier de 15% en 1985. La petite saison sèche contrairement aux trois autres saisons connaît une augmentation progressive de son apport saisonnier malgré sa baisse connue en 1975 quand elle a enregistré un apport de 10%.



**Figure 38 : l'évolution de l'apport saisonnier des précipitations au volume des précipitations annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019,**

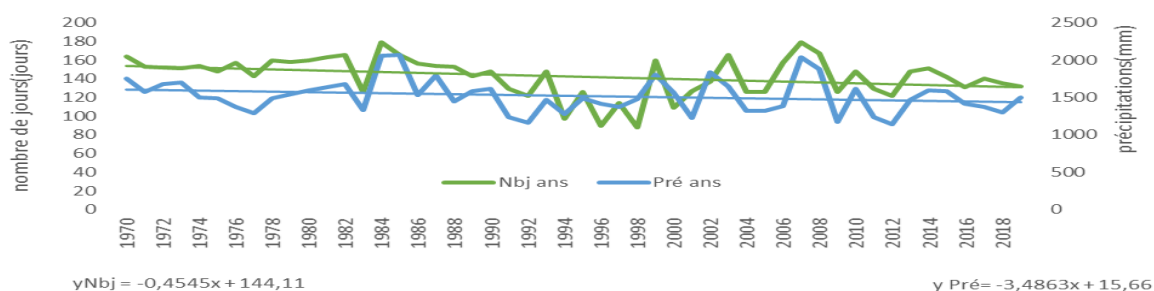
**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD.

Nous pouvons conclure que l'apport des précipitations des grandes saisons sèches, des grandes saisons de pluie et des petites saisons de pluie ont progressivement diminué. La baisse pendant les grandes saisons sèche reste considérable. Cette diminution de l'apport des précipitations des grandes saisons sèches au volume des précipitations annuelles indique que ces dernières sont de plus en plus déficitaires. L'apport saisonnier des petites saisons sèches contrairement aux trois autres saisons est en hausse.

### **II.3. Évolution de la pluviométrie annuelle et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

#### **II.3.1. Analyse des moyennes de la pluviométrie annuelle et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Le département du Mfoundi de 1970 à 2019 reçoit environ 1563,64 mm de pluie par an étalés sur 144 jours en moyenne comme l'indique la figure 39. D'une manière générale, les deux variables pluviométriques ont diminué sur la période d'étude. Cette baisse est confirmée par les trends des deux variables pluviométriques qui laissent croire que le nombre de jour de pluie diminue un peu plus que les précipitations enregistrées. L'année 1984 qui est la plus arrosée (2066mm) n'est pas plus étalée (166 jours) sur les 50 années de l'étude. Les années 1983 et 2007 enregistrent 177 jours de pluie chacune, par contre elles ne sont pas les plus arrosées de notre période d'étude. La distribution de la pluviométrie montre alors tantôt une évolution en phase tantôt une évolution en déphasage pour les deux variables pluviométriques.



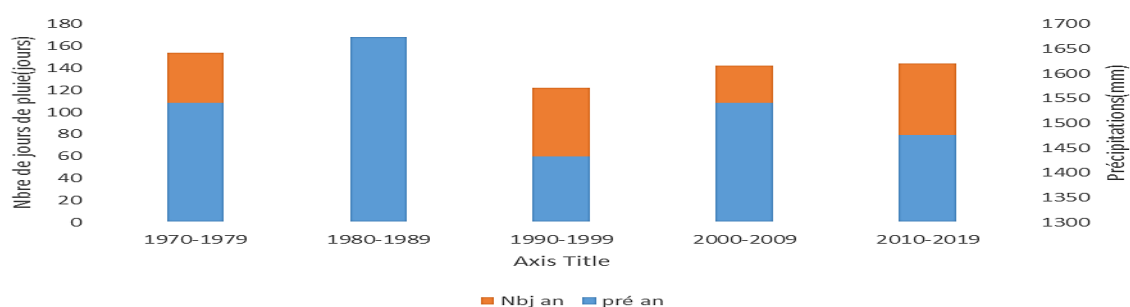
**Figure 39 : Evolution des moyennes des précipitations annuelles et nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD.

Les précipitations et le nombre de jour de pluie diminuent progressivement sur les 50 années de l'étude. Le nombre de jour de pluie diminue un peu plus que les précipitations enregistrées. Cela montre que dans l'assiette des précipitations annuelles, de très fortes pluies tombent sur une période de temps de plus en plus réduite. Ces pluies sont souvent génératrices de graves inondations et d'autres phénomènes tels que les érosions.

### II.3.2. Evolution décennale des précipitations moyennes annuelles et du nombre de jours des pluies dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

La figure 40 présente l'analyse de l'évolution décennale des précipitations et du nombre de jours de pluie. De cette analyse, il en ressort que la moyenne décennale n'est pas la même sur les cinq décennies. Ainsi, la deuxième décennie est la plus arrosée avec 1673,06mm et la troisième la moins arrosée avec 1432,64mm. Le nombre de jours de pluie connaît aussi une évolution similaire. Il enregistre 122 jours de pluie à sa troisième décennie et 154 Jours de pluie à sa première décennie.



**Figure 40 : Evolution décennale des précipitations moyennes annuelles et nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019,**

**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD.

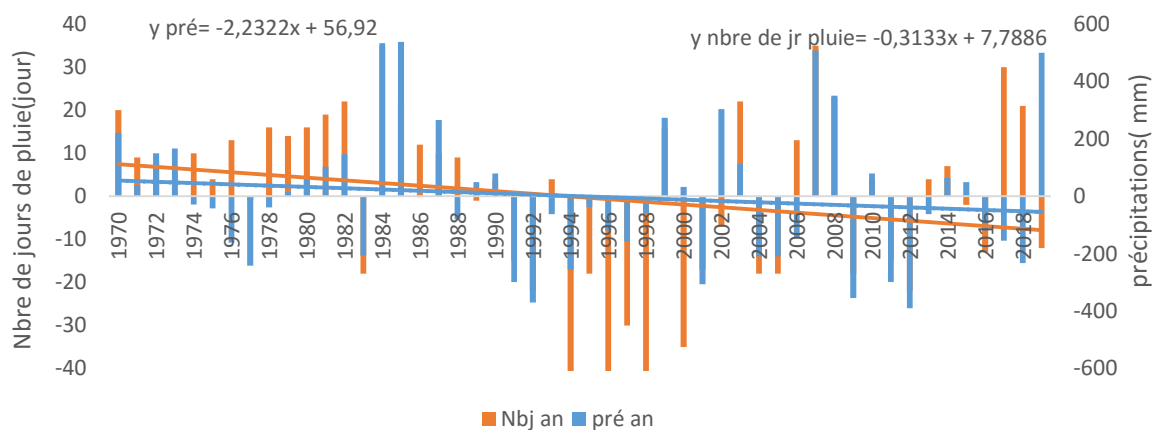
Selon l'évolution décennale, les précipitations et le nombre de jours de pluie sont à la baisse bien qu'on note certaines décennies qui enregistrent des moyennes élevées. Il est à noter que cette baisse est beaucoup plus ressentie à la deuxième séquence de notre période d'étude



(1995-2019) où les précipitations et le nombre de jours de pluies connaissent des décennies de plus en plus basses.

### II.3.3. Ecarts à la moyenne des précipitations annuelles et nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

Les écarts à la moyenne permettent de déceler les années sèches et les années humides. La figure 41 présente les écarts à la moyenne des précipitations et du nombre de jours de pluie annuels dans le département du Mfoundi. Selon cette figure, les précipitations enregistrent 22 années excédentaires et 28 années déficitaires. L'année la plus humide est 1984 avec un excédent de +488,36mm et la plus sèche est 1991 avec un déficit de -413,74mm. Quant au nombre de jours de pluie, notre période d'étude enregistre 23 années excédentaires contre 27 déficitaires. L'année 1993 enregistre un fort déficit (-47 jours) et 1983 un fort excédent (+35 jours).



**Figure 41 : Ecarts à la moyenne des précipitations annuelles et nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

**Source :** Eba vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD.

Au regard du nombre élevé des années sèches et de la diminution du nombre de jours de pluie nous pouvons affirmer que les précipitations et le nombre de jours de pluie sont à la baisse et que les années sont de plus en plus sèches. Les années les plus sèches se concentrent de plus en plus dans la deuxième séquence de notre période d'étude (1995-2019).

### II.4. Typologie et répartition des régimes pluviométriques observés dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

Au regard du tableau 9, le département du Mfoundi enregistre trois types de régimes pluviométriques inégalement répartis. A savoir le régime monomodal, le régime bimodal et le régime trimodal. De ces trois régimes, le régime bimodal est dominant et compte 35 années sur les 50 étudiées. L'année la plus arrosée de ce régime est 1984 avec 2066,1mm de pluies, la

moins arrosée est 2001 avec 1206,3mm de pluies. Ce régime est suivi du régime trimodal qui totalise 10 années sur les 50 étudiées. L'année la plus arrosée du régime trimodal est 1984 avec 2066mm de pluie, la moins arrosée est 1992 avec 1143,1mm de pluies. Le moins représenté de ces trois régimes est le régime monomodal car il n'enregistre que 5 années sur les 50 étudiées. L'année la plus arrosée du régime monomodal est 2007 avec 2014,3mm de pluie, la moins arrosée est 1997 avec 1375,9mm de pluies.

**Tableau10: Proportion d'années par régime observé dans le département du Mfoundi**

Régimes	Années d'occurrences	Nombres d'années	Pourcentage
<b>Monomodal</b>	1997, 2002, 2003, 2004,2007	<b>05</b>	<b>10%</b>
<b>Bimodal</b>	19970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1976, 1977, 1978, 1979, 1981, 1982, 1985 ,1986 ,1987 ,1988 1989, 1990, 1991, 1993, 1995 1996,1998, 2000, 2001, 2005, 2006,2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2019	<b>35</b>	<b>70%</b>
<b>trimodal</b>	1975, 1980, 1983, 1984, 1992, 1994, 1999,2000, 2008, 2018,	<b>10</b>	<b>20%</b>
<b>Total</b>	1970 à 219	<b>50</b>	<b>100%</b>

**Source** : Eba Vanessa 2021 : tableau élaboré à partir des données du DNM et de l'IRD.

En comparant les régimes pluviométriques observés à la station météorologique de Yaoundé, il apparaît que le régime bimodal est majoritaire et représente 70%, suivi du régime trimodal qui représente 20%, et enfin du régime monomodal qui ne représente que 10%.

## **II.5. Dates des débuts, des fins de pluie et des trous pluviométriques dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

### **II.5.1. Dates des débuts et des fins de pluies dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Le tableau 10 montre que les pluies débutent généralement à la station de Yaoundé aux mois de janvier et de Février et se terminent aux mois de Novembre et de Décembre. Le mois de Janvier qui enregistre 86% des débuts des pluies concentre 96% de celles-ci entre le 11 et le 31 du mois, alors que seulement 4% des pluies arrivent les 10 premiers jours du mois.

Le mois de février reçoit la totalité de ses pluies entre le 1<sup>er</sup> et le 10 du mois. Les pluies finissent généralement au mois de décembre qui reçoit 90% des fins de précipitations de l'année, dont 76% tombent entre le 11 et le 31 du mois sur les 50 années étudiées. Les 24% restant n'arrivent qu'entre le 1<sup>er</sup> et le 10 du mois. Le second mois sollicité est Novembre qui reçoit 10% des dernières pluies enregistrées. Celles-ci sont partagées à 50% entre le 21 et le 31 du mois et à 25% entre le 1<sup>er</sup> et le 10 du mois et à 25% entre le 11 et le 20 du mois.

**Tableau 11 : Date des débuts et des fins des pluies dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Débuts des pluies	Janvier			Février			Total
Pourcentages	86%			14%			100%
Pourcentage par	1-10	11-20	21-31	1-10			
	4%	59%	37%	100%			
Fins des pluies	Novembre			Décembre			
Pourcentages	10%			90%			
Pourcentage par Décade	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	
	25%	25%	50%	24%	37%	39%	
Nombre d'années	50 ans						

Source : Eba Vanessa 2021, tableau élaboré à partir des données du DNM et de l'IRD

### **II.5.2. Évolution du nombre de jours successifs sans pluie (trous pluviométriques) entre le mois de janvier et de février dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Le nombre de jours successifs sans pluie est un paramètre important qui permet de prévoir les périodes à risque chez l'agriculteur. Nous avons choisi d'analyser ce paramètre exclusivement aux mois de Janvier et de Février car ce sont ces mois qui enregistrent les premières pluies au cours de l'année à la station météorologique de Yaoundé.

De plus la connaissance des trous pluviométriques nous permettra de connaître les périodes à risque chez le cultivateur et, par-là de dresser un calendrier agricole propice à la zone étudiée. Il est à noter que les trous de 1 à 5 jours ne constituent pas un réel danger pour la plante, et ne seront pas pris en compte par l'agriculteur. Par contre au-delà de 5 jours, les risques deviennent importants et doivent être pris en considération.

Le tableau 11 montre la durée des trous pluviométriques du mois de janvier. Ainsi, les trous de 6 à 10 jours représentent 12% et ont une occurrence de 6 ans, les trous de 11 à 15 jours ne sont observés que sur 05 ans avec un pourcentage de 10%. Les trous de 16 à 20 jours sont observables sur 4 ans, alors que les trous de 21 à 25 jours qui sont le plus fréquents avec 48% et 24 années d'occurrences. Les trous au-delà de 15 jours sont très nocifs pour les plantes et peuvent conduire à leur dépérissement définitif.

**Tableau 12 : durée des trous pluviométriques au mois de janvier dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Durée des trous pluviométriques (Janvier)	Station de Yaoundé	
	Occurrence	Fréquence
1-2 jours	03ans	6%
3-5 jours	08ans	16%
6-10 jours	06ans	12%
11-15 jours	05ans	10%
16-20 jours	04ans	8%
21-25 jours	24ans	48%
<b>Total</b>	50ans	100%

**Source** : Eba vanessa 2021, tableau élaboré à partir des données du DNM et de l'IRD.

Le tableau 12 quant à lui présente le nombre de jours successifs sans pluies au mois de février à la station de Yaoundé sur la période d'étude. Les trous observables en Février sont ceux de 3 à 5 jours, de 6 à 10 jours et les trous de 21 à 25 jours. Les trous les plus observés sont ceux de 21 à 25 jours qui représentent 58% de fréquence. Le second groupe observé concerne les trous de 3 à 5 jours qui représentent 28% puis, les trous de 6 à 10 jours qui représentent une fréquence de 14%.

**Tableau 13 : Durée des trous pluviométriques au mois de Février dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Durée des trous pluviométriques (Février)	Station de Yaoundé	
	Occurrences	Fréquence
3-5 jours	14ans	28%
6-10 jours	07ans	14%
21-25 jours	29ans	58%
<b>Total</b>	50ans	100%

**Source** : Eba vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et de l'IRD.

Cette observation permet de dire que le producteur doit s'attendre à un stress hydrique occasionné par un manque de pluie d'une durée variable, au moins une fois par an. Ceci est d'autant plus grave que cette rupture d'approvisionnement en eau de pluie intervient généralement en début du cycle végétatif de la plante.

## CONCLUSION

Il ressort de notre analyse que les températures moyennes mensuelles sont de plus en plus chaudes dans le département du Mfoundi. Sur les 12 mois de l'année observés 11 sont en nette augmentation et seul le mois de décembre présente les maximas en diminution. A l'échelle annuelle, les températures moyennes sont en progrès. Cette augmentation est d'autant valable pour les températures maximales que minimales. La moyenne annuelle est de 24,45°C. Cette augmentation des températures est due à l'augmentation de celles-ci pendant la quatrième et la cinquième décennie qui enregistrent respectivement 24,9°C et 25,05°C de températures moyennes avec les maximas de 29,3°C et des minimas de 19,6°C.

La pluviométrie connaît aussi des fluctuations. Ainsi, notre étude révèle trois figures d'évolution des précipitations et du nombre de jours de pluies. La première présente le nombre de jours de pluies à la hausse et la pluviométrie à la baisse, la deuxième présente une augmentation de la pluviométrie et une baisse du nombre de jours de pluie. La troisième présente une augmentation simultanée des deux variables. L'analyse des saisons ressort une forte irrégularité d'une saison à une autre. Ainsi, trois saisons sur quatre sont à la baisse, seule la petite saison sèche enregistre les précipitations à la hausse. Dans le département du Mfoundi, il existe trois régimes pluviométriques inégalement représentés. Le régime pluviométrique dominant est le régime bimodal (70%). Les débuts et fins de pluie sont incertains. Les trous pluviométriques sont de plus en plus grands. Toutes ces perturbations climatiques semblent avoir des impacts sur la production du maïs dans ce département. D'où l'étude de l'impact de la variabilité du climat sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi.

**CHAPITRE III :**  
**IMPACTS DE LA VARIABILITE DU CLIMAT SUR LES**  
**RENDEMENTS DU MAÏS DANS LE DEPARTEMENT DU**  
**MFOUNDI DE 1970 A 2019.**

## **INTRODUCTION**

Ce chapitre intitulé « **Impacts de la variabilité climatique sur les rendements de maïs** » est axé sur trois parties. La première présente les généralités du maïs (historique, calendrier agricole, la morphologie, les contraintes de cultures et les variétés cultivés). La deuxième articulation porte sur la vulnérabilité du maïs due au climat des semis à la maturité. La dernière partie ressort les corrélations entre les rendements du maïs et les éléments du climat (température et précipitations).

### **I.GENERALITES SUR LE MAÏS**

#### **I.1. Historique du maïs**

##### **I.1.1 Origine botanique du maïs**

L'origine botanique du maïs a longtemps été jonchée de controverses. Néanmoins, le maïs appartient au règne végétal, à la classe du *liliopsidée*, à la famille des graminées *poacées*, à la sous famille des *panicoidées*, au genre *zéa* et à l'espèce *zéa mays*. C'est donc une plante qui ne peut se multiplier à l'état naturel sans l'intervention de l'homme, ce qui expliquerait son absence à l'état sauvage, Doré et al (2006).

##### **I.1.2 De l'Amérique centrale pour une place de choix au Cameroun**

L'origine du maïs reste encore imprécise. Mais, les auteurs comme Rouanet et Gay en 1984 attestent que le maïs est originaire de l'Amérique centrale. Plus précisément des hauts plateaux mexicains où de nombreux échantillons témoignent de sa présence à plus de 5000 ans avant Jésus christ. Aujourd'hui, c'est la plante la plus cultivée au Cameroun, Fajemisin (1992). Il occupe une superficie d'environ 450000hectares pour un rendement moyen en grain de 2,6 tonnes à l'hectare, FAO (2016). Cette position est due par ses capacités d'adaptation aux conditions agro-écologiques et par ces rôles stratégiques. Le maïs est à la fois produit de rente et produit de forte consommation dans de nombreux pays, Nago (1997). Il présente également de nombreuses propriétés et utilisation pour l'alimentation humaine et animale (volaille, porcins, bovins) et sert de matière première dans certaines industries (brasserie, savonnerie et huilerie), Boone et al (2008).

#### **I.2. Le calendrier agricole du maïs dans le Mfoundi**

Selon le tableau 13, la culture de maïs se fait en deux campagnes agricoles. La première campagne va de février à mi-Aout et la deuxième campagne va de mi-aout à février. Cette activité est largement calquée sur le rythme de l'alternance des saisons. Ainsi, on aura la phase pré humide qui correspond à la période des semis car c'est la période du démarrage effectif des pluies. Dans le Mfoundi cette période correspond au mois de mars pour la première campagne

et au mois de septembre pour la deuxième campagne. La phase humide quant à elle correspond à la pleine croissance des plantes car habituellement leur besoin en eau est largement satisfait. A Yaoundé cette période se situe entre avril et mai pour la petite saison de pluie et entre octobre et novembre pour la grande saison des pluies. La phase post humide marque la fin des saisons des pluies et c'est la période par excellence des récoltes. Malheureusement à l'ère des changements climatiques il est incertain et très difficile de respecter ce calendrier.

**Tableau 14 : le calendrier agricole classique du maïs dans le département du Mfoundi.**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Saisons	Grande saison sèche		Petite saison de pluies			Petite saison sèche		Grande saison de pluies			Grande saison s	
Campagne	PREMIERE CAMPAGNE AGRICOLE											
Activités												
Préparation des terres												
Semis												
Apport d'engrais												
Désherbage												
Récolte												
Campagne	DEUXIEME CAMPAGNE AGRICOLE											
Activités												
Préparation des terres												
Semis												
Apport d'engrais												
Désherbage												
Récolte												

Source : Délégation départementale du MINADER (Mfoundi), et investigation de terrain  
2021



### **I.3. La morphologie du maïs**

#### **I.3.1. L'appareil végétatif du maïs**

Au regard de la planche 3, L'appareil végétatif du maïs comprend : un système racinaire (photo 1), une tige (photo 2) et des feuilles (Photo 3). La tige de maïs est composée d'un gros diamètre, lignifiée et formée de plusieurs entre nœuds d'une vingtaine de centimètre, séparés par les nœuds ayant une taille variable de 1 à 3m, Mvongo (2018). Au niveau de chaque nœud, de manière opposée s'insèrent les feuilles à limbe allongées et à nervures parallèles. Les feuilles sont alternées et présentent chacune une gaine munie de poils plus ou moins abondantes en fonction des variétés. On compte en général 8 à 20 feuilles, Guy (1984). Le système racinaire du maïs est composé d'un grand nombre de racines adventives situées sur les nœuds à la base de la tige. Il est caractérisé par des racines traçantes dites racines de surface qui prélèvent l'eau et les nutriments nécessaires à la plante dans les couches les plus superficielles du sol. Ce système racinaire est très développé sur les sols moins riches en matières organiques et moins développé dans les sols bien drainés et riche en matières organiques.



**Photo 1 : Le système racinaire du maïs**



**Photo 2 : La tige**



**Photo 3 : Les feuilles**

**Planche 1 : L'appareil végétatif du maïs,**

**Source :** enquête de terrain, Olembé 2021.

#### **I.3.2. L'Appareil de reproduction du maïs.**

Le maïs est une plante monoïque c'est à dire que les fleurs mâles et femelles sont portées par la même plante mais placées à des endroits différents. C'est également une plante allogame c'est à dire que la fécondation est croisée, les fleurs femelles sont fécondées par le pollen d'une autre plante. C'est donc une plante hybride naturellement. Le caractère mâle domine au sommet avec une panicule regroupant les fleurs males (photo 4). Le caractère femelle se trouve au tiers de la plante sous forme d'épis surmonté d'une longue soie, confer photo 5.



**Photo 4: Caractère mâle du maïs**



**Photo 5 : Caractère femelle du maïs**

## **Planche 2 : L'Appareil de reproduction du maïs,**

Source enquête de terrain, Olembé 2021.

### **I.4. Les variétés de maïs**

Les variétés de maïs cultivées dans cette zone sont les CMS (*composit maize seed*) N° 704, 8501, 9015, et 8806. Leur rendement est de 2 à 3 tonnes à l'hectare avec un cycle oscillant entre 90 et 110 jours. Il existe tout de même quelques nuances entre ces variétés :

- Le CMS 8501(photo 6) : Il est de couleur blanche, taille moyenne. Il se distingue des autres par la grosseur de ses grains. Il a de gros grains.
- Le CMS 9015 (Photo 7) : Il est de couleur marron, très résistant à la striure, à la rouille et à l'helminthosporiose. Bref, il est résistant à toutes les maladies qui peuvent attaquer le maïs.
- Le CMS 8704 (photo 8) : il est de couleur jaune, très riche en vitamine A. Son cycle végétatif est très court. Il est de 90 jours. Mais il est très vulnérable au charbon de maïs, aux attaques des charançons et à la moisissure.
- Le CMS 8806 (Photo 9) : Il est de couleur rouge avec un cycle végétatif de 90 à 110 jours. Cette variété est en voie de disparition.

Bien que les CMS soient les plus cultivés, on note aussi la présence de quelques hybrides. Les hybrides sont des variétés obtenues après un croisement entre la variété locale pour sa capacité de résistance au milieu et la variété étrangère pour sa capacité de production élevée. Nous avons alors des variétés hybrides telles que le PANAR. Il est à cycle court, son rendement est de 9 à 10 tonnes à l'hectare. La variété LONGAÏ est encore très peu connue par les paysans. Ces hybrides sont plus utilisés dans la nutrition de la volaille et dans les usines.



**Photo 6 :**  
**CMS8501**



**Photo 7 :**  
**CMS9015**



**Photo 8 :**  
**CMS8704**



**Photo 9:CMS8806**

**Planche 3 : les variétés de maïs cultivées dans le département du Mfoundi,**

Source : enquête de terrain, Mendong 2021.

**I.5. Les contraintes de la culture du maïs**

**I.5.1. Les contraintes climatiques**

Le maïs est exigeant en eau. Il a besoin 500 à 900 mm pluies réparties pendant repartie pendant le cycle de la culture pour un rendement optimal, Doukpolo (2014). La période la plus critique s'étend sur les 15 jours qui suivent l'apparition du caractère mâle. Durant cette période, la plante absorbe 45% des besoins en eau. La période la plus sensible au déficit hydrique se situe donc entre la floraison et la fin de la formation des graines, Beermaert et Bitondo (1992). Un stress hydrique pendant cette période entraîne alors des pertes du rendement qui peuvent atteindre 60%, Cimmyt (1991). Le volume, la répartition et l'efficacité des précipitations sont donc importants pour un bon rendement du maïs. La température optimale journalière de production de maïs se situe alors entre 20 et 24<sup>0</sup>C, Ngueko (2008). Le maïs a également besoins des meilleures terres pour son épanouissement.

**I.5.2 Les contraintes pédologiques**

Le maïs est une culture très sensible aux variations de la fertilité des sols. Ce qui constitue un facteur limitant pour sa productivité. Il donne alors de meilleurs rendements sur les terres limoneuses chaudes, profondes, bien drainés et aérés. Sur les terres de limons riches en matière organique et bien approvisionnées en substances nutritives. Berger (1962). Le maïs donne donc ses meilleurs rendements sur les sols bien drainés et riche en matière organique. Aux contraintes pédologiques s'ajoutent des exigences en éléments minéraux.

### **I.5.3 Les éléments minéraux**

Pour une bonne croissance le maïs a besoin de l'azote, du phosphore et du potassium confère tableau 14. L'azote est un facteur primordial pour la culture du maïs. Sa demande est relativement faible durant les premières phases de la croissance, mais accroit rapidement lors de la floraison et diminue à la formation des graines, IITA (1982). L'azote stimule donc la végétation du plant de maïs et lui confère une résistance élevée au niveau des tiges. Une carence en azote conduit à la fragilisation des tiges et expose le plant de maïs à la verse

Bien que les besoins du maïs en phosphore ne représentent qu'un dixième de ses besoins en azote et un cinquième de ceux en potassium, Syre (1995). La présence de cet élément est indispensable car il facilite le développement du système racinaire du maïs et permet un large approvisionnement en nutriment. Il régularise la floraison, facilite la fécondation et aide à la formation des graines. Il hâte la maturité, donne plus de rigidité à la tige du maïs et confère au maïs une plus grande résistance aux maladies, Seh (2003). L'assimilation du phosphore par le maïs se fait durant toute la période de croissance et c'est au cours de la troisième et sixième semaine que le maïs atteint son prélèvement maximum en phosphore, Syre (1995). Le phosphore facilite alors le développement racinaire du plant de maïs et ce développement favorise une bonne nutrition de la plante. Un déficit en azote conduit à une croissance réduite du maïs.

Le potassium joue dans la nutrition végétale du maïs un rôle très important et complexe. Il augmente le poids de la récolte, améliore la qualité des graines, permet au maïs de mieux résister contre les maladies. L'assimilation du potassium est nettement supérieure à celle de l'azote et du phosphore au cours des premiers jours, Arnon(1975). Les quantités accumulées à la maturité varient entre 100 et 200 kg à l'hectare mais les graines ne contiennent que 30 à 33%, IITA (1982). Le potassium confère alors au maïs une forte résistance aux maladies et accroit le rendement. Un manque de potassium affecte donc considérablement la formation des épis de maïs et nous avons la malformation des épis.

Pour un bon développement de la culture du maïs et une production élevée, comme l'illustre le tableau15, il faut des précipitations comprises en moyenne entre 500 et 900 mm de pluie, 20 à 24°C de température, un sol riche en matière organique et des éléments minéraux tels que l'azote, le phosphore et le potassium en quantité suffisante.

**Tableau15 : : Les exigences climatiques, pédologiques et minérales du maïs**

Eléments	Situations favorables	Situations défavorables
<b>ELEMENTS CLIMATIQUES</b>		
<b>Précipitations</b>	500 à 900 mm d'eau	Stress hydrique pendant l'apparition du caractère mâle
<b>Température</b>	20 à 24°C	Stress thermique pendant la floraison
<b>ELEMENTS PEDOLOGIQUES</b>		
<b>Sols</b>	Sols riches en matière organique et bien drainés	Baisse de la fertilité du sol
<b>ELEMENTS MINERAUX</b>		
<b>Azote</b>	Résistance élevée des tiges	Fragilisation des tiges, verse
<b>Phosphore</b>	Bonne nutrition végétative	Croissance réduite
<b>Potassium</b>	Résistance aux maladies	Malformation des épis

**Source :** Tableau réalisé par Eba Vanessa à partir des investigations de terrains

## **II. LA VULNERABILITE DU MAÏS DUE AU CLIMAT**

### **II.1. Les phases phénologiques du maïs et leurs vulnérabilités**

#### **II.1.1. La phase végétative et sa vulnérabilité**

Des semis à deux semaines après, le maïs utilise l'énergie emmagasinée dans la semence pour sa croissance, IITA (1982). Un aléa climatique à ce stade peut conduire à la fonte des semis. Elle se reconnaît par le dessèchement des plants à la lavée. Deux à quatre semaines, le plant a déjà épuisé les réserves de la semence, il compte désormais sur la photosynthèse pour son développement. Les températures ont un rôle très déterminant à jouer car les demandes en lumière deviennent très élevées et les compétitions entre les plants sont considérables. Une oscillation des températures à ce stade de croissance peut entraîner le ralentissement de la croissance de la plante. De quatre à six semaines, le point de croissance passe au-dessus de la surface du sol, la plante devient donc vulnérable à la verse en cas de pluies ou de vents violents. De six à huit semaines, la demande en nutriment et en eau est très forte car les besoins pour la croissance sont élevés. Toute carence en eau et en nutriment peut être préjudiciable pour le développement du plant de maïs et impacter sur son rendement. De manière générale, un aléa climatique survenu lors de la croissance végétative du maïs entraîne alors un ralentissement de sa croissance. Le plant reste chétif, on observe un raccourcissement des entre nœuds, une teinte jaunâtre des feuilles, un dessèchement généralisé de la plante, Hein (1959).

Ce dessèchement conduit à l'absence d'organes reproducteurs mâle et femelle donc à la stérilité de la plante. Ces parcelles sont alors abandonnées par les agriculteurs et ceci impacte considérablement au rendement du maïs, voir photo10.



**Photo 10 : parcelle de plants de maïs nains, jaunâtres et stériles,**

**Source :** enquête de terrain, Nkolmesseng 2021.

### **II.1.2. La phase reproductive et sa vulnérabilité**

Environ neuf à dix semaines, le plant atteint sa taille, la phase végétative est complète. La phase de floraison débute et la dissémination du pollen commence. La pollinisation débute à la base de l'épi et progresse vers la pointe. Les soies sont visibles, l'absorption du NPK se fait au rythme très accéléré, Fajemisin (1992). A ce stade, toute carence en eau et élément nutritif peut causer beaucoup de dégâts. On pourrait donc avoir la réduction du nombre de grains potentiel par rang, une production d'épis plus courts ou l'avortement de l'épi. Douze jours après l'apparition de la soie, celles –ci sèchent, un embryon e développe dans chaque grain. Les grains contiennent 85% d'eau, Guy (1984). Un stress à ce stade peut entraîner une diminution du potentiel de rendement. Environ 20 jours après, l'apparition des soies, les grains sont déjà colorés, le taux d'humidité des grains est de 80%, Williams et al (1999). Un stress à ce stade peut nuire au remplissage des grains et la production d'épis incomplets. De façon générale, comme nous le voyons à la planche 4 un aléa climatique lors de la phase reproductive du maïs peut entraîner la formation des épis courts, des épis stériles et des épis mal remplis.



**Photo 11 : épis mal remplis**



**Photo 12 : épis nains**

**Planche 4 : Les malformations du maïs pendant ses phases de reproduction,**

**Source :** enquête de terrain, Mendong 2021.

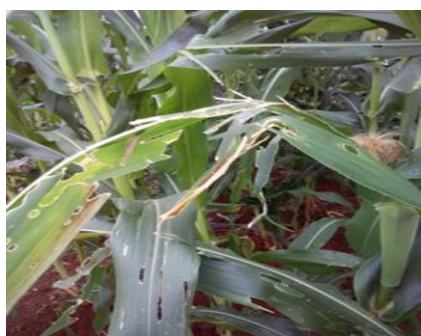
## II.2. Les saisons sèches et la vulnérabilité du maïs

### II.2.3. La grande saison sèche et les attaques des insectes

Les températures en saison sèche sont très favorables à la prolifération des insectes. Ces insectes menacent considérablement les feuilles de maïs. On distingue deux types d'insectes qui attaquent le maïs. Les noctuelles exemple : le *buséolafusca* et la *sésamiacalamistis*. Les pyrales exemple *eldanasaccharia*. Ces insectes attaquent prioritairement les feuilles des jeunes plants. Si l'attaque est grave, les feuilles centrales de la plante meurent. On parle alors de « cœur mort ». Les feuilles de maïs sont alors déchiquetées et les bourgeons perforés comme l'atteste la planche 5.



**Photo 13:**  
**Eldanasaccharia**



**Photo 14 : feuilles déchiquetées**



**Photo 15 : bourgeon perforé**

**Planche 5 : Les insectes et leurs attaques sur le maïs pendant la grande saison sèche,**

**Source :** enquête de terrain à Mbankolo et IRAD, 2021.

### II.2.4. La petite saison sèche et les attaques des chenilles

Le crachin de la petite saison sèche augmente l'humidité favorable au développement des chenilles. Au regard de la planche 6, il existe deux générations de chenilles qui attaquent les cultures de maïs. La première génération de chenilles perce la tige principale du maïs se nourrissent de ces éléments nutritifs et finissent par fragiliser cette tige qui est désormais vulnérable à la verse. La deuxième génération des chenilles perce les épis. Ces chenilles détruisent donc l'appareil végétatif du maïs ainsi que son caractère femelle. Ceci impacte considérablement sur le rendement du maïs.



**Photo 16 :**  
buséola fusca



**Photo17:spodoptera**  
frugiperda



**Photo 18 : épi**  
perforé



**Photo 19: tige**  
perforée



**Photo 20 : feuille**  
perforée

## **Planche 6 : les insectes, les chenilles et leurs attaques,**

Source : investigation de terrain Mendong et IRAD, 2021

### **II.3. Les saisons de pluie et la vulnérabilité du maïs**

#### **II.3.1. La petite saison de pluie et le développement des adventices**

Les adventives sont des mauvaises herbes qui se trouvent dans un endroit indésirable compromettant la productivité des plants cultivés, Seh (2003). Les adventices généralement trouvés dans les parcelles de maïs sont : *pennisétum purpurem*, *ageratumsp*, *impératacylindrica*, *cyperusrontundus*, *cyperusesculentus*, *bidenspilosa*, *mimosa sp*, *amaranthussp*, *strigasp* et *galinsogapalviflora*, Parh (2010). Ces mauvaises herbes sont très dangereuses pour les plants des maïs surtout celles à larges feuilles car elles créent une compétition en élément nutritif et à la lumière Cette situation peut faire enregistrer de mauvaises récoltes aux agriculteurs.

#### **II.3.3. La grande saison de pluie, les inondations et la verse des tiges de maïs**

La ville de Yaoundé en début de la grande saison des pluies est régulièrement frappée par les inondations, Abossolo (2015). Ces inondations sont plus accentuées dans les bas-fonds à cause de la nappe phréatique qui affleure le sol et la faible altitude des sols des bas-fonds. Les pieds de maïs se retrouvent alors les tiges dans l'eau, Abossolo (2015) souligne à cet effet que les inondations ont un impact très significatif sur les récoltes et les pertes prévues par rapport à une année normale vont jusqu'à 90% pour le maïs. Si les tiges étaient aux préalables fragilisés par les foreurs de tiges, les vents violents qui accompagnent souvent les premières pluies vont aussi attaquer leur position debout d'où la verse. La verse est un accident qui touche principalement les céréales. Le maïs n'en est pas épargné. Ainsi, après une pluie violente les tiges de maïs se trouvent couchées au sol étant soit déracinées, soit cassées.



## II.4. Les maladies du maïs

### II.4.1. Les maladies de la saison sèche

Le maïs connaît plusieurs maladies des semis à la maturité, Rouanet (1984). Ainsi, nous avons la fonte des semis due à un champignon. Que ce soit pendant la petite saison sèche ou la grande saison sèche, les semis sont mis au sol d'une façon précoce. Si les pluies tardent à venir, les semences ayant épuisé leur réserve deviennent très vulnérables et sont exposés au champignon d'où la fonte des semis. Cette fonte de semis est visible à la levée du plant car on voit un plant à l'aspect jaunâtre qui sort du sol

### II.4.2. Les maladies de la saison de pluie

La plante peut être attaquée pendant sa période végétative si elle parvient à germer. Le vent qui accompagne les pluies est un vecteur de transmission très déterminant dans la prolifération des maladies végétatives du maïs car il fait balancer les feuilles déjà contaminées qui s'entremêlent avec celles non contaminées. Au regard de la planche 9 nous avons les maladies telles que :

- L'helminthosporiose (photo21) : elle est causée par *l'helminthosporium maydis*. Elle attaque les feuilles laissant apparaître ainsi les taches brunes sur celles-ci. Ses taches s'allongent et engendrent le dessèchement de la feuille
- La rouille du maïs (photo22) : elle est causée par le *puccinia polysoraanderw*. C'est une maladie qui se manifeste par la présence de petites pustules de couleur brunâtre à rougeâtre sur les feuilles. Si l'attaque est sérieuse, les feuilles jaunissent et sèchent, Hein (2008)
- La striure du maïs (photo23) : c'est une virose transmise aux plants de maïs par un insecte appelé citadelle. Son virus est appelé *cicadulineMbila*. Les manifestations à un stade avancé les lignes parallèles et en tirets le long de la nervure des feuilles. Lorsque les jeunes plants sont attaqués par la maladie, ils restent rabougris, ne se développent plus et ne produisent pas d'épi
- La cérosporiose : elle cause de fines petites taches allongées grises ou sombres et humides encerclés par une mince couche jaunâtre
- La curvulariose (photo24) : elle est causée par *curvularialunata*. Cette maladie se reconnaît par de petites taches brunes sur les feuilles encerclées par une mince couche jaunâtre. L'épi et la tige peuvent aussi être attaqués, Sikourou et al (2008).

Il existe aussi les maladies de l'épi (Photo 25). Nous avons à cet effet le charbon de maïs dû à un champignon qui attaque les grains, Ristonovic (2001) conclut qu'en Afrique les

principales maladies qui attaquent le maïs sont les brûlures et les bandes sur les feuilles, les pourritures de l'épi et des tiges, Mbédé (2018) fait remarquer que ces maladies font perdre aux agriculteurs 20 à 60% de leur production.



**Photo21 :**  
**L'helminthosporiose**



**Photo 22 :** La  
**rouille du maïs**



**Photo 23 :** La  
**striure du maïs**



**Photo24:**La  
**curvulariose**



**Photo25 :** le  
**charbon du maïs**

#### **Planche 7 : les maladies du maïs,**

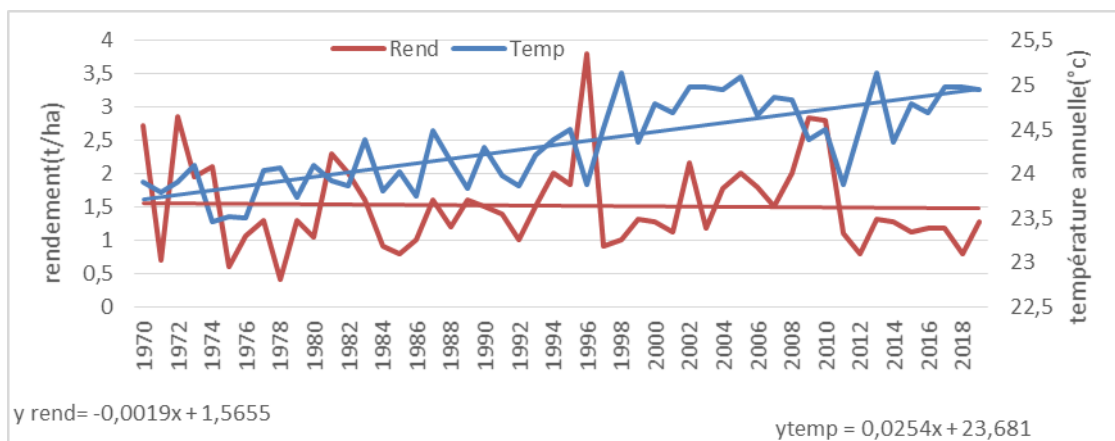
**Source :** investigation de terrain, Ahala 2021.

### **III. CORRÉLATION ENTRE LES VARIABLES CLIMATIQUES ET LES RENDEMENTS DU MAÏS DANS LE DÉPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 À 2019.**

#### **III.1 Impacts des températures sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1972 à 2010.**

##### **III.1.1 Impacts des températures moyennes annuelles sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Selon la figure 42, les températures augmentent et les rendements du maïs diminuent progressivement dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. Cette évolution n'est cependant pas linéaire car, sur les 50 années observées, 21 présentent soit une baisse soit une augmentation simultanée des deux variables agro climatiques. Les 29 autres années présentent plutôt une évolution en déphasage des températures et des rendements du maïs. L'observation de l'évolution des deux variables montre aussi que les rendements de maïs ont connu six années de fortes production (1977 avec 2,1tonnes/ha ; 1983 avec 3,3 tonnes/ha ; 1999 avec 3,8tonnes/ha, 2000 avec 3,8tonnes/ha, 2009 avec 3,84 tonnes/ha et 2010 avec 3,8 tonnes/ha).



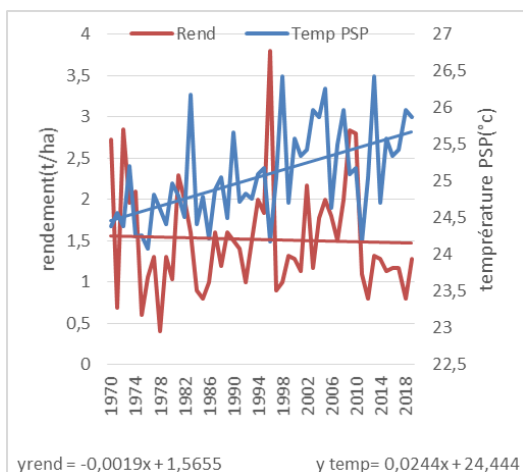
**Figure 42 : Températures moyennes annuelles et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

**Source :** Eban Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et du MINADER.

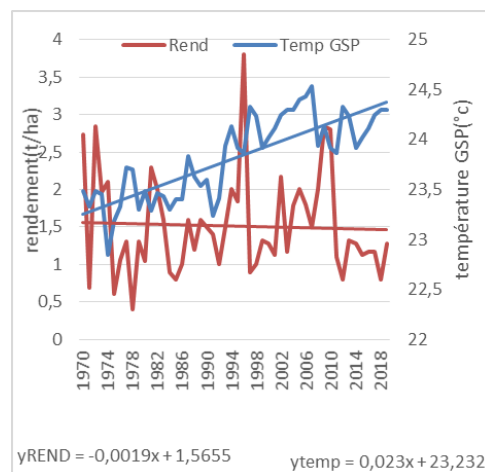
Il est donc à souligner que sur les 50 années étudiées 29 présentent une évolution en déphasage entre les températures et les rendements du maïs, les 21 autres années présentent soit une augmentation simultanée des deux variables soit une baisse simultanée de celles-ci.

### **III.1.2 Impacts des températures moyennes des petites et grandes saisons de pluie sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Au regard des figures 43 et 44, les rendements du maïs sont globalement meilleurs quand la température moyenne de la saison est inférieure à la moyenne de la période d'étude. C'est le cas des années 1971, 1972, 1973, 1974, 1981, 1982, 1983, 1987, 1989, 1992, 1994, 1995, 1996, 2008, 2009, 2010, 2015 et 2016 pour la grande saison de pluie. Quand lesdites températures dépassent le niveau moyen, les rendements enregistrés sont globalement les plus bas. C'est le cas des années 1970, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1993, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2017, 2018 et 2019 pendant la petite saison de pluies. Donc, plus les températures augmentent, plus les rendements de maïs baissent.



**Figure 43 : Températures moyennes des petites saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**



**Figure 44 : Températures moyennes des grandes saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**

**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et du MINADER.

De manière spécifique, les rendements du maïs sont à la hausse dans le département du Mfoundi quand les températures sont inférieures à 24°C. C'est le cas de l'année 1995 qui a enregistré 23,9°C de température et 3,84t/ha de maïs pendant la grande saison de pluie. Ils sont légèrement bas quand les températures sont comprises entre 24,5 et 25,5°C. C'est l'exemple de l'année 1989 qui enregistre 24,5°C de température et 1,6t/ha de maïs pendant la petite saison de pluie. Les rendements de maïs sont très mauvais quand les températures sont supérieures à 26°C. C'est le cas de l'année 1970 qui enregistre 26,45°C de température et 0,33t/ha de maïs.

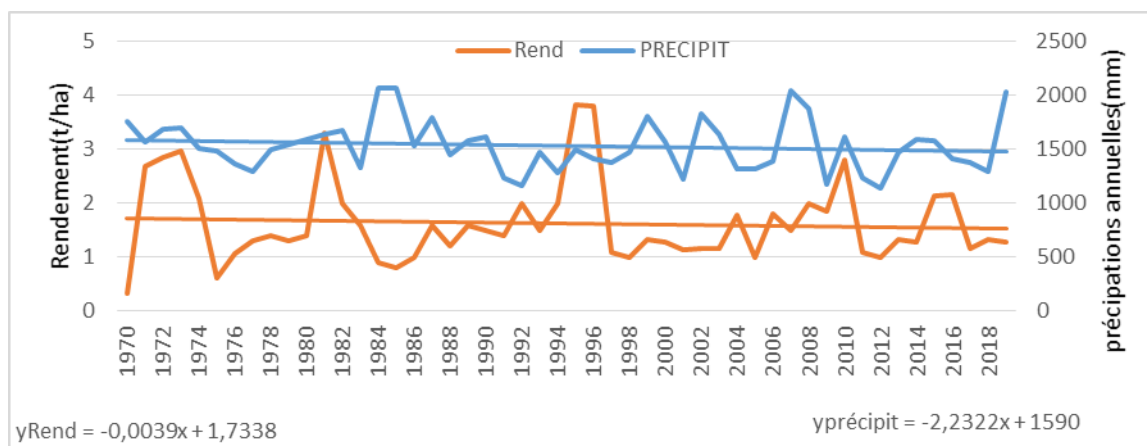
### **III.2. Impacts des précipitations sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

#### **III.2.1. Impacts des précipitations annuelles sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

De la figure 45 ressort que sur les 50 années observées, 28 années présentent un déphasage entre les deux variables, ce qui se traduit soit par une baisse des rendements du maïs et une hausse des précipitations soit par une diminution des précipitations et une hausse des rendements du maïs. C'est le cas des années 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1979, 1980, 1982, 1984, 1985, 1990, 1992, 1995, 1996, 1999, 2000, 2001, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2013, 2014, 2016, 2018 et 2019.

Les 22 autres années présentent une évolution en phase entre les deux variables agro écologiques, soit une baisse simultanée des deux variables, soit une hausse simultanée des deux variables. Sur les 22 années, 16 années présentent une baisse simultanée des rendements du maïs et les précipitations (1975, 1976, 1977, 1978, 1983, 1986, 1987, 1991, 1993, 1994, 1997, 1998,

2006, 2011, 2012 et 2017). Les 06autres présentent une hausse simultanée des précipitations et des rendements du maïs. Il s'agit des années 1981, 1987, 1989, 2002, 2010 et 2014.



**Figure 45 : précipitations annuelles et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

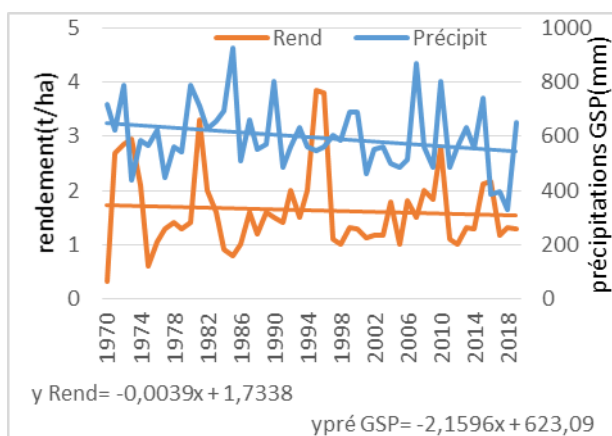
**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et du MINADER.

Une observation plus fine montre que la période 1970 à 1994, qui est la plus arrosée ne présente pas les meilleurs rendements maïs, alors que la période 1995 à 2019 qui enregistre une baisse des précipitations enregistre plutôt une augmentation des rendements du maïs.

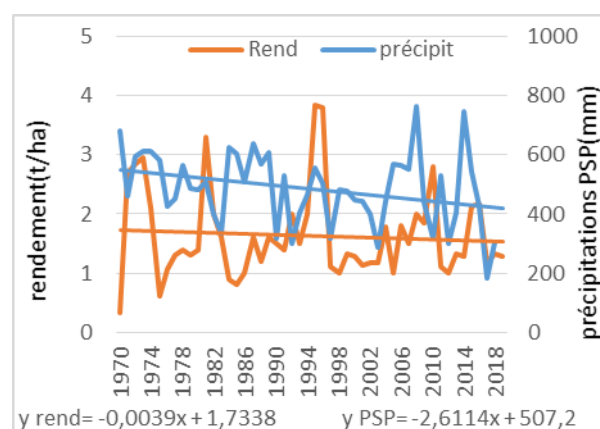
### III.2.2. Impacts des précipitations des petites et des grandes saisons de pluies sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

Selon les figures 46 et 47 les précipitations et les rendements de maïs évoluent soit en phase c'est-à-dire que les deux variables augmentent simultanément. C'est le cas des années 1972, 1981, 1987, 2010 et 2015 pendant la grande saison de pluies et des années 1970, 1972, 1973, 1974, 1981, 1987, 1995, 1996, 2005, 2006, 2007 et 2008 pendant la petite saison de pluie. Ou alors les deux variables diminuent simultanément. C'est le cas des années 1971, 1983, 1990, 1991, 1992, 1993, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2012, 2013, 2017 et 2018 pendant la petite saison de pluie et des années 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1986, 1988, 1991, 1998, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2011, 2012, 2014, 2017 et 2018. Soit une évolution en déphasage c'est-à-dire que tandis que les pluies diminuent, les rendements augmentent, exemple des années 1982, 1994, 2002, 2004, 2009 et 2010 pendant la petite saison de pluie et des années 1971, 1973, 1974, 1980, 1984, 1989, 1992, 1994, 1995, 1996, 2004, 2007, 2008, 2009 et 2016 pendant la grande saison de pluie. Ou alors tandis que les rendements diminuent les précipitations augmentent. C'est le cas des années 1970, 1980, 1985, 1990, 1999, 2000, 2007 et 2019 pendant la grande saison de pluies et des années 1975, 1978, 1984, 1985, 1986, 1988,

1989, 1991, 2011, 2014 et 2019 pendant la petite saison de pluie. Donc plus les précipitations diminuent plus les rendements de maïs baissent.



**Figure 46 : précipitations des petites saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**



**Figure 47 : précipitations des grandes saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**

**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et du MINADER.

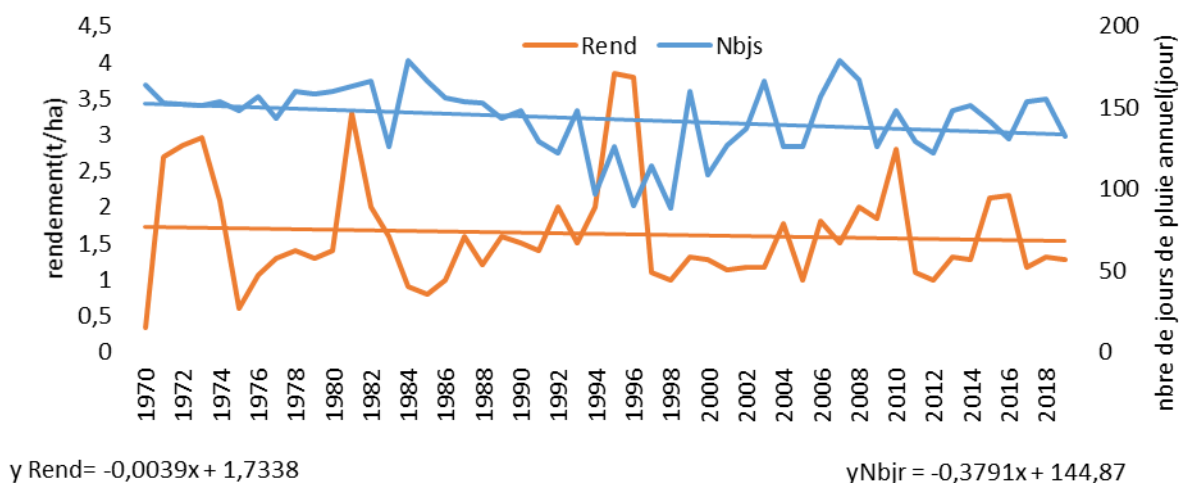
Concernant les précipitations, les meilleurs rendements du maïs sont obtenus quand les précipitations sont supérieures ou égales à 500mm pendant la petite saison de pluie. C'est l'exemple de l'année 1996 qui enregistre 503,9mm de pluie et 3,8t/ha de maïs. Pendant les grandes saisons de pluie, les rendements sont meilleurs quand les précipitations sont comprises entre 500 et 900mm de pluie. C'est l'exemple de l'année 1971 qui enregistre 624,5mm de pluie et 2,85t/ha. Cependant les rendements sont mauvais quand lesdites précipitations sont largement supérieures à la norme pendant la grande saison. C'est le cas de l'année 1995 qui enregistre 924,1mm et 0,33t/ha. Pendant la petite saison de pluie, les rendements sont bas quand les pluies sont inférieures à 500mm. C'est le cas de l'année 2012 qui enregistre 300,6mm de pluie et 0,8t/ha.

### III.3. Impacts du nombre de jours de pluie sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

#### III.3.1. Impacts du nombre de jours de pluies annuels sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019

La figure 48 met en exergue le nombre de jours de pluie et les rendements du maïs. Elle présente deux tendances. La première présente une augmentation simultanée des deux variables. Nous pouvons citer les années 1976, 1977, 1979, 1981, 1985, 1986, 1992, 1993... La deuxième tendance présente par contre une baisse des deux variables agro écologiques. Les rendements du maïs et le nombre de jours de pluies diminuent. Deux phases distinctes ponctuent

l'évolution de ces deux tendances. Une phase d'augmentation des deux variables, comprise entre 1970 et 1994 et une séquence de chute des deux variables entre 1995 à 2019. Ainsi, les rendements de maïs et le nombre de jours de pluie diminuent progressivement.



**Figure 48 : Nombre de jours de pluies annuels et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019,**

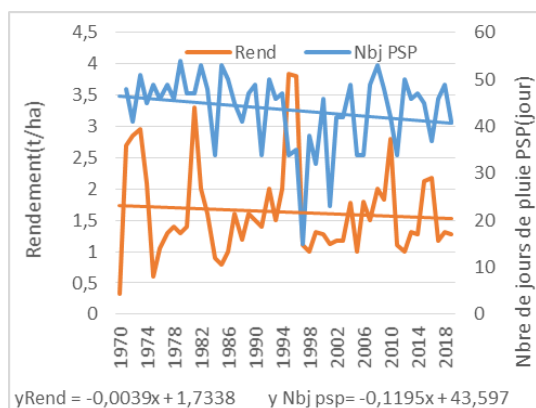
**Source :** Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et du MINADER.

Il ressort ici que le nombre de jours de pluie est en phasage avec les rendements du maïs obtenu sur les 50 années observées bien que les deux variables soient en augmentation progressive de 1970 à 1994, le nombre de jour de pluie et les rendements de maïs chutent de 1995 à 2019.

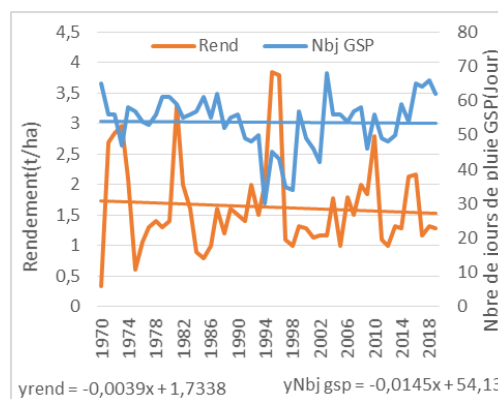
### III.3.2. Impact du nombre de jours de pluie des petites et des grandes saisons de pluies sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019

Les figures 49 et 50 montrent l'évolution du nombre de jours de pluies et les rendements de maïs pendant les petites et les grandes saisons de pluie. Au regard de ces figures nous constatons que l'évolution de ces deux variables n'est pas linéaire. Ainsi, nous avons soit la baisse simultanée du nombre de jours de pluie et des rendements de maïs. C'est le cas des années 1983, 1987, 1990, 1997, 1998, 2000, 2005, 2018 et 2019 pendant la petite saison de pluies et des années 1994 1997 1998 et 2002 pour la grande saison de pluies, soit une hausse simultanée de ces deux variables. C'est l'exemple des années 1971, 1972, 1974, 1981, 1982, 2004, 2006, 2008, 2010, 2015 et 2016 pendant la grande saison de pluie. Nous relevons aussi de ces figures des évolutions contradictoires c'est-à-dire que tandis qu'une variable est à la hausse, l'autre est à la baisse. C'est ainsi que nous avons la baisse du nombre de jours de pluie et la hausse des rendements de maïs en 1971, 1994, 1995, 1996, 2009, 2010 et 2015 pendant la

petite saison de pluie. Les années 1970, 1971, 1972, 1975, 1975, 1978, 1979, 1980, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1989, 1990, 1999, 2007, 2014, 2017, 2018 et 2019 représentent les années de baisse des rendements de maïs et l'augmentation du nombre de jours de pluie.



**Figure 49 : Nombre de jours de pluie des petites saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**



**Figure 50: Nombre de jours de pluie des grandes saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**

**Source :** Eba Vanessa 2021, figures élaborées à partir des données du DNM et du MINADER

De manière générale, les rendements de maïs sont meilleurs dans le département du Mfoundi quand le nombre de jours de pluie est de 43 jours pendant la petite saison sèche et 53 jours pendant la grande saison de pluie. C'est le cas des années 1973 qui enregistre 43 jours de pluies pendant la petite saison de pluies pour un rendement de maïs de 2,96t/ha et l'année 2015 qui compte 53 jours de pluies pour un rendement de 2,13t/ha pendant la grande saison de pluie. Ils sont en baisses quand le nombre de jours de pluie est inférieur à 43 jours pendant la petite saison de pluie. C'est le cas de l'année 2019 qui enregistre 35 jours de pluie pour un rendement de 1,28t/ha. Ces rendements sont également bas lorsque le nombre jours de pluie est supérieur à 53 pendant la grande saison de pluie. C'est le cas de l'année 1970 qui a 65 jours de pluie pour un rendement de 0,33t/ha.

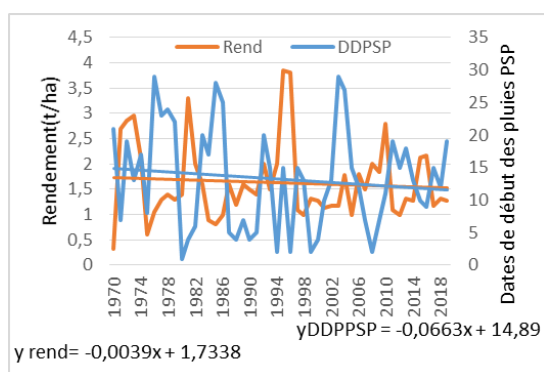
### III.4. Impacts des débuts de pluie et longueurs des saisons de pluie sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

#### III.4.1. Impacts des dates de débuts de pluie des petites et grandes saisons de pluie sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

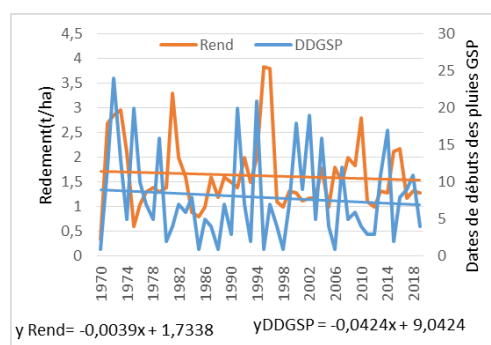
Les figures 51 et 52 montrent L'évolution des dates de début de pluie des petites et grandes saisons de pluie ainsi que les rendements de maïs de ces deux saisons. Il ressort de ces figures que ces variables évoluent soit en phase, soit en déphasage. Ainsi, nous avons les années aux pluies précoces qui enregistrent les meilleurs rendements. C'est le cas des années 1971,



1972, 1973, 1974, 1981, 1982, 1992, 1995, 1996, 2009, 2010, 2015 et 2016 pour la petite saison de pluies et des années 1971, 1973, 1974, 1981, 1982, 1995, 1996, 2004, 2006, 2009, 2015 et 2016 pour la grande saison de pluies. Nous notons aussi les années aux pluies tardives qui enregistrent les mauvais rendements. C'est le cas des années 1970, 1977, 1978, 1979, 1980, 1986, 2003 et 2011 pour la petite saison de pluies et des années 1975 et 1991 pour la grande saison de pluie. Il s'agit donc là d'une évolution en déphasage entre les débuts des pluies et les rendements agricoles. L'évolution en phase quant à elle concerne les années qui enregistrent les mauvais rendements dus à l'arrivée précoce des pluies. C'est le cas des années 1975, 1980, 1984, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1993, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2005, 2007, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2017 et 2019 pour la petite saison de pluie et des années telles que 1970, 1976, 1977, 1978, 1979, 1984, 1985, 1986, 1988, 1989, 1993, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2007, 2011, 2013, 2014, 2017, 2018 et 2019 pour la grande saison de pluie. Les meilleurs rendements sont enregistrés quand les pluies arrivent tardivement. C'est le cas des années 1983, 1992 et 2004 pour la petite saison de pluie et des années 1972 et 1994 pour la grande saison de pluie.



**Figure 51: Dates de débuts de pluie des petites saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**



**Figure 52 : Dates de débuts de pluie des grandes saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**

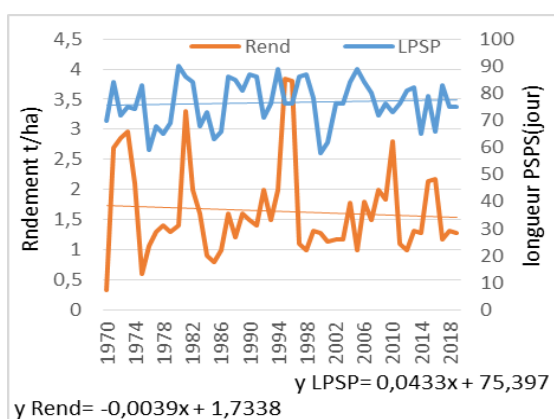
**Source :** Eba Vanessa 2021 : figures élaborées à partir des données du DNM et du MINADER.

De manière générale, le maïs enregistre des meilleurs rendements dans le département du Mfoundi quand les pluies commencent tardivement c'est-à-dire à la dernière décade du mois de mars et la première décade du mois d'Avril en ce qui concerne la petite saison de pluies et à la dernière décade du mois d'Août et la première décade du mois de Septembre en ce qui concerne la grande saison de pluies. Les rendements sont bas quand les pluies commencent de manière précoce c'est-à-dire à la dernière décade du mois de février et les deux premières

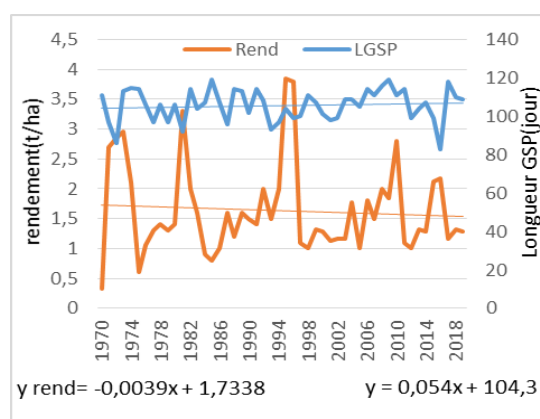
décades du mois de mars pour la petite saison de pluies et à la dernière décade du mois de juillet et les deux premières décades du mois d'août pour la grande saison de pluies.

### III.4.2. Impacts des longueurs des petites et grandes saisons de pluies sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019

Les figures 53 et 54 présentent l'évolution des rendements de maïs et la longueur des saisons de pluie. La longueur de la saison de pluies et les rendements diminuent simultanément. C'est le cas des années 1970, 1976, 1977, 1978, 1979, 1984, 1985, 1986, 2000, 2001, 2014, 2018 et 2019 pendant la petite saison de pluie et des années 1977, 1979, 1987, 1990, 1993, 1997, 2000, 2001, 2002, 2005, 2012 et 2013 pendant de la grande saison de pluie. Ou alors la longueur de la saison de pluie augmente simultanément avec les rendements. C'est le cas des années 1971, 1973, 1981, 1982, 1983, 1992, 1994, 1995, 1996, 2004, 2006, 2008, 2009, 2010 et 2016 pendant la petite saison de pluies et des années 1973, 1974, 1982, 1983, 2004, 2008, 2009 et 2010 pendant la grande saison de pluies. Les rendements de maïs et la longueur de la saison de pluie présentent également une évolution en déphasage. La longueur de la saison de pluie augmente et les rendements diminuent C'est le cas des années 1970, 1975, 1976, 1978, 1980, 1984, 1985, 1986, 1988, 1989, 1991, 1998, 1999, 2003, 2006, 2007, 2011, 2014, 2017, 2018 et 2019 pendant la grande saison de pluie et des années 1975, 1980, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1993, 1997, 1998, 1999, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007, 2012, 2013, 2015, 2016 et 2017 durant la petite saison de pluies. Nous notons aussi des années durant lesquelles la longueur de la saison de pluie diminue et les rendements augmentent. Ainsi, nous avons les années 1971, 1972, 1981, 1994, 1995, 1996, 2015 et 2016 pour la grande saison de pluies et des années 1972 et 1974 pour la petite saison de pluie



**Figure 53 : Longueur petites saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**



**Figure 54: Longueur grandes saisons de pluie et rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019**

Source : Eba Vanessa 2021 : figures élaborées à partir des données du DNM et du MINADER.

Les rendements de maïs sont meilleurs quand la petite saison de pluie dure en moyenne deux mois et demi (75jours) et la grande saison de pluie en moyenne trois mois et demi (105jours). Les rendements de maïs dans le département du Mfoundi baissent généralement quand la moyenne de la longueur de la petite saison de pluie est inférieure à 75 jours ou très supérieure à la moyenne (85 à 90 jours). La grande saison de pluie enregistre les meilleurs rendements quand la longueur de la saison est en moyenne de 105 jours et de faibles rendements quand la moyenne est au-dessus de la norme (106-120 jours).

### III.5 Tests de corrélation entre les variables climatiques et les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

Le test statistique de Spearman nous permet de déterminer les différentes corrélations possibles entre les variables agro écologiques (Tableau 15). Il ressort des résultats obtenus que :

- Une corrélation significative de niveau 0,424 entre la température et les rendements du maïs ;
- Une corrélation significative et négative de niveau -0,275 entre le nombre de jour des pluies et la production du maïs ;
- Une corrélation significative et négative de niveau -0,094 entre les précipitations et les rendements du maïs ;

**Tableau 16 : Tests de corrélation entre les variables climatiques et la production à l'hectare du maïs dans la région du centre de 1970 à 2019.**

Variabes corrélées	Coefficient de corrélation	Temperature	Nbre de jour des pluies	Precipitations	Production à hectare
Temperature	Sig. (bilatéral)	1,000			
	N	50			
Nbre de jour des pluies	Coefficient de corrélation	-0,429	1,000		
	Sig. (bilatéral)	0,006			
	N	50	50		
Precipitations	Coefficient de corrélation	-0,057*	0,581*	1,000	
	Sig. (bilatérale)	0,728	0,000		
	N	50	50	50	
Production à l'hectare	Coefficient de corrélation	0,424	-0,275	-0,094	1,000
	Sig. (bilatérale)	0,007	0,090	0,570*	
	N	50	50	50	50

\* La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

\*\* La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

**Source** : Eba Vanessa 2021, Tableau élaboré à partir des données du DNM et du MINADER

### III.6 Degrés d'implication des variables climatiques sur la production à l'hectare du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.

Le tableau 16 permet d'exprimer quantitativement la dépendance de la température, des précipitations et du nombre de jour de pluie sur la production à l'hectare du maïs. On observe que les températures s'impliquent dans le département du Mfoundi très faiblement sur la production du maïs, soit 0,0049%. Le nombre de jour de pluie ne s'implique que de 0,81% sur les rendements du maïs. Les précipitations par contre s'impliquent à hauteur de 32% sur les rendements du maïs.

**Tableau 17 : Détermination du degré d'implication entre les variables de production du maïs et les éléments du climat dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.**

Variables corrélées	Production à l'hectare du maïs
$(R1) = (rs1)^2$	0,007
$(R2) = (rs2)^2$	0,090
$(R3) = (rs3)^2$	0,570
Degré d'implication des températures D1 (en %)	0,0049%
Degré d'implication du nombre de jour des pluies D2 (en %)	0,81%
Degré d'implication des précipitations D3 (en %)	32%

**Source** : Eba Vanessa 2021 : figure élaborée à partir des données du DNM et du MINADER.

Les résultats obtenus ci-dessus confirment le lien dynamique qui existe entre les différentes variables agro écologique. Les tests statistiques de Spearman démontrent que des trois éléments climatiques observés, les précipitations s'impliquent le plus sur la production du maïs dans le département du Mfoundi.

## CONCLUSION

En somme, il était question pour nous d'étudier l'impact de la variabilité climatique sur les rendements de maïs dans le département du Mfoundi. Il ressort de nos analyses que les températures et la pluviométrie impactent négativement sur ces rendements. Elles exposent les plants de maïs aux attaques des insectes, des chenilles et à des maladies. Selon son stade phénologique, si une anomalie climatique survient le plant de maïs peut soit mourir, soit devenir stérile ou alors produire des épis malformés. Suite à des tests de corrélations effectuées, la pluviométrie impacte le plus sur la production du maïs dans cette localité avec un degré d'implication de 32%. Pour pallier à ces conséquences néfastes de la variabilité climatique sur les rendements du maïs, les agriculteurs de la localité ont opté pour l'agriculture de contre saison dans les bas-fonds.

**CHAPITRE IV :**  
**STRATEGIES D'ADAPTATION DE LA CULTURE DU MAÏS**  
**DANS LES BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU MFOUNDI**

## **INTRODUCTION**

Ce chapitre étudie les techniques de culture de maïs observées ces dernières années dans les bas-fonds du département du Mfoundi. Pour ce faire, nous allons dans un premier temps présenter les différentes techniques utilisées dans les bas-fonds. Dans un second temps proposer quelques solutions pour améliorer ces techniques.

### **I. LES TECHNIQUES D'ADAPTATION DE LA CULTURE DU MAÏS DANS LES BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU MFOUNDI.**

#### **I.1. Le choix des parcelles**

Le maïs est une plante exigeante en eau, en éléments minéraux, en matière organique et en lumière. A l'ère des changements climatiques, ces conditions deviennent incertaines. Les terres les plus fertiles et bien drainée sont sollicitées. D'où le choix des parcelles des bas-fonds ces parcelles à proximité des cours d'eau facilitent l'irrigation. De même, ces parcelles sont bien exposées au soleil par conséquent moins ombragées. Ces éléments pédologiques réunis peuvent alors faire enregistrer de bonnes récoltes.

#### **I.2. La modification du calendrier agricole et le changement de variétés de maïs**

##### **I.2.1 La modification du calendrier agricole**

Les campagnes agricoles sont calquées sur le rythme des transitions des saisons. A l'ère des changements climatiques, ces transitions deviennent incontrôlables et imprévisibles. Cette incertitude cause de nombreux dégâts aux cultures en général et sur le maïs en particulier. D'où la modification du calendrier agricole. L'agriculture de contre saison est désormais pratiquée, voire tableau17. Ce tableau présente le nouveau découpage des campagnes agricoles et le déroulement des activités. Ainsi. La première campagne débute en janvier et s'achève en juin. Les semis ont lieu au mois de février et irriguer au mois de mars pour l'apport nécessaire de l'eau dont le maïs besoin. C'est d'ailleurs ce qui explique l'intense activité pendant la saison sèche. Il est à souligner que pendant cette période les cultures sont exposées aux attaques des insectes mais cette situation est très vite contrôlée par des traitements phytosanitaires bien que leur pratique soit approximative.

La deuxième campagne va de juin à novembre et les semis ont lieu en juillet. Cette deuxième est moins intense que la première à cause des conditions de travail plus pénible qu'à la première campagne et la grande saison de pluie qui pointe à l'horizon. Cette grande saison de pluie présente des risques d'inondation. Situation irréversible et des risques de perte grave pour les agriculteurs. Les bas-fonds du département du Mfoundi n'ont aucun dispositif de drainage des eaux excédentaires des cours d'eau qui sillonnent les bas-fonds. Les sillons mis en

place par les agriculteurs restent impuissants devant la quantité de ces eaux de crues. Face à cette situation, les agriculteurs vont opter pour les variétés de maïs à cycle court.

**Tableau 18 : calendrier agricole du maïs adapté aux variations climatiques dans les bas-fonds du département du Mfoundi**

Mois	Jan	fév	mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	sept	Oct	Nov	Dec
Saisons	Grande saison sèche			Petite saison de pluie			Petite saison sèche		Grande saison de pluies			Grande saison sèche
Campagne	PREMIERE CAMPAGNE AGRICOLE											
Activités												
Préparation des terres	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Semis	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Apport d'engrais+arrosage	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Désherbage	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Récolte	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Campagne	DEUXIEME CAMPAGNE AGRICOLE											
Activités												
Préparation des terres	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Semis	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Apport d'engrais + arrosage	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Désherbage	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Récolte	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Source : enquêtes de terrain, 2021.

### I.2.2 Le choix des nouvelles variétés de maïs

Le département du Mfoundi compte en moyenne quatre variétés de maïs. Mais, toutes ces variétés ne sont pas retenues pour la culture des bas-fonds. Vu la variabilité des paramètres climatiques qui menace la localité. Pour atténuer ces effets le CMS8704 est choisi. Cette variété a un cycle court (90 jours). Elle fait face au stress hydrique pouvant apparaître en début ou en fin de cycle. Il faut tout de même noter que cette variété est vulnérable au charbon de maïs et à la moisissure quand il est à l'état frais. A l'état sec elle est susceptible aux attaques des charançons. Cette variété est très appréciée à l'état frais par la majorité des consommateurs.

En plus de cette variété, nous avons aussi des variétés hybrides telles que le PANAR. Il est sollicité pour son rendement élevé et sa forte résistance aux maladies. Il reste utilisé dans des proportions très faibles car sa semence coûte chère et il n'est pas apprécié par les consommateurs locaux. IL reste donc fortement à usage industriel. Une fois le choix de la parcelle faite, le calendrier agricole revu, l'outillage acquis et la semence choisie, il ne reste qu'à passer aux travaux de champs proprement dits et ceci commence par la préparation du sol.



### **I.3. La préparation du sol**

#### **I.3.1. Le débroussaillage et le nettoyage**

Le débroussaillage consiste à débarrasser la parcelle des hautes herbes à l'aide d'une machette ou d'une houe. Ces herbes sont ensuite ramassées, mis en tas et brûlées lorsqu'elles ont séché. Les cendres de ces herbes serviront plus tard d'engrais naturels et de traitement phytosanitaire contre les insectes qui pourraient attaquer le maïs. Le nettoyage de la parcelle quant à lui consiste à débarrasser la parcelle des cendres, des herbes qui n'ont pas totalement brûlées. Ce nettoyage se fait soit à la main, soit à l'aide d'une houe ou d'un râteau. Le débroussaillage et le nettoyage permettent alors d'éliminer de la parcelle certains insectes qui pourraient nuire à la plante et faciliter le labour et la mise en place des sillons et des billons.

#### **I.3.2. Le labour et la formation des billons et des sillons**

Le labour a lieu au plus tard deux semaines avant les semis. Il consiste à retourner la terre à l'aide d'une houe. Elle permet de d'obtenir un lit de semence avec moins de grosses mottes. Il est fait à une profondeur de 20 à 30 cm pour permettre une décomposition optimale de la matière organique. Ce labour permet également de faire venir en surface les ennemis des cultures qui vivent dans le sol. Parmi ces ennemis des cultures nous avons les rhizomes souterrains des adventices pérennes, Diallo et Johnson (1977). Ces ennemis une fois en surface seront tués par le soleil rendant ainsi le sol propice à la pratique de l'agriculture. Une fois le labour effectué, il est plus aisé de mettre en place des billons et sillons.

Les billons sont les petites élévations de terre de 30 cm plus ou moins large (1 à 2m) et bombés. Voir photo26 Ils sont formés généralement sur les terres des bas-fonds à l'aide d'une houe. Leurs formes dépendent très souvent de la taille et de la forme des parcelles. Mais ils sont de manière générale de forme rectangulaire. Ces élévations de terre permettent alors aux plantes de ne pas être englouties par l'eau pendant la période des crues. Les billons sont séparés entre eux par des sillons. Les sillons sont des sortes de rigoles que l'on retrouve entre les billons. Ils sont très indispensables dans l'agriculture des bas-fonds car ils facilitent l'évacuation de l'excès d'eau en saison de pluies. Mais, il est à noter la formation que ces sillons et billons reste très pénible et nécessite beaucoup d'effort physique. Une fois le lit des cultures sain, il ne reste qu'alors à passer aux semis.



**Photo 26 : les billons et les sillons dans les bas-fonds de Nkolmesseng.**  
**Source :** enquêtes de terrain, Nkolmesseng 2021.

#### **I.4. Les techniques de semis**

##### **I.4.1. Les semis en ligne**

Les semis dans les bas-fonds se font après avoir appliqué l’engrais de fonds sur les billons. Ils se font en ligne question de gagner en temps pendant le désherbage car cette technique de semis facilite le désherbage et par ricochet une bonne maîtrise des adventices parce que les mauvaises herbes sont facilement reconnues si elles poussent en dehors du système cultural. Ainsi, lors des semis deux à trois grains de maïs sont mis dans un poquet de 3cm de profondeur et recouvert d’une fine couche de terre pour maintenir l’humidité dans le poquet et faciliter la levée. La semence peut mourir d’asphyxie si elle mise dans une profondeur de plus de 3 cm. Dans le cas contraire, elle peut être détruite par les petites bêtes si elle est mise à une profondeur inférieure ou même séchée. L’écartement entre les lignes est de 80cm et de 50cm sur les lignes. Ceci permet de maîtriser la densité des cultures. Après la levée et lors des premiers sarclages une ou deux plants sont retirés du poquet : c’est le démariage.

##### **I.4.2. Le démariage**

Lorsque la densité de semis dépasse un certain seuil, une augmentation de la compétition intra spécifique peut engendrer une croissance faible de la culture. Rao et al (2007). Le démariage consiste alors à enlever du poquet des plants nains et ne laisser que les plus robustes pour éviter des compétitions inutiles en matières organiques, en éléments minéraux et en lumière. Il ne reste que dans le poquet qu’un plant bien robuste (photo27), sain et capable de faire enregistrer aux agriculteurs de bonnes récoltes. Pour atteindre ces bons rendements espérés par ces agriculteurs, il faut une quantité suffisante de matières organiques et d’éléments

minéraux malheureusement que le sol ne peut fournir qu'en quantité très faible d'où la fertilisation du sol et de la plante.



**Photo 27 : technique de démariage et semis en ligne pratiqué dans les bas-fonds de Nkolbisson.**

**Source :** enquêtes de terrain, Nkolbisson 2021.

## **I.5. Les techniques de fertilisation**

### **I.5.1. Une fertilisation du sol aux engrais naturels**

Pour un bon rendement agricole du maïs, les éléments N, P, K sont très nécessaires. Le sol offre généralement 30 à 35% de ces éléments, Fontem (1993). Pour booster cette offre, les agriculteurs utilisent les engrais naturels. Les plus utilisés pour la culture du maïs sont la fiente de poule 80%, le compost 15% et les cendres 5%. Ces engrais appelés aussi engrais de fonds sont appliqués à la volé sur les billons. Voir photo 28, puis mélangés à la terre à l'aide d'une houe. Ces engrais naturels sont utilisés pour maintenir l'humidité du sol pendant longtemps et surtout saison sèche et permet de réduire les quantités d'eau pour l'irrigation, Bognigni (2006). Bien que très économiques au regard du prix sur le marché et avantageux pour l'environnement car ils ne présentent aucun danger pour celui-ci, les engrais naturels à eux seuls ne peuvent pas optimiser la production du maïs dans les bas-fonds d'où l'usage d'engrais chimiques.



**Photo 28 : mode d'épandage d'engrais naturels dans les bas-fonds d'Ahala.**  
**Source :** enquêtes de terrain, Ahala 2021.

### **I.5.2. La fertilisation chimique des plants de maïs**

Pour un rendement de 5 à 6t/ha, le maïs prélève 100à150kg d'azote, 40à60kg d'acide phosphorique et 100 à 150kg d'oxyde de potassium à l'hectare, Passard (1978). Le sol ne pouvant assurer que 30 à 35% de cette demande, un apport substantiel de ces éléments s'avère indispensable pour une bonne production. D'où l'usage d'engrais chimiques. Dans les bas-fonds du Mfoundi, bien que les engrais chimiques soient moins utilisés on note quand même l'usage de certains engrais chimiques tels que le NPK de formule (20-10-10) utilisé par 60 % des agriculteurs puis l'urée 30% et d'autres engrais 10%. Le premier épandage a lieu 10 jours après les semis. Cet épandage est fait soit en granulé. Les engrais sont mesurés dans un bouchon de bouteille plastique. Le contenu est versé dans chaque poquet puis suivi d'un arrosage. Ces engrais sont souvent aussi dilués avec de l'eau selon les recommandations de la notice. Ce mélange est ensuite pulvérisé sur le plant à l'aide d'une bouteille en plastique ayant un bouchon perforé pour avoir des jets ou à l'aide des pulvérisateurs qui sont d'ailleurs des outils adéquats (Photo29).

Le deuxième épandage a lieu dès la floraison. Ces engrais facilitent un développement végétal optimal du maïs. Ils favorisent la floraison et la production des épis charnus. Il faut tout de même noter au passage que bien que ces engrais chimiques soient utilisés à des proportions très faible, ils ont des effets négatifs sur l'environnement, l'agriculteur et la plante car on constate un surdosage de ces engrais et une manipulation approximative de ces produits par les

agriculteurs. Une fois le sol et les plants bien fertilisés, il faut aussi un bon approvisionnement en eau car le maïs est une plante exigeante en eau d'où les irrigations.



**Photo 29 : mode d'épandage d'engrais chimiques dans les bas-fonds de Nkolbisson.**  
Source : enquêtes de terrain, 2021.

## **I.6. Les techniques d'irrigation**

### **I.6.1. La source des eaux d'irrigation**

Selon la planche 8, les eaux d'irrigation utilisées dans les parcelles des bas-fonds proviennent des cours d'eau qui sillonnent les parcelles, des coins d'eau aménagés à l'aide des sacs chargés de terre et des bras créés à partir des cours d'eau principaux. Les agriculteurs utilisent également les eaux usées, de pluie, des égouts et parfois du robinet. Il est à souligné que ces eaux utilisées dans l'agriculture des bas-fonds sont hautement souillées et présentent des risques sanitaires pour l'agriculteur, la plante et le consommateur.



**Photo 30 : les batards d'eau**



**Photo 31 : le cours d'eau**



**Photo 32: le bras créé pour l'irrigation**

**Planche 8 : quelques sources d'eau d'irrigation dans les bas-fonds de Nkolbisson**  
Source : enquêtes de terrain, nkolbisson 2021.

## I.6.2. L'irrigation dans les bas-fonds du département du Mfoundi

Les agriculteurs utilisent les arrosoirs (photo33) et les motopompes (photo34) pour arroser leurs plants de maïs. L'arrosage s'effectue deux fois par jour, au levé et au coucher du soleil pour éviter l'évapotranspiration rapide. Cet exercice se fait tous les deux jours pour éviter que la plante ne soit engorgée. Il faut tout de même souligner que l'arrosage du maïs est intense quand celui-ci est associé à des plants tels que la laitue et les condiments verts. L'irrigation bien utile pour le plant peut aussi entraîner la prolifération des ennemis de la culture. D'où la nécessité d'un entretien des plants.



**Photo 33 : l'arrosage manuel dans les bas-fonds d'Olembé**



**Photo 34 : l'arrosage à la motopompe dans les bas-fonds de Nkolbisson**

### **Planche9 : quelques types d'arrosage du maïs dans les bas-fonds du département du Mfoundi.**

**Source :** enquêtes de terrain, olembé et nkolbisson 2021.

## **I.7. Les techniques d'entretien cultural**

### **I.7.1. Le contrôle des adventices**

#### **I.7.1.1. Le désherbage manuel et le paillage du maïs.**

Le champ doit rester propre tout au long du cycle surtout au cours du premier mois après les semis car les besoins en eau, en éléments nutritifs et en lumière du maïs sont très élevés. Une compétition entre le maïs et les adventices peut donc être préjudiciable pour le maïs. Ainsi, le désherbage manuel consiste à débarrasser les parcelles des mauvaises herbes à l'aide d'une houe (photo35). Les agriculteurs sarclent alors leurs champs deux fois pendant la campagne agricole. Le premier sarclage a lieu deux à trois semaines après les semis et le deuxième six à huit semaines après les semis. Ce dernier est accompagné du buttage ou du paillage (photo36) pour maintenir l'humidité autour de la plante. Cependant, l'inconvénient du désherbage manuel est qu'il peut endommager la culture et ne permet pas un contrôle complet des adventices car

ils sont capables de repousser à partir des rhizomes, Navasero et Khan (1970). L'usage des herbicides se présente est une méthode complémentaire pour la lutte contre les adventices.



**Photo 35: le désherbage naturel dans les bas-fonds d'olembé**



**Photo 36 : le paillage du maïs dans Les bas-fonds de Mbankolo**

**Planche 10 : entretien manuel du maïs.**

**Source :** enquêtes de terrain, 2021.

### **I.7.1.2. Le désherbage chimique**

Pour un usage optimal des herbicides, de bonnes connaissances des adventices présentes dans les parcelles et leurs propagations sont nécessaires pour éviter des résistances ou l'utilisation d'herbicides non appropriés. Il est primordial de traiter au moment opportun et de doser correctement les produits afin de prévenir des dégâts sur les cultures ou une pollution de l'environnement, Dopoklo (2012). Ainsi, dans les bas-fonds du département du Mfoundi, deux grandes catégories d'herbicides sont utilisées. Pour cela, les herbicides totaux sont appliqués sur les parcelles avant les semis afin de tuer les rhizomes des adventices. Les herbicides spécifiques quant à eux sont appliqués après la levée des plants. Mais ces derniers ont quelques inconvénients car ils ne tuent pas les adventices qui ressemblent aux plants de maïs. De manière général, selon le tableau 18, les herbicides les plus utilisés sont Herbistar plus, Cipalm, Cypercal, Herbi maïs et Soel. Pour une lutte efficace des adventices il faut alors l'association des deux techniques de désherbages. Mais les mauvaises herbes ne sont pas les seules pestes du maïs, les chenilles et les insectes nuisent considérablement aux plants de maïs.

**Tableau 19 : Les herbicides les plus utilisés dans les bas-fonds du département du Mfoundi**

<b>Types d'herbicides</b>	<b>Conditionnement</b>	<b>Prix (FCFA)</b>	<b>Observations</b>
Herbistar plus	Litre	3000	Homologué
Cipalm	Litre	2500	Homologué
Cypercal	Litre	4000	Homologué
Herbi maïs	Litre	1500	Homologué
Soel	Litre	2000	Homologué

**Source :** enquêtes de terrain, 2021.

## **I.8. La lutte contre les attaques de maïs**

### **I.8.1. La lutte contre les insectes et les chenilles**

#### **I.8.1.1. La lutte mécanique contre les insectes et les chenilles,**

Pour lutter contre les insectes et les chenilles dans les parcelles de maïs des bas-fonds toutes les herbes et arbustes autour des parcelles capables de participer à la prolifération des chenilles et insectes sont éloignés. Ainsi, les abords des champs sont toujours propres. De plus, lors du sarclage, des plants déjà attaqués sont enlevés du champ et mis en tas en tas hors des parcelles puis brûlés. Les plants encore sains sont débarrassés de leurs feuilles mortes et de la terre ou de la cendre est mise sur les bourgeons terminaux du maïs pour éviter l'attaque des bourgeons qui conduit fatalement à la mort complète du plant. Voir photo37 Cette lutte mécanique est complétée par l'usage des insecticides.



**Photo 37 : La terre sur un bourgeon terminal de maïs dans les bas-fonds d'Ahala.**

Source : enquêtes de terrain, Ahala2021.

#### **I.8.1.2. La lutte chimique contre les insectes et les chenilles**

La lutte chimique contre les insectes et les chenilles consiste à utiliser les insecticides. Les insecticides les plus utilisés sont ceux faits à base d'emamectine *benzoate*. Il est plus connu sous le nom commercial de caïman B. Il est en poudre mouillable et coute 2500frs sur le marché camerounais. Nous avons aussi l'insecticide à base du *chlorpyrifos-ethyl* connu sous le nom commercial de Parastar 40EC. Il est sous forme liquide et coute 6000fr sur le marché camerounais. Ces insecticides sont appliqués aux plants à l'aide d'un pulvérisateur ou d'une bouteille en plastique au levé ou au coucher du soleil. Ces insectes et chenilles sont parfois des agents pathogènes de certaines maladies qui attaquent les plants de maïs d'où la mise en place des techniques de lutte contre les maladies du maïs, voir tableau 19.



**Tableau 20: Les insecticides les plus utilisés dans les bas-fonds du département du Mfoundi**

Types d'insecticides utilisés	Conditionnement	Prix (FCFA)	Observations
Caïman B.	Poudre mouillable	2500frs	Homologué
Parastar 40EC	Liquide	6000fr	Homologué

**Source** : enquêtes de terrain, 2021.

### **I.8.2.1. La lutte contre les maladies et les versés du maïs**

#### **I.8.2.1.1. La lutte mécanique contre les maladies du maïs**

La lutte mécanique contre les maladies du maïs consiste à extraire du champ tous les plants déjà attaqués par la maladie afin de limiter la propagation de celles-ci. Pour ceux qui ne sont pas totalement attaqués. Les agriculteurs les débarrassent des feuilles contaminées. Ces tiges et feuilles sont rassemblées à un coin de la parcelle, séchées puis brûlées. Quant à la verse des tiges, des agriculteurs attachent les feuilles des plants comme l'indique la photo 38 pour augmenter leur résistance au vent. Cette action mécanique est souvent associée à l'usage des fongicides. D'où la lutte chimique contre les maladies du maïs.



**Photo 38 : technique de lutte contre les versés du maïs dans les bas-fonds d'Ekoumdoum.**

**Source** : enquêtes de terrain, Ekoumdoum 2021.

#### **I.8.2.1.2. La lutte chimique contre les maladies du maïs**

La lutte chimique contre les maladies du maïs est à titre préventif, c'est pour cela que ces fongicides et insecticides doivent être utilisés avant la maladie, Sikourou et al (2018). Ils sont appliqués dès que la dernière feuille est complètement sortie car elle n'est pas encore contaminée par la maladie. Les opérations phytosanitaires doivent se passer aux heures moins chaudes de la journée notamment en matinée pour que la plante assimile mieux les produits dans les conditions favorables. Malheureusement dans les bas-fonds du Mfoundi, ces produits sont utilisés de manière approximative car les agriculteurs ne maîtrisent pas les différentes

maladies et les fongicides précis qu'il faut utiliser. De plus, ils les appliquent quand le plant est déjà atteint. Néanmoins, selon la planche 11 les principaux fongicides et insecticides utilisés pour lutter contre les maladies du maïs dans les bas-fonds du département du Mfoundi sont : le TAMEGA 25EC, le PACHA EC25, le BANKO, le MANCOSAP et le FONGICUR. Notons cependant que ces noms peuvent être différents d'une maison de fabrication à une autre mais les matières actives restent les mêmes pour la prévention de chaque maladie. Les insecticides TAMEGA 25EC avec pour matière active *deltaméthrine* 25g/l et le PACHA 25EC avec pour matière active *lambda-cyhalothrine* 15g/l + *acetamipride* 10g/l sont utilisés pour lutter contre la striure du maïs transmise par un insecte appelé citadelle. Le BANKO avec pour matière active *chlorothalonil* 550g/l + *carbendazine* 100g/l est un fongicide utilisé dans la prévention de la curvulariose. Pour la prévention de l'helminthosporios le fongicide MANCOSAP dont la matière active est le mancozèbe 800g/kg est utilisé. Quant à la rouille du maïs le fongicide FONGICUR est très apprécié par les agriculteurs de maïs. Sa matière active est l'*hexaconazole*.

Maladies et insectes	La striure du maïs	La curvulariose	L'helminthosporios	La rouille du maïs
Fongicides et insecticides utilisés	 <p><b>Photo 39:</b> insecticide contre striure du maïs</p>	 <p><b>Photo 40 :</b> Fongicide contre La curvulariose</p>	 <p><b>Photo 41 :</b> Fongicide contre L'helminthosporios</p>	 <p><b>Photo 42:</b> Fongicide contre la rouille du maïs</p>

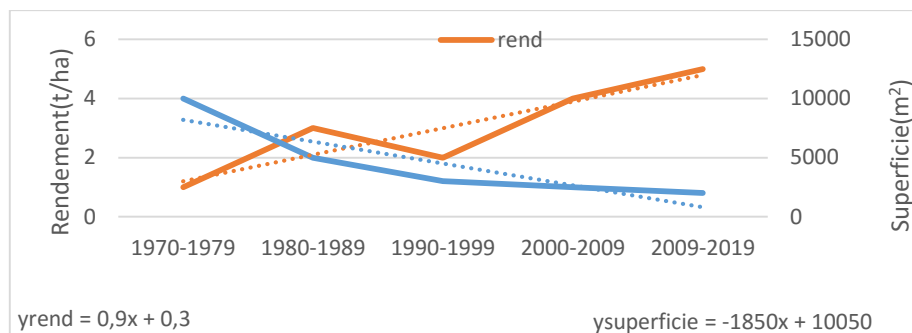
**Planche 11 : Les fongicides et insecticides utilisés dans la lutte contre les maladies du maïs dans les bas-fonds du département de Mfoundi.**

Source : enquêtes de terrain, 2021.

## I.9. La quantité et la destination du maïs des bas-fonds.

### I.9.1. La quantité de la production.

Au regard de la figure 56 les rendements du maïs dans les bas-fonds du département du Mfoundi sont à la hausse bien que les superficies agricoles soient en nette régression et soumises aux inondations, aux verses et aux parasites. La quantité de la production est donc largement liée à la variété semée et de son entretien phytosanitaire... Ainsi pour une parcelle de 500m<sup>2</sup> avec une variété de 3t/h on obtient 150kg de maïs frais.

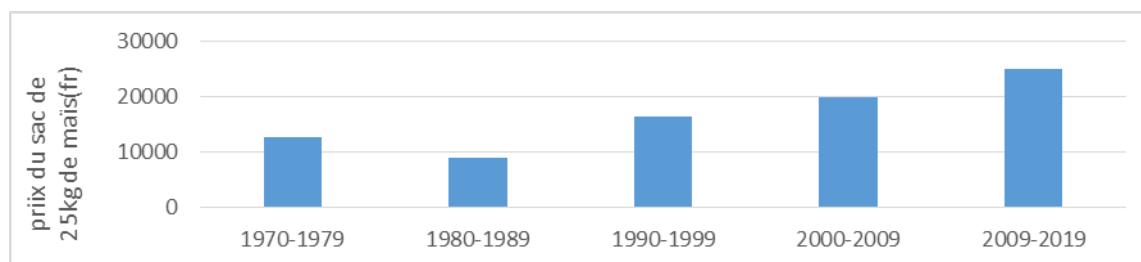


**Figure55 : évolution des superficies et rendement du maïs dans les bas-fonds du département du Mfoundi.**

**Source :** Eba Vanessa 2021 : figures élaborées à partir des données du DNM et du MINADER.

### 1.9.2. La destination et le prix du sac de maïs frais.

L'agriculture dans les bas-fonds est surtout pour l'autoconsommation ceci à cause de la taille des parcelles qui varie entre 100-2000m<sup>2</sup>, Sahara (2012). Il arrive des fois que le surplus soit vendu. Ainsi le surplus de la production est vendu. Cette vente est faite soit à bord-champ ou dans les marchés. Au regard de la figure 59, le prix du maïs est de plus en plus à la hausse.



**Figure 56 : évolution des prix du maïs des bas-fonds dans le département du Mfoundi**  
**Source :** Eba Vanessa 2021 : figures élaborées à partir des données du DNM et du MINADER.

## II. QUELQUES PROPOSITIONS POUR AMELEORER L'ADAPTATION DES CULTIVATEURS DE MAÏS DANS LES BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU MFOUNDI

### II.2. L'aménagement des bas-fonds.

#### II.2.1. Délimitation des zones agricoles

Au regard du Plan Directeur d'Aménagement Urbain de Yaoundé, l'agriculture n'occupe pas une place légale. Il revient aux pouvoirs publics de revoir la place de l'agriculture dans ces Plan Directeurs et déterminer avec exactitude les zones agricoles dans le département du Mfoundi et cela luttera également contre l'occupation anarchique des bas-fonds et limitera toutes les catastrophes naturelles dont sont victimes les habitants illégaux de ces bas-fonds. Une fois la délimitation faite, il faudra alors aménager les bas-fonds réservés à l'agriculture.

### **II.2.2. Désenclavement des zones agricoles**

Les bas-fonds agricoles de Mfoundi sont en effet d'accès très difficile ; les voies d'accès qui existent ne sont pas entretenues. Des ponts sont en mauvais état ou inexistant sur les ruisseaux qui sillonnent ces bas-fonds. Il faut donc désenclaver ces zones en entretenant les pistes et les voies agricoles et construire les ponts sur les cours d'eau qui jalonnent ces espaces.

### **II.2.3. La gestion des eaux d'irrigation.**

Les agriculteurs des bas-fonds du Mfoundi utilisent en général des eaux contaminées. Ces eaux sont polluées par toutes sortes de déchets (ordures ménagères, produits phytosanitaires et les déchets industriels). Un aménagement des bas-fonds passera alors par la construction des zones d'épuration des eaux agricoles. Il faut aussi leur transport d'où la mise en place du système de tuyautage et l'usage des motopompes.

### **II.2.4. La mécanisation de l'irrigation.**

Les agriculteurs des bas-fonds pour arroser leurs parcelles usent de trop d'efforts physiques. Pour limiter ces efforts, il faut mécaniser cette irrigation en mettant en place un système de tuyauterie qui va faciliter le transport des eaux de leurs points d'approvisionnement jusqu'aux parcelles. De plus, les agriculteurs des bas-fonds mettent péniblement leurs parcelles saines pour l'agriculture. Il faut donc également mécaniser le labour des terres.

### **II.2.5. La mécanisation du labour.**

La mise en place d'un terrain sain pour les cultures est très pénible dans les bas-fonds en ce sens que les terres mouillées sont très lourdes, ce qui rend la mise en place des billions difficiles. Pour faciliter l'agriculture et accroître les rendements, il est donc important de mécaniser le labour et ceci passe par la disponibilité et l'accessibilité des machines telles que les tracteurs billions.

## **II.3 La professionnalisation de l'agriculture.**

### **II.3.1 Les formations agricoles.**

Les bas-fonds ne sont pas choisis sur des critères de technicité. L'agriculture est faite façon traditionnelle, aucune préparation à la culture intense dans les conditions spéciales qui sont celles des bas-fonds, Ngaounet (1998). Pour une adaptation efficace, il faut un recyclage pour ceux qui sont déjà sur le terrain ou alors une formation pour les futurs cultivateurs. Une formation sur l'utilisation des produits phytosanitaires dans les bas-fonds du Mfoundi. On note un surdosage des produits phytosanitaires sur les plantes et un usage tardif des fongicides. Les fongicides sont appliqués quand les plantes sont déjà attaquées ; et pourtant, cela doit se faire avant comme moyen de prévention contre les maladies qui s'attaquent aux cultures. Par ailleurs, les produits phytosanitaires sont manipulés sans trop de précaution et le reste de ces produits

n'est pas toujours pas bien conservé. Pour un bon usage des produits phytosanitaires, il est judicieux qu'avant toute utilisation de ces produits, les plantes attaquées soient identifiées pour pouvoir anticiper dans le traitement en temps opportun. Toujours choisir les pesticides qui correspondent au mieux aux symptômes de la maladie. Acheter les produits homologués par l'Etat et se rassurer que la date de péremption ne soit pas encore dépassée, lire attentivement les notices et respecter les dosages.

Pour la sécurité, avoir des équipements de protection (cache-nez, chapeau, gang, paire de bottes et lunette). Les femmes enceintes, les enfants et les vieillards sont à écarter dans les manipulations des produits phytosanitaires. Pendant le traitement, éviter d'être en contact avec les aliments ou mettre les mains dans la bouche, le nez, ni gratter le corps ou les yeux. Le temps idéal aux traitements phytosanitaires est tôt le matin tout en évitant les temps nuageux et les vents violents. L'utilisation d'un appareillage est aussi recommandée à savoir les pulvérisateurs et non les bouteilles avec « bouchons perforés ». Après le traitement phytosanitaire, il faut bien se laver le corps et le matériel utiliser et le ranger. Une formation sur le dosage des engrais chimiques ou organiques. Pour assurer de bons rendements agricoles, la maîtrise des dosages d'engrais est nécessaire. Par contre dans les bas-fonds du Mfoundi, cette pratique n'est pas maîtrisée par les agriculteurs, car ils le font par mimétisme sans connaissances exactes. Pour une meilleure adaptation, il faut également une bonne maîtrise des techniques de dosage d'engrais.

### **II.3.2 La subvention de l'agriculture.**

Pour booster son économie, le Cameroun avait mis en place les plans quinquennaux ; et dans ces plans, l'agriculture avait une place de choix. Malheureusement, la grande crise économique mondiale de 1985-1987 a empêché le Cameroun d'achever ces plans quinquennaux. On assiste alors à un relâchement des pouvoirs publics dans la vulgarisation de l'agriculture au Cameroun. Mais depuis 1995, on voit peu à peu un intérêt qui renaît dans le secteur agricole. Pour que les bas-fonds puissent donc être une adaptation efficace, l'Etat doit subventionner l'agriculture. Cette subvention passe par l'accès gratuit et facile des intrants agricoles (semences, produits phytosanitaires, engrais, matériels agricoles etc.).

Pour un accompagnement financier efficace, l'Etat doit renforcer les capacités des établissements des micros finances dédiées à l'agriculture en augmentant par exemple leur assiette financière. L'amélioration par ailleurs de l'environnement institutionnel des micros finances agricoles est aussi importante. Ce qui passerait par la suppression des tracasseries et des lenteurs administratives. L'Etat doit également financer les projets crédibles des

agriculteurs. Organiser et multiplier les foires et comices agro-pastorales pour l'exposition et la vente des produits agricoles.

### **II.3.3. La vulgarisation des innovations et des informations agro-climatiques.**

A l'ère des changements climatiques, une adaptation efficace passe par la "maîtrise" des oscillations du climat. Il faut une bonne surveillance et prévention des événements climatiques extrêmes (sécheresse et inondations). Le Cameroun à ce jour dispose déjà de l'observatoire national des changements climatiques. En plus, les chercheurs doivent élaborer et vulgariser le nouveau calendrier agricole qui sied désormais au "nouveau climat" de la localité. Il est très important de mettre sur le marché des variétés qui répondent aux normes des oscillations climatiques actuelles.

## CONCLUSION

En définitive, la variabilité climatique influence les rendements de maïs dans le département du Mfoundi. Les résultats de notre analyse montrent que la pluviométrie est le paramètre qui impacte le plus sur ces rendements. Les impacts liés à cette culture diffèrent des phases évolutives allant de la période de semis à la maturité. Ces différentes perturbations climatiques entraînent le flétrissement des plantes, le ralentissement de la croissance du maïs, la fonte des semis, la pourriture des épis, la récurrence des maladies cryptogamiques et attaquent des insectes. Face à cette variabilité climatique, le calendrier agricole est modifié et l'agriculture de contre saison est pratiquée. Toutefois, ces stratégies de résilience sont parfois moins efficaces car n'intègrent pas toujours réellement l'anticipation et la gestion du risque. Pour améliorer la production du maïs, il serait nécessaire de renforcer les stations météorologiques, de vulgariser les techniques et les innovations agricoles. L'Etat doit participer à la professionnalisation de l'agriculture et la surveillance de l'évolution du climat.

## **CONCLUSION GENERALE**



Au terme de cette étude intitulée : « **variabilité climatique et stratégies d'adaptation : cas de la culture du maïs dans les bas-fonds du département du Mfoundi de 1970 à 2019** »

Il était question de ressortir les atouts agricoles du département du Mfoundi, de faire une analyse des températures et de la pluviométrie sur la période allant de 1970 à 2019 à la station de Yaoundé, d'établir un lien entre la perturbation des paramètres climatiques (pluviométrie et température) et les rendements du maïs et d'identifier les stratégies mises en place par les paysans pour réduire leur vulnérabilité liée à la variabilité climatique.

Une analyse des éléments du milieu physique et socio-économique indique que le département du Mfoundi bénéficie des conditions propices au développement de l'agriculture, notamment son réseau hydrographique dense, ses bas-fonds et le dynamisme de sa population. Malgré ces atouts indéniables, cette agriculture peine à décoller car les pratiques agricoles sont généralement archaïques et effectuées sur des petites superficies. Cependant, cette agriculture étant pluviale, fait face aux caprices climatiques devenues une réalité dans le quotidien des agriculteurs.

Les résultats de l'analyse de la situation climatique dans le Département du Mfoundi indiquent que la température moyenne annuelle est de 24,45°C. La moyenne saisonnière est de 24,93°C pendant la grande saison sèche, de 23,34°C pendant la petite saison sèche, de 23,73°C pendant la grande saison de pluie et de 24,67°C pendant la petite saison de pluie. L'analyse décennale des températures permet de constater que la cinquième décennie est considérée comme la plus chaude. Cette décennie enregistre une moyenne thermique de 25,05°C. De manière générale, de 1970 à 2019, les températures du Mfoundi ont connu deux tendances : une première avec les moyennes inférieures à la moyenne thermique générale des trois premières décennies et une hausse importante à la quatrième et la cinquième décennie liée à la hausse des températures maximales.

Pour les précipitations, on observe une tendance à la diminution du nombre de jours de pluie sur toutes les échelles (mensuelles, annuelles et saisonnières) et les quantités des pluies annuelles, de la grande saison sèche, de la grande saison de pluie et de la petite saison de pluie. Ainsi, la moyenne annuelle est de 1564,64 mm pour 144 jours de pluie. Elle est de 92,92 mm pour 10 jours de pluie pendant la grande saison sèche, de 623,07 mm pour 54 jours de pluie pendant la grande saison de pluie et de 507 mm pour 43 jours de pluie pendant la petite saison de pluie. Seules les quantités de pluie de la petite saison sèche sont à la hausse avec une moyenne de 354,5 mm pour 37 jours de pluie. L'analyse décennale des pluies annuelles montre également une baisse progressive des précipitations durant la période allant de 1970 à 2019. Elle permet de distinguer trois tendances. La première est marquée par une hausse de 108,76 mm

de pluie à la deuxième décennie. La seconde tendance est marquée par une légère baisse à la première et la quatrième décennie, soit une moyenne décennale de 1541,06 mm de pluie à la première et de 1541,41 mm de pluie à la quatrième. Une chute prononcée observée à la troisième et à la cinquième décennie soit une moyenne respective de 1432,64 mm et 1476,74 mm de hauteur de pluie. De manière générale, la différence entre la première décennie et la cinquième décennie est de 64,32mm de pluies, ce qui témoigne d'une baisse progressive des précipitations décennales annuelles. De plus on constate une chute du nombre de jours de pluie. Cette baisse s'observe au cours de la troisième et quatrième décennie qui enregistre respectivement 122 et 142 jours de pluie.

L'analyse de l'impact de la variabilité climatique sur la production du maïs permet de constater plusieurs effets néfastes tels que le flétrissement des plantes, le ralentissement de la croissance du maïs, la fonte des semis, la pourriture des épis, la récurrence des maladies cryptogamiques et attaquent des insectes. Ces derniers entraînent par conséquent la baisse des rendements du maïs. Ainsi, La corrélation entre les différents paramètres climatiques permet de constater que : les précipitations annuelles ont une implication sur la production du maïs, soit 32% du degré d'implication. Les températures moyennes ont un degré d'implication de 0,0049%. On constate également que le nombre de jours de pluie influence aussi sur la production du maïs, avec un degré d'implication de 0,81%.

Pour faire face à cette baisse des rendements du maïs ; plusieurs stratégies d'adaptation notamment la culture dans les bas-fonds sont mise en place. Cette stratégie nécessite la modification du calendrier agricole, le changement de variété, l'utilisation des pesticides, l'irrigation des parcelles agricoles. Dans l'optique d'améliorer durablement la production du maïs, les suggestions au niveau locale relèvent de la mise en place d'un observatoire climatique local à l'instar de l'Observatoire National sur les Changements Climatiques (ONACC). Allouer les fonds d'appui aux activités agricoles, encourager l'utilisation des variétés volubiles du maïs au détriment des variétés naines. L'Etat doit mettre l'accent sur la professionnalisation de l'agriculture paysanne, la surveillance des événements climatiques, la vulgarisation des informations agro climatiques et renforcer la sécurisation foncière.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## 1. OUVRAGES GENERAUX

- **ARNON L. (1975)**, *Minéral nutrition of maize*, intpotashint, Berne, Suisse 452 P.
- **ATLAS DU CAMEROUN (2006)**, Les éditions J. A aux éditions du JAGUAR, Paris France 119p
- **BOYER J. (1982)**, *Les sols ferrallitiques : facteurs de fertilité et utilisation des sols*, tome X, ORSTOM Paris 396 p.
- **FRANQUEVILLE A. (1984)**, *Yaoundé construire une capitale*, ORSTOM, 192 p.
- **LETOUZEY R. (1968)**, *Etude phytogéographique du Cameroun*, Paul Lechevalier, Paris, 507 p.
- **NEBA A. S. (1987)**, *Géographie moderne de la République du Cameroun*, éditions Neba USA, 211 p.
- **OLIVRY J. C. (1986)**, *Fleuves et rivières du Cameroun, monographie hydrologique* ORSTOM, Paris 781 p.
- **PIERRE GEORGE et FERNAND VERGER (1970)** *Dictionnaire de la géographie*, presse universitaire de France (PUF) 480p
- **SUCHEL J. B. (1972)**, *La répartition et les régimes pluviométriques au Cameroun*. Travaux et documents de géographie tropicale N°5, CEGET-CNRS, Bordeaux, 283 p.

## 2. ARTICLES, REVUES ET RAPPORTS

- **ABOSSOLO S. A, AMOUGOU J. A, TCHINDJANG M, MENA M. S. et BATHA R. A. S. (2015)**, *Analyse des précipitations annuelles à la station de Yaoundé de 1895 à 2006*, Afrique science, 11(2) 183-194pp
- **BACHELIER G. (1959)**, *Etude pédologique des sols de Yaoundé, contribution à l'étude de la pédogénèse des sols ferrallitiques* l'agronomie tropicale, 14(3) : 279-307 pp.
- **BARRIERE Y. (2001)**, *Le maïs et l'eau, une situation aujourd'hui paradoxale mais des progrès génétiques à attendre d'un idio-type redéfini*, fourrages 168, (477-489) pp.
- **BERGER J. (1962)**, *Maize production and manuring of maize*, centre d'étude de l'Azote, 283 p.
- **BOONE P. S, CHARLES J. D, WANZIE L. R. (2008)**, *Evaluation sous régionale de la chaîne de valeur du maïs*, rapport technique, ATP N°1, Bethesda, MD, projet ATP Abt Associates Inc. 50 p
- **CIMMYT (1991)**, *Réalités et tendances : potentiel maïscole de l'Afrique subsaharienne*, Mexico, Mexique, 71 p.

- **DEPRET R. et CHALIER R. (1963)**, *Ville de Yaoundé, zone N. O, Plan directeur, rapport de justification*, nov.1963- Jan.1964, SMUA 141 p.
- **DJOHY G. L, EDJA A. H, NOUATIN G. S. (2015)**, *Variation climatique et production vivrière : la culture du maïs dans le système agricole péri-urbain de la Commune de Parakou au Nord du Benin*. *Afrique science* 11(6) (183-194).
- **DUBURG J. B, BONHOME R, DERIEUX M. (1983)**, *Durée des phases végétatives et reproductrices chez le maïs, influence du génotype et du milieu*, *Agronomie, EDP Sciences* 3(10) . 941-946pp.
- **FAJEMISIN J. M. (1992)**, *Aperçu des systèmes nationaux de la recherche sur le maïs en Afrique centrale et occidentale*, Ouagadougou, Burkina-FasoP.5
- **FAO. (2002)**, *Le maïs en zones tropicales, Amélioration et production*, *Fao*, Rôme, 382 p.
- **FAVREAU Louis (1995)**, *Economie communautaire, mobilisation sociale et politiques publiques au Québec (1985-1995)*, in J-L. Klein et B. Levesque (sous la direction de), *contre l'exclusion repenser l'économie*, Québec, PUQ, 183p.
- **GUY R. (1984)**, *Le maïs, le technicien de l'agriculture tropicale* 142 P.
- **HUN B. (2008)**, *Défense de culture (maïs)*, Ndjamena 5. pp 23-34.
- **IITA (1982)**, *Manuel de production du maïs*, IITA, vol1 N°12, 11 p.
- **IITA (2008)**, *Production et conditionnement du maïs*, Guide pratique N°2, 13p.
- **MAMA V. J, OGOUWALE R, CHABI A, OLOUKOI J. et TAYEWO N. (2011)**, *Stratégie d'adaptation paysanne et variabilité pluviométrique dans les bas-fonds du centre du Benin*, bulletin de la recherche agronomique, N° spécial 1, 13 P.
- **MC Williams, D. A, BERGLUND and ENDRE G. J. (...)**, *Soybean growth and management quick guide, A-1174*, North Dakota, state. U, U of Minesota, 2 P.
- **MOYAL P. (1991)**, *Les maladies fongiques foliaires du maïs en Côte-D'Ivoire et leur importance en diverses conditions de culture*, ORSTOM, 21 p.
- **NGUEGANG AP, PARROT L, JOIRIS V. et LEJOLY J. (2008)**, *Mise en valeur des bas-fonds à Yaoundé : système de production, savoir-faire traditionnel et potentialité d'une agriculture urbaine et périurbaine en developpment*, In Parrot L. (ed) Njoya A (ed) temple L. (ed), Assogba-Komlanf (ed), Kahane R. (ed) Ba Diao M. (ed), Havard M. (ed), *Agriculture et développement urbain en Afrique subsaharienne. Environnement et enjeux sanitaires*, Paris, Harmattan PP.97-108.
- **NOUFE D, KOUADIO Z. A, SORO G. E, WAYOU T. P, GOULA B. I. T. A. et SAVANE I. (2015)**, *Impact de la variabilité climatique sur la production du maïs et l'igname en zone Centre et Nord de la Côte-D'ivoire*, *AGRON-AFR* 27 (3) PP. 175-315.

- **NOUFE D, LIDON B, MAHE G, SERVAT E, BROUYAO I, BI Z. K. et CHALEARD J. L. (2011)**, *Variabilité climatique et production du maïs en culture pluviale dans l'Est-Ivoirien*, Hydrological sciences journal. 152-167pp.
- **OUEDRAOGO M. et YOUSOUF DEMBELE L. S. (2010)**, *Perceptions et Stratégies d'adaptation aux changements des précipitations : cas des pays du Burkina-Faso*, vol 21, N°2 (86-96).
- **SEGALEN P. (1967)**, *Les sols et la géomorphologie du Cameroun* cah-ORSTOMSci. Pedol 2. pp 137-188.
- **SIKOUROU R, NAKOUZIS, Adanguidi J, Bahama J. (2018)**, *Fiche technique reconnaissance des maladies du maïs en culture au Bénin et méthode de lutte*, Institut National des recherches agricole du Bénin 11P.
- **SYRE J. D. (1955)**, *Mineral nutrition of crop in corn and corn improvement*, Academic press, New-york, PP 293-314.
- **VALERIE M. (1971)**, *Carte pédologique du Cameroun occidental*, Notice explicative N°45 ORSTOM, Paris, 396 P.

### 3. MEMOIRES ET THESES

- **DONGMO David (1985)** *Les cultures maraîchères dans la province de l'Ouest : production et commercialisation* **Université** de Yaoundé I
- **FEUMBA R.A. (2001)** *Variabilité pluviométrique saisonnière et comportement des cultivateurs de tomates Batoum*, Université de Yaoundé I, 160P
- **FONTEM D. (1993)**, *Apply plant pathology for level III and level IV*, Plant protection department, FASA, University of Dschang, 127 p.
- **MENA MARIN SYLVERE MARIE (2005)**, *Variabilité des précipitations à Yaoundé et relations avec les phénomènes el niño et la nina de 1951 à 2001*. Université de YaoundéI, 165P
- **NAGO C. M. (1997)**, *La transformation alimentaire traditionnelle du maïs au Bénin, détermination des caractéristiques physico-chimique des variétés en usage ; relation avec l'obtention et la qualité des principaux produits dérivés*, Thèse de doctorat d'Etat Es-sciences, Université Paris-Denis Diderot-UFR de Biochimie, 199 p.
- **NGUEUKO N. M. (2008)**, *Effet de l'association du maïs (Zeamays) sur les performances du maïs et la production d'engrais vert dans les hautes terres de l'Ouest-Cameroun*, Mémoire ingénieur agronome FASA-Université de Dschang, PP 4-5.

- **SEH N. (2003)**, *Effet combiné des fertilisants minérales et de la jachère sur la flore adventive en champs de maïs (Nkometou- lekié)*, Mémoire FASA-Université de Dschang PP 4- 15.
- **SUCHEL B. (1987)**, *Les climats du Cameroun*, Thèse de doctorat de troisième cycle, Université de Bordeaux III, 1186 P.
- **TSALEFAC M. (1979)**, *Les oscillations climatiques et actuelles au Cameroun septentrional*, Mémoire de maîtrise en Géographie, Université de Yaoundé 1, 408 p.

#### **SITES WEB**

<http://www.Cifor.org/cobam/publication/>, Consulté le 20 06 2021

<http://www.fao.org>, Consulté le 20 10 2021

<http://www.agriculture.nouvelle.fr>, Consulté le 23 06 2022

<http://www.memoire.online.com> , Consulté le 25 09 2021

<http://echogeo.revues.org/ocannexe/image/11816/img->, Consulté le 20 06 2022

[http://climato.be/aic/colloques/actes/epernay2021\\_actes.pdf](http://climato.be/aic/colloques/actes/epernay2021_actes.pdf), Consulté le 20 07 2022

## **ANNEXES**



## ANNEXE1 : QUESTIONNAIRE

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix -Travail -Patrie

\*\*\*\*\*

### QUESTIONNAIRE DESTINE AUX AGRICULTEURS DE BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU MFOUNDI

#### SECTION 0 : EQUIPE DE COLLECTE

S0Q1	Nom de l'Enquêteur	_
S0Q2	Date de l'Enquête	_ _ _ _ _ _ _
S0Q3	Numéro de Fiche d'Enquête	_ _ _ _

#### SECTION1 : IDENTIFICATION

S1Q0	Département			_
S1Q1	Arrondissement			_
S1Q2	Nom du quartier/ village			_
S1Q3	Ethnie	Sexe F M	Age	_
S1Q4	Niveau d'étude 1) Primaire 2) Secondaire 3) Universitaire			_
S1Q5	Profession 1) Enseignant 2) Homme en tenue 3) Bureaucrate 4) autre à préciser			_
S1Q6	Etes-vous encore en fonction ? 1) Oui 2) non			_
S1Q7	Statut matrimonial 1) marié 2) célibataire 3) divorce 4) veuf 5) union libre			_
S1Q8	Nombre d'enfant en charge			_
S1Q9	<b>Quelle sont vos préférences alimentaires :</b> 1) tubercule 2) céréales 3) légumes 4) conserves 5) autres à préciser			_ _

#### SECTION2 : LA VARIATION CLIMATIQUE EXISTE A YAOUNDE DEPUIS PLUSIEURS ANNEES

S2Q1	La date des débuts des pluies ici est-elle régulière ? 1) oui 2) non	_
S2Q2	Depuis quand avez-vous constaté cela ? 1) depuis 2) recensement	_
S2Q3	Les pluies sont-elles régulières ? 1) oui 2) non	_
S2Q4	Comment sont les pluies quand il pleut 1) normales 2) violentes	_

**SECTION3 : ETAT DES LEIUX DE L'AGRICULTURE DES BAS-FONDS DANS LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970-2019**

S3Q1	Que cultivez-vous dans vos champs ? 1) maïs 2) tomate 3) légume 4) aubergine 5) gombo 6) piment 7) autres à préciser	<input type="checkbox"/>
S3Q2	Quelles techniques utilisez-vous pour faire vos champs ? 1) labour à plat 2) les sillons 3) l'irrigation 4) l'arrosage à la main	<input type="checkbox"/>
S3Q3	Fertilisez-vous vos champs ? si oui avec quels types d'engrais ? 1) engrais naturels 2) engrais chimiques	<input type="checkbox"/>
S3Q4	A quoi sont exposées vos cultures 1) au vol 2) inondation 3) destructions par les insectes 4) destructions par les animaux 5) autres à préciser	<input type="checkbox"/>
S3Q5	Quel type de maladies attaque vos cultures ? 1) pourriture 2) stress hydrique 3) autres à préciser	<input type="checkbox"/>
S3Q6	Vos champs sont-ils accessibles à toutes les saisons ? 1) oui 2) non	<input type="checkbox"/>
S3Q7	Comment sont les rendements ? 1) à la baisse 2) à la hausse 3) constant	<input type="checkbox"/>

**SECTION4 : IMPACT DE LA VARIABILITE DU CLIMAT SUR L'AGRICULTURE DE BAS-FONDS**

S4Q1	Combien de récolte faites-vous par an ? 1) une 2) deux 3) trois 4) quatre	<input type="checkbox"/>
S4Q2	Comment sont vos récoltes ? 1) saisonnière 2) permanente	<input type="checkbox"/>
S4Q3	A quoi sont destinées vos récoltes 1) a la vente 2) a l'auto consommation	<input type="checkbox"/>
S4Q4	Combien gagnez-vous par vente ?	<input type="checkbox"/>
S4Q5	A qui vendez- vous vos produits ? 1) aux ménages 2) aux revendeurs	<input type="checkbox"/>
S4Q6	A quoi est destiné l'argent de la vente 1) a la scolarité 2) a la construction 3) a la santé 4) a l'épargne	<input type="checkbox"/>
S4Q7	Vivez-vous seulement de l'agriculture ? Si oui est ce qu'elle vous permet de vivre décemment ? 1) oui 2) non	<input type="checkbox"/>

**SECTION5 : REGLEMENTATION ET MODE D'ADAPTATION DE  
L'AGRICULTURE DES BAS FONDS VIS-A-VIS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET  
L'OCCUPATION ANARCHIQUES DES BAS FONDS**

S5Q1	Comment avez-vous acquis les bas-fonds que vous cultivez ? 1) héritage 2) don 3) achat 4) location	<input type="checkbox"/>
S5Q2	Etes-vous subventionnés 1) oui 2) non	<input type="checkbox"/>
S5Q3	Avez-vous subis une formation ? 1) oui 2) non	<input type="checkbox"/>
S5Q4	Utilisez-vous les engrais ? 1) oui 2) non	<input type="checkbox"/>
S5Q5	Utilisez-vous les plantes sélectionnées ? 1) oui 2) non	<input type="checkbox"/>
S5Q6	Quels types de matériel utilisez-vous ? 1) rudimentaire 2) perfectionné	<input type="checkbox"/>
S5Q7	Qui vous les procure ? 1) MINADER 2) fond propre	<input type="checkbox"/>
S5Q8	Connaissez-vous le programme de vulgarisation de bas-fonds mis sur pied par le MINADER ? 1) oui 2) non	<input type="checkbox"/>

\*\*\*\*\* Merci pour votre disponibilité \*\*\*\*\*

## ANNEXE 2 : TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLE DE YAOUNDE (EN °C ET DIXIEMES)

<b>PARAMETRE : Températures moyennes mensuelle de Yaoundé (en °C et dixièmes)</b>
<b>PARAMETER: Mean monthly temperatures (in °C and 1/10)</b>
<b>STATION : Yaoundé, Latitude: 3° 50' N Longitude: 11° 31' E Altitude: 760,0 M.</b>
<b>PERIODE/period : 1970-2019</b>

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
1970	26,8	29,5	28,0	27,2	27,4	24,6	25,3	26,2	26,5	26,1	27,0	28,1	26,9
1971	24,6	25,3	24,8	24,8	24,1	23,3	22,6	22,7	23,0	23,3	23,8	23,5	23,8
1972	25,1	25,4	24,6	24,5	24,1	23,3	22,9	22,5	23,3	23,3	23,9	24,4	23,9
1973	24,3	26,1	26,1	25,2	24,4	23,6	23,3	22,7	23,2	23,1	24,1	23,2	24,1
1974	23,7	25,3	24,4	24,5	23,9	23,0	22,5	22,4	22,3	22,9	23,4	23,3	23,5
1975	24,5	24,4	24,6	24,6	23,7	23,3	22,3	22,0	22,8	23,1	23,7	23,6	23,5
1976	24,0	24,0	24,3	24,5	23,5	23,6	22,3	22,6	23,2	23,4	23,5	23,4	23,5
1977	24,1	25,6	25,3	24,9	24,4	23,3	22,9	23,0	23,3	23,7	24,2	24,1	24,0
1978	25,3	26,1	25,1	24,5	24,3	23,3	22,3	22,9	23,5	23,5	24,1	24,2	24,1
1979	24,0	25,1	24,8	24,4	24,1	23,5	22,9	22,3	23,4	23,4	23,1	23,8	23,7
1980	25,0	25,6	25,6	25,1	24,2	23,6	22,5	23,0	23,1	23,6	23,8	24,3	24,1
1981	24,6	25,7	25,2	25,1	24,2	23,7	22,4	22,4	23,0	23,6	23,3	24,1	23,9
1982	24,7	25,1	25,0	24,6	24,1	23,4	22,5	22,4	23,3	23,1	24,0	24,4	23,9
1983	24,3	26,9	27,3	26,4	24,9	23,6	23,6	22,2	23,6	23,1	23,6	23,2	24,4
1984	24,0	25,5	24,6	24,6	24,1	23,3	22,9	23,2	22,9	23,5	23,6	23,7	23,8
1985	24,6	25,6	25,3	24,9	24,2	24,2	22,7	23,1	23,2	23,1	24,0	23,7	24,0
1986	24,6	24,8	24,0	24,7	24,0	23,9	22,4	23,1	23,2	23,3	23,8	23,4	23,8
1987	25,1	26,3	25,1	25,1	24,5	24,1	23,8	23,7	23,7	23,7	24,2	24,7	24,5
1988	25,1	26,0	25,7	24,9	24,6	23,4	22,6	22,9	23,3	23,5	24,2	23,8	24,1
1989	23,6	25,5	25,1	24,7	23,8	23,6	22,8	22,8	23,5	23,3	23,9	23,6	23,8
1990	24,3	25,8	26,6	26,1	24,4	24,0	22,7	22,9	23,1	23,9	23,9	24,2	24,3
1991	24,1	26,2	25,4	24,6	24,3	24,1	23,0	22,9	23,4	22,9	23,5	23,7	24,0
1992	23,9	25,7	25,6	24,7	24,3	23,2	22,4	22,2	23,3	23,4	23,6	24,3	23,9
1993	24,6	25,7	24,8	24,9	24,7	23,6	22,4	23,1	23,6	24,2	24,1	24,2	24,2
1994	24,6	25,6	26,0	25,1	24,3	24,0	23,1	23,6	23,7	24,4	24,3	24,2	24,4
1995	24,6	25,6	25,8	25,4	24,4	24,1	23,7	24,1	23,5	23,8	24,5	24,7	24,5
1996	24,8	23,9	23,9	24,1	24,6	23,9	22,3	23,0	23,6	23,8	24,3	24,5	23,9
1997	25,5	26,2	26,4	24,4	24,4	23,5	23,6	22,9	24,0	24,5	24,5	24,4	24,5
1998	25,1	27,1	26,8	25,9	26,7	26,4	23,4	22,9	24,0	24,0	24,8	24,8	25,1
1999	25,1	25,4	24,9	24,7	24,5	24,2	23,4	23,6	23,9	23,7	24,3	24,8	24,4
2000	25,2	25,8	26,4	25,0	25,5	23,8	24,7	24,5	24,3	23,7	24,1	24,7	24,8
2001	25,4	26,3	25,8	25,4	25,0	24,5	23,3	23,4	23,9	24,1	24,4	25,1	24,7
2002	25,1	26,2	25,4	25,2	25,7	26,4	24,4	24,1	24,0	24,6	24,2	24,7	25,0
2003	25,6	27,2	26,7	25,5	25,7	24,0	23,8	23,7	23,6	24,3	25,0	24,7	25,0
2004	25,6	26,8	27,0	25,4	25,2	24,1	23,8	23,7	23,6	24,2	25,1	24,9	25,0
2005	25,7	26,9	27,2	25,4	26,2	24,1	23,8	23,8	23,6	24,4	25,2	24,8	25,1
2006	25,6	25,4	24,8	24,6	24,5	23,6	24,7	24,6	24,1	24,2	25,0	24,8	24,7
2007	25,2	26,3	26,7	25,3	24,5	24,5	23,8	23,6	24,8	24,7	24,1	24,8	24,9
2008	25	26	25	23,9	24,1	24	23,3	23,3	23,6	23,1	24,2	23,6	24,2
2009	25,6	26,2	25	25,6	24,9	23,6	22,8	23,5	22	23,5	24,5	25,1	23,5
2010	25	25,6	24	24,4	25,3	23,3	22,2	22,3	18	23,2	23,4	23,7	23,4
2011	25,2	24,7	25,5	26,1	23,9	23,1	22,9	22,6	23,4	22,3	24,4	25,6	24,1
2012	24,3	25,8	26,55	26,1	24,35	23,95	22,7	22,9	23,05	23,85	23,9	24,15	24,3
2013	24,1	26,15	25,35	24,55	24,25	24,1	23	22,85	23,35	22,85	23,5	23,7	24,01
2014	23,85	25,7	25,6	24,65	24,25	23,15	22,4	22,2	23,25	23,4	23,6	24,3	24
2015	24,55	25,7	24,75	24,9	24,65	23,6	23,35	23,1	23,55	24,15	24,1	24,15	24,21
2016	24,55	25,55	25,95	25,05	24,3	24	23,05	23,55	23,7	24,4	24,3	24,2	24,38
2017	24,6	25,6	25,8	25,4	24,35	24,1	23,65	24,1	23,5	23,75	24,5	24,65	24,5
2018	24,8	23,9	23,9	24,1	24,55	23,9	22,3	23	23,6	23,75	24,25	24,5	23,87
2019	25,45	26,2	26,4	24,4	24,35	23,5	23,6	22,9	24	24,5	24,5	24,4	24,51

## ANNEXE3 : PLUVIOMETRIE MENSUELLE DE YAOUNDE (EN MM ET DIXIEMES)

<b>PARAMETRE : Pluviométrie mensuelle de Yaoundé (en mm et dixièmes)</b>
<b>PARAMETER: Monthly rainfall (in mm and 1/10)</b>
<b>STATION : Yaoundé, Latitude : 3° 50' N Longitude: 11° 31' E Altitude: 760,0 M.</b>
<b>PERIODE/period : 1970-2019</b>

1970	27,3	26,2	198,1	163,1	322,4	124,4	26,1	139,1	310,6	317,6	90,4	9	1754,3
1971	0	43,9	162,7	105,1	192,5	255,6	69,5	70,3	250,5	353,3	20,7	48,9	1573
1972	12,1	52,3	104,5	234	256,7	127,1	38,9	53,4	219,6	501	68,6	14,6	1682,8
1973	25,9	73,4	162	165,4	285,3	236,3	111,8	149,3	152,1	239,8	46,6	51,3	1699,2
1974	12,7	34,7	194,1	223,9	192,9	116,7	14,9	119	177,4	304,3	105,3	8	1503,9
1975	98,4	59,6	233,4	192,8	154,4	84,8	79,1	20,6	151,1	243,8	173,5	0	1491,5
1976	7,9	79,1	137,4	155,9	133,6	155,2	15,5	57,6	167,3	276,5	177,8	7,9	1371,7
1977	47,1	75,5	108,3	96,1	248,4	109,6	11,5	131,5	227,5	191,8	27,8	16,5	1291,6
1978	48,5	88	144,7	320,3	98,8	158,3	12,2	58,8	264,3	207,2	91,6	2	1494,7
1979	3,8	109,1	165,6	149,5	169,6	296,4	76,7	29	153,5	277,5	113,6	3,6	1547,9
1980	5,8	70,8	135,1	115	231,5	63,4	103,4	78,8	425	269,9	92,3	0	1591
1981	8,2	31,5	88,4	253,5	168,4	166,1	88,9	110,7	220,9	364	126	8,9	1635,5
1982	84,2	34	101,8	124,4	171,9	270,2	96,4	129,6	238,9	361,9	25,4	40,3	1679
1983	0	18,5	31,8	91,7	210,3	164,9	46,9	14,6	273,9	290,5	90,7	93,4	1327,2
1984	1,1	38,3	208,7	189,4	228,5	326,1	186,8	151,8	339,5	253,1	102,8	40	2066,1
1985	26,6	28,1	130,6	245,2	226,5	167,1	118,5	195	320,3	423,1	180,7	9,8	2071,5
1986	22	42	115,9	106,9	286,7	200,5	67,9	176,9	190,3	253,4	67,1	0	1529,6
1987	0	36,1	189,1	243,1	204,7	203	134,8	126,3	269,1	273,9	116,7	1,9	1798,7
1988	10,6	33,3	125,3	216,7	228,2	117,8	46,8	103,5	173,6	311,8	68,4	16,9	1452,9
1989	3,4	10	127,8	171,2	309	139,9	44,5	200,3	213,4	222,6	136,8	3,6	1582,5
1990	14,5	10,8	35,1	64,1	216,5	128,4	56,3	230,5	386,6	296,4	121,7	51,8	1612,7
1991	0	53,5	116	161,9	250,5	82,3	50,5	23,8	102,9	256,6	123,7	12,8	1234,5
1992	36,3	20,2	85,6	126,1	88,9	152,7	68,2	22,7	199,3	291	72,1	0	1163,1
1993	1,8	42,5	130,2	124,1	150,3	104,3	50,5	223,6	285,7	300,5	46,8	11	1471,3
1994	11,6	10,5	126,9	130,4	209,7	64,7	117,2	26,9	151,7	298,3	111,5	18,1	1277,5
1995	0	49,6	129,8	209,8	216	168,8	11	141,3	139,1	297,2	111,2	21,7	1495,5
1996	11,8	50,5	134,7	194,9	174,3	108,3	77,6	102,4	219,8	330,7	8,7	0,2	1413,9
1997	24,2	11,9	76,8	125,7	115,2	135,3	137,3	118,3	323,6	237,1	45	25,5	1375,9
1998	31,9	16,1	87,3	139	256,5	121,9	103,4	110,3	288,8	266,6	28,5	25,4	1475,7
1999	15,7	97,1	91,9	202,3	185,2	132,5	78,1	286,6	207,7	303	180,9	25,3	1806,3
2000	2,6	11,9	66,4	260,6	119,4	154,5	112,1	146,9	234,6	310,8	145,9	0	1565,7
2001	13,4	22,1	100,1	107,4	234,4	182	43,2	31,8	177,6	202,9	82	29,4	1226,3
2002	4	16,4	123,1	147,5	128,7	280,6	315,1	253,7	254,6	247,9	47	18,1	1836,7
2003	1,1	37	35,2	128,6	123,2	232,3	222,6	276,9	234,6	209,4	116,7	28,4	1646
2004	26,4	25,4	55,7	194,6	192,5	121,6	136	46,7	200	290,4	8,9	26	1324,2
2005	9	30,7	260	133,3	176,2	76,1	35,4	41,6	185,7	288	13,8	73,7	1323,5
2006	24,2	32,6	143,8	231,6	187,6	175,7	46,7	25,3	138,8	239,2	136,5	6,7	1388,7
2007	0	30,8	57,6	231,1	262	177,8	169,5	175,1	431,6	244,5	193,1	68,2	2041,3
2008	0,8	37,1	266,8	297,3	198,9	279,9	76,3	90,9	241,2	272,7	45,2	76	1883,1
2009	13,4	32,1	100,1	106,9	233,6	132,8	43,2	31,8	187,6	216,1	81,6	29,4	1178,6
2010	14,5	10,8	35,1	64,1	216,5	128,4	56,3	230,5	386,6	296,4	121,7	51,8	1612,7
2011	0	53,5	116	161,9	250,5	82,3	50,5	23,8	102,9	256,6	123,7	12,8	1234,5
2012	36,3	30,2	85,6	126,1	88,9	152,7	68,2	22,7	199,3	291	72,1	0	1143,1
2013	1,8	42,5	130,2	124,1	150,3	104,3	50,5	223,6	285,7	300,5	46,8	11	1471,3
2014	0,4	30,2	137,4	251	358,6	146,2	29,4	67,6	199	228,6	129,8	19	1597,2
2015	0	88,8	129,4	157	255,4	78,6	59,4	72,8	301,2	304,6	135,2	0	1582,4
2016	2,4	39	98,6	169,8	157,2	136,4	91,4	70,4	147,8	168	68	7,2	1414,2
2017	19,02	14,1	45,7	63,2	73,9	31,7	29,9	84,8	133,8	164,4	99,4	18,4	1378,32
2018	2,3	41,9	85,7	129,9	90,1	59,2	95,6	70,2	117	156,3	53,6	10,9	1300,7
2019	18	67	100	240	242	286	101	211	261	269	121	17	2033

## ANNEXE4 : NOMBRE DE JOURS DE PLUIES A LA STATION DE YAOUNDE DE 1970 à 2019

### NOMBRE DE JOURS DE PLUIES A LA STATION DE YAOUNDE DE 1970 à 2019

Annee	jan	fev	mar	avr	mai	jui	jui	aou	sept	oct	nov	dec	Total
1970	1	1	15	17	16	14	12	21	25	29	11	2	164
1971	0	6	10	13	18	21	10	13	22	28	6	6	153
1972	4	6	11	18	22	11	13	8	20	27	9	3	152
1973	5	5	9	16	20	16	12	15	21	22	4	6	151
1974	2	4	15	16	18	17	9	14	23	23	12	1	154
1975	4	7	15	13	18	11	12	11	16	22	19	0	148
1976	4	8	13	18	18	18	5	16	18	24	12	3	157
1977	3	5	11	17	18	14	7	13	25	22	6	2	143
1978	1	7	13	20	21	20	5	16	25	24	7	1	160
1979	4	9	12	15	20	19	11	5	23	24	14	2	158
1980	2	6	11	14	22	17	14	13	24	26	11	0	160
1981	1	4	12	19	22	16	13	15	22	25	12	2	163
1982	6	7	15	10	23	18	14	16	23	26	6	2	166
1983	0	2	5	15	14	10	10	5	25	22	9	9	126
1984	2	5	16	18	19	20	21	19	23	22	12	2	179
1985	5	1	14	19	17	15	14	18	24	28	9	2	166
1986	2	7	12	14	19	17	13	17	19	23	13	0	156
1987	0	4	13	15	13	16	13	16	25	25	12	2	154
1988	3	4	13	14	20	14	11	17	19	22	11	5	153
1989	1	0	10	16	23	12	10	15	23	21	11	1	143
1990	1	2	7	12	15	17	11	15	20	21	15	12	148
1991	0	5	13	13	24	11	8	5	14	20	15	1	129
1992	3	5	11	16	19	12	7	5	17	21	10	0	122
1993	1	3	17	12	18	17	14	15	18	23	9	1	148
1994	3	2	6	11	17	16	6	6	20	0	10	0	97
1995	1	8	12	9	14	12	10	13	14	24	7	2	126
1996	0	0	0	0	15	11	8	11	13	27	3	2	90
1997	3	1	9	15	14	10	12	12	17	18	0	3	114
1998	2	4	9	11	12	10	0	0	0	21	13	6	88
1999	5	11	11	16	19	13	6	17	20	20	17	5	160
2000	1	2	8	15	0	17	7	10	21	20	8	0	109
2001	2	3	13	15	14	17	8	5	20	16	10	4	127
2002	0	6	15	14	13	20	9	18	20	22	0	0	137
2003	1	1	15	18	16	16	12	15	27	24	17	4	166
2004	0	2	5	15	14	10	10	5	25	22	9	9	126
2005	0	2	5	15	14	10	10	5	25	22	9	9	126
2006	4	8	13	18	18	18	5	16	18	24	12	3	157
2007	2	5	16	18	19	20	21	19	23	22	12	2	179
2008	4	6	12	15	21	20	13	10	20	24	14	8	167
2009	2	3	13	15	14	16	8	5	20	16	10	4	126
2010	1	2	7	12	15	17	11	15	20	21	15	12	148
2011	0	5	13	13	24	11	8	5	14	20	15	1	129
2012	3	5	11	16	19	12	7	5	17	21	10	0	122
2013	1	3	17	12	18	17	14	15	18	23	9	1	148
2014	1	4	16	15	14	16	12	10	24	22	13	4	151
2015	0	9	13	10	14	14	11	6	24	17	13	0	142
2016	4	5	10	19	17	16	13	10	21	17	27	7	131
2017	2	6	12	19	18	18	10	19	20	20	24	6	154
2018	4	4	9	15	17	14	9	19	19	22	25	8	155
2019	2	8	7	17	11	10	11	21	20	21	21	4	132

**ANNEXE5 : RENDEMENT(t/ha) DU MAÏS DANS LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 A 2019**

<b>Années</b>	<b>Rdt(t/Ha) maïs</b>	<b>Années</b>	<b>Rdt (t/Ha) maïs</b>	<b>Années</b>	<b>Rdt (t/Ha) maïs</b>	<b>Années</b>	<b>Rdt (t/Ha) maïs</b>	<b>Années</b>	<b>Rdt (t/Ha) maïs</b>
<b>1970</b>	0,73	<b>1980</b>	0,04	<b>1990</b>	1,5	<b>2000</b>	1,28	<b>2010</b>	3,8
<b>1971</b>	0,69	<b>1981</b>	3,3	<b>1991</b>	1,4	<b>2001</b>	2,13	<b>2011</b>	1,1
<b>1972</b>	0,85	<b>1982</b>	2	<b>1992</b>	2	<b>2002</b>	2,17	<b>2012</b>	1
<b>1973</b>	0,96	<b>1983</b>	1,6	<b>1993</b>	1,5	<b>2003</b>	1,17	<b>2013</b>	1,32
<b>1974</b>	2,1	<b>1984</b>	0,9	<b>1994</b>	2	<b>2004</b>	1,78	<b>2014</b>	1,28
<b>1975</b>	0,6	<b>1985</b>	0,8	<b>1995</b>	3,84	<b>2005</b>	2	<b>2015</b>	2,13
<b>1976</b>	0,06	<b>1986</b>	1	<b>1996</b>	3,8	<b>2006</b>	1,8	<b>2016</b>	2,17
<b>1977</b>	0,3	<b>1987</b>	1,6	<b>1997</b>	1,1	<b>2007</b>	1,5	<b>2017</b>	1,17
<b>1978</b>	0,4	<b>1988</b>	1,2	<b>1998</b>	1	<b>2008</b>	2	<b>2018</b>	1,32
<b>1979</b>	1,3	<b>1989</b>	1,6	<b>1999</b>	1,32	<b>2009</b>	3,84	<b>2019</b>	1,28

## TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE.....	i
DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES.....	iv
LISTE DES FIGURES.....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES PLANCHES.....	viii
LISTE DES PHOTOS.....	ix
RESUME.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCTION GENERALE.....	1
I. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE LA RECHERCHE.....	2
I.1. Le contexte de la recherche.....	2
II. DELIMITATION DU SUJET.....	2
II.1. Délimitation thématique.....	2
II.2. Délimitation temporelle.....	2
II.3. Délimitation spatiale.....	3
III. INTERET DE L'ETUDE.....	5
III.1. Intérêt scientifique.....	5
III.2. Intérêt socio-économique.....	5
III.3. Intérêt environnemental.....	5
IV. LA PROBLEMATIQUE ET LES QUESTIONS DE RECHERCHE.....	5
IV.1. La problématique de la recherche.....	5
IV.2. Les questions de recherche.....	6
IV.2.1. Question principale.....	6
IV.2.2. Les questions spécifiques.....	6
V. OBJECTIFS DE LA RECHERCHE.....	7
V.1. Objectif principal.....	7
V.2. Les Objectifs spécifiques.....	7
VI. HYPOTHESES DE LA RECHERCHE.....	7
VI.1. Hypothèse principale.....	7
VI.2. Les hypothèses spécifiques.....	7
VII. CONTEXTE SCIENTIFIQUE.....	7
VII.1. La revue de la littérature.....	7
VII.1.1. Caractéristiques de la variabilité climatique.....	7
VII.1.2. Incidence de la variabilité climatique sur l'agriculture.....	9
VII.2. Approches de l'étude.....	11



VII.2.1. Approche de l'analyse de la variabilité climatique .....	11
VII.2.1.1. Approche par analyse des valeurs centrales.....	11
VII.1.1.2. Approche par étude des régimes pluviométriques .....	11
VII.1.1.3. Approche par analyse des saisons .....	12
VII.2.2. Approche de l'analyse de l'impact de la variabilité climatique sur les rendements agricoles .	12
VII.2.2.1. Approche agro physiologique .....	12
VII.2.2.2. Approche agro climatique.....	13
VIII. CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUEL.....	14
VIII.1. Cadre Théorique.....	14
VIII.1.1. La théorie de la variabilité climatique selon le GIEC (2013) .....	14
VIII.1.2. Théorie de la modélisation des rendements agricoles de Marc Nerlove de 1956 .....	14
VIII.1.3. La théorie de la diffusion et de l'innovation agricole selon Hager Strand (1952) et Rogers (1995) .....	15
VIII.2. Cadre conceptuel .....	16
VIII.2.1. Définitions .....	16
VIII.2.2. Conceptualisation .....	18
VIII.2.2.1. Le concept de variabilité climatique .....	18
VIII.2.2.2. Le concept de culture des bas-fonds .....	19
IX. METHODOLOGIE.....	20
IX.1. Collecte et source des données.....	20
IX.1.1. Collecte et source des données secondaires .....	20
IX.1.2. source et technique de Collecte des données primaires .....	20
IX.3. Techniques et outils d'analyse des données.....	22
IX.3.1. Techniques et outils d'analyse des données statistiques .....	22
IX.3.1.1. Analyse des données pluviométriques et de températures .....	22
IX.3.1.1.1. Calcul de la moyenne mensuelle et annuelle des températures. Calcul de la moyenne mensuelle et annuelle des températures. ....	22
IX.3.1.1.2. Calcul de la moyenne mensuelle et annuelle des précipitations et du nombre de jours de pluie.....	22
IX.3.1.1.3. Calcul de la moyenne saisonnière des précipitations et du nombre de jours de pluie. ....	22
X.3.1.1.4. Calcul des Ecart à la moyenne des précipitations et du nombre de jours de pluies.....	23
IX.3.1.1.5. Détermination de la droite de régression des éléments du climat à la station de Yaoundé. .....	23
IX.3.1.1.6. Calcul du pourcentage saisonnier des précipitations à la station de Yaoundé.....	23
IX.3.1.1.7. Calcul de l'apport saisonnier des précipitations à la station de Yaoundé. ....	23

IX.3.1.1.8. Test de corrélation entre les éléments du climat et la production à l’hectare du maïs dans les bas-fonds du département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	24
IX.3.2. Technique et outils d’analyse des données socioéconomiques .....	24
X. DIFFICULTÉS RENCONTRÉES.....	24
XI. PLAN DU TRAVAIL.....	24
CHAPITRE I : LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI : UN DEPARTEMENT AUX ATOUTS AGRICOLES MULTIPLES.....	27
INTRODUCTION .....	28
I. MILEU PHYSIQUE RICHE ET VARIE.....	28
I.1. Le relief.....	28
I.2. un département bien drainé .....	30
I.3. Les sols riches et variés .....	31
I.3.1. Les sols ferrallitiques .....	31
I.3.2. Les sols hydro-morphes.....	31
I.4. une végétation en pleine mutation et une faune appauvrie .....	31
I.4.1. La végétation .....	31
I.4.2. La faune .....	32
I.5. zone agro écologique à pluviométrie bimodale.....	32
I.5.1. Les précipitations .....	32
I.5.2. Des températures relativement douces.....	33
I.5.3. L’humidité relative de l’air .....	33
I.5.4. L’insolation .....	34
II. ETAT DES LIEUX DES BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU MFOUNDI.....	34
II.1. L’Agriculture, une activité moins prévue en milieu urbain et péri-urbain dans le département du Mfoundi.....	34
II.2. Les bas-fonds agricoles.....	36
III.2.1. Modes d’acquisition des parcelles agricoles dans les bas-fonds du département du Mfoundi	38
III.2.2. La taille des parcelles agricoles dans le département du Mfoundi.....	38
II.3. Caractères socio démographiques des agriculteurs des bas-fonds .....	39
II.3.1. Représentativité par ethnie .....	39
II.3.2. L’âge des agriculteurs.....	40
II.3.3. Niveau d’étude des agriculteurs.....	40
II.3.4. La représentativité par sexe .....	41
II.3.5. Le statut matrimonial des agriculteurs .....	41
II.3.6. Autres statuts professionnels des agriculteurs .....	41
II.4. L’outillage agricole des bas-fonds du département du Mfoundi.....	42
CONCLUSION.....	43

CHAPITRE II : .....	45
LA VARIBILITE CLIMATIQUE : UNE évidence DANS LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 A 2019 .....	45
INTRODUCTION .....	46
I. EVOLUTION des TEMPERATUREs DANS LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 A 2019. ....	46
I.1 Évolution des températures mensuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	46
I.2 Évolution des températures mensuelles moyennes dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	48
I.3 Évolution des températures pendant les saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	48
I.3.1. Évolution des températures pendant les petites saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	48
I.3.2. Évolution des températures pendant les grandes saisons sèches dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	49
I.3.3. Évolution des températures pendant les saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	50
I.3.3.1 Évolution des températures pendant les petites saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	50
I.3.3.2. Évolution des températures pendant les grandes saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	51
I.3.3.3. Évolution des températures annuelles et décennales dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	52
II. EVOLUTION DE LA PLUVIOMETRIE DANS LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 A 2019. ....	53
II.1.1. Évolution des moyennes de la pluviométrie mensuelle et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	55
II.1.2. Evolution décennale des précipitations mensuelles et du nombre jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	55
II.1. 3. Ecart à la moyenne des précipitations mensuelles et du nombre de jours de pluies.....	57
II.2. Évolution de la pluviométrie pendant les saisons sèches et les saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	59
II.2.1. Évolution des moyennes des précipitations pendant les saisons sèches et de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	59
II.2.2. Evolution décennale des moyennes des précipitations pendant les saisons sèches et de pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	60
II.2.3. Écarts à la moyenne des précipitations pendant les saisons sèches et les saisons de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	61

II.2.2. Évolution du nombre de jours de pluie pendant les saisons sèches et de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	62
II.2.2.1. Évolution des moyennes du nombre de jour de pluie pendant les saisons sèches et de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	62
II.2.2.2. Evolution décennale des moyennes du nombre de jours de pluie pendant les saisons sèches et pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	63
II.2.2.3. Écarts à la moyenne du nombre de jours de pluie pendant les saisons sèches et pluvieuses dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	64
II.2.3. Apport saisonnier des précipitations au volume des précipitations annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	65
II.2.3.1. Moyennes de l'apport saisonnier des précipitations au volume des précipitations annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	65
II.2.3.2. L'analyse de l'évolution de l'apport saisonnier des précipitations au volume des précipitations annuelles dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	66
II.3. Évolution de la pluviométrie annuelle et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	67
II.3.1. Analyse des moyennes de la pluviométrie annuelle et du nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	67
II.3.2. Evolution décennale des précipitations moyennes annuelles et du nombre de jours des pluies dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	68
II.3.3. Ecarts à la moyenne des précipitations annuelles et nombre de jours de pluie dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	69
II.4. Typologie et répartition des régimes pluviométriques observés dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	69
II.5. Dates des débuts, des fins de pluie et des trous pluviométriques dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	70
II.5.1. Dates des débuts et des fins de pluies dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	70
II.5.2. Évolution du nombre de jours successifs sans pluie (trous pluviométriques) entre le mois de janvier et de février dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	71
CONCLUSION .....	73
CHAPITRE III : .....	74
IMPACTS DE LA VARIABILITE DU CLIMAT SUR LES RENDEMENTS DU MAÏS DANS LE DEPARTEMENT DU MFOUNDI DE 1970 A 2019. ....	74
INTRODUCTION .....	75
I.GENERALITES SUR LE MAÏS.....	75
I.1. Historique du maïs .....	75
I.1.1 Origine botanique du maïs.....	75

I.1.2 De l'Amérique centrale pour une place de choix au Cameroun .....	75
I.2. Le calendrier agricole du maïs dans le Mfoundi.....	75
I.3. La morphologie du maïs .....	77
I.3.1. L'appareil végétatif du maïs .....	77
I.3.2. L'Appareil de reproduction du maïs.....	77
I.4. Les variétés de maïs .....	78
I.5. Les contraintes de la culture du maïs.....	79
I.5.1. Les contraintes climatiques.....	79
I.5.2 Les contraintes pédologiques.....	79
I.5.3 Les éléments minéraux.....	80
II. LA VULNERABILITE DU MAÏS DUE AU CLIMAT .....	81
II.1. Les phases phénologiques du maïs et leurs vulnérabilités .....	81
II.1.1. La phase végétative et sa vulnérabilité .....	81
II.1.2. La phase reproductrice et sa vulnérabilité .....	82
II.2. Les saisons sèches et la vulnérabilité du maïs.....	83
II.2.3. La grande saison sèche et les attaques des insectes.....	83
II.2.4. La petite saison sèche et les attaques des chenilles .....	83
II.3. Les saisons de pluie et la vulnérabilité du maïs .....	84
II.3.1. La petite saison de pluie et le développement des adventices .....	84
II.3.3. La grande saison de pluie, les inondations et la verse des tiges de maïs.....	84
II.4. Les maladies du maïs.....	85
II.4.1. Les maladies de la saison sèche .....	85
II.4.2. Les maladies de la saison de pluie.....	85
III. Corrélation entre les variables climatiques et les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	86
III.1 Impacts des températures sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1972 à 2010. ....	86
III.1.1 Impacts des températures moyennes annuelles sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	86
III.1.2 Impacts des températures moyennes des petites et grandes saisons de pluie sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	87
III.2. Impacts des précipitations sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	88
III.2.1. Impacts des précipitations annuelles sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019. ....	88

III.2.2. Impacts des précipitations des petites et des grandes saisons de pluies sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	89
III.3. Impacts du nombre de jours de pluie sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	90
III.3.1. Impacts du nombre de jours de pluies annuels sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	90
III.4. Impacts des débuts de pluie et longueurs des saisons de pluie sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	92
III.4.1. Impacts des dates de débuts de pluie des petites et grandes saisons de pluie sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	92
III.4.2. Impacts des longueurs des petites et grandes saisons de pluies sur les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	94
III.5 Tests de corrélation entre les variables climatiques et les rendements du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	95
III.6 Degrés d'implication des variables climatiques sur la production à l'hectare du maïs dans le département du Mfoundi de 1970 à 2019.....	96
COCLUSION.....	96
CHAPITRE IV :.....	98
STRATEGIES D'ADAPTATION DE LA CULTURE DU MAÏS DANS LES BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU MFOUNDI.....	98
INTRODUCTION.....	99
I. LES TECHNIQUES D'ADAPTATION de la culture Du MAÏS DANS LES BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU MFOUNDI.....	99
I.1. Le choix des parcelles.....	99
I.2. La modification du calendrier agricole et le changement de variétés de maïs.....	99
I.2.1 La modification du calendrier agricole.....	99
I.2.2 Le choix des nouvelles variétés de maïs.....	100
I.3. La préparation du sol.....	101
I.3.1. Le débroussaillage et le nettoyage.....	101
I.3.2. Le labour et la formation des billons et des sillons.....	101
I.4. Les techniques de semis.....	102
I.4.1. Les semis en ligne.....	102
I.4.2. Le démariage.....	102
I.5. Les techniques de fertilisation.....	103
I.5.1. Une fertilisation du sol aux engrais naturels.....	103
I.5.2. La fertilisation chimique des plants de maïs.....	104
I.6. Les techniques d'irrigation.....	105

I.6.1. La source des eaux d'irrigation.....	105
I.7. Les techniques d'entretien cultural.....	106
I.7.1. Le contrôle des adventices.....	106
I.7.1.1. Le désherbage manuel et le paillage du maïs.....	106
I.7.1.2. Le désherbage chimique.....	107
I.8. La lutte contre les attaques de maïs.....	108
I.8.1. La lutte contre les insectes et les chenilles.....	108
I.8.1.1. La lutte mécanique contre les insectes et les chenilles,.....	108
I.8.1.2. La lutte chimique contre les insectes et les chenilles.....	108
I.8.2.1. La lutte contre les maladies et les verses du maïs.....	109
I.8.2.1.1. La lutte mécanique contre les maladies du maïs.....	109
I.8.2.1.2. La lutte chimique contre les maladies du maïs.....	109
I.9. La quantité et la destination du maïs des bas-fonds.....	110
I.9.1. La quantité de la production.....	110
II. QUELQUES PROPOSITIONS POUR AMELEORER L'ADAPTATION DES CULTIVATEURS DE MAÏS DANS LES BAS-FONDS DU DEPARTEMENT DU MFOUNDI.....	111
II.2. L'aménagement des bas-fonds.....	111
II.2.1. Délimitation des zones agricoles.....	111
II.2.2. Désenclavement des zones agricoles.....	112
II.2.3. La gestion des eaux d'irrigation.....	112
II.2.4. La mécanisation de l'irrigation.....	112
II.2.5. La mécanisation du labour.....	112
II.3 La professionnalisation de l'agriculture.....	112
II.3.1 Les formations agricoles.....	112
II.3.2 La subvention de l'agriculture.....	113
II.3.3. La vulgarisation des innovations et des informations agro-climatiques.....	114
CONCLUSION.....	115
CONCLUSION GENERALE.....	116
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	119
ANNEXES.....	124
TABLE DES MATIERES.....	132