

PLUVIOMETRIES ET TEMPERATURE DANS LA REGION DU SUD CAMEROUN

**ANALYSE DE L'EVOLUTION ENTRE 1950 ET 2015
ET PROJECTION JUSQU'A L'HORIZON 2090**



ONACC-NOCC



PLUVIOMETRIE ET TEMPERATURE DANS LA REGION DU SUD CAMEROUN

***ANALYSE DE L'EVOLUTION ENTRE 1950 ET 2015
ET PROJECTION JUSQU'A L'HORIZON 2090***



© ONACC 2019, tous droits réservés

PLUVIOMETRIE ET TEMPERATURE DANS LA REGION DU SUD CAMEROUN : ANALYSE DE L'EVOLUTION DE 1950 A 2015 ET PROJECTIONS JUSQU'A L'HORIZON 2090

Cet ouvrage est une publication de l'ONACC, dont la réalisation a été rendue possible grâce à l'appui de l'Agence Française de Développement (AFD), la collaboration du Ministère des Transports, à travers la Direction de la Météorologie Nationale, et aux efforts de plusieurs experts.

SUPERVISION

Prof. Dr. Ing. AMOUGOU Joseph Armathé, Directeur Général de l'Observatoire National sur les Changements Climatiques (ONACC) et Enseignant à l'Université de Yaoundé I, Cameroun.

Ing. FORGHAB Patrick MBOMBA, Directeur Général Adjoint de l'Observatoire National sur les Changements Climatiques (ONACC)

EQUIPE DE REALISATION EQUIPE ONACC :

Prof. Dr. Ing. AMOUGOU Joseph Armathé, Directeur Général de l'Observatoire National sur les Changements Climatiques (ONACC) et Enseignant à l'Université de Yaoundé I, Cameroun.

Ing. FORGHAB Patrick MBOMBA, Directeur Général Adjoint de l'Observatoire National sur les Changements Climatiques (ONACC)

BATHA Romain Armand Soleil, Cadre à l'ONACC et Doctorant en Climatologie à l'Université de Yaoundé I, Cameroun

MEYONG René Ramsès, Cadre à l'ONACC et Doctorant en Climatologie à l'Université de Yaoundé I, Cameroun

ZOUH TEM Isabella, Cadre à l'ONACC, Expert en GIS-Environnement.

EQUIPE DE RELECTURE:

Professor AYONGHE Samuel Ndonwi, Deputy Vice-Chancellor i/c Internal Control and Evaluation, University of Buea, P.O. Box 63, Buea, Cameroon

Prof. Dr TCHINDJANG Mesmin, Enseignant à l'Université de Yaoundé I, Cameroun



TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	iii
LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	x
SIGLES ET ACRONYMES	xii
PREFACE.....	xiii
RESUME	xv
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE.....	1
1.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE L’ÉTUDE	2
1.2. OBJECTIFS DE L’ETUDE	4
1.2.1. Objectif général	4
1.2.2. Objectifs spécifiques.....	4
1.3. APPROCHE METHODOLOGIQUE ET LIMITES DE L’ETUDE	5
1.3.1. Méthode de collecte de données	5
1.3.2. Données climatiques (pluviométrie et températures)	6
1.3.2.1. Incidences potentielles de l’évolution des paramètres climatiques sur les activités de développement socio-économique.....	6
1.3.3. Traitement et analyse des données	7
1.3.3.1. Evaluation, évolution des tendances des éléments climatiques (températures et précipitations) aux échelles mensuelles	7
1.3.3.2. Evaluation, évolution des tendances du volume saisonnier des quantités de précipitations et du nombre de jours des pluies	7
1.3.3.3. Evaluation, évolution et projection des tendances du volume annuel des quantités de précipitations et du nombre de jours des pluies par an	7
1.3.3.4. Détermination de la droite de régression des éléments du climat.....	8
1.3.3.5. Evaluation de la proportion saisonnière des quantités de précipitations et du nombre de jours des pluies.....	8
1.3.3.6. Evaluation, évolution et projection des écarts à la moyenne des paramètres climatiques (températures et pluviométries) à l’échelle mensuelle, saisonnière et annuelle	9
1.3.3.7. Evaluation et élaboration des tests statistiques	9
1.4. Limites de l’étude.....	12
CHAPITRE 2 : CADRES BIOPHYSIQUE ET SOCIO-ECONOMIQUE DE LA REGION DU SUD CAMEROUN	14
2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE	15
2.2. PRESENTATION DU MILIEU BIOPHYSIQUE.....	16

2.2.1. Climat	16
2.2.2. Hydrologie, relief et pédologie	17
2.2.3. Végétation.....	19
2.2.4. Faune	20
2.3. PRESENTATION SOCIO-ECONOMIQUE DE LA ZONE D'ETUDE	20
2.3.1.Milieu humain.....	20
2.3.2.Activités socio-économiques dominantes	21
2.3.2.1. L'agriculture	21
2.3.2.2. L'élevage.....	24
2.3.2.3. L'exploitation forestière.....	24
2.3.2.4. La chasse et la pêche.....	25
CHAPITRE 3 :ETAT DES LIEUX DU RESEAU D'OBSERVATION METEOROLOGIQUE	29
3.1. STATIONS RELEVANT DE LA DIRECTION DE LA MÉTÉOROLOGIE NATIONALE.....	30
3.1.1. Station météorologique d'Ebolowa	31
3.1.1.1. Réseau d'observation	31
3.1.1.2. Difficultés rencontrées par les responsables de la station dans la collecte des données	32
3.1.2. Station automatique d'Ambam.....	33
3.1.2.1. Réseau d'observation	33
3.1.2.2. Difficultés rencontrées par les responsables de la station dans la collecte des données	33
3.1.3. Station automatique de Sangmélima	33
3.1.3.1. Réseau d'observation	33
3.1.3.2. Difficultés rencontrées par les responsables de la station dans la collecte des données	34
3.1.4 Station pluviométrique de Kribi.....	35
3.1.4.1. Réseau d'observation	35
3.1.4.2. Difficultés rencontrées par les responsables de la station dans la collecte des données	36
3.2. STATIONS RELEVANT D'AUTRES ACTEURS	36
3.3. ETAT DES DONNEES CLIMATIQUES COLLECTEES DANS LA REGION DU SUD.....	37
3.5.COUVERTURE SPATIALE DU RESEAU D'OBSERVATION	39
CHAPITRE 4 :ANALYSE DE L'EVOLUTION ET DE LA PROJECTION DES PARAMETRES CLIMATIQUES DANS LA REGION DU SUD DE 1950 A 2015.....	41

4.1. CARACTERISTIQUES DE LA PLUVIOMETRIE DANS LA REGION DU SUD	42
4.1.1. Caractéristiques de la pluviométrie à l'échelle annuelle de 1950 à 2015	42
4.1.1.1. Cas d'Ebolowa	42
4.1.1.2. Cas de Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima	45
4.1.2. Évolution annuelle décennale de la pluviométrie dans la zone d'étude	47
4.1.2.1. Cas d'Ebolowa	47
4.1.2.2. Cas de Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima	49
4.1.3. Évolution spatiale décennale des quantités de précipitations dans la région du Sud	51
4.1.4 Variabilité saisonnière des paramètres pluviométriques dans la zone d'étude	54
4.1.4.1. Cas d'Ebolowa.....	54
4.1.4.2. Evolution des proportions saisonnières des précipitations à Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima	56
4.1.4.3. Proportions des quantités de précipitations sur le volume annuel des précipitations enregistrées pendant les saisons sèches et pluvieuses	63
4.1.5. Analyse de l'évolution spatiale saisonnière des précipitations dans la région du Sud	64
4.1.5.1.Evolution spatiale saisonnière décennale des précipitations pendant la grande saison sèche.....	64
4.1.5.2. Evolution spatiale décennale des précipitations pendant la petite saison des pluies	66
4.1.5.3. Evolution spatiale saisonnière décennale des précipitations pendant la petite saison sèche.....	69
4.1.5.4. Evolution spatiale décennale des précipitations pendant la grande saison des pluies	72
4.1.6. Disponibilité de la ressource en eau à l'échelle saisonnière à Ebolowa.....	76
4.1.7. Caractéristiques de la pluviométrie à l'échelle mensuelle de 1950 à 2015	78
4.1.7.1. Cas d'Ebolowa	78
4.1.7.2. Quantités de précipitations à Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima	80
4.1.7.3. Typologie des régimes pluviométriques à Ebolowa	82
4.1.8. Caractérisation des séries de ruptures pluviométriques dans la région du Sud par les tests statistiques.....	83
4.1.8.1. Détection des séries des ruptures pluviométriques par des tests statistiques .	83
4.1.8.2. Evolution de la pluviométrie des années avant et après la rupture pluviométrique	84
4.1.9. Variabilité mensuelle de la pluviométrie dans la Région du Sud.....	86
4.1.9.1. Cas d'Ebolowa	86
4.1.9.2. Cas de Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima	91

4.2. EVOLUTION DES TEMPERATURES DANS LA REGION DU SUD CAMEROUN	101
4.2.1. Evolution annuelle des températures maximales, minimales et moyennes à Ebolowa	101
4.2.2. Evolution saisonnière des températures maximales et minimales à Ebolowa....	102
4.2.3. Evolution des températures mensuelles à Ebolowa.....	104
4.2.3.1. Evolution des températures mensuelles maximales.....	104
4.2.3.2. Evolution des températures minimales mensuelles	105
4.2.3.3. Evolution des températures moyennes mensuelles.....	106
4.2.4. Evolution mensuelle annuelle des températures maximales, minimales et moyennes à Ebolowa	107
4.2.5. Variabilité des écarts thermiques à Ebolowa.....	109
4.2.5.1. Variabilité des écarts thermiques annuels	109
4.2.5.2. Variabilité des écarts thermiques mensuels	110
4.3.PROJECTIONS CLIMATIQUES POUR LA RÉGION DU SUD CAMEROUN....	114
4.3.1. Projections des précipitations pour la région du Sud aux horizon 2030, 2060 et 2090	116
4.3.2. Projections des températures pour la Région du Sud aux horizons 2030, 2060 et 2090	121
CHAPITRE 5 :IMPACTS DES PERTURBATIONS CLIMATIQUES DANS LA REGION DU SUD CAMEROUN	127
5.1. IMPACTS SUR L'EROSION COTIERE	128
5.2.IMPACTS SUR LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE.....	130
5.3.IMPACTS SUR LES GRANDS COURS D'EAU ET LE FONCTIONNEMENT DES BARRAGES DE LA REGION D'ETUDE	132
5.4. IMPACTS SUR L'EXPLOITATION FORESTIERE	133
5.5. IMPACTS SUR LES ACTIVITES DE CHASSE ET DE PECHE	133
5.6. IMPACTS SUR LE SECTEUR DE LA SANTE.....	133
CHAPITRE 6 :CONCLUSION GENERALE	135
ANNEXES	139
BIBLIOGRAPHIE	140

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1: Localisation de la région du Sud.....	16
Figure 2.3 : Cultures vivrières dans la zone d'étude (ONACC, 2019).....	22
Figure 2.4 : Cultures de rente dans la zone d'étude (Carrière, 1999).....	22
Figure 2.5 : Cultures maraîchères dans la zone d'étude (ONACC, 2019).....	23
Figure 2.6 : Quelques PFNL récoltés dans la zone d'étude (Carrière, 1999).....	25
Figure 2.7 : Une technique de piégeage des animaux par les chasseurs de la zone d'étude (Carrière, 1999).....	26
. Figure 2.8 : L'activité de pêche dans la zone d'étude (ONACC, 2019)	27
Figure 3.1: Etat de la station météorologique d'Ebolowa (ONACC, 2019).....	32
Figure 3.2 : Station automatique de Sangmélima (ONACC, 2019).....	34
Figure 3.3: outils de mesure des paramètres climatiques dans la station météorologique de Kribi (ONACC, 2019).....	36
Figure 3.4 : Localisation des stations météorologiques de la zone d'étude (ONACC, 2019)	40
Figure 4.1: Evolution de la pluviométrie à Ebolowa de 1950 à 2015	44
Figure 4.2 : Evolution de la disponibilité de la ressource en eau à l'échelle annuelle à Ebolowa	45
Figure 4.3: Evolution annuelle des précipitations à Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima	47
Figure 4.4: Evolution annuelle décennale de la pluviométrie à Ebolowa de 1950 à 2015	49
Figure 4.5: Evolution décennale des précipitations à Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima	51
Figure 4.6: Evolution spatiale décennale des précipitations (ONACC, 2019).....	52
Figure 4.7: Variabilité des proportions saisonnières de la pluviométrie à Ebolowa	56
Figure 4.8: Evolution des proportions saisonnières des quantités de précipitations à Kribi	58
Figure 4.9: Evolution des proportions saisonnières des quantités de précipitations à Campo	59
Figure 4.10: Evolution des proportions saisonnières des quantités de précipitations à Ambam	61
Figure 4.11: Evolution des proportions saisonnières des quantités de précipitations à Sangmélima.....	62
Figure 4.12 : Part des précipitations saisonnières sur le total annuel dans la zone d'étude	64
Figure 4.13: Evolution spatiale décennale des quantités de précipitations pendant la grande saison sèche (ONACC, 2019)	66
Figure 4.14 : Evolution spatiale décennale des précipitations pendant la petite saison des pluies (ONACC, 2019).....	68

Figure 4.15: Evolution spatiale décennale des précipitations pendant la petite saison sèche (ONACC, 2019).....	71
Figure 4.16: Evolution spatiale décennale des précipitations pendant la grande saison des pluies (ONACC, 2019).....	73
Figure 4.17: Evolution spatiale décennale des précipitations pendant la grande saison des pluies (ONACC, 2019).....	76
Figure 4.18: Disponibilité saisonnière de la ressource en eau à Ebolowa	78
Figure 4.19: Pluviométrie moyenne mensuelle à la station d'Ebolowa	80
Figure 4.20: Précipitations moyennes mensuelles pour les stations locales de la région du Sud.....	81
Figure 4.21: Tests non paramétriques de Pettitt (a) et Buishand (b)	83
Figure 4.22: Méthode Bayésienne de LEE et HEGHINIAN pour la station d'Ebolowa	83
Figure 4.23: Tendance de la pluviométrie avant et après la rupture de 1979 à Ebolowa ...	85
Figure 4.24: Evolution de la pluviométrie mensuelle annuelle à Ebolowa	89
Figure 4.25: Disponibilité de la ressource en eau à l'échelle mensuelle moyenne à Ebolowa	91
Figure 4.26 : Evolution des précipitations mensuelles annuelles à Kribi	93
Figure 4.27: Evolution des précipitations mensuelles annuelles à Campo	96
Figure 4.28: Evolution des précipitations mensuelles annuelles à Ambam.....	98
Figure 4.29: Evolution des précipitations mensuelles annuelles à Sangmélima.	100
Figure 4.30: Evolution des températures annuelles à Ebolowa	102
Figure 4.31 : Evolution des températures saisonnières à Ebolowa.....	103
Figure 4.32: Evolution des températures mensuelles maximales à Ebolowa.....	105
Figure 4.33 : Evolution des températures minimales mensuelles à Ebolowa.....	106
Figure 4.34 : Evolution des températures moyennes à Ebolowa.....	107
Figure 4.35: Evolution des températures mensuelles annuelles à Ebolowa.....	109
Figure 4.36: Variabilité des écarts thermiques annuels dans la station d'Ebolowa	110
Figure 4.37: Variabilité des écarts thermiques mensuels moyens à Ebolowa.....	111
Figure 4.38: Evolution des écarts thermiques mensuels annuels à Ebolowa	113
Figure 4.39: Variabilité des écarts thermiques mensuels annuels à Ebolowa.	114
Figure 4.40 : Prévisions climatiques de la région du grand bassin du Congo, basée sur la classification climatique de Koeppen-Geiger et la carte est tirée de Peel et al, 2007. Les couleurs dans la carte de gauche mettent en évidence les différents climats qu'on trouve dans cette région climatique, allant des types de climat tropical au centre aux régions arides même le long des marges septentrionales.....	117
Figure 4.41 : Projections des précipitations au Cameroun aux horizons 2030, 2060 et 2090 (Source PNUD, 2008, repris par ONACC, 2018 et 2019).....	119

Figure 4.42: Déplacement des isohyètes annuelles en mm au Cameroun (RegCM) Comme scénario. Le Cameroun reste compris du Nord au Sud entre les isohyètes 300 et 1200mm, dans la partie Ouest, il est traversé par les isohyètes 3000 et 4500.....	120
Figure 4.43 : Changements dans les précipitations (en %) pour le scénario B1 (à gauche) et A2 (à droite) pour les périodes 2035-2064 (en haut) et 2071-2100 (en bas) comparé à la base de référence 1971-2000. (CSC, 2013).....	121
Figure 4.44 : Projections de la température moyenne annuelle et saisonnières en 2030, 2060 et 2090.....	123
Figure 4.45: changement dans les températures; comparaison des années 1971 – 2000 avec 2035 – 2064 et 2071 – 2100 pour les scenarii A2 et B1. (CSC, 2013).....	124
Figure 5.1 : Impacts de la montée du niveau de la mer sur la végétation (a et b), les infrastructures (c et d) et les habitations (e et f) à Kribi-Ngoyé (ONACC, 2019).....	129
Figure 5.2 : Stratégies d'adaptation des populations pour freiner l'avancée de la mer (ONACC, 2019).....	130

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 : Répartition administrative	15
Tableau 2.2 : Hydrographie de la Région.....	18
Tableau 3.1: Réseau d'observation dans la région du Sud Cameroun.....	38
Tableau 3.2 : Distances entre les stations météorologiques de la région du Sud Cameroun	39
Tableau 4.1: Caractéristiques de la pluviométrie annuelle à Ebolowa de 1950 à 2015.....	43
Tableau 4.2 : Variation annuelle des quantités de précipitations, des températures, de l'évapotranspiration et du bilan hydrique climatique à Ebolowa	44
Tableau 4.3: Tendances des précipitations annuelles à Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima.....	46
Tableau 4.4: Caractéristiques annuelles décennales de la pluviométrie à Ebolowa.....	48
Tableau 4.5: Dynamique annuelle décennal des précipitations à Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima.....	50
Tableau 4.6: Caractéristiques des proportions saisonnières de la pluviométrie à Ebolowa	55
Tableau 4.7: Caractéristiques des proportions saisonnières des précipitations à Kribi.....	57
Tableau 4.8: Caractéristiques des proportions saisonnières des précipitations à Campo...	59
Tableau 4.9: Caractéristiques des proportions saisonnières des précipitations à Ambam..	60
Tableau 4.10: Caractéristiques des proportions saisonnières des quantités de précipitations à Sangmélima.....	62
Tableau 4.11: Variation saisonnière de la ressource en eau à Ebolowa entre 1975 et 2007	77
Tableau 4.12 : Caractéristiques de la pluviométrie à l'échelle mensuelle moyenne à Ebolowa de 1950 à 2015.....	79
Tableau 4.13: Précipitations moyennes mensuelles A Kribi, Campo, Ambam et Sangmélima	81
Tableau 4.14: Typologie des précipitations à Ebolowa.....	82
Tableau 4.15: Comportement de la pluviométrie les années avant et après la rupture à Ebolowa	84
Tableau 4.16: Variabilité des précipitations mensuelles moyennes à Ebolowa	87
Tableau 4.17: Variabilité du nombre de jours de pluies mensuels moyens à Ebolowa.....	87
Tableau 4.18 : disponibilité mensuelle de la ressource en eau à Ebolowa	90
Tableau 4.19: Caractéristiques des précipitations mensuelles moyennes à Kribi.....	92
Tableau 4.20: Caractéristiques des précipitations mensuelles annuelles à Campo.....	94
Tableau 4.21: Caractéristiques des précipitations mensuelles annuelles à Ambam	97
Tableau 4.22: Caractéristiques des précipitations mensuelles annuelles à Sangmélima....	99

Tableau 4.23 : Caractéristiques des températures annuelles à Ebolowa.....	101
Tableau 4.24 : Caractéristiques des températures saisonnières à Ebolowa	103
Tableau 4.25 : Caractéristiques des températures mensuelles maximales à Ebolowa.....	104
Tableau 4.26 : Caractéristiques des températures minimales mensuelles à Ebolowa	105
Tableau 4.27 : Caractéristiques des températures moyennes à Ebolowa.....	106
Tableau 4.28 : Caractéristiques des températures mensuelles annuelles à Ebolowa	108
Tableau 4.29 : Caractéristiques des écarts thermiques annuels à Ebolowa	110
Tableau 4.30: Caractéristiques des écarts thermiques mensuels moyens à Ebolowa	111
Tableau 4.31 : Caractéristiques des écarts thermiques mensuels annuels à Ebolowa.....	112
Tableau 4.32: précipitations observées et prévues dans la Région du Sud.	118
Tableau 4.33: Températures observées et prévues dans la région du Sud, Cameroun.	122

SIGLES ET ACRONYMES

AFD : Agence Française de Développement

BAD : Banque Africaine de Développement

CNRM-CM3 : Centre National de Recherches Météorologiques Coupled Global Climate Model, Version 3

CVUC : Association des Communes et Villes Unies du Cameroun

DMN : Direction de la Météorologie Nationale

DSCE : Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi

GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

GSP : Grande Saison des Pluies

GSS : Grande Saison Sèche

INS : Institut National de la Statistique

IRAD : Institut de Recherche Agricole Pour le Developpement

MINADER : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

MINEPAT : Ministère de l'Économie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire

MINEPDED : Ministère de l'Environement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable

OMM : Organisation Météorologique Mondiale

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONACC : Observatoire Nationale sur les Changements Climatiques

ORSTOM : Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer

PNACC : Plan National d'Adaptation aux Changements Climatiques

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

PSP : Petite Saison des Pluies

PSS : Petite Saison Sèche

SPI : Indices Standardisés des Précipitations

ZAE : Zone d'Activités Economiques

PREFACE

Le Cameroun s'est résolument engagé depuis le Sommet de Rio de Janeiro en 1992, à participer, aux côtés de la communauté internationale à lutter contre le changement climatique dans la perspective d'assurer un développement économique et social durable qui profite aux générations présentes, sans compromettre celui des générations à venir.

Dans cette démarche rigoureuse qui s'accommode à son processus de développement socio-économique, le Cameroun s'acquitte de ses engagements en matière de lutte contre le changement climatique. La publication de ses communications nationales (2004 et 2015), l'élaboration d'un Plan National d'Adaptation aux Changements Climatiques (PNACC, 2015), la restauration des écosystèmes dégradés à travers l'opération « sahel vert », la soumission de sa Contribution Déterminée au Niveau National (CPDN-2015) et la ratification de l'Accord de Paris sur les changements climatiques (2015) matérialisent cet engagement.

Pour traduire cette volonté en action, le Chef de l'Etat Son Excellence Monsieur Paul BIYA du haut de la tribune des Nations Unies en 2007, annonçait la création d'un Observatoire National sur les Changements Climatiques (ONACC). L'ONACC a effectivement vu le jour le 10 décembre 2009 par décret N° 2009/410 portant création, organisation et fonctionnement de l'Observatoire National sur les Changements Climatiques.

A la Tribune des Nations Unies, le Président de la République a soulevé les préoccupations suivantes: « *S'agissant notamment des changements climatiques, l'Afrique, à l'instar des autres continents, en expérimente durement les effets, quand bien même sa participation à l'émission des gaz à effet de serre demeure faible. Le réchauffement climatique qui en est le fait le plus marquant a des conséquences dans nombre de secteurs socio-économiques, dont l'énergie, la santé, l'agriculture, l'élevage et les écosystèmes, sans parler de la désertification galopante* » (SE Paul Biya, 2009).

Le caractère urgent de la prise en compte de la question du changement climatique dans le processus de développement socio-économique du Cameroun ainsi réitéré par le Chef de l'Etat exige du Cameroun d'assurer un suivi régulier et précis de la dynamique spatiale et temporelle (mensuelle, saisonnière et annuelle) des paramètres climatiques, afin de pouvoir disposer à temps des informations qui renseignent sur leur évolution et leur influence sur les activités socio-économiques, et ce, dans le but de contribuer à la résilience de l'économie nationale tel que voulu dans le DSCE (MINEPAT, 2009).

C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude, intitulée « *pluviométrie et température dans la Région du Sud Cameroun : analyse de l'évolution de 1950 à 2015 et projections jusqu'à l'horizon 2090* ».

Le présent document est un outil scientifique et technique qui permet de renseigner sur le profil climatique dans la Région du Sud entre 1950 et 2015. Il fait ressortir la dynamique spatiale et temporelle des paramètres climatiques (pluviométrie et température), la projection du comportement desdits paramètres jusqu'à l'horizon 2090 ainsi que l'incidence sur les secteurs de développement entre autres, l'agriculture, l'élevage, la forêt, la santé etc. Il relève également l'état du réseau d'observation météorologique et des données climatiques dans la Région du Sud, les limites et lacunes et propose des actions pour combler ces lacunes.

C'est l'occasion ici de remercier l'Agence Française de Développement (AFD), pour son soutien au Gouvernement de la République en général et pour son appui à la réalisation de cette étude qui, à titre certain, servira d'outil pour les acteurs du domaine des Changements Climatiques. Que toutes les autres parties prenantes qui ont contribué à l'élaboration et à la finalisation de ce document en soient remerciées.

**Le Ministre de l'Environnement,
de la Protection de la Nature et du
Développement Durable**

HELE PIERRE

RESUME

Les changements climatiques constituent de nos jours un des défis majeurs pour le développement socio-économique du Cameroun. Ces changements, qui se manifestent entre autres par une augmentation des températures, la recrudescence des événements météorologiques extrêmes, l'instabilité de plus en plus marquée des saisons, occasionnent très souvent des effets néfastes aussi bien sur les secteurs de développement socio-économique (agriculture, santé, élevage etc...) que sur les écosystèmes dans les différentes zones agro-écologiques du pays.

L'objectif de la présente étude est d'analyser la dynamique spatiale et temporelle (annuelle, saisonnière et mensuelle) des paramètres climatiques (températures et pluviométrie), afin de pouvoir disposer, à temps, des informations qui renseignent sur leur évolution, dans le but d'optimiser la résilience socio-économique, ainsi que celle des écosystèmes aux effets adverses et risques liés aux changements climatiques.

L'approche méthodologique utilisée pour atteindre l'objectif ci-dessus est passée principalement par une revue documentaire, des descentes de terrain pour la collecte des données des sources primaires, des traitements et des analyses. L'étude documentaire a consisté en une analyse des documents pertinents en lien avec les axes de la thématique. Quant aux descentes de terrain, il a été question de mener des entretiens semi directifs avec les responsables des structures ou administrations collectrices de données climatiques dans la région du Sud, de collecter les données disponibles sur les paramètres climatiques dans lesdites structures ou administrations, mais aussi de procéder à des entretiens avec les populations et les acteurs locaux, les responsables de certaines administrations sectorielles pour la collecte des données socio-économiques.

Les données collectées, traitées et analysées ont conduit aux principaux résultats suivants :

- Pour le réseau d'observation

Le réseau d'observation météorologique ne répond pas aux normes de répartition spatiale définies par l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM). L'analyse de la couverture spatiale du réseau météorologique a permis d'identifier des zones à couverture acceptable et des zones à faible couverture. Ainsi, nous avons:

- Ebolowa-Kribi ; Ebolowa-Campo, Ebolowa-Sangmélima, Ambam-Kribi, Sangmélima-Kribi, Ambam-Campo, Sangmélima-Campo et Sangmélima-Ambam

qui sont des zones à faible couverture à cause de la distance très forte qui sépare les deux localités (plus de 100 km à vol d'oiseau).

- Ebolowa-Ambam et Kribi-Campo qui présentent une couverture acceptable (moins de 100 km de distance à vol d'oiseau entre les localités).

- Pour l'évolution des paramètres climatiques de 1950 à 2015

S'agissant de la pluviométrie, l'étude révèle qu'à l'échelle annuelle, en termes de tendance, les quantités de précipitations reçues à Ebolowa ont progressivement diminuée, au même titre que le nombre de jours de pluies sur la période de l'étude. Ces diminutions sont estimées à **206,94mm** pour les quantités de précipitations et **6,22 jours** pour le nombre de jours de pluies. Dans le même temps, les quantités de précipitations ont augmenté à Kribi et Ambam, respectivement de **400,68mm**, et **91,75mm**, tandis qu'elles ont diminué à Campo et Sangmélima, de **241,57mm** à **113,8mm** respectivement. Les moyennes annuelles des précipitations sont de **1791,495mm** à Ebolowa, **1710,82mm** à Ambam, **2615,95mm** à Campo, **2881,31mm** à Kribi et **1663,54mm** à Sangmélima et la moyenne annuelle du nombre de jours de pluies à Ebolowa est de **164,94 jours**. A l'échelle saisonnière, l'étude révèle une diminution globale des quantités de précipitations et du nombre de jours de pluies à Ebolowa, à l'exception de la petite saison sèche qui affiche plutôt une tendance à l'augmentation des quantités de précipitations. Dans les autres zones, les quantités de précipitations affichent une tendance à la diminution pendant la grande saison sèche, la petite et la grande saison des pluies, contre une tendance à l'augmentation pendant la petite saison sèche à Kribi et Campo. Une tendance à l'augmentation est observée pendant la grande saison sèche, la petite saison sèche, la petite saison des pluies, contre tendance à la diminution pendant la grande saison des pluies à Ambam. On note une tendance à l'augmentation pendant la grande saison sèche, la petite saison sèche et une tendance à la diminution pendant la petite saison des pluies et la grande saison des pluies à Sangmélima. Les moyennes saisonnières des quantités de précipitations et du nombre de jours de pluies à Ebolowa sont respectivement de 154,33mm et 16,37 jours pendant la grande saison sèche, 608,18mm et 50,07 jours pendant la petite saison des pluies, 311,73mm et 38,76 jours pendant la petite saison sèche, 719,47mm et 60,67 jours pendant la grande saison des pluies. A Kribi, Campo, Ambam et Sangmélima ces quantités saisonnières de précipitations sont respectivement de 213,08mm, 248,63mm, 138,57mm et 134,55mm pendant la grande saison sèche, 731,06mm, 723,55mm, 554,73mm et 532,64mm pendant la petite saison des pluies, 798,21mm, 589,51mm, 298,87mm, 345,01mm pendant la petite saison sèche, 1138,94mm, 1054,24mm, 718,63mm et 651,33mm pendant la grande saison des pluies. A l'échelle mensuelle annuelle, l'étude révèle une diminution

globale des quantités de précipitations et du nombre de jours de pluies à Ebolowa, à l’exception des mois de juillet, août et septembre qui affichent une augmentation aussi bien des quantités de précipitations que du nombre de jours de pluies. Une tendance globale à la diminution des quantités mensuelles annuelles de précipitations est également observée à Kribi et Campo, une tendance à l’augmentation à Ambam et Sangmélima.

S’agissant des températures, à l’échelle annuelle, l’étude révèle une augmentation des températures moyennes maximales et minimales, pour une moyenne de 24,62°C. A l’échelle saisonnière, lesdites températures affichent une tendance globale à l’augmentation, aussi bien pour les maximales que pour les minimales, les moyennes étant respectivement de 29,94°C et 20,76°C pendant la grande saison sèche, 29,80°C et 20,60°C pendant la petite saison des pluies, 27,28°C et 20,16°C pendant la petite saison sèche, 28,27°C et 20,20°C pendant la grande saison des pluies. A l’échelle mensuelle annuelle, l’étude révèle une augmentation globale des températures maximales, minimales et moyennes, à l’exception des mois d’avril, mai et octobre pour les températures maximales qui affichent plutôt une tendance à la diminution.

S’agissant des projections des paramètres climatiques aux horizons 2030, 2060 et 2090, il ressort, pour ce qui est de la pluviométrie, qu’un climat de plus en plus chaud est attendu dans toute la zone d’étude jusqu’en 2090, tandis que les précipitations afficheront une variabilité assez marquée. En effet, il est attendu une diminution de 10 à 14mm en 2030, de 7 à 20 mm en 2060 et de 9 à 16mm par an à l’horizon 2090. Au niveau des températures, il est attendu, d’ici 2030 une augmentation de 0,9 à 1,4°C, de 1,8 à 2,8°C d’ici 2060, et de 2,8 à 3,9°C à l’horizon 2090.

- Pour les incidences déjà perceptibles des perturbations climatiques sur les secteurs de développement dans la région et sur l’environnement**

La présente étude a par ailleurs mis en évidence quelques impacts déjà perceptibles des perturbations climatiques sur les secteurs de développement et sur l’environnement de la zone d’étude, notamment sur les secteurs de l’agriculture, la santé, l’élevage, la pêche, la foresterie et sur l’érosion côtière. Il en ressort ainsi que ces secteurs de développement seraient déjà impactés par les effets adverses des perturbations climatiques identifiées, de même que l’érosion côtière connaît une accentuation du fait de l’augmentation perceptible du niveau de la mer.

Pour faire face aux défis liés aux Changements Climatiques dans cette région, diverses actions doivent être prises en compte par les différents acteurs dans leurs différents secteurs de développement socio-économique. Ces actions s'orientent autour des cinq piliers opérationnels définis à Bali lors de la COP 13 en 2007, notamment, la vision partagée, l'adaptation, l'atténuation, le transfert de technologie et le financement, tout en associant de manière intégrée l'ensemble des programmations et des acteurs de la vie nationale.

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE

1.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE

Depuis Rio de Janeiro en 1992, les manifestations des perturbations climatiques ainsi que leurs effets adverses sur les systèmes naturels et humains mobilisent l'attention de la communauté scientifique mondiale et bousculent les agendas politiques, faisant de la lutte contre le changement climatique l'une des préoccupations majeures de ce 21ème siècle. Le rapport spécial sur les Changements Climatiques du GIEC de 2018, indique que les manifestations des changements climatiques sont déjà observables, et leurs impacts potentiels futurs risquent d'hypothéquer de façon irrémédiable les Objectifs de Développement Durable (ODD). Ledit Rapport rappelle à cet effet l'absolue nécessité d'atteindre l'objectif de 1,5°C fixé à l'Accord de Paris (GIEC, 2018), au risque que cette augmentation globale de la température continue de modifier le climat mondial, avec les conséquences sur l'accès à l'eau, la production alimentaire, la santé et l'environnement. Cela vient davantage hisser la lutte contre le Changement Climatique au rang de priorité pour toutes les nations.

Comme tous les pays en développement d'Afrique subsaharienne, le Cameroun est vulnérable aux impacts des Changements Climatiques (réurrence des sécheresses, inondations, ensablement des cours d'eau etc.,) MINEPDED, (2015a). Cependant, la prise en compte de la problématique des Changements Climatiques dans les documents stratégiques du Cameroun (Vision 2035 et le DSCE - MINEPAT, 2009) qui balisent les options de développement du pays pour les années à venir reste peu perceptible. Par ailleurs, le Plan National d'Adaptation aux Changements Climatiques (MINEPDED, 2015a) indique que le Cameroun est particulièrement exposé aux Changements Climatiques et que les zones Soudano-Sahélienne et Littorale sont les plus touchées. L'une menacée par l'avancée de la désertification, et l'autre par la montée du niveau de la mer. De plus, le pays fait de plus en plus face à une récurrence anormale de phénomènes climatiques extrêmes tels que la violence des vents, les températures élevées ou encore de fortes précipitations qui mettent en danger les communautés humaines, les écosystèmes et les services qu'ils fournissent. Du fait de la grande diversité physique du pays, les Changements Climatiques se manifestent différemment d'une Région à l'autre. D'où la nécessité de bien comprendre le comportement climatique à l'échelle spatiale et temporelle Régionale, afin de mieux répondre aux besoins immédiats et à venir, et proposer des mécanismes d'intégration et/ou de renforcement de la prise en compte des changements climatiques dans les secteurs de développement socio-économique.

La Seconde Communication (MINEPDED, 2015b) révèle que dans de nombreuses Régions et Communautés Camerounaises, le Changement Climatique est perceptible à travers :

Le rallongement et la répétition des périodes de sécheresses, la raréfaction des pâturages, la perte de la biodiversité, la multiplication des conflits entre les communautés en quête des biens vitaux ;

La multiplication des périodes de fortes précipitations favorisant ainsi le développement des maladies hydriques telles que le choléra, la typhoïde, la diarrhée, le paludisme ;

L'occurrence des vagues de chaleurs et des sécheresses avec pour corolaire la recrudescence des maladies telles que la méningite ;

La modification des rythmes saisonniers qui perturbe le développement des activités socio-économiques ;

L'augmentation de la fréquence des inondations et des catastrophes naturelles.

Le PNACC et la Seconde Communication tout comme l'INDC montrent que depuis Rio en 1992, le Cameroun n'a cessé de manifester, sa volonté de participer à l'effort mondial de lutte contre le Changement Climatique à travers la signature et la ratification de tous les traités internationaux y relatifs, dont le protocole de Kyoto en 1997, ou encore tout récemment l'accord de Paris sur le climat en 2015 (Fomekong et Ngonon, 2010). Fort de ce dernier accord qui vise l'atténuation, le Cameroun s'est résolument engagé à faire de la question du Changement Climatique une opportunité ultime de son développement. Toutefois, étant donné l'ampleur actuelle des effets néfastes du Changement Climatique sur ses principaux secteurs de développement (agriculture, transport, énergie, eau etc.), le pays mise également sur l'option d'adaptation, afin de garantir la résilience de ces différents secteurs de développement socio-économiques dont la sensibilité aux modifications du climat semble aujourd'hui faire l'unanimité au sein de la communauté scientifique

Située dans le vaste ensemble appelé « plateau Sud Camerounais », la région du Sud est exposée et subit déjà les effets néfastes, mais non encore suffisamment évalués, des perturbations climatiques. Cela peut néanmoins s'apprécier, en partie, à travers les décalages de plus en plus prononcés au niveau des saisons (démarrage tantôt précoce, tantôt tardifs des saisons de pluies), la recrudescence des évènements climatiques extrêmes etc. Cette région est pourtant l'un des grands viviers économiques du pays en termes, entre autres, de production agricole et halieutique, des atouts que le gouvernement pourrait capitaliser pour

le développement du pays. Pour faire face aux potentiels impacts des Changements Climatiques à venir sur le développement durable de cette région, dans le vaste élan d'émergence qui se situe au cœur des préoccupations des pouvoirs publics et qui est inscrit aussi bien dans le Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi (DSCE) que dans la Contribution Prévue Déterminée au Niveau National (CPDN), il paraît capital aujourd'hui d'en dresser un profil climatique qui servira de base pour la planification efficace des activités.

C'est dans l'optique de répondre efficacement à ces besoins que l'ONACC a, avec l'appui de l'Agence Française de Développement (AFD), entrepris de suivre l'évolution et la projection des paramètres climatiques aux échelles spatiales et temporelles fines (mensuelles, saisonnières et annuelles) de la région du Sud Cameroun, afin de mieux renseigner le gouvernement, les parties prenantes et les autres acteurs du processus de développement, et de fournir les services climatiques utiles à la prise de décision. D'où la présente étude qui porte sur « *pluviométrie et température dans la Région du Sud : analyse de l'évolution de 1950 à 2015 et projection à l'horizon 2090* ».

1.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE

1.2.1. Objectif général

L'objectif général de cette étude est de réaliser une analyse de l'évolution spatio-temporelle du climat (pluviométrie et températures) dans la Région du Sud Cameroun et de ressortir la projection à l'horizon 2090 et les incidences potentielles sur les secteurs de développement, les écosystèmes et la population. Il s'agit d'une part de caractériser le climat de la Région du Sud, de caractériser son évolution sur une base annuelle, mensuelle et saisonnière, à partir de l'analyse de la distribution spatiale et temporelle de la pluviométrie, la fréquence des jours pluvieux et la durée des saisons pluvieuses et d'autre part de ressortir les incidences potentielles des changements climatiques observées sur les activités de développement socio-économique, les écosystèmes et sur la population.

1.2.2. Objectifs spécifiques

Spécifiquement, l'étude vise à :

Réaliser un état des lieux du réseau d'observation météorologique afin de proposer non seulement, des actions adéquates pour l'amélioration dudit réseau, mais aussi d'apprécier la qualité des données produites;

Analyser l'évolution spatiale et temporelle des paramètres pluviométriques et de température afin de ressortir leurs tendances et leurs projections futures dans la région du Sud;

Ressortir, sur la base de la revue de la littérature, les incidences potentielles des changements climatiques sur les activités de développement socio-économiques dans la région du Sud.

1.3. APPROCHE METHODOLOGIQUE ET LIMITES DE L'ETUDE

1.3.1. Méthode de collecte de données

Pour réaliser cette étude, l'approche utilisée pour la collecte des informations s'appuie sur la revue documentaire et les enquêtes de terrain.

a) Revue documentaire et bibliographique

Elle a consisté d'abord en la consultation et l'analyse des documents et des études climatiques réalisées au Cameroun (Suchel, 1972 et 1989 ; Tsalefac, 1983 et 1999 ; MINPAT/PNUD, 2000) ou à l'étranger. Il en est de même des données existantes (Pluviométrie journalière collectée des origines à 1972 et de 1972 à 1980 de l'ORSTOM). Ce premier aperçu permet de recenser les principales structures impliquées dans la collecte des données climatiques dans la zone d'étude et les moyens de collecte desdites données (stations pluviométriques ou climatiques, etc.). Enfin, les différents types de données utiles à la réalisation de cette étude ainsi que le canevas et les méthodologies d'analyse des données collectées.

b) Enquêtes de terrain

Sur le terrain, des enquêtes et des observations directes ont eu lieu. Ainsi, des entretiens ont été réalisés à la Délégation Régionale du Ministère des Transports et au Service de la Météorologie de la même Délégation. Il en est de même auprès des Services Déconcentrés du même Ministère. Ces entretiens avaient pour objectifs, de faciliter l'accès aux stations, d'identifier tous les acteurs impliqués dans la chaîne de collecte des données dans la Région.

Ensuite, ont suivi des entretiens avec les chefs de stations afin d'identifier les problèmes majeurs rencontrés dans leur station et les paramètres climatiques collectés aux différentes périodes ;

Enfin, des observations directes de terrain (dans chaque station) ont permis d'identifier l'état des stations et des instruments de collecte.

1.3.2. Données climatiques (pluviométrie et températures)

Dans le cadre de cette étude, les données climatiques (pluviométrie et température) ont été collectées. Ces données ont été recueillies auprès des organismes nationaux et internationaux intervenants au Cameroun dans le secteur de la météorologie. Il s'agit notamment de la Direction de la Météorologie Nationale (DMN), de l'Institut de Recherches Agronomiques pour le Développement (IRAD) et de l'Institut de Recherches Géologiques et Minières (IRGM).

Certaines données ont été recueillies dans les Tomes 1 et 2 du Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (Pluviométries journalières des origines à 1972 ; puis de 1972 à 1980). Les données spatiales quant à elles ont été obtenues grâce au logiciel de modélisation climatique de l'Université de Californie.

Outre la collecte des données climatiques (températures, pluviométrie essentiellement) auprès des structures productrices, la tâche des enquêteurs de l'ONACC a consisté à vérifier la cohérence et l'exactitude des données mises à leur disposition, ainsi que la qualité/conformité des moyens et outils utilisés pour obtenir ces données par les structures spécialisées. La multiplicité des sources a cet avantage de permettre de faire des comparaisons et de procéder à des corrections d'erreurs dans la mesure du possible.

1.3.2.1. Incidences potentielles de l'évolution des paramètres climatiques sur les activités de développement socio-économique.

Les documents consultés montrent les grandes tendances de l'évolution passée et des projections futures des paramètres climatiques au Cameroun. Parmi ceux-ci, on peut citer : les rapports du GIEC (2007 et 2014), de l'OMM (2014), de la Banque Mondiale (2008), le PNACC (MINEPDED 2015a), la Seconde Communication Nationale du Cameroun (MINEPDED 2015b), le NBSAPII (2012), la thèse de Sighomnou (2004) et le rapport sur les scénarios des Changements Climatiques dans le bassin du Congo (CSC, 2013 ; WUR & CSC, 2013). Ces différents rapports et publications ont été complétés par des observations de terrain.

1.3.3. Traitement et analyse des données

1.3.3.1. Evaluation, évolution des tendances des éléments climatiques (températures et précipitations) aux échelles mensuelles

Le volume mensuel des précipitations est obtenu au moyen des équations suivantes :

$$Pm = \frac{\sum Px}{Nb} \quad \text{Equation 1}$$

$$Pm = \frac{\sum Nx}{Nb} \quad \text{Equation 2}$$

NB : - Px = volume mensuel/annuel des pluies recueillies en mm ;

- Nb = nombre total de mois/années ;

- Pm = précipitations moyennes mensuelles/annuelles en mm ;

- Nx = nombre mensuel/annuel de jour des pluies enregistrées en jour ;

- Nb = nombre total de mois ;

- Em = nombre mensuel/annuel moyen de jour des pluies, en jour ; avec $1 \leq b \leq 66$.

1.3.3.2. Evaluation, évolution des tendances du volume saisonnier des quantités de précipitations et du nombre de jours des pluies

Une saison est une période de l'année pendant laquelle on observe une relative constance du climat. En zone tropicale, la saison humide (ou saison des pluies), désigne la période de l'année pendant laquelle la pluviométrie moyenne est beaucoup plus importante que pendant la période sèche.

La moyenne saisonnière des précipitations est obtenue d'après les équations suivantes :

$$PS = \frac{\sum Px}{Nb} \quad \text{Equation 3}$$

$$NS = \frac{\sum Nx}{Nb} \quad \text{Equation 4}$$

NB : - Px = volume saisonnier des pluies recueillies/nombre saisonnier de jour des pluies ;

- Nb = nombre total de mois pendant la saison ;

- PS = précipitation moyenne pendant la saison en mm ;

- Nb = nombre total de mois pendant la saison.

1.3.3.3. Evaluation, évolution et projection des tendances du volume annuel des quantités de précipitations et du nombre de jours des pluies par an

Le volume saisonnier des précipitations est obtenu au moyen des équations suivantes : $PM = \frac{\sum Px}{Nb} \quad \text{Equation 5}$

$$NM = \frac{\sum Nx}{Nb} \quad \text{Equation 6}$$

NB : - **Px** = volume annuel des pluies recueillies/nombre annuel de jours des pluies en jours ;

- **Nb** = nombre total d'années;
- **PS** = précipitation annuelle en mm ;
- **Nb** = nombre total d'années.

1.3.3.4. Détermination de la droite de régression des éléments du climat

La droite de régression en climatologie est la droite d'ajustement affine, obtenue par la méthode des moindres carrés. Elle est définie d'après l'équation suivante :

$$Y = Ax + B \quad \text{Equation 7, avec} \quad A = \frac{Cov(x,y)}{x^2} \quad \text{Equation 8} \quad \text{et} \quad B = m(y) - am(x) \quad \text{Equation 9}$$

NB : - **A** = 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** = coordonnée verticale de l'intersection entre la droite de régression et l'axe des ordonnées y.

1.3.3.5. Evaluation de la proportion saisonnière des quantités de précipitations et du nombre de jours des pluies

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

$$PS\% = \frac{\sum PS * 100}{PT} \quad \text{Equation 10}$$

NB : - **PS** = pluviométrie saisonnière ;

- **PT** = pluviométrie totale annuelle en mm.

1.3.3.6. Evaluation, évolution et projection des écarts à la moyenne des paramètres climatiques (températures et pluviométries) à l'échelle mensuelle, saisonnière et annuelle

Les courbes pluviométriques tracées à partir des données météorologiques sont lissées. Pour y parvenir, on a filtré les variations à l'aide des moyennes mobiles afin de mieux expliquer et comprendre la variation saisonnière. Dans le but d'évaluer la tendance des phénomènes observés (températures, pluviométrie, etc.), la pluie moyenne tombée dans la zone d'étude est calculée et tracée par la méthode de Thiessen (Olivry, 1986). Les écarts à la moyenne ($E = P - \bar{P}$, *Equation 11*) permettent de déterminer les périodes déficitaires et excédentaires.

1.3.3.7. Evaluation et élaboration des tests statistiques

En climatologie, un test statistique d'hypothèse est une démarche consistant à rejeter ou à ne pas rejeter (rarement accepter) une hypothèse statistique, appelée hypothèse nulle, en fonction d'un jeu de données (climatiques). Il s'agit de statistique inférentielle à partir des calculs réalisés sur des données observées. Elle permet d'émettre des conclusions sur la variation de ces paramètres, en leur rattachant des risques de se tromper.

Les **tests non paramétriques**, en ne faisant aucune hypothèse sur les distributions des données, élargissent le champ d'application des procédures statistiques. En contrepartie, ils sont moins puissants lorsque ces hypothèses sont compatibles avec les données.

On parle de **tests paramétriques** lorsque l'on stipule que les données sont issues d'une distribution paramétrée. Dans ce cas, les caractéristiques des données peuvent être résumées à l'aide de paramètres estimés sur l'échantillon, la procédure de test subséquente ne porte alors que sur ces paramètres. L'hypothèse de normalité sous-jacente des données est le plus souvent utilisée, la moyenne et la variance suffisent pour caractériser complètement la distribution. Concernant les tests d'homogénéité par exemple, pour éprouver l'égalité des distributions, il suffira de comparer les moyennes et/ou les variances.

Les **tests non paramétriques** ne font aucune hypothèse sur la distribution sous-jacente des données. On les qualifie souvent de tests « *distribution free* ». L'étape préalable consistant à estimer les paramètres des distributions avant de procéder au test d'hypothèse proprement dit n'est plus nécessaire.

Lorsque les données sont quantitatives, les tests non paramétriques transforment les valeurs en rangs. L'appellation tests de rangs est souvent rencontrée. Lorsque les données sont qualitatives, seuls les tests non paramétriques sont utilisables.

La distinction paramétrique ou non paramétrique est essentielle. Elle est systématiquement mise en avant dans la littérature. Les tests non paramétriques, en ne faisant aucune hypothèse sur les distributions des données, élargissent le champ d'application des procédures statistiques. En contrepartie, ils sont moins puissants lorsque ces hypothèses sont compatibles avec les données.

- **Test de rupture de Pettitt**

Le test non paramétrique de Pettitt est une version modifiée et améliorée du test de Man-Withney, décrit par (Pettitt, 1979 ; Lubès-Niels et al, 1998). Il permet de mesurer la stationnarité de la série pluviométrique. L'absence de rupture dans une série (\mathbf{X}_i) de taille N constitue l'hypothèse nulle. Sa mise en œuvre suppose que pour tout instant t compris entre 1 et N, les séries chronologiques (\mathbf{X}_i) $i-1$ à t et $t+1$ à N appartiennent à la même population. La variable à tester est le maximum en valeur absolue de la variable $U_{t,N}$ définie par :

$$U_{t,N} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=t+1}^N D_{ij}$$

où $D_{ij} = \text{sgn} (\mathbf{X}_i - \mathbf{X}_j)$ avec $\text{sgn}(x) = 1$ si $x > 0$, 0 si $x = 0$ et -1 si $x < 0$ **Equation 12**

Si l'hypothèse nulle est rejetée, une estimation de la date de rupture est donnée par l'instant t définissant le maximum en valeur absolue de la variable $U_{t,N}$.

Cette série principale de N est découpée en deux sous séries à chaque instant t si les deux séries ont des distributions différentes. Les valeurs des deux échantillons m et n sont regroupés et classées par ordre croissant. On calcule alors la somme des rangs des éléments de chaque sous échantillon dans l'échantillon total. Une statistique est définie à partir des deux sommes ainsi déterminées et testées sous l'hypothèse nulle d'appartenance des deux sous échantillons à la même population. Ce test a été modifié par Pettitt (1979) ; Démarée (1990) ; Sutherland et al, (1991) ; Vannitsem et Démarée (1991).

On considère la variable $U_{t,N}$ telle que : $U_{t,N} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=t+1}^N D_{ij}$. **Equation 13**

Soit K , la variable correspondant au maximum en valeur absolue de $U_{t,N}$, sachant que t varie de 1 à $N-1$. Pour tout K pris dans la série étudiée, sous l'hypothèse nulle, la probabilité de dépassement de la valeur K est donnée par : $\text{Prob} (K > K) = 2 \exp [-6K^2 / (N^3 + N^2)]$. Pour un risque α de première espèce donnée, si $\text{Prob} (K > K) < \alpha$, l'hypothèse nulle est rejetée.

- **Approche Bayésienne de Lee δ Heghinian**

La méthode Bayésienne encore appelée test de Schéffé (1959) permet d'estimer la distribution de la position de la rupture. Quoique n'étant pas considérée comme étant une méthode de test statistique, elle demeure néanmoins une méthode qui s'appuie sur une approche paramétrique permettant de confirmer ou d'infirmer l'éventualité d'un changement de la moyenne dans une série chronologique. Elle est aussi assimilée au **test Student** qui est une méthode paramétrique reposant sur la comparaison de moyennes. L'approche paramétrique Bayésienne de Lee δ Heghinian a été utilisée pour confirmer la date de la rupture détectée par le **test de Pettitt**.

La méthode bayésienne de Lee et Heghinian propose une approche paramétrique. Son application sur une série nécessite une distribution normale des valeurs de cette dernière. Le modèle de base de la procédure est le suivant :

$$x_i = \begin{cases} \mu + \varepsilon_i & i = 1, \dots, \tau \\ \mu + \delta + \varepsilon_i & i = \tau + 1, \dots, \tau \end{cases}$$

Equation 14

Les ε_i sont indépendants et normalement distribués, de moyenne nulle et de variance σ^2 , τ et δ représentent respectivement la position dans le temps et l'amplitude d'un changement éventuel de moyenne.

La méthode établit la distribution de probabilité à posteriori de la position dans le temps d'un changement. Lorsque la distribution est unimodale, la date de la rupture est estimée par le mode avec d'autant plus de précision que la dispersion de la distribution est faible.

- **Statistique U de Buishand**

La procédure de Buishand fait référence au même modèle et aux mêmes hypothèses que l'approche de Lee et Heghinian. En supposant une distribution à priori uniforme pour la position du point de rupture t , la statistique U de Buishand est définie par :

$$U = \frac{\sum_{k=1}^{N-1} S_k / D_x}{N(N+1)}$$

Où $S_k = \sum_{i=1}^k (x_i - M)$ pour $k = 1, \dots, N$; D_x désigne l'écart type de la série, M la moyenne.

Eq 15

L'hypothèse nulle du test statistique est l'absence de rupture dans la série. En cas de rejet de l'hypothèse nulle, aucune estimation de la date de rupture n'est proposée par ce test. Outre ces différentes procédures, la construction d'une ellipse de contrôle permet d'analyser

l'homogénéité de la série de (\mathbf{X}_i). La variable S_k , définie ci-dessus, suit une distribution normale de moyenne nulle et de variance $k(N-k)N-1 \sigma^2$, $k=0, \dots, N$ sous l'hypothèse nulle d'homogénéité de la série des (\mathbf{X}_i). Il est donc possible de définir une Région de confiance dite ellipse de contrôle associée à un seuil de confiance contenant la série des S_k sous l'hypothèse nulle.

Les données climatiques collectées ont été corrélées avec quelques données quantitatives obtenues sur les secteurs d'activités socio-économiques aussi bien dans la littérature que grâce à l'enquête de terrain. Ces corrélations, qui ont été réalisées à l'aide des logiciels SPSS et STATA, nous ont ainsi permis d'apprécier la part de la dynamique du climat sur les difficultés que rencontrent principalement les acteurs du secteur agricole du fait du réchauffement climatique actuel. L'analyse de la vulnérabilité dans d'autres secteurs, notamment la santé, la pêche, l'énergie s'est appuyée sur une revue de la littérature existante.

1.4. Limites de l'étude

Les limites de cette étude sont entre autres :

- La faible diversification des paramètres climatologiques étudiés (pluviométrie et température). Il aurait été souhaitable d'analyser d'autres paramètres (humidité de l'air, l'ensoleillement qui ont également une incidence sur les activités) ;
- Les séries de données historiques analysées ne sont pas identiques dans les différentes stations.

Le présent document est structuré en cinq chapitres. Le **premier chapitre** qui s'achève est consacré à l'introduction et à l'approche méthodologique. Le **second chapitre** va s'étaler sur le cadre spatial de l'étude en résumant les informations sur le contexte biophysique et socioéconomique de la Région du Sud. Le **troisième chapitre** s'occupe de l'état des lieux du réseau d'observation météorologique dans la dite Région. Il est suivi du **quatrième chapitre** où sont présentés les résultats des différents paramètres climatiques. Le **cinquième chapitre** montre la relation entre les variations des paramètres climatiques observées et les secteurs socio-économiques de cette Région. Le **sixième chapitre** clos le document, tout en faisant les recommandations et ouvrant des perspectives.

**CHAPITRE 2 : CADRES BIOPHYSIQUE ET SOCIO-ECONOMIQUE DE LA
REGION DU SUD CAMEROUN**

Introduction

La présente étude se circonscrit dans un cadre spatial, qui impose une description précise, afin de se prémunir de tout malentendu. En effet, la Région du Sud est un espace aux limites bien connues et documentées sur le plan politico-administratif, et cette Région présente en outre de nombreuses caractéristiques, en tant que territoire, sur le double plan biophysique et socioéconomique. Dans ce chapitre, il sera question de faire une présentation succincte du cadre spatial et humain dans lequel se déroule l'étude.

2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE

Située dans le Sud-Ouest du pays, la région du Sud Cameroun s'étend sur une superficie de 47191 km², pour une population estimée en 2010 à 13,4 millions d'habitants (BUCREP, 2010). Elle est composée de quatre départements, à savoir les départements de la Mvila (8697 Km²) avec pour chef-lieu Ebolowa, du Dja et Lobo (19911 Km²) avec pour chef-lieu Sangmélima, de la vallée du Ntem (7303 Km²) avec pour chef-lieu Ambam et de l'Océan (11280 Km²) avec pour chef-lieu Kribi (tableau 2.1 et figure 2.1). Par ailleurs, la région du Sud est limitée par la Guinée équatoriale, le Gabon et la République du Congo dans sa partie Méridionale, la façade maritime, sur son flanc Occidental, la région du Littoral au Nord-Ouest, la région du Centre au Nord, et la région de l'Est à l'Est (MINEPAT, 2010).

Tableau 2.1 : Répartition administrative

Département	Chef-lieu	Superficie (km ²)	Population (2005) (hbts)
Dja et Lobo	Sangmélima	19911	173 219
Mvila	Ebolowa	8697	163 826
Vallée du Ntem	Ambam	7303	64 747
Océan	Kribi	11280	133 062
Total		47191	534854

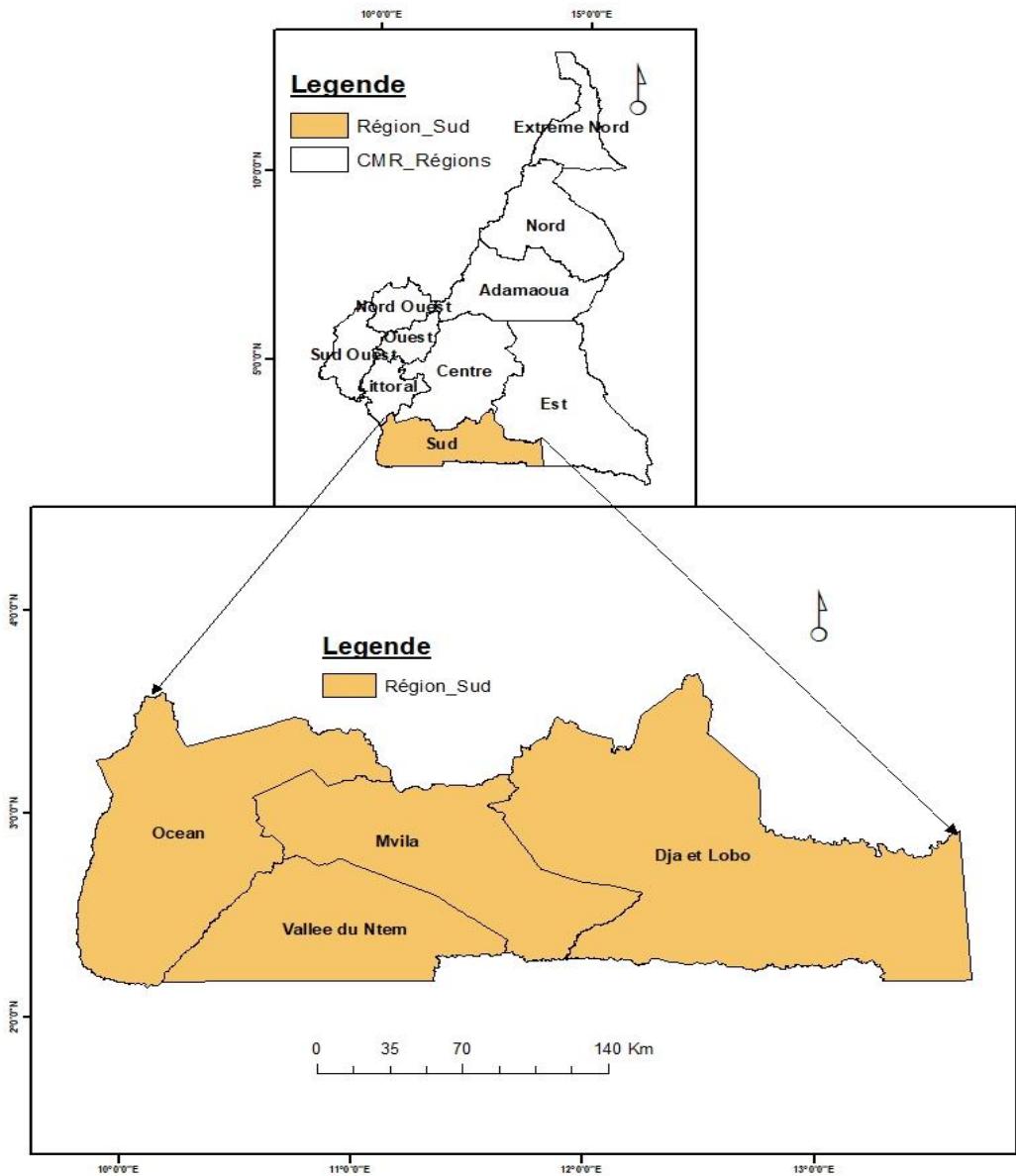


Figure 2.1: Localisation de la région du Sud

2.2. PRESENTATION DU MILIEU BIOPHYSIQUE

2.2.1. Climat

Le climat dans la région du Sud Cameroun est de type équatorial, toujours chaud (Carrière, 1999). Les températures y sont peu élevées (moyenne annuelle $T^\circ = 23,8^\circ\text{C}$) et demeurent régulières tout au long de l'année et l'humidité y est importante et constante (Suchel, 1972, Carrière, 1999). Ce climat est complété par un régime pluviométrique bimodal, composé de deux saisons sèches en alternance avec deux saisons pluvieuses et les vents sont en général

peu violents (Suchel, 1972) excepté à la fin des saisons sèches ou saisons de transition où les vents violents contribuent à former des tornades (Olivry, 1986).

Bien qu'il existe de fortes variations des températures et de la pluviométrie annuelle, la succession classique des saisons au sud du Cameroun est la suivante (Suchel, 1972; Olivry, 1986;

Carrière, 1999) :

- la grande saison sèche (de décembre à février) ;
- la petite saison des pluies (de mars à mai) ;
- la petite saison sèche (de juin à août) ;
- la grande saison des pluies (de septembre à novembre).

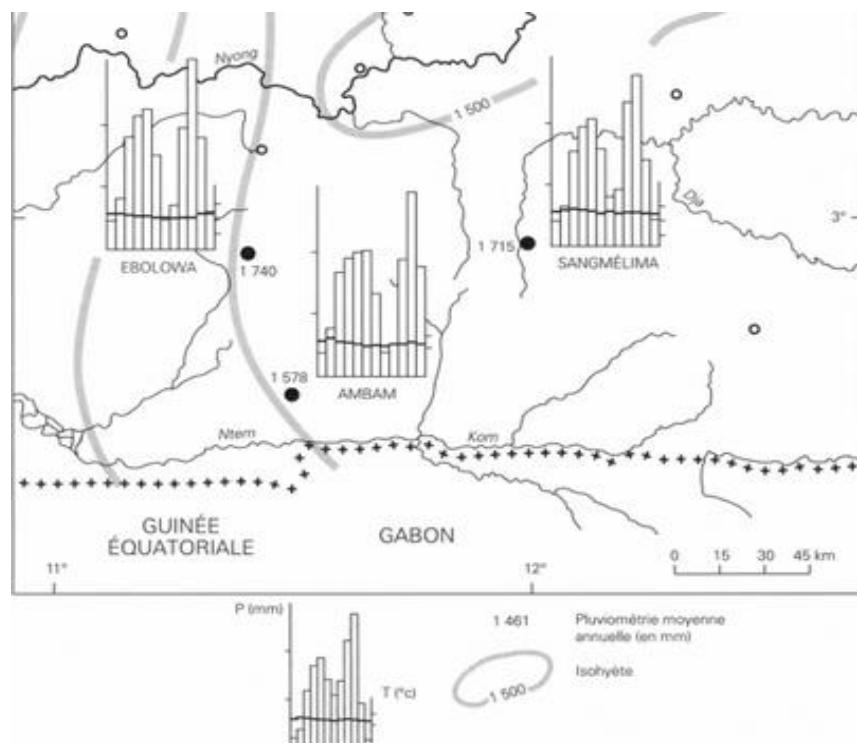


Figure 2.2: Variation des précipitations dans la région du Sud Cameroun (IRD, 1992)

2.2.2. Hydrologie, relief et pédologie

Les fleuves et les rivières de la zone d'étude appartiennent à deux grands bassins-versants, à savoir le bassin du Ntem et le bassin du Congo (IRD, 1992). Ces cours d'eau forment un réseau hydrographique très dense, favorisé par une pluviométrie abondante, ainsi que par l'imperméabilité du soubassement cristallin. Le réseau hydrographique est ainsi essentiellement constitué du fleuve Ntem orienté Est- Ouest qui se jette dans l'Atlantique au niveau de Campo. Son cours, large de plus de 200 m par endroit en amont de

l’arrondissement de Ma’an, se ramifie parfois en deux, puis quatre bras, chacun de 100 m de large, au sud de la zone d’étude. Le Ntem a en effet un régime équatorial caractérisé par deux périodes de hautes eaux, séparées par deux étiages, correspondant aux quatre grandes saisons du climat équatorial (IRD, 1992). La seconde période de crue (septembre-décembre) est la plus importante, et l’étiage de la petite saison sèche (juillet-août), plus prononcé (IRD, 1992). La région est parcourue par un réseau très ramifié et dense de rivières secondaires et de ruisseaux, dont le débit varie considérablement au gré des saisons. Toutefois, les principaux cours d’eau sont présentés dans le tableau 2.2 ci-après.

Tableau 2.2 : Hydrographie de la Région

Cours d'eau	Station	Lat. Nord	Long. Est	Alt Zéro échelle (m)	Superficie du bassin (Km ²)
Le Ntem	Ngoazik	2° 18'	11°18' ^T	535 env	18 100
	Nyabizan	2° 24'	10°24'	385 env	26 350
La Lokoundje	Lolodorf	3°14'	10°44'	436.62	1 150
La Kienké	Kribi	2°56 '	9°54 '	10 env	1 435
la Lobe	Kribi	2°52'	9°53 '	7 env	2 305
L’Afamba	Sangmélima	2°54'	11°59'	660 env	191

Sur le plan topographique, le relief de la région du Sud est très peu accidenté. Faisant partie du plateau Sud Camerounais, l’altitude varie dans l’ensemble entre 450 et 600 m (D. Martin, 1985 ; J.C. Olivry, 1986 ; Carrière, 1999). Il est cependant accidenté par endroits du fait des collines isolées ou des complexes de collines, de pentes variables et par la présence de quelques rochers (Letouzey, 1968). Dans l’ensemble, la topographie de la région du Sud apparaît sous l’aspect d’un moutonnement de collines (*nkol*) séparées par un dédale de vallons relativement amples et profonds, parfois élargis en cuvettes marécageuses (*étetak*, *élobi*) (IRD, 1992). Ces collines, grossièrement circulaires, dominent les vallées de 50 à 100m, avec des versants généralement convexes avec des pentes fortes.

La région du Sud présente une variété peu étendue de sols. On y observe en fait des sols ferralitiques (Martin, 1985 ; Olivry, 1986 ; Carrière, 1999), qui sont, de loin, les plus répandus et prédominent même sur toute la surface du plateau intérieur camerounais (Jordan, 1985 ; IRD, 1992). Développés principalement sur des roches cristallines acides (granités divers et roches métamorphiques), ils regroupent à différentes catégories de sols, caractérisés par une faible teneur en matière organique (4 à 5 %) et en limon (8 à 12 %), une haute teneur en argile (40 à 65 %) et un PH acide (4,5 à 5,5) (IRD, 1992). Avec leur texture cendreuse et leur caractère poreux, perméables et peu humifères, les sols ferralitiques les plus fréquents sont les sols rouges orthiques modaux. L’observation montre d’ailleurs que

les sols rouges occupent généralement les interfluves ou les collines ayant des pentes convexes.

Les sols ferralitiques rouges sur roches acides ont dans l'ensemble, une fertilité moyenne. Leurs propriétés physiques entraînent un bon drainage et une capacité de rétention en eau correcte (Floret et al., 1993). Ces sols sont de bons sols à cacaoyers et cafériers, mais leur faible PH, sur le plan agricole, est peu favorable à l'obtention de forts rendements (IRD, 1992).

Comme les sols tropicaux en général, les sols des forêts du sud-Cameroun sont pauvres en nutriments (Jordan, 1985 ; Carrière, 1999), l'essentiel du stock des éléments minéraux se situant dans la biomasse végétale. L'écosystème forestier tropical est basé sur un système quasiment fermé de recyclage des éléments nutritifs entre le sol et les végétaux. La majorité des éléments du système racinaire étant située dans les couches superficielles du sol, la forêt fonctionne comme une sorte d'éponge géante qui absorberait et recyclerait les nutriments (Moran, 1981; Uhl, 1983). Il s'agit des sols ferralitiques et des sols hydromorphes (Martin, 1985 ; Olivry, 1986 ; Carrière, 1999).

2.2.3. Végétation

La formation végétale, très complexe sur le plan phytogéographique d'après Letouzey (1985), est la forêt dense humide sempervirente de basse et moyenne altitude, constituée de la forêt ripicole humide, de la forêt marécageuse, de vieilles et jeunes forêts secondaires, de jachères forestières (D. Martin, 1986, Carrière, 1999). Les principales espèces ligneuses comprennent entre autres : l'Iroko (*Milicia excelsa*), le Fraké (*Terminalia superba*), le Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), le Bilinga (*Nauclea diderrichii*), l'Ebène (*Diopyros crassiflora*), l'ayous (*Triplochiton scleroxylon*), le Moabi (*Baillonella toxisperma*), le Kosipo (*Entandrophragma candolii*), le Sipo (*Entandrophragma*), l'Eyong (*Sterculia oblonga*), le Movingui (*Distemonanthus benthamianus*). On retrouve aussi les espèces prisées pour leurs fruits telles que le manguiers sauvage (*Irvingia gabonensis*), le Noisetier (*Kola acuminata*), le Bitter cola (*Garcinia cola*) et le Djangsang (*Ricinodendron heudelotii*) (Letouzey, 1985 ; Carrière, 1999).

Plus au sud, notamment près des frontières gabonaise et guinéenne, des raphiales marécageuses (à *Raphia monbuttorum*) occupent les abords des cours moyens et supérieurs du Ntem, ainsi que de ses affluents (IRD, 1992).

Fait observable à Djoum, à Ebolowa, la forêt dense atlantique est actuellement colonisée par la forêt semi caducifoliée. Les *Caesalpinaeae* se raréfient et les espèces atlantiques deviennent des éléments relictuels, réfugiés dans des îlots peu caractéristiques. Les massifs de collines et les collines isolées au Nord-Est et surtout au Sud-Est d'Ebolowa, recèlent encore des lambeaux de forêt atlantique. Ces reliefs dominent une plaine agricole couverte d'une forêt semi-caducifoliée à *Sterculiaceae* et *Ulmaceae*, conservée en partie pour ombrager les cacaoyers (IRD, 1992).

2.2.4. Faune

La faune terrestre comprend des mammifères, des reptiles, des ruminants, des primates, des rongeurs, et de nombreuses espèces d'insectes et d'oiseaux. On y trouve des animaux tels que les antilopes (céphalophes : *Cephalophus monticola*, *C. dorsalis*, *C. silvicoltor*) les rongeurs (le rat palmiste, l'aulacode ou *Tryonomys swinderianus*, le porc-épic, l'écureuil), les pangolins (*Manis spp*), la tortue (CVUC, 2018). Il existe aussi des oiseaux tels que la perdrix, la pintade, le toucan, le perroquet, le corbeau, etc. Parmi les primates, on peut citer le cercopithèque, le chimpanzé (*Pan troglodytes*) et les grands singes (CVUC, 2018). Il convient de relever aussi la présence des reptiles tels que les serpents comme la vipère, le mamba vert, le boa ou python de seba (*Python sebae*) ; les varans (*Varanus niloticus*), les lézards, etc. On compte aussi de nombreux insectes comme les papillons, les chenilles, les criquets (CVUC, 2018). Pour ce qui est de la faune aquatique, elle compte des hippopotames, des crocodiles à museau court (*Osteoaeetus tridaspis*) et plusieurs espèces de poissons d'eau douce tels que les silures (*clarias*), le poisson vipère (*Parophiocephalus* ou *Parachanna africana*) et les carpes. L'usage des produits de la forêt est dédié à la consommation locale et une petite partie est vendue pour l'achat des produits de première nécessité (CVUC, 2018)

2.3. PRESENTATION SOCIO-ECONOMIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

2.3.1. Milieu humain

Les grands groupes sociologiques rencontrés dans la zone d'étude sont constitués aussi bien des groupes dits autochtones et des allochtones. Parmi les groupes autochtones, on note principalement les pygmées (Baka et surtout Bakola), qui sont cependant minoritaires, les Bulu, les Fang, les Mva'a, les Ntumu, les Bakoko, les Ngumba, les Mabi, les Yassa, les Batanga etc.

2.3.2. Activités socio-économiques dominantes

2.3.2.1. L'agriculture

C'est la principale activité économique de la région. Majoritairement traditionnelle, son produit est en général destiné à l'autoconsommation des ménages. Cette agriculture est extensive et culture sur brûlis pour la pratique des cultures vivrières (CVUC, 2018) et concerne notamment les cultures vivrières, les cultures de rente et les cultures maraîchères.

a) Les cultures vivrières

Elles regroupent les cultures des zones de forêt dans des superficies généralement inférieures à 1ha (Carrière, 1999 ; CVUC, 2018), pratiquées ici dans un système de polyculture. Il associe les légumes feuilles (amarante et morelle), les tubercules (macabo, manioc, ignames, patate douce, pommes de terre), les gousses, les arachides et parfois le haricot. Le concombre et le plantain, sont exploités en monoculture. Les productions de ces différentes cultures permettent d'assurer l'autoconsommation et la commercialisation pour subvenir aux besoins élémentaires (figure 2.3).

Toutefois, plusieurs contraintes sont à relever dans la pratique de la culture du cacao, notamment la mécanisation quasi absente, des très faibles surfaces cultivées, bien que les paysans soient organisés en groupes de travail rotatifs, l'utilisation du brûlis comme principale technique agricole, ce qui accélère le processus de dégradation des sols, des sélections inappropriées du matériel végétal, une quasi méconnaissance des techniques de lutte phytosanitaire, un manque de subventions pour les producteurs.





Figure 2.3 : Cultures vivrières dans la zone d'étude (ONACC, 2019)

b) Les cultures de rente

Le cacao est l’or vert qui a longtemps recruté des adeptes dans la région du Sud Cameroun (figure 2.4). Aujourd’hui, les vergers sont vieillissants, ce qui entraîne une baisse de rendement et la chute de la production suite à l’abandon des cacaoyères par certaines familles et des jeunes (CVUC, 2018). La préparation d’une campagne cacaoyère implique tous les membres de la famille. C’est ainsi que le défrichage et le traitement phytosanitaire incombent aux hommes et aux jeunes garçons. La récolte des cabosses et ainsi que l’écabossage impliquent tout le monde et se font en groupe. Le séchage fait aussi intervenir hommes et jeunes.

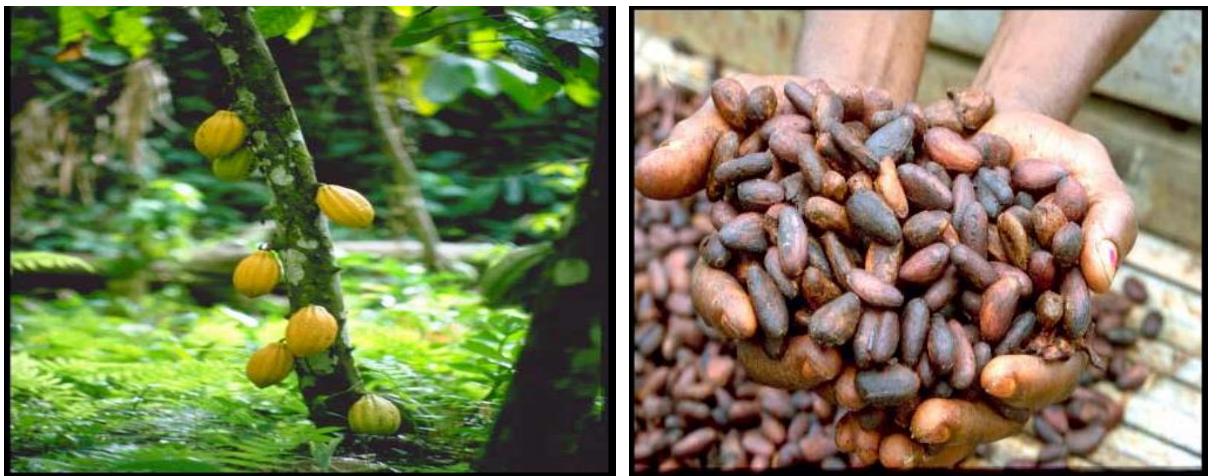


Figure 2.4 : Cultures de rente dans la zone d'étude (Carrière, 1999)

c) Les cultures maraîchères

Elles sont généralement pratiquées dans les zones périurbaines, par des jeunes dynamiques, dans la plus part des cas originaires des régions du Nord-Ouest, du Sud-Ouest ou de l'Ouest, pour alimenter surtout le bras commercial et une infime partie de la production est destinée à l'autoconsommation. Les spéculations concernées sont surtout la tomate, le piment et les légumes (figure 2.5).



Figure 2.5 : Cultures maraîchères dans la zone d'étude (ONACC, 2019)

2.3.2.2. L'élevage

La pratique de l'élevage dans la région du Sud est peu développée. Il s'agit d'un élevage extensif caractérisé par des cheptels très faibles. La divagation des bêtes est la principale règle d'élevage pratiquée par les populations. Cet élevage est essentiellement constitué de volailles (poules, coqs), d'ovins (moutons), de caprins (chèvres) et de porcins (porcs) (CVUC, 2018). Toutefois, la difficulté majeure ici reste la non maîtrise des techniques améliorées d'élevage en clastration des animaux domestiques par les populations locales et l'absence de sujets améliorés.

2.3.2.3. L'exploitation forestière

L'exploitation forestière dans la région du Sud est une activité très importante en termes de chiffre d'affaire et de surfaces concernées. Elle concerne aussi bien l'exploitation des ressources ligneuses (bois) que celle des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL). Le bois est coupé par des exploitants industriels et les scieurs clandestins principalement pour la production de bois d'œuvre. Quant au prélèvement des PFNL, les plus importants sont, entre autres, les amandes de mangues sauvages (*Irvingia gabonensis*), le Djangsang (*Ricinodendron heudoletii*), le Moabi (*Baillonella toxisperma*), le rotin, les noisettes (*Kola edulis*), le Voakanga (*Voacanga africana*), le Bitter kola (*Garcinia cola*), les écorces et les racines de certaines espèces ligneuses comme l'Essok, fruits de *Podococcus barteri*, les fruits de *Sterculia sp*, les avocats, etc. (figure 2.6). Ces produits sont destinés à près de 95% à l'autoconsommation et utilisés par les populations locales dans la pharmacopée traditionnelle et l'alimentation. Parmi ces PFNL, seul le Djangsang (*Ricinodendron heudoletii*), les amandes de mangues sauvages ou Andok (*Irvingia gabonensis*), constituent une source de revenus non négligeable allant jusqu'à 200 000 Fcfa/an pour certains ménages. D'une manière générale, ces produits restent sous valorisés dans la région malgré l'importance du potentiel existant et l'opportunité qu'ils présentent pour le développement local. La collecte de ces produits reste essentiellement une activité féminine.



Figure 2.6 : Quelques PFNL récoltés dans la zone d'étude (Carrière, 1999)

2.3.2.4. La chasse et la pêche

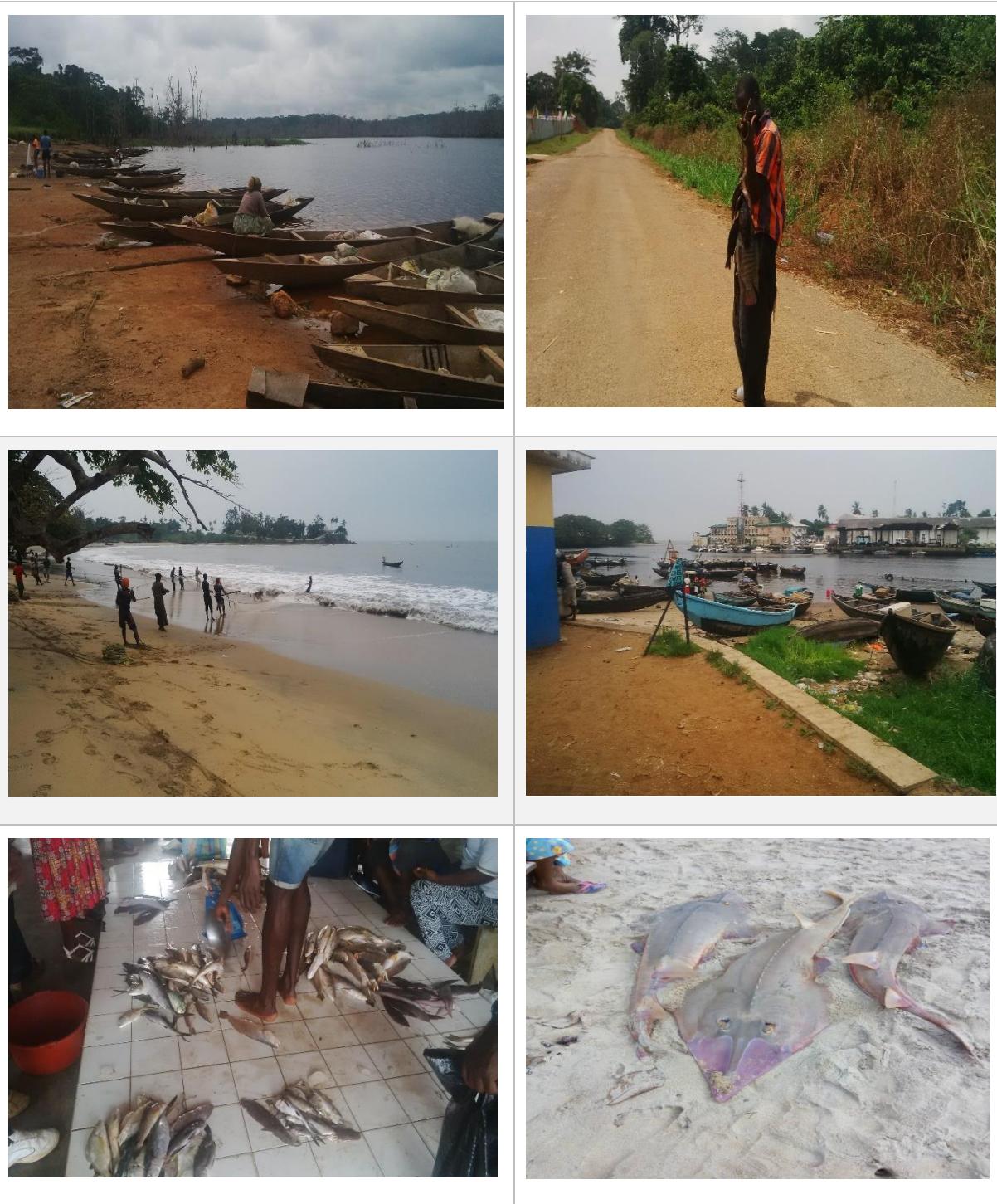
La faune cynégétique très diversifiée, mais peu abondante, qu’abritent les formations végétales rencontrées dans la région du Sud joue un rôle très important dans l’approvisionnement des populations locales en protéines animales et contribue de façon efficace au revenu de certains ménages (CVUC, 2018). Ici, la chasse constitue à la fois un moyen de capture ou d’abattage des animaux et un moyen de protection des cultures. Cette activité est exclusivement pratiquée en forêt et aux abords des plantations et reste l’apanage des hommes et des jeunes garçons. Les principales caractéristiques de cette chasse restent sa permanence, sa non sélectivité et le gaspillage des ressources occasionné surtout par le piégeage. Les principales techniques cynégétiques utilisées comprennent le piégeage (figure 2.7), les assommoirs, les machettes, les couteaux, arcs, les appâts empoisonnés et les fusils de chasse.



Figure 2.7 : Une technique de piégeage des animaux par les chasseurs de la zone d'étude (Carrière, 1999)

L'activité obéit à une saisonnalité qui est fonction de la dynamique du climat et du cycle végétatif des arbres fruitiers. Ainsi, la période allant de juin à septembre est propice à la chasse au fusil et aux pièges, en ceci que cette période est celle de fructification de la plupart des arbres (CVUC, 2018). Pendant cette période, les animaux sont très mobiles à cause de l'abondance des fruits (nourriture) et des proies. Durant la grande saison sèche, les animaux fréquentent les rivières et les bas-fonds pour s'abreuver. Ceci permet aux chasseurs de pratiquer leurs activités dans les marécages et les abords des cours d'eau. Ils pratiquent alors la chasse à courre et les pièges barrage le long des marécages. La vente des produits de chasse se fait au niveau local. Les produits commercialisés issus de la pêche et de la chasse le sont frais ou cuits sous forme « d'ovianga » en petits paquets bien assaisonnés que les jeunes ou les femmes transportent sur leur tête pour la vente. Les produits de la chasse sont prioritairement destinés à la commercialisation (90%). Ces produits sont vendus sur place ou dans les agglomérations avoisinantes à l'état frais (entier ou par quartier) ou boucanée (entier ou par quartier).

Pour ce qui est de la pêche, elle est très pratiquée dans les villages arrosés par d'importants cours d'eau. Pratiquée à la nasse, au filet ou à la ligne, l'activité est artisanale et les populations gagneraient à la rentabiliser. Toutefois, la pêche est pratiquée avec une intensité plus accrue dans les localités abritant les barrages de Memve'ele et Mekin, où les pêcheurs sont majoritairement originaires de la partie septentrionale du Cameroun, et au niveau de Kribi (méthode du *Tirer-Tirer* au niveau des plages ou les séjours en mer avec des pirogues à moteur), où les pêcheurs sont principalement les *batanga*. La figure 2.8 ci-dessous illustre quelques types de pêches et les moyens utilisés.



. *Figure 2.8 : L'activité de pêche dans la zone d'étude (ONACC, 2019)*

Conclusion

La Région du Sud Cameroun appartient au vaste ensemble structural appelé « plateau Sud-Camerounais » et à la zone forestière à pluviométrie bimodale, dont le climat est globalement subéquatorial, avec cependant des nuances selon que l'on se déplace du sud vers le nord, ou de l'ouest vers l'est. Sur le plan socioéconomique, cette Région du

Cameroun se caractérise surtout par la prédominance des activités économiques primaires influencées par la dynamique des paramètres climatiques (agriculture, élevage dans une certaine mesure, pêche, exploitation forestière, etc.) dont dépend largement de la population.

**CHAPITRE 3 :ETAT DES LIEUX DU RESEAU D'OBSERVATION
METEOROLOGIQUE**

Contexte

L'observation est le point de départ de toute prévision météorologique (Météo-France, 2019). Descriptions qualitatives du ciel ou mesures de paramètres physiques de l'atmosphère, toutes les observations doivent être méticuleusement définies, normalisées, sélectionnées et organisées pour concourir à mieux comprendre et prévoir les phénomènes météorologiques (Météo-France, 2019). Ce qui nécessite alors une couverture adéquate du territoire par le réseau d'observation choisi.

Or, d'après l'OMM (2012), l'Afrique Sub-Sahélienne reste faiblement couverte, sur le double aspect qualitatif et quantitatif, en termes d'équipements et d'outils d'observation de la dynamique des paramètres climatiques en vue de leur meilleure prévision. Elle aurait ainsi besoin d'au moins huit fois plus de stations météorologiques qu'elle n'en possède actuellement.

Au Cameroun, les données climatiques sont produites par plusieurs institutions, mais restent difficilement accessibles et peu connues. Pour faciliter l'accès à ces données, il est nécessaire de réaliser un état des lieux des structures en charge de la collecte desdites données. Cet état des lieux pourrait permettre, en outre, d'identifier les problèmes rencontrés par ces structures dans la collecte des données, d'identifier les gaps, et de minimiser les dépenses dues à la double installation des stations dans un même espace. La région du Sud fait ainsi partie des zones couvertes par quelques stations de collecte des données sur la dynamique des paramètres climatiques à travers le territoire, mais dont l'état des lieux, aussi bien de l'arsenal technologique dédié à ladite collecte que des plages de données effectivement disponibles, reste peu documenté.

3.1. STATIONS RELEVANT DE LA DIRECTION DE LA MÉTÉOROLOGIE NATIONALE

En sa qualité de structure Etatique en charge de l'élaboration et de la mise en œuvre de la politique du gouvernement en matière de météorologie au Cameroun et logée au Ministère des Transports, la Direction de la Météorologie Nationale (DMN) dispose d'un réseau d'observation national des données météorologiques, qui s'étend sur les dix régions du Cameroun. Dans la région du Sud, cette structure dispose de stations logées dans les services déconcentrés du MINTRANS, notamment la Délégation Régionale, pour la station d'Ebolowa, et les Délégations Départementales pour les stations d'Ambam, de Sangmélima

et de Kribi, chefs-lieux respectifs des départements de la Valée du Ntem, du Dja et Lobo, et de l’Océan.

3.1.1. Station météorologique d’Ebolowa

3.1.1.1. Réseau d’observation

Le département de la Mvila est doté d’une station météorologique, automatique depuis 2018 figure 3.1. Initialement logée au niveau des Services du Gouverneur de la région du Sud, ladite station en cours de délocalisation pour la face arrière du bâtiment abritant les Services du Délégué régional des Transports. Cela fait suite à l’envahissement dont était de plus en plus victime l’espace précédent, par les bâtiments administratifs construits progressivement après l’installation de la station.

Les données disponibles sur place couvrent la période allant de 1991 à 2010 et concernent les températures (Max, Min, Moyennes), l’évaporation, les évènements particuliers (rosée, orages, foudre).

Par ailleurs, la Délégation des Transports procède, depuis le début du mois de janvier 2019, à l’installation de pluviomètres à lecture directe dans les postes agricoles de l’arrondissement d’Ebolowa et compte étendre cela aux postes agricoles des autres arrondissements et Départements. Le premier pluviomètre a été installé la semaine du 11 janvier 2019 à l’Ecole Technique d’Agriculture d’Ebolowa (ETA).





Figure 3.1: Etat de la station météorologique d'Ebolowa (ONACC, 2019)

3.1.1.2. Difficultés rencontrées par les responsables de la station dans la collecte des données

Les responsables de la station météorologique mentionnent les difficultés suivantes :

- La station est déjà envahie par des bâtiments administratifs construits sur son site
- Il n'y a aucun moyen pour retenir les données collectées sur place afin de les mettre à la disposition des éventuels usagers
- Il existe une incompatibilité entre instruments français (thermomètres sec et mouillé) installés dans l'abri météorologique chinois ;
- Les pénuries de matériel, notamment le papier millimétré pour le pluviographe et le thermographe.

3.1.2. Station automatique d'Ambam

3.1.2.1. Réseau d'observation

Le département de la Vallée du Ntem est doté d'une station météorologique, automatique depuis 2018, logée au niveau des Services du Délégué Départemental des Transports. Les données disponibles sur place couvrent la période allant de 1990 à 2011 et concernent les températures (Max, Min, Moyennes), l'évaporation, les événements particuliers (rosée, orages, foudre). Toutefois, les données collectées au niveau de cette station sont relatives aux températures, à la pluviométrie, à la vitesse et à la direction du vent, à la pression atmosphérique.

3.1.2.2. Difficultés rencontrées par les responsables de la station dans la collecte des données

Les difficultés suivantes ont été relevées :

- Le parc météorologique est déjà envahi par des bâtiments administratifs construits sur son site
- Il n'y a aucun moyen pour retenir les données collectées sur place afin de les mettre à la disposition des éventuels usagers
- Il existe une incompatibilité entre instruments français (thermomètres sec et mouillé) installés dans l'abri météorologique chinois ;
- Les pénuries de matériel, notamment le papier millimétré pour le pluviographe et le thermographe.

3.1.3. Station automatique de Sangmélima

3.1.3.1. Réseau d'observation

Le département du Dja et Lobo est doté d'une station météorologique, transformée en station automatique fonctionnelle depuis 2018 (figure 3.3). Les données collectées au niveau de cette station concernent les températures, la pluviométrie, la vitesse et la direction du vent, la pression atmosphérique.

Quant aux données disponibles sur place, il s'agit des températures (Max, Min, Moyennes), de l'évaporation, les événements particuliers (rosée, orages, foudre). Lesdites données couvrent la période allant de 1991 à 2011.



Figure 3.2 : Station automatique de Sangmélima (ONACC, 2019)

3.1.3.2. Difficultés rencontrées par les responsables de la station dans la collecte des données

Les difficultés suivantes ont été relevées :

- Le caractère insuffisant de l'enveloppe annuelle destinée à l'entretien de la station (180 000 FCFA)
- Le parc météorologique est déjà envahi par des bâtiments administratifs construits sur son site, y compris la nouvelle Délégation des transports
- Il n'y a aucun moyen pour retenir les données collectées sur place afin de les mettre à la disposition des éventuels usagers
- Il existe une incompatibilité entre instruments français (thermomètres sec et mouillé) installés dans l'abri météorologique chinois ;
- Les pénuries de matériel, notamment le papier millimétré pour le pluviographe et le thermographe.

3.1.4 Station pluviométrique de Kribi

3.1.4.1. Réseau d'observation

Le département de l'Océan est doté d'une station météorologique automatique logée à Kribi, depuis 2018 (figure 3.4). Les données collectées au niveau de cette station concernent les températures, la pluviométrie, la vitesse et la direction du vent, la pression atmosphérique. Pour ce qui est des données disponibles sur place, elles couvrent la période allant de 1991 à 2016. Ces données concernent les températures (Max, Min, Moyennes), l'évaporation, les événements particuliers (rosée, orages, foudre). Par ailleurs, aucun pluviomètre n'est plus opérationnel dans les différents postes agricoles où il en existait il y a plusieurs années.

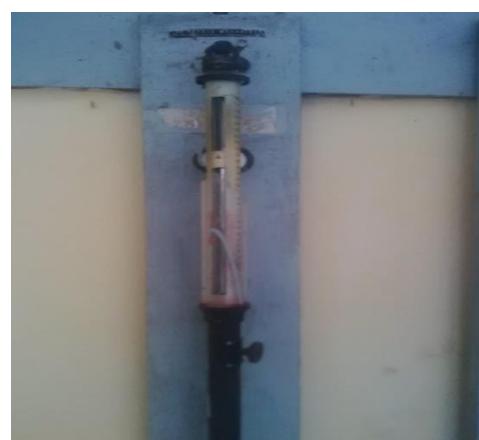




Figure 3.3: outils de mesure des paramètres climatiques dans la station météorologique de Kribi (ONACC, 2019)

3.1.4.2. Difficultés rencontrées par les responsables de la station dans la collecte des données

Les difficultés suivantes ont été relevées :

- Le parc météorologique est déjà envahi par des bâtiments administratifs construits sur son site, y compris la nouvelle Délégation des transports
- Il n'y a aucun moyen pour retenir les données collectées sur place afin de les mettre à la disposition des éventuels usagers
- Il existe une incompatibilité entre instruments français (thermomètres sec et mouillé) installés dans l'abri météorologique chinois;
- Les pénuries de matériel, notamment le papier millimétré pour le pluviographe et le thermographe.

3.2. STATIONS RELEVANT D'AUTRES ACTEURS

Mis à part le réseau d'observation géré par le Ministère des Transports, via la Direction de la Météorologie Nationale, on note également quelques postes pluviométriques dans certains postes agricoles, mais surtout un ensemble de sept stations automatiques sur les installations de HEVECAM à NIETE.

3.3. ETAT DES DONNEES CLIMATIQUES COLLECTEES DANS LA REGION DU SUD

A l'exception de la station d'Ebolowa, les données existantes dans les principales stations de la région du Sud se présentent globalement sous format analogique, avec de nombreuses ruptures (tableau 3.1). Les données des nouvelles stations synoptiques sont directement transférées dans le serveur de la DMN. Les données collectées sur le terrain en vue de la réalisation de cette étude concernent la pluviométrie (précipitations et nombre de jours de pluies) et la température et couvrent des tranches temporelles diverses d'une station à une autre.

Pour ce qui est des quantités de précipitations, la station d'Ebolowa nous a fourni des données de précipitations pour la période allant de 1950 à 2015, de même que des données de température pour la même période, toutes en format analogique. Les stations d'Ambam, Sangmélima, Kribi et Campo, nous ont fourni des données de précipitations couvrant respectivement les périodes de 1979 à 2001, 1971 à 1979, 1960 à 2012 et 1972 à 2000.

Tableau 3.1: Réseau d'observation dans la région du Sud Cameroun

Type de Stations	Localisation	Institution responsable	Types de données collectées	Période de collecte	Plages de données obtenues (précipitations)	Plages de données obtenues (nbre de jours de pluies)	Plages de données obtenues (Température s)	Format de données fournies
Station automatique	Ebolowa	DMN (MINT)	- la pluviométrie - la température	-1947-2015 -1980-2006	1950-2015	1950-2015	1950-2015	les données sur format numérique
Station automatique	Ambam	DMN (MINT)	la pluviométrie	1950-2000	1979-2001	/	/	copie dure
Station automatique	Kribi	DMN (MINT)	la pluviométrie ;	1940-1988	1960-2012	/	/	copie dure
Station météorologique	Campo	DMN (MINT)	- la pluviométrie - la température	1971-2000	1972-2000	/	/	copie dure
Station automatique	Sangmélima	DMN (MINT)	- la pluviométrie - la température	-1950-1999 -1971-2003	1971-1979	/	/	copie dure

3.5. COUVERTURE SPATIALE DU RESEAU D'OBSERVATION

Le tableau 3.2 et la figure 3.1 ci-dessous présentent les distances entre les stations identifiées dans la région du Sud Cameroun. D'un point de vue climatologique, seules les distances à vol d'oiseau sont d'une grande importance. L'OMM a estimé à 100 km², l'espace climatique uniforme d'une région, au-delà de cette superficie, les réalités climatiques seraient différentes. Cette prescription de l'OMM est surtout valable pour les zones qui ont une faible capacité de collecte des données climatiques.

Cet exercice a permis d'identifier dans la région des zones à forte couverture, et des zones très faiblement couvertes :

- Ebolowa-Kribi ; Ebolowa-Campo, Ebolowa-Sangmélima, Ambam-Kribi, Sangmélima-Kribi, Ambam-Campo, Sangmélima-Campo et Sangmélima-Ambam sont des zones à faible couverture à cause de la distance très forte qui sépare les deux localités (plus de 100 km à vol d'oiseau).
- Ebolowa-Ambam et Kribi-Campo qui présentent une couverture acceptable (moins de 100 km de distance à vol d'oiseau entre les localités).

Tableau 3.1 : Distances entre les stations météorologiques de la région du Sud Cameroun

		Ebolowa	Kribi	Campo	Ambam	Sangmélima
Ebolowa	Route (km)	1				
	Vol d'oiseau (km)	1				
Kribi	Route (km)	172,29	1			
	Vol d'oiseau (km)	137,66	1			
Campo	Route (km)	143,89	67,10			
	Vol d'oiseau (km)	203,63	98,74	1		
Ambam	Route (km)	60,98	162,83	141,81	1	
	Vol d'oiseau (km)	91,67	259,61	197,87	1	
Sangmélima	Route (km)	116,28	230,02	230,81	100,41	1
	Vol d'oiseau (km)	91,55	288,98	320,32	208,37	1

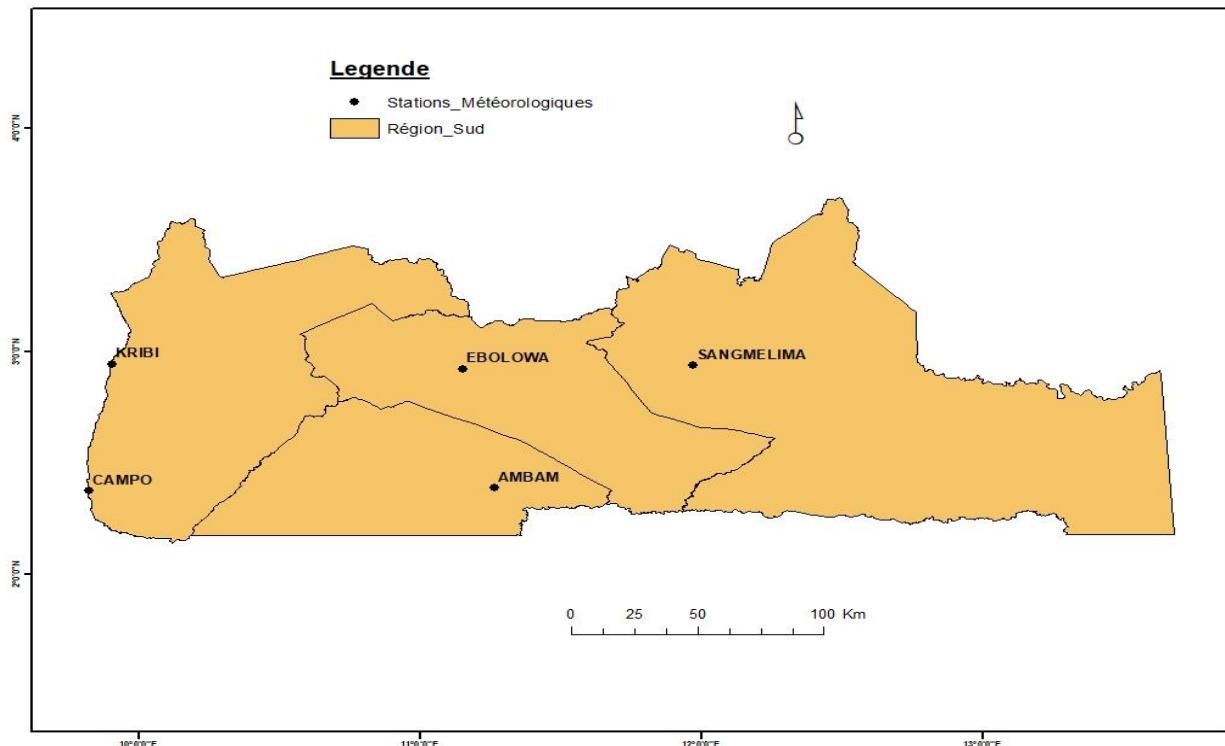


Figure 3.4 : Localisation des stations météorologiques de la zone d'étude (ONACC, 2019)

Conclusion

Il ressort de ce tableau que la région du Sud est faiblement couverte par son réseau d'observation. Les stations climatiques identifiées s'avèrent en effet très insuffisantes pour couvrir de manière adéquate. Dans le même temps, les responsables des différentes stations placées sous l'autorité du Ministère des Transports, via la DMN, continuent de faire face à de nombreuses contraintes d'ordres matériel, financier et même sur le plan de la ressource humaine, ce malgré le caractère automatique de ces nouvelles stations.

**CHAPITRE 4 : ANALYSE DE L'EVOLUTION ET DE LA PROJECTION DES
PARAMETRES CLIMATIQUES DANS LA REGION DU SUD DE 1950 A 2015**

Contexte

Le présent chapitre met en exergue la dynamique évolutive de la pluviométrie et des températures dans la région du Sud Cameroun pour la période allant de 1950 à 2015. A chaque étape, aussi bien pour la pluviométrie que pour les températures, la structure adoptée pour l'analyse va de l'échelle annuelle à l'échelle mensuelle, en passant par l'échelle saisonnière. Ledit chapitre ressort par ailleurs une analyse sur les ruptures pluviométriques, avec des tests comme celui de Pettitt, l'approche Bayésienne de Lee & Heghinian, l'identification des événements pluviométriques extrêmes survenus pendant la période que couvre l'étude, la caractérisation de l'agressivité des précipitations et le bilan hydrique dans la région du Sud sur la même période.

Les données climatiques utilisées dans le cadre de cette étude proviennent des stations météorologiques disséminées dans la région du Sud et placées sous l'autorité de la Direction de la Météorologie Nationale. Ces données concernent la pluviométrie et la température, et couvrent globalement la période allant de 1950 à 2015 pour la station locale et des fourchettes de temps moins importantes pour les stations satellites. Par ailleurs, une autre série de données, qui a servi à la production des cartes de distribution spatiale des quantités précipitations pour la région du Sud, a été obtenue grâce au logiciel de l'Université de Columbia (USA) (*Monthly Climatological Sea Surface precipitations*).

4.1. CARACTERISTIQUES DE LA PLUVIOMETRIE DANS LA REGION DU SUD

4.1.1. Caractéristiques de la pluviométrie à l'échelle annuelle de 1950 à 2015

4.1.1.1. Cas d'Ebolowa

a) Caractéristiques de la pluviométrie

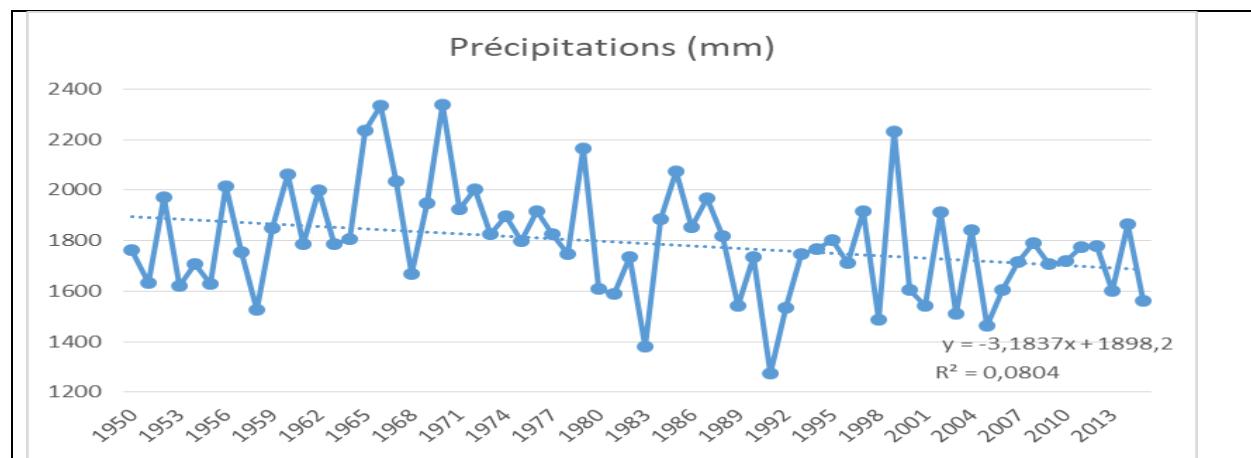
De 1950 à 2015, les quantités de précipitations ont présenté une tendance à la diminution, avec une moyenne de 1791,49mm. L'année 1970 a enregistré la plus grande quantité de précipitations, à savoir 2337,6mm, contre un minimum de 1237,6mm enregistré en 1991. Sur l'ensemble des 66 années d'observation, 45,45% sont excédentaires, contre 54,4% déficitaires (tableau 4.1). Les années déficitaires sont notamment 1950, 1951, 1953, 1954, 1955, 1957, 1958, 1961, 1963, 1968, 1978, 1980, 1981, 1982, 1983, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1996, 1998, 2000, 2001, 2003, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 et 2015. Ce qui confirme la

tendance d'évolution globale observée sur la figure 4.1. Toutefois, le coefficient de variation de cette évolution s'élève à 12,03%. La diminution moyenne des quantités de pluies entre 1950 et 2015 à Ebolowa est ainsi estimée à 206,94mm, soit en moyenne 3,94mm par an.

Pour ce qui est du nombre de jours de pluies, la tendance d'évolution en 56 années d'observation, soit de 1960 à 2015, est à la diminution, avec une moyenne de 164,94 jours de pluies. Le maximum de jours de pluies, 206 jours, a été enregistré en 1985, contre un minimum de 127 jours, enregistré en 1992. La tendance globale à la diminution est confirmée par le fait que 53,57% des années d'observation sont déficitaires, contre 46,42% d'années excédentaires, pour un coefficient de variation estimé à 9,91%. Les 30 années excédentaires sont notamment 1960, 1961, 1963, 1967, 1969, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1989, 1991, 1992, 1994, 1995, 1996, 1997, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 2009, 2010, 2013, 2014, 2015. Ainsi, sur la période de l'étude, la diminution du nombre de jours de pluies est estimée à 6,22 jours, soit une moyenne de 0,11 jour par an.

Tableau 4.1: Caractéristiques de la pluviométrie annuelle à Ebolowa de 1950 à 2015

Variables	Nbre d'années observation	Tendance	Moy	Min	Max	Coef de variation (%)	Années Excédentaires	Années Déficitaires
Nombre de jours de pluies (jour)	56	↓	164,94	127	206	9,91	46,42%	53,57%
Précipitations (mm)	66	↓	1791,49	1272	2337,6	12,03	45,45%	54,54%



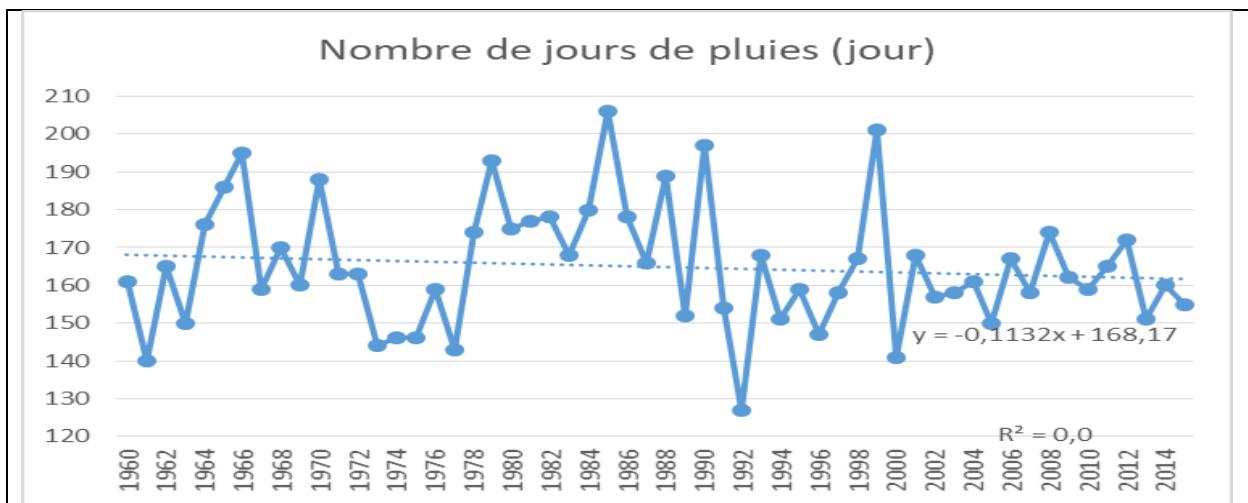


Figure 4.1: Evolution de la pluviométrie à Ebolowa de 1950 à 2015

Constats 1 : De 1950 à 2015, en termes de tendance, les quantités de précipitations annuelles reçues à Ebolowa ont progressivement diminué, de même que le nombre de jours de pluies. Par ailleurs, la diminution moyenne des quantités de pluies entre 1950 et 2015 est estimée à 206,94mm, soit en moyenne 3,94mm par an. Le nombre de jours de pluies quant à lui a connu une diminution estimée à 6,22 jours sur la période allant de 1960 à 2014, soit une moyenne de 0,11 jour par an.

b) Disponibilité de la ressource en eau à l'échelle annuelle

L'analyse des données des trois paramètres que sont les précipitations, l'évapotranspiration et les températures (figure 4.2) affichent une tendance à l'augmentation, tandis que le bilan hydrique affiche une tendance à la diminution. Cette baisse est surtout liée à l'augmentation progressive de l'évapotranspiration potentielle qui à son tour est liée au comportement de la température de l'air en progressive augmentation.

Tableau 4.2 : Variation annuelle des quantités de précipitations, des températures, de l'évapotranspiration et du bilan hydrique climatique à Ebolowa

Paramètres	Effectif	Tendance	Moyenne	Min	Max	Excédentaires	Déficitaires
Précipitations	33	↗	1747,86	1507	2102,4	51,51%	48,48%
Evapotranspiration	33	↗	1313,11	1079,69	1449,98	57,57%	42,42%
Températures	33	↗	24,6289	24,012	25,43	48,48%	51,51%
BHC	33	↘	434,753	37,73	1022,71	42,42%	57,57%

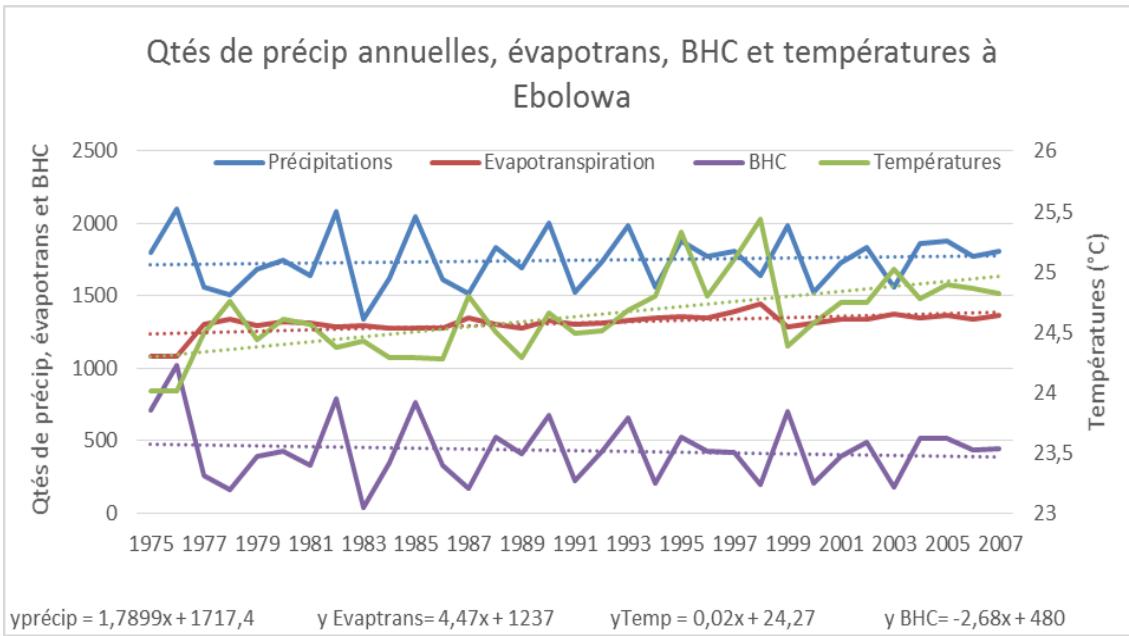


Figure 4.2 : Evolution de la disponibilité de la ressource en eau à l'échelle annuelle à Ebolowa

Constat 2: Il y'a une diminution progressive de la ressource en eau à Ebolowa de 1975 à 2007. Cette baisse est surtout occasionnée par le comportement des principaux facteurs qui sont l'évapotranspiration et la précipitation.

4.1.1.2. Cas de Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima

A partir des données disponibles, un regroupement par fourchettes de temps comparables a été opéré, dans l'optique de mieux apprécier l'évolution des précipitations d'une station à une autre et d'en tirer les conclusions plus objectives. Le tableau 4.3 et la figure 4.3 ci-dessous présentent l'évolution annuelle des précipitations à Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima.

D'entrée de jeu, on constate que la tendance d'évolution des quantités de précipitations à Kribi et Ambam est à l'augmentation, contrairement aux localités de Campo et Sangmélima dont les quantités de précipitations ont progressivement diminué sur les différentes fourchettes disponibles

La moyenne des précipitations à Ambam est de 1710,82mm, pour un maximum de 2380mm, un minimum de 1149,3mm, enregistrés respectivement en 1999 et 1990. Cette localité a par ailleurs enregistré des précipitations excédentaires sur 52,17% des années d'observation, avec une augmentation estimée à 91,75mm de 1979 à 2001, pour une moyenne annuelle de 3,98mm.

Dans la localité de Kribi, la moyenne des précipitations enregistrées est de 2881,31mm, pour un maximum de 3920,3 et un minimum de 1555,5mm enregistrés respectivement en 1997 et 1983.

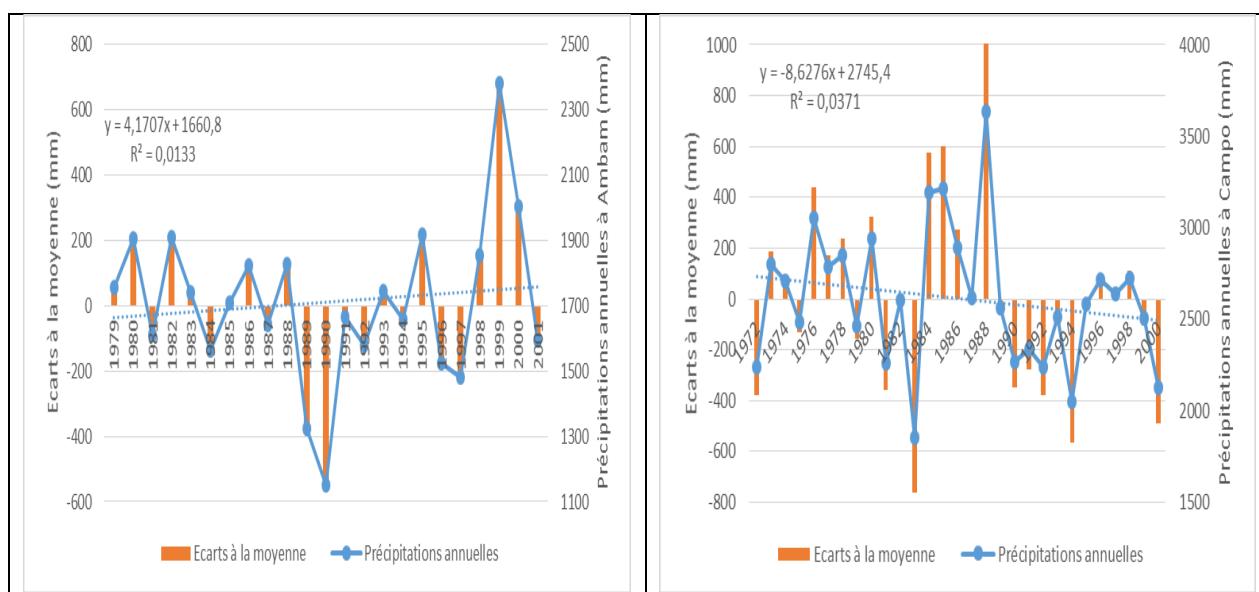
50,94% des années d'observation sont excédentaires, pour une augmentation estimée à 400,68mm sur de 1960 à 2012, soit 7,56mm par an en moyenne.

De 1972 à 2000, la moyenne des précipitations annuelles enregistrées à Campo est de 2615,95mm, avec un pic de 3633,4, pour l'année 1998, et un minimum de 1854,3 enregistré en 1983. 51,72% des années d'observation sont déficitaires, ce qui confirme la tendance globale à la diminution des quantités de précipitations dans cette localité, diminution estimée à 241,57mm de 1972 à 2000, soit une moyenne annuelle de 8,33mm.

La localité de Sangmélima quant à elle a connu, en 9 années d'observation, une moyenne pluviométrique de 1663,54mm. Enregistré en 1976, le record maximal annuel de précipitations dans cette localité est de 1946,9mm, tandis que le minimum annuel est de 1417,7mm, enregistré en 1977. La tendance globale à la diminution des quantités de précipitations à Sangmélima est confirmée par 55,55% des années d'observation qui sont déficitaires. Cette diminution est notamment estimée à 113,8mm de 1971 à 1979, soit 12,64mm par an en moyenne.

Tableau 4.3: Tendances des précipitations annuelles à Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima

Périodes	Observation	1960-2012	1971-1979	1979-2001	Moy	Max	Min	Excédentaires (%)	Déficitaires (%)
Ambam	23	/	↗	/	1710,82	2380	1149,3	52,17	47,82
Campo	29	/	/	↘	2615,95	3633,4	1854,3	48,27	51,72
Kribi	53	↗	↗	↗	2881,31	3920,3	1555,5	50,94	49,05
Sangmélima	9	/	↘	/	1663,54	1946,9	1417,7	44,44	55,55



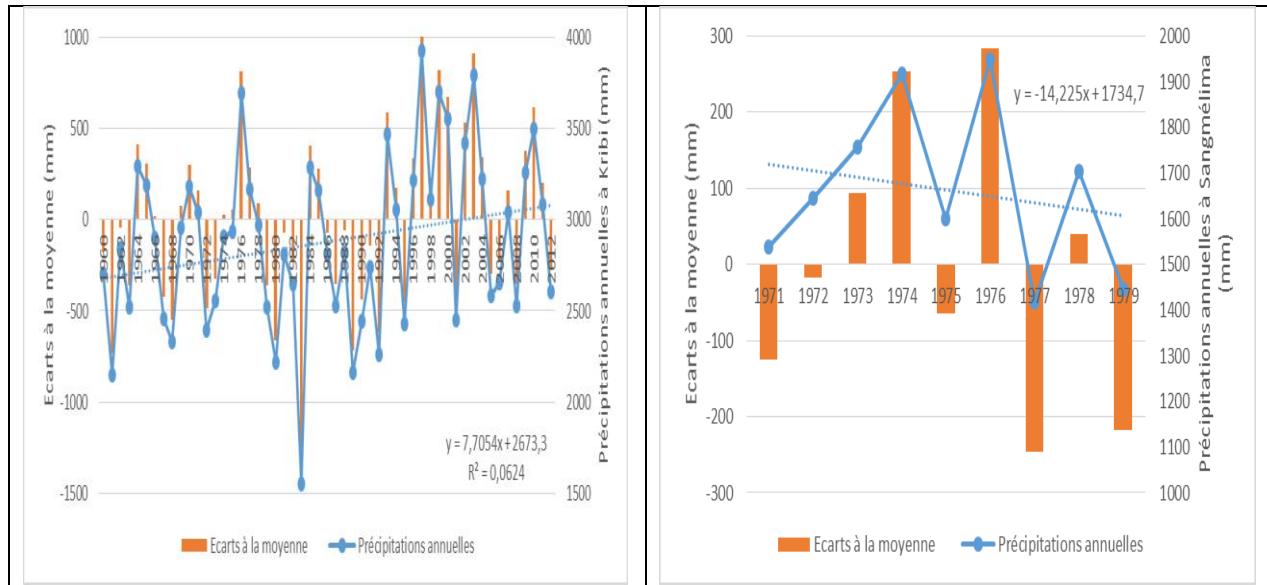


Figure 4.3: Evolution annuelle des précipitations à Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima

Constats 3: D'une manière générale, les quantités de précipitations affichent une tendance à l'augmentation à Campo et Kribi, et une tendance à la diminution à Ambam et Sangmélima, ceci aux différentes fourchettes de temps disponibles. Ainsi, on note :

- une augmentation de 91,75mm de 1979 à 2001 à Ambam, pour une moyenne annuelle de 3,98mm.
- une augmentation de 400,68mm de 1960 à 2012 à Kribi, pour une moyenne annuelle de 7,56mm.
- une diminution de 241,57mm de 1972 à 2000 à Campo, soit une moyenne annuelle de 8,33mm.
- une diminution de 113,8mm de 1971 à 1979 à Sangmélima, pour une moyenne annuelle de 12,64mm.

4.1.2. Évolution annuelle décennale de la pluviométrie dans la zone d'étude

4.1.2.1. Cas d'Ebolowa

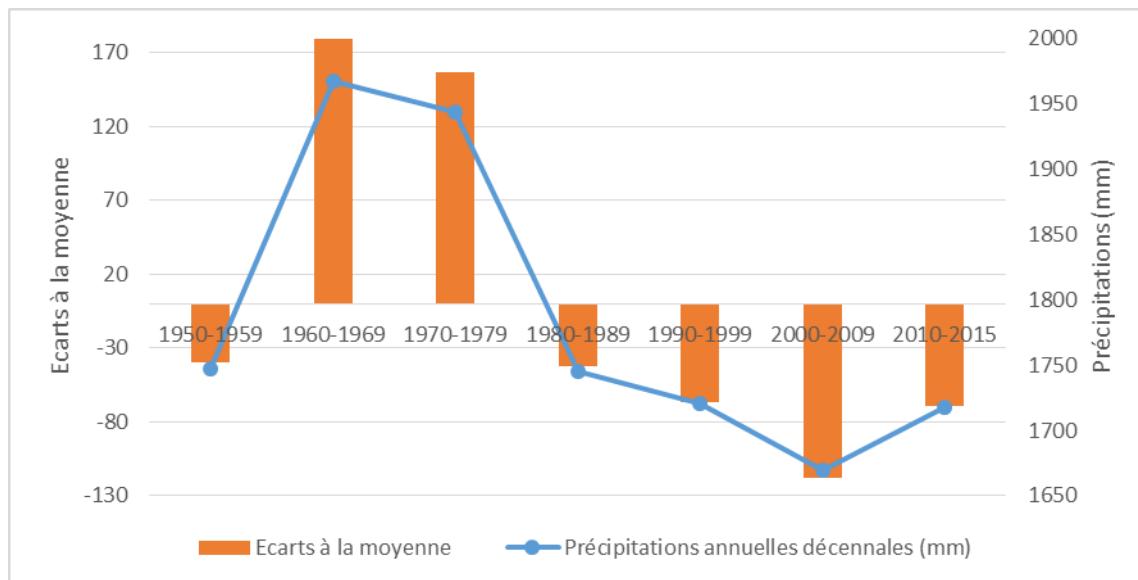
Les quantités de précipitations à Ebolowa (tableau 4.4 et figure 4.4) se caractérisent par un maximum de 1966,77mm pour la décennie 1960 et 1969, et un minimum de 1669,51mm pour la décennie 2000-2009. L'évolution par décennie, se distingue par une phase ascendante, de la décennie 1950-1959 à la décennie 1960-1969, suivie par une phase de décroissance de la décennie 1960-1969 à la décennie 2000-2009. Il s'en suit une nouvelle séquence ascendante de la décennie 2000-2009 jusqu'à la fin de la série. Concernant les écarts à la moyenne, il est à

noter que les quantités de précipitations décennales ont été déficitaires pour les décennies 1950-1959, 1980-1989, 1990-1999, 2000-2009, 2010-2015 et excédentaires au cours de la décennie 1960-1969.

Pour ce qui est du nombre de jours de pluies, on note un maximum de 176,9 jours, pour la décennie 1980-1989, et un minimum de 159,6 jours, pour la décennie 2000-2010. L'évolution par décennie ici se caractérise par une phase descendante, de la décennie 1960-1969 à la décennie 1970-1979. Cette première phase est suivie par une séquence ascendante qui va de la décennie 1970-1979 à la décennie 1980-1989. A partir de la décennie 1980-1990, on assiste à une longue séquence descendante jusqu'à la décennie 2000-2009. Cette évolution traduit ainsi une diminution globale des quantités de précipitations décennales à Ebolowa, laquelle diminution est confirmée par un bilan globalement déficitaire, notamment pour les décennies 1970-1979, 1990-1999, 2000-2010 et 2010-2015. La diminution moyenne par décennie est de 1,13 jour.

Tableau 4.4: Caractéristiques annuelles décennales de la pluviométrie à Ebolowa

	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2010	2010-2015
Précipitations décennales (mm)	1747,33	1966,77	1943,93	1745,45	1720,3	1669,51	1717,65
Ecarts à la moyenne	-39,94	179,5	156,66	-41,82	-66,97	-117,75	-69,61
Nombre de jours de pluies	/	166,2	161,9	176,9	162,9	159,6	160,33
Ecarts à la moyenne	/	1,57	-2,73	12,27	-1,73	-5,03	-4,3



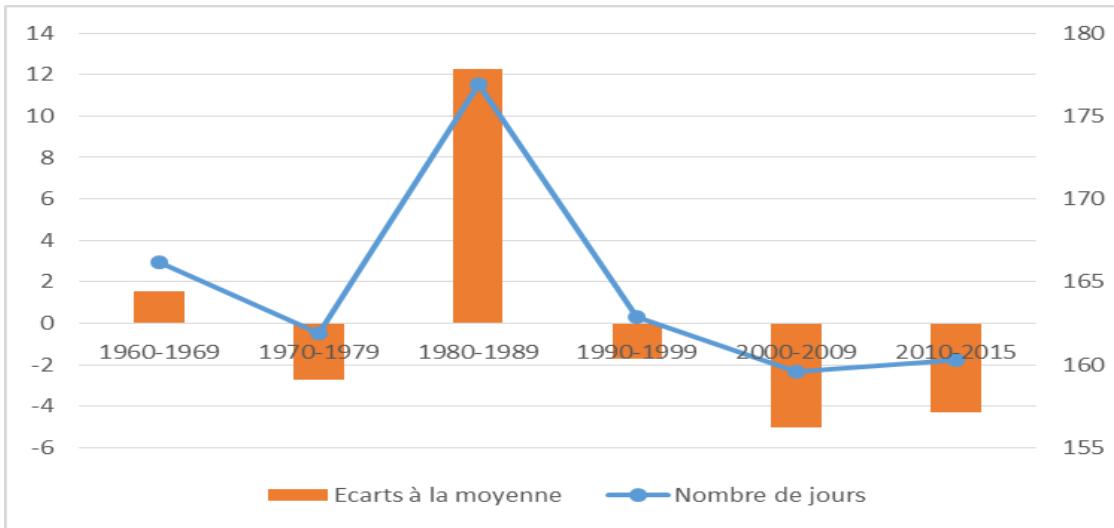


Figure 4.4: Evolution annuelle décennale de la pluviométrie à Ebolowa de 1950 à 2015

Constat 4:

- De 1950 à 2015, les quantités de précipitations tombées à Ebolowa ont été déficitaires pendant les décennies 1950-1959, 1980-1989, 1990-1999, 2000-2009, 2010-2015 et excédentaires au cours de la décennie 1960-1969. La diminution moyenne par décennie est de 31,83mm.
- De 1960 à 2015, le nombre de jours de pluies a été déficitaire pendant les décennies 1970-1979, 1990-1999, 2000-2009 et 2010-2015 et excédentaires pendant les décennies 1960-1969 et 1980-1989. La diminution moyenne par décennie est de 1,13 jour.

4.1.2.2. Cas de Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima

Les précipitations décennales présentent une inégale répartition dans chaque localité et d'une localité à une autre, en fonction des plages de données disponibles. Le tableau 4.5 et la figure 4.5 ci-dessous illustrent cette répartition. Toutefois, seules les localités dont les données couvrent au moins trois décennies ont été représentées sous forme de graphiques.

D'entrée de jeu, la localité de Kribi, dont les données couvrent cinq décennies à partir de l'année 1950, présente une moyenne décennale de 2871,09mm, laquelle moyenne a été supérieure aux précipitations des décennies 1960-1969, 1980-1989 et inférieure aux précipitations enregistrées aux décennies 1970-1979, 1990-1999, 2000-2012. La décennie 2000-2012 a, par ailleurs, été la plus arrosée, avec 3051,61mm de pluies en moyenne, contre 2599,29mm pour la décennie 1980-1989 qui a été la moins arrosée. La tendance globale à l'augmentation des quantités de

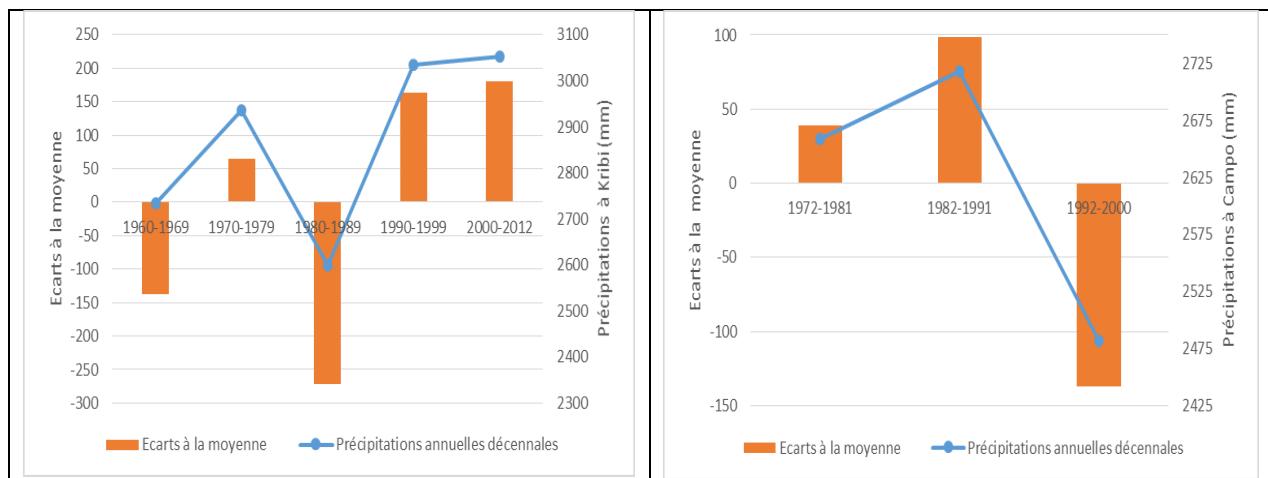
précipitations sur la période de l'étude à Kribi s'est traduite par une moyenne de 80,13mm par décennie.

Pour ce qui est de la localité de Campo, dont les données couvrent trois décennies, on note une moyenne décennale de 2619,64mm. Cette moyenne est supérieure aux précipitations moyennes enregistrées à la décennie 1992-2000 et inférieure aux précipitations moyennes enregistrées aux décennies 1972-1981 et 1982-1991. La décennie 1982-1991 a été la plus arrosée, avec une moyenne de 2718,2mm de pluies, contre 2482,35 pour la décennie la moins arrosée, à savoir 1992-2000. La tendance globale à l'augmentation des quantités de précipitations sur la période de l'étude à Campo s'est traduite par une moyenne de 45,87mm par décennie.

La localité d'Ambam, dont les données ne couvrent que deux décennies, quant à elle a enregistré une moyenne décennale de 1715,09mm, avec la décennie 1989-2001 qui a été déficitaire et la décennie 1979-1988 qui a été excédentaire.

Tableau 4.5: Dynamique annuelle décennale des précipitations à Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima

Décennies	Kribi		Décennies	Campo		Décennies	Ambam		Sangmélima	
	Précipitations décennales	Ecarts à la moyenne		Précipitations	Ecarts à la moyenne		Précipitations	Ecarts à la moyenne	Précipitations décennales	Ecarts à la moyenne
1960-1969	2733,91	-137,18	1972-1981	2658,37	38,73	1979-1988	1747,84	32,75	/	/
1970-1979	2936,48	65,39	1982-1991	2718,2	98,56	1989-2001	1682,34	-32,74	/	/
1980-1989	2599,29	-271,8	1992-2000	2482,35	-137,29	/	/	/	/	/
1990-1999	3034,19	163,1	/	/	/	/	/	/	/	/
2000-2012	3051,61	180,52	/	/	/	/	/	/	/	/



4.1.3. Évolution spatiale décennale des quantités de précipitations dans la région du Sud

La figure 4.6 ci-dessous met en relief l'évolution spatiale des quantités de précipitations dans la région du Sud, à l'échelle décennale. De manière globale, il en ressort que les précipitations ont oscillé de l'isohyète 1243-1565mm à l'isohyète 2594-2956mm.

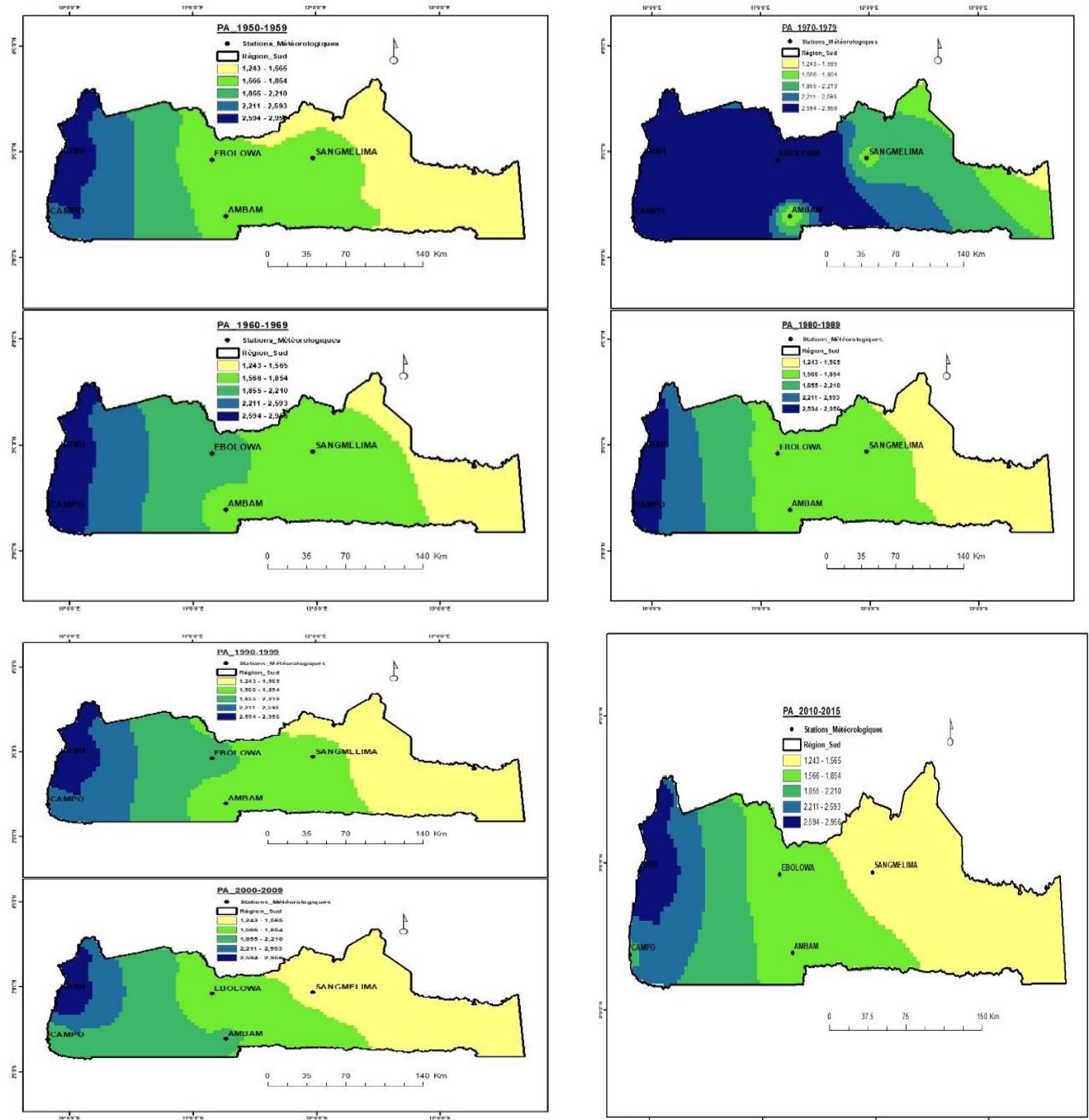


Figure 4.6: Evolution spatiale décennale des précipitations (ONACC, 2019)

Constats 6: Les précipitations diminuent progressivement de l'Ouest vers l'Est et de la décennie 1950-1959 à la décennie 1970-1979. Cette phase d'augmentation est globalement suivie par une phase de diminution à partir de la décennie 1980-1989, toujours dans le sens Ouest-Est. Les zones régulièrement les plus arrosées sont Kribi et Campo.

La décennie 1970-1979 a été la plus arrosée, tandis que la décennie 2000-2010 apparaît comme la moins arrosée, avec cependant des disparités d'une zone à une autre. Dans le même temps, on note une tendance globale à l'augmentation des quantités de précipitations jusqu'à la décennie 1970-1979, suivi d'une longue séquence de diminution progressive.

La décennie 1950-1959 se caractérise par une forte concentration des précipitations à l'Ouest, avec notamment les isohyètes 2594-2956mm, incluant Kribi, 2211-2593mm, incluant Campo, et 1855-2210mm. Cette forte concentration pluviométrique se dégrade progressivement selon qu'on évolue vers l'Est, avec au passage une nette domination de l'isohyète 1566-1854mm au niveau de la partie centrale, qui englobe Ebolowa, Ambam et Sangmélima. L'isohyète 1243-1565mm quant à lui s'étale sur toute la partie Est et Nord-Est, entre le 12°00-13°00^E et 2°00-3,5°00N.

Au cours de la décennie 1960-1969, on note une presqu'égale répartition spatiale des précipitations qu'à la décennie précédente, avec cependant quelques nuances, notamment dans le sens de l'augmentation. En effet, l'isohyète 2594-2956mm qui recouvrait déjà Kribi pendant la dernière décennie va s'étendre jusqu'à Campo, qui jadis était recouvert par l'isohyète 2211-2593mm. On note également une extension de l'isohyète 1855-2210mm de l'Ouest vers l'Est, incluant désormais Ebolowa qui était plutôt sous l'emprise de l'isohyète 1566-1854mm au cours de la décennie précédente. Par ailleurs, l'isohyète 1566-1854mm, qui occupait presque toute la partie centrale de la région, affiche une extension vers l'Est, repoussant ainsi les limites de l'isohyète 1243-1565mm.

La décennie 1970-1979 marque le niveau le plus abouti des quantités de précipitations dans la région du Sud sur toute la période de l'étude. En effet, cette décennie se distingue par une domination absolue de l'isohyète 2594-2956mm, qui a repoussé ses limites jusqu'à l'Est, incluant désormais Kribi, Campo et Ebolowa et occupant de fait les deux tiers du territoire. Dans le même temps, la partie Est largement dominée par l'isohyète 1855-2210mm, contraignant ainsi les isohyètes 1566-1854mm et 1243-1565mm à repousser leurs limites vers l'extrême-Est. Notons au passage qu'au milieu des isohyètes 2594-2956mm et 1855-2210mm, se trouvent des poches de fourchettes pluviométriques allant de 1566 à 1854mm qui englobent notamment Ambam et Sangmélima.

A partir de la décennie 1980-1989, il est observé une chute drastique des quantités de précipitations de l'Ouest vers l'Est. Elle se manifeste par un retranchement de l'isohyète 2594-2956mm au niveau de l'extrême-Ouest, incluant Kribi et Campo, des isohyètes 2211-2593mm et

1855-2210mm à l'Ouest. La partie Centrale est de nouveau dominée par l'isohyète 1566-1854mm, incluant Ebolowa, Ambam et Sangmélima, tandis que le Nord-Est et l'Est sont entièrement sous l'emprise de l'isohyète 1243-1565mm. Cette réduction va cependant se montrer de plus en plus poussée au cours des deux prochaines décennies, en ceci que Campo passera sous l'emprise de l'isohyète 2211-2593mm au cours de la décennie 1990-1999, tandis que l'isohyète 1243-1565mm repousse ses limites vers le Centre, incluant désormais Sangmélima à partir de la décennie 2000-2009. Dans le même temps, Ebolowa affiche un regain pluviométrique au cours de la décennie 1990-1999, passant de l'isohyète 1566-1854mm à l'isohyète 1855-2210mm. La même évolution est observée pour Ambam au cours de la décennie 2000-2009.

4.1.4 Variabilité saisonnière des paramètres pluviométriques dans la zone d'étude

4.1.4.1. Cas d'Ebolowa

La variabilité saisonnière de la pluviométrie à Ebolowa se distingue par de nombreuses disparités d'une saison à une autre, caractéristique de son climat à régime bimodal.

Pour ce qui est des quantités de précipitations, la grande saison des pluies enregistre la plus grande quantité moyenne, 719,47mm, suivie par la petite saison des pluies, la petite saison sèche et la grande saison sèche, avec respectivement 608,18mm, 311,73mm et 154,33mm. Toutefois, la quantité saisonnière de précipitations la plus importante a été enregistré pendant la petite saison des pluies, à savoir 998,8mm, ce qui témoigne des traits de similitudes et de la limite bien des fois approximative entre cette saison et la grande saison des pluies qui elle a enregistré un maximum de 942,6mm. Par ailleurs, on observe un plus grand nombre d'années déficitaires que d'années excédentaires à la station de Bertoua (tableau 4.6). Les saisons ayant enregistré ces records déficitaires sont la grande saison sèche (59,09 la petite saison des pluies (54,54%) et la grande saison des pluies (50%). La seule exception à cette tendance à la baisse est observée pendant la petite saison sèche, avec seulement 48,48% de cas d'années déficitaires. La lecture de la figure 4.7 permet de constater que l'augmentation des quantités de précipitations pendant la petite saison sèche s'accompagne d'une diminution pour les autres saisons au cours de la même année ou alors au cours des deux années suivantes et vice versa. Dans l'ensemble, on note donc que de 1950 à 2015, il a été observé une augmentation des quantités de précipitations de l'ordre de 57,59mm pendant la petite saison sèche, soit une moyenne annuelle de 0,87mm. Par contre, sur la même période de l'étude et à l'échelle annuelle, on note une diminution saisonnière des

précipitations respectivement de 72,08mm et 1,09mm pendant la grande saison sèche, 153,37mm et 2,32mm pendant la petite saison des pluies, 35,28mm et 0,53mm pendant la grande saison des pluies.

Pour ce qui est de l'évolution saisonnière du nombre de jours de pluies, il ressort que la grande saison sèche enregistre en moyenne 16,37 jours, contre 50,07 jours pour la petite saison des pluies, 38,76 jours pour la petite saison sèche et 60,67 jours pour la grande saison des pluies. Autant que pour les quantités de précipitations, on constate que la tendance globale est déficitaire pour les nombres de jours de pluies et aux mêmes saisons. Ainsi, on a 55,35% de déficit pour la grande saison sèche, 55,35% pour la petite saison des pluies et 50% pour la grande saison des pluies. Par contre, la petite saison sèche a été excédentaire à 51,78%. De manière spécifique, il est important de relever qu'en 56 ans et à l'échelle annuelle, le niveau d'augmentation du nombre de jours de pluies à Ebolowa a été respectivement de 5,56 et 0,10 jours. Dans le même temps le rythme de diminution du nombre de jours de pluies a été respectivement de 2,87 et 0,05 jours pendant la grande saison sèche, 7,06 et 0,12 jours pendant la petite saison des pluies, 1,93 et 0,03 jour pendant la grande saison des pluies.

Tableau 4.6: Caractéristiques des proportions saisonnières de la pluviométrie à Ebolowa

Saison	Années d'observation	Moyenne	Max	Min	Nombre d'années excédentaires (%)	Nombre d'années Déficitaires (%)
Précipitations						
GSS	66	154,33	385,4	38,5	40,90	59,09
PSP	66	608,18	998,8	341	45,45	54,54
PSS	66	311,73	558,7	51,7	51,51	48,48
GSP	66	719,47	942,6	420,3	50	50
Nombre de jours de pluies						
GSS	56	16,37	30	4	44,64	55,35
PSP	56	50,07	69	39	44,64	55,35
PSS	56	38,76	55	17	51,78	48,21
GSP	56	60,67	77	40	50	50

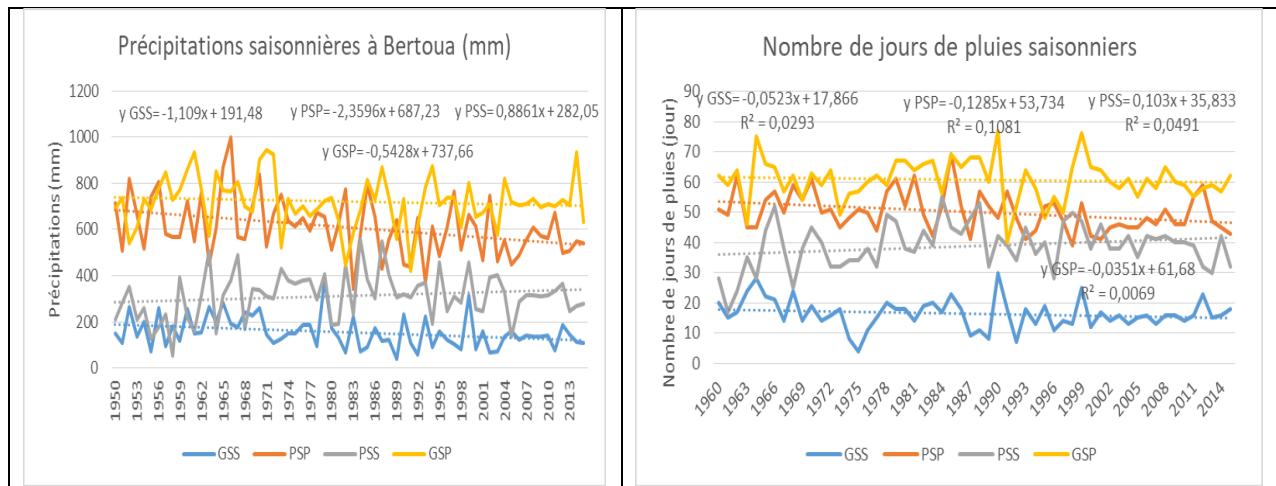


Figure 4.7: Variabilité des proportions saisonnières de la pluviométrie à Ebolowa

Constat 7: De 1950 à 2015, il a été observé une augmentation des quantités de précipitations de l'ordre de 57,59mm pendant la petite saison sèche, soit une moyenne annuelle de 0,87mm. Par contre, de 1950 à 2015 et à l'échelle annuelle, on note une diminution saisonnière des précipitations respectivement de :

- 72,08mm et 1,09mm pendant la grande saison sèche.
- 153,37mm et 2,32mm pendant la petite saison des pluies.
- 35,28mm et 0,53mm pendant la grande saison des pluies.

De 1960 à 2015, il a été observé une augmentation du nombre de jours de pluies de l'ordre de 5,66 jours pendant la petite saison sèche, soit une moyenne annuelle de 0,10 jour. Par contre, sur la même période et à l'échelle annuelle, on note une diminution saisonnière du nombre de jours de pluies respectivement de :

- 2,87 et 0,05 jours pendant la grande saison sèche.
- 7,06 et 0,12 jours pendant la petite saison des pluies.
- 1,93 et 0,03 jour pendant la grande saison des pluies.

4.1.4.2. Evolution des proportions saisonnières des précipitations à Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima

Tout comme à Ebolowa, la variabilité saisonnière des précipitations dans les autres localités de la région du Sud présente de nombreuses disparités d'une saison à une autre, d'une localité à une autre, en tenant toutefois compte des fourchets de données disponibles pour l'analyse de chaque localité (53 ans pour Kribi, 29 ans pour Campo, 23 ans pour Ambam et 9 ans pour Sangmélima).

a) Cas de Kribi

Avec une moyenne de 1138,94mm, la grande saison des pluies enregistre la plus grande quantité de précipitations. Elle est suivie par la petite saison sèche, la petite saison des pluies et la grande

saison sèche, avec respectivement 798,21mm, 731,06mm et 213,08mm. Le maximum saisonnier de précipitations a été enregistré pendant la petite saison sèche, à hauteur de 2096,3mm, suivi de la grande saison des pluies, la petite saison des pluies et la grande saison sèche, qui ont enregistré des maximums saisonniers respectifs de 1960,9mm, 1022,7, 449,4mm. Quant aux quantités minimales de précipitations saisonnières enregistrées, elles sont hiérarchiquement de 44,9mm, 152,1mm, 435,5mm et 499, respectivement pour la grande saison sèche, la petite saison sèche, la petite saison des pluies et la grande saison des pluies. Par ailleurs, on observe une tendance globale à la diminution des quantités de précipitations pour toutes les saisons, ce qui se traduit par un plus grand nombre d'années déficitaires que d'années excédentaires (tableau 4.7). La saison ayant enregistré le plus grand record déficitaire est la petite saison sèche, avec 64,15%. La lecture de la figure 4.8 permet de constater que sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, les quantités de précipitations ont respectivement diminué de 111,52 et 1,99mm pendant la grande saison sèche, diminué de 50,48 et 0,90mm pendant la petite saison des pluies, augmenté de 788,7 et 14,08mm pendant la petite saison sèche et diminué de 202,86 et 3,62mm pendant la grande saison des pluies.

Tableau 4.7: Caractéristiques des proportions saisonnières des précipitations à Kribi

Saisons	Années d'observation	Moyenne	Max	Min	Excédentaire	Déficitaire
GSS	53	213,08	449,4	44,9	47,16%	52,83%
PSP	53	731,06	1022,7	435,5	49,05%	50,94%
PSS	53	798,21	2096,3	152,1	35,84%	64,15%
GSP	53	1138,94	1960,9	499	49,05%	50,94%

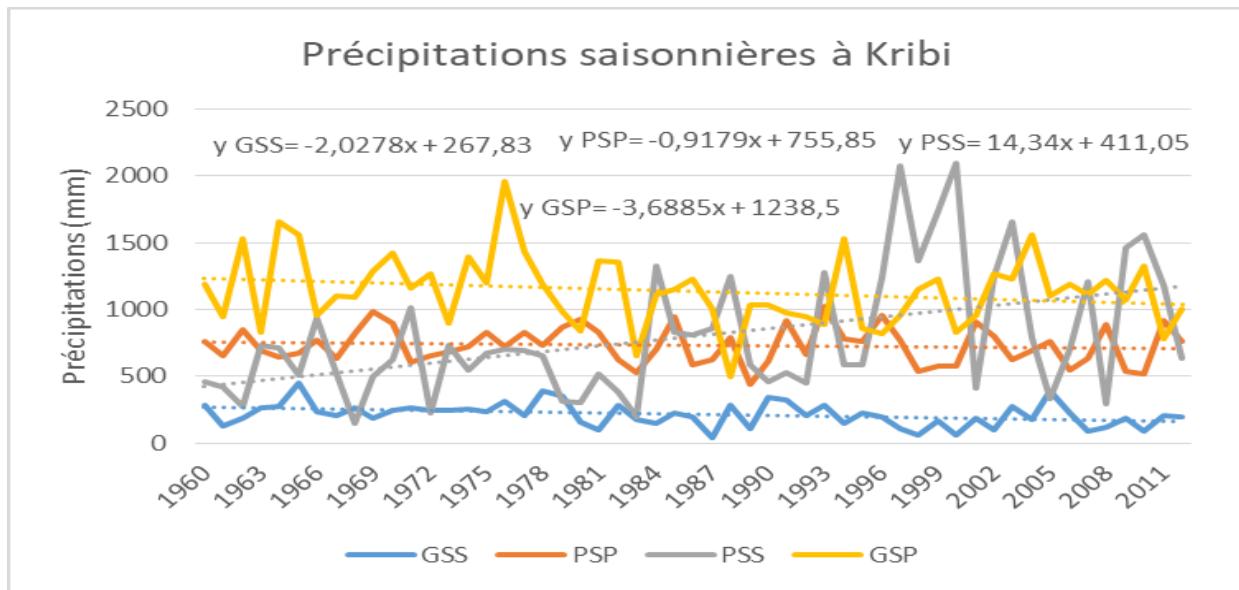


Figure 4.8: Evolution des proportions saisonnières des quantités de précipitations à Kribi
Constat 8: Sur la période allant de 1960 à 2012 et à l'échelle annuelle respectivement, il ressort :

- une diminution de 111,52 et 1,99mm pendant la grande saison sèche ;
- une diminution de 50,48 et 0,90mm pendant la petite saison des pluies ;
- une augmentation de 788,7 et 14,08mm pendant la petite saison sèche ;
- une diminution de 202,86 et 3,62mm pendant la grande saison des pluies.

b) Cas de Campo

Avec une moyenne de 1054,24mm, la grande saison des pluies enregistre la plus grande quantité de précipitations. Elle est suivie par la petite saison des pluies, la petite saison sèche et la grande saison sèche, avec respectivement 723,55mm, 589,51mm et 248,63mm. Le maximum saisonnier de précipitations a été enregistré pendant la grande saison des pluies, à hauteur de 1559,5mm, suivi de petite saison sèche, la petite saison des pluies et la grande saison sèche, qui ont enregistré des maximums saisonniers respectifs de 1292mm, 1140mm et 358,1mm. Les quantités minimales de précipitations saisonnières enregistrées, quant à elles, sont hiérarchiquement de 107mm, 276,4mm, 517,7mm et 677,7mm, respectivement pour la grande saison sèche, la petite saison sèche, la petite saison des pluies et la grande saison des pluies. Par ailleurs, on observe un relatif équilibre au niveau des tendances d'évolution des quantités saisonnières de précipitations, ce qui se traduit par un nombre presque égal d'années aussi bien excédentaires que d'années déficitaires (tableau 4.8). La saison ayant enregistré le plus grand record déficitaire est la grande saison sèche, avec 58,62%, tandis que celle ayant enregistré le plus grand record excédentaire est

la petite saison sèche, avec 62,06%. La lecture de la figure 4.9 permet de constater que sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, les quantités de précipitations ont respectivement diminué de 16,06 et 0,55mm pendant la grande saison sèche, diminué de 76,64 et 2,64mm pendant la petite saison des pluies, augmenté de 126,74 et 4,37mm pendant la petite saison sèche et diminué de 275,61 et 9,50mm pendant la grande saison des pluies.

Tableau 4.8: Caractéristiques des proportions saisonnières des précipitations à Campo

Saisons	Années d'observation	Moyenne	Max	Min	Excédentaire	Déficitaire
GSS	29	248,63	358,1	107	41,37%	58,62%
PSP	29	723,55	1140	517,7	51,72%	48,27%
PSS	29	589,51	1292	276,4	62,06%	37,93%
GSP	29	1054,24	1559,5	677,7	44,82%	55,17%

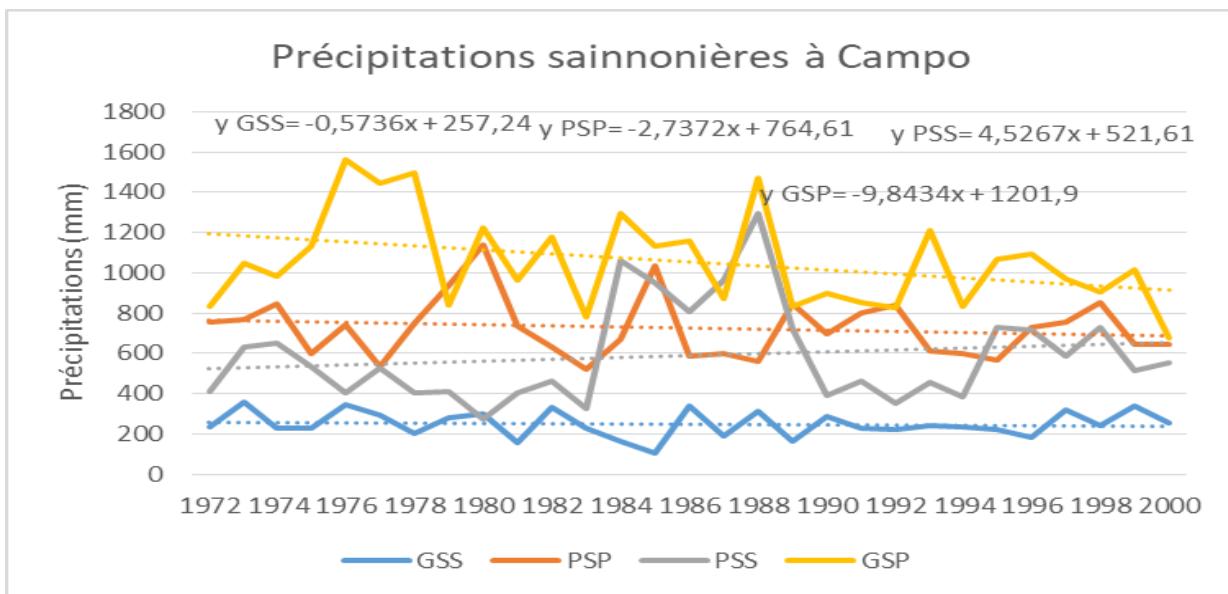


Figure 4.9: Evolution des proportions saisonnières des quantités de précipitations à Campo

Constat 9: Sur la période allant de 1972 à 2000 et à l'échelle annuelle respectivement, il ressort :

- une diminution de 16,06 et 0,55mm pendant la grande saison sèche ;
- une diminution de 76,64 et 2,64mm pendant la petite saison des pluies ;
- une augmentation de 126,74 et 4,37mm pendant la petite saison sèche ;
- une diminution de 275,61 et 9,50mm pendant la grande saison des pluies.

c) Cas d'Ambam

Le maximum saisonnier de précipitations à Ambam a été enregistré pendant la des pluies, à hauteur de 981,7mm, suivi de la petite saison des pluies, la petite saison sèche et la grande saison sèche, qui ont enregistré des maximum saisonniers respectifs de 713,9mm, 439,5mm et 291,2mm. Quant aux quantités minimales de précipitations saisonnières enregistrées, elles sont, dans l'ordre croissant, de 20,9mm, 105,9mm, 179mm et 437,3, respectivement pour la grande saison sèche, la petite saison sèche, la petite saison des pluies et la grande saison des pluies. Par ailleurs, on observe une tendance globale à la diminution des quantités de précipitations pour toutes les saisons, à l'exception de la petite saison des pluies qui a été excédentaire à 52,17%. Ce qui se traduit par un plus grand nombre d'années déficitaires que d'années excédentaires (tableau 4.9). La saison ayant enregistré le plus grand record déficitaire est la grande saison sèche, avec 60,86%. La lecture de la figure 4.10 permet de constater que sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, les quantités de précipitations ont respectivement augmenté de 1 et 0,04mm pendant la grande saison sèche, augmenté de 68,27 et 2,96mm pendant la petite saison des pluies, augmenté de 27,15 et 1,18mm pendant la petite saison sèche, diminué de 4,68 et 0,20mm pendant la grande saison des pluies.

Tableau 4.9: Caractéristiques des proportions saisonnières des précipitations à Ambam

Saisons	Années d'observation	Moyenne	Max	Min	Excédentaire	Déficitaire
GSS	23	138,57	291,2	20,9	39,13%	60,86%
PSP	23	554,73	713,9	179	52,17%	47,82%
PSS	23	298,87	439,5	105,9	47,82%	52,17%
GSP	23	718,63	981,7	437,3	43,47%	56,52%

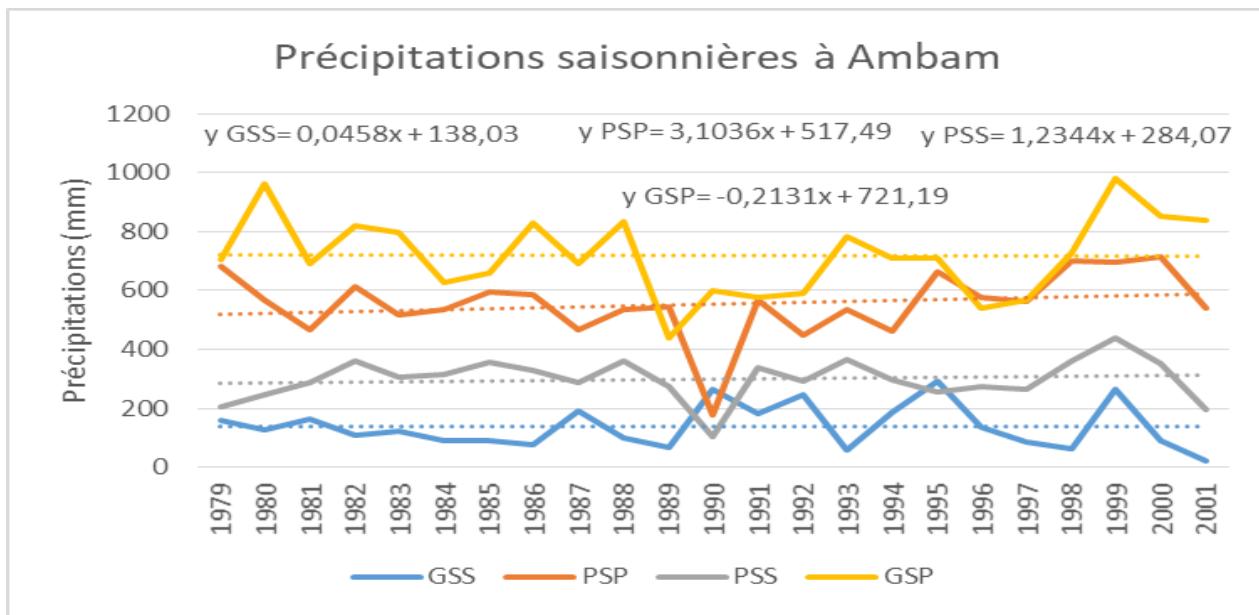


Figure 4.10: Evolution des proportions saisonnières des quantités de précipitations à Ambam

Constat 10: Sur la période allant de 1979 à 2001 et à l'échelle annuelle respectivement, il ressort :

- une augmentation de 1 et 0,04mm pendant la grande saison sèche ;
- une augmentation de 68,27 et 2,96mm pendant la petite saison des pluies ;
- une augmentation de 27,15 et 1,18mm pendant la petite saison sèche ;
- une diminution de 4,68 et 0,20mm pendant la grande saison des pluies.

d) Cas de Sangmélima

Le maximum saisonnier de précipitations à Sangmélima a été enregistré pendant la grande saison des pluies, à hauteur de 782,1mm, suivi de la petite saison des pluies, la petite saison sèche et la grande saison sèche, qui ont enregistré des maximums saisonniers respectifs de 684,7mm, 459,6mm et 217,2mm. Quant aux quantités minimales de précipitations saisonnières enregistrées, elles sont, dans l'ordre croissant, de 61mm, 213,7mm, 377,7mm et 530,6mm, respectivement pour la grande saison sèche, la petite saison sèche, la petite saison des pluies et la grande saison des pluies. Par ailleurs, on observe une tendance globale à l'augmentation des quantités de précipitations saisonnières, à l'exception de la grande saison sèche qui a été déficitaire à 55,55%. Ce qui se traduit par un plus grand nombre d'années excédentaires que d'années déficitaires (tableau 4.10). Les saisons ayant enregistré le plus grand record excédentaire sont la petite saison sèche, la petite saison des pluies et la grande saison des pluies, avec chacune 55,55%. La lecture de la figure 4.11 permet de constater que sur la période de

l'étude et à l'échelle annuelle, les quantités de précipitations ont respectivement augmenté de 21,49 et 2,38mm pendant la grande saison sèche, 31,29 et 3,47mm pendant la petite saison des pluies, 0,56 et 0,06mm pendant la petite saison des pluies et diminué de 104,56 et 11,61mm pendant la grande saison des pluies.

Tableau 4.10: Caractéristiques des proportions saisonnières des quantités de précipitations à Sangmélima

Saisons	Années d'observation	Moyenne	Max	Min	Excédentaire	Déficitaire
GSS	9	134,55	217,2	61	44,44%	55,55%
PSP	9	532,64	684,7	377,7	55,55%	44,44%
PSS	9	345,01	459,6	213,7	55,55%	44,44%
GSP	9	651,33	782,1	530,6	55,55%	44,44%

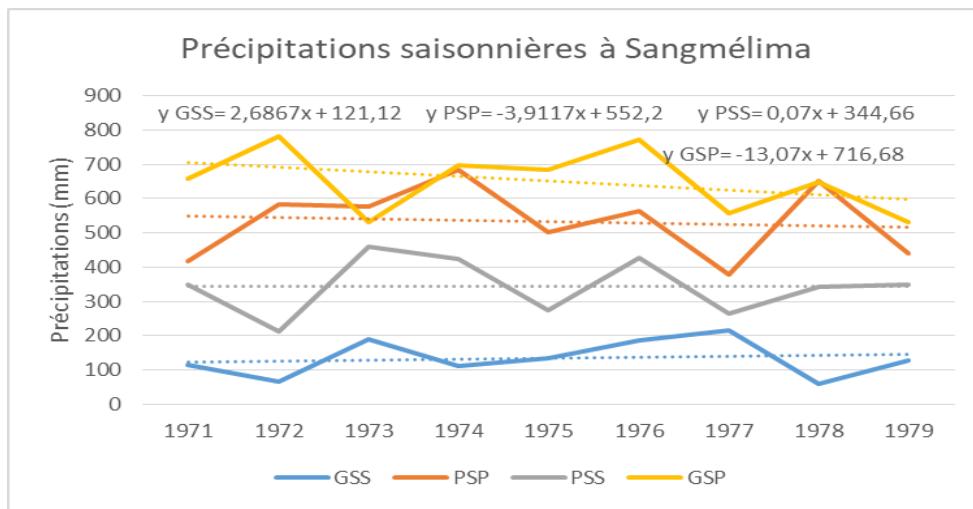


Figure 4.11: Evolution des proportions saisonnières des quantités de précipitations à Sangmélima.

Constat 11: Sur la période allant de 1971 à 1979 et à l'échelle annuelle respectivement, il ressort :

- une augmentation de 21,49 et 2,38mm pendant la grande saison sèche ;
- une diminution de 31,29 et 3,47mm pendant la petite saison des pluies ;
- une augmentation de 0,56 et 0,06mm pendant la petite saison sèche ;
- une diminution de 104,56 et 11,61mm pendant la grande saison des pluies.

4.1.4.3. Proportions des quantités de précipitations sur le volume annuel des précipitations enregistrées pendant les saisons sèches et pluvieuses

La figure 4.12 ci-dessous nous permet de constater que la part des précipitations pour chaque saison varie d'une localité à une autre.

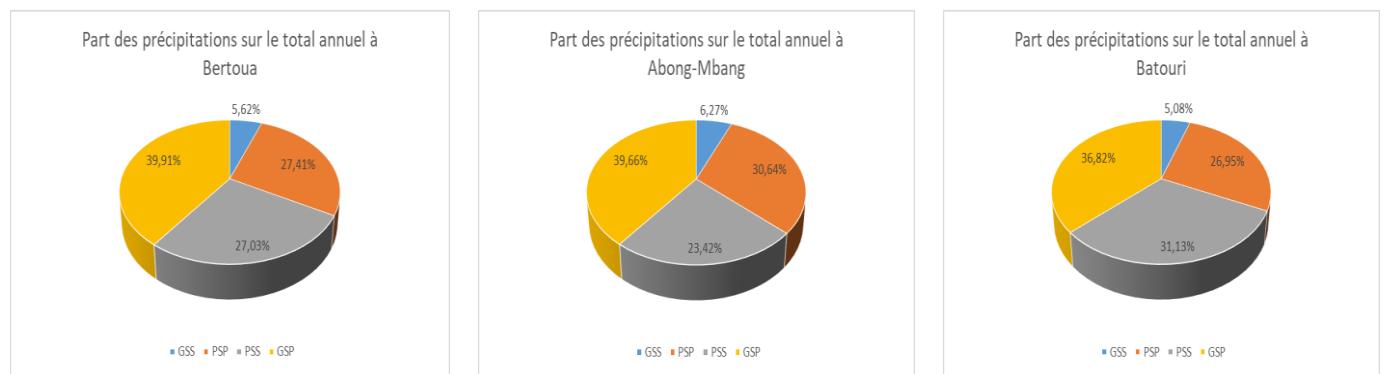
Pendant la grande saison des pluies, Ebolowa reçoit 40,11% du total pluviométrique annuel. La petite saison des pluies quant à elle occupe 33,90%, tandis que la grande et la petite saison sèche occupent respectivement 8,60% et 17,37%.

Pour ce qui est de Kribi, la grande saison des pluies présente la plus grande proportion des précipitations (39,52%) sur le total annuel. la petite saison des pluies représente 25,37%, contre 27,70% pour la petite saison sèche et 7,39% pour la grande saison sèche.

A Campo, la grande saison des pluies représente 40,30% du total annuel des précipitations, tandis que la petite saison des pluies, la petite saison sèche et la grande saison sèche représentent respectivement 27,65%, 22,53% et 9,50% chacune.

Pour ce qui est d'Ambam, les quantités de précipitations reçues pendant la grande saison des pluies représentent 42% du volume annuel. Dans le même temps, la petite saison des pluies reçoit 32,42% des précipitations, contre 17,47% pour la petite saison sèche et 8,09% pour la grande saison sèche.

La localité de Sangmélima, quant à elle, se caractérise par une grande saison des pluies dont le volume pluviométrique représente 39,15% du volume annuel, contre 32,01% pour la petite saison des pluies, 20,73% pour la petite saison sèche, et 8,08% pour la grande saison sèche.



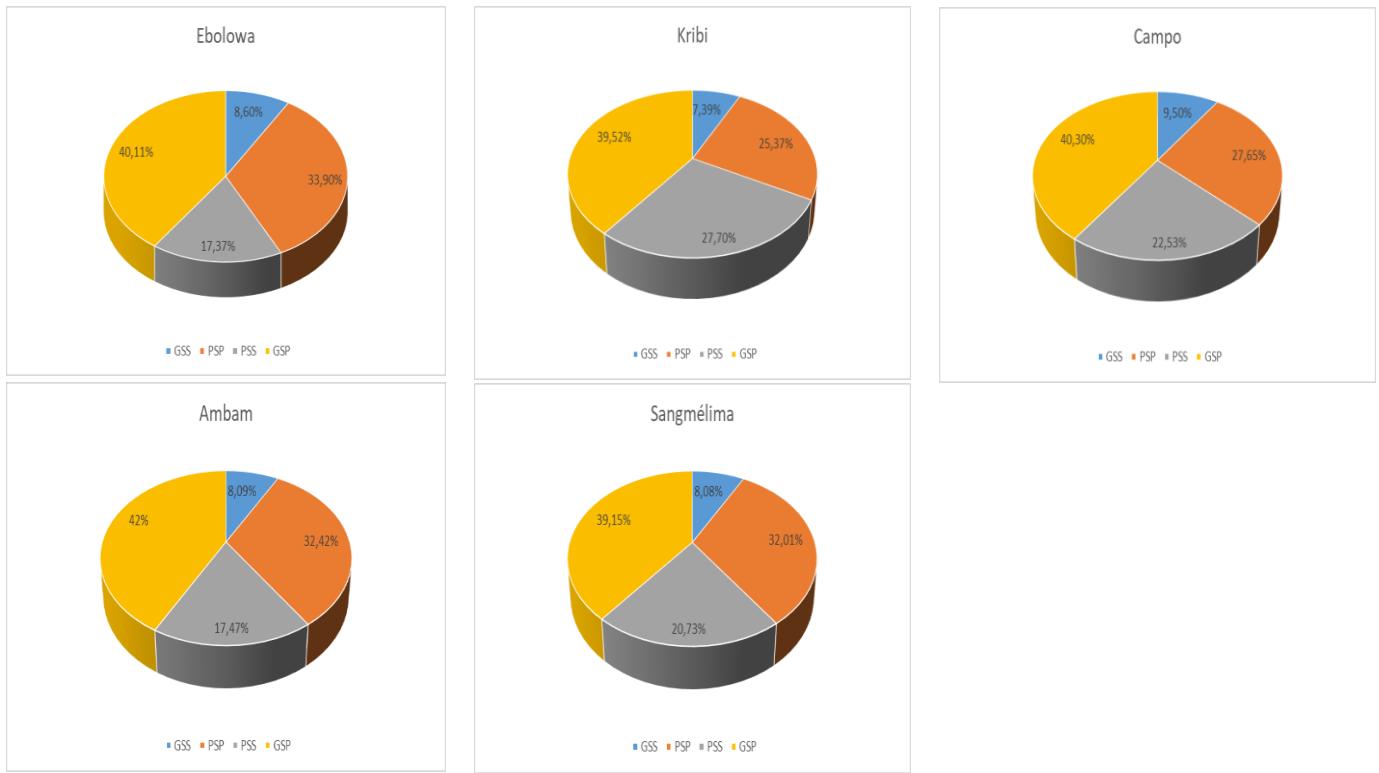


Figure 4.12 : Part des précipitations saisonnières sur le total annuel dans la zone d'étude

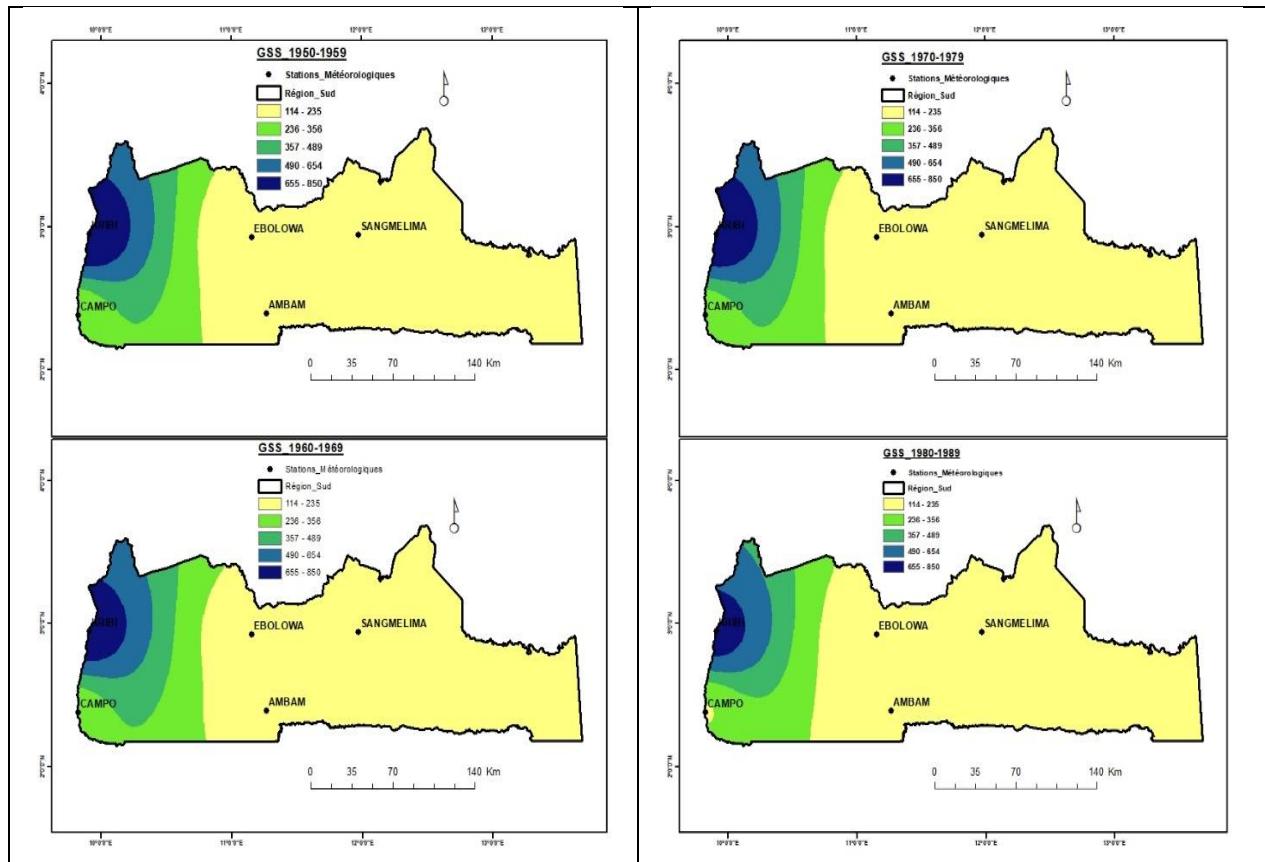
Constat 9: Pour chacune des stations, on note une nette domination de la grande saison des pluies, accompagnée par un relatif équilibre entre la petite saison des pluies et la petite saison sèche.

4.1.5. Analyse de l'évolution spatiale saisonnière des précipitations dans la région du Sud

4.1.5.1. Evolution spatiale saisonnière décennale des précipitations pendant la grande saison sèche

La grande saison sèche dans la région du Sud s'étend du mois de décembre au mois de février. La figure 4.13 révèle que sur la période allant de 1950 à 2015, les moyennes de précipitations enregistrées dans la zone d'étude ont oscillé de l'isohyète 114-235mm à l'isohyète 655-850mm. Les décennies 1950-1959, 1960-1969, 1970-1979 et 1980-1989, 1990-1999, 2000-2009 et 2010-2015 se caractérisent toutes par une évolution décroissante de l'intensité des précipitations dans la région, de l'Ouest vers l'Est, avec une forte domination de l'isohyète 114-235mm sur les deux tiers du territoire, notamment entre 10,8°00-13,7°00E et 2°00-3,7°00N, incluant Ebolowa,

Sangmélima et Ambam. Le reste de la région, notamment la partie Ouest, se distingue par un enchevêtrement radioconcentrique des 236-256mm, 357-489mm, 490-654mm, 655-850mm d'Est vers l'Ouest. Toutefois, il est à noter une poche de sécheresse à Campo à partir de la décennie 1980-1989, matérialisée par l'isohyète 144-235mm.



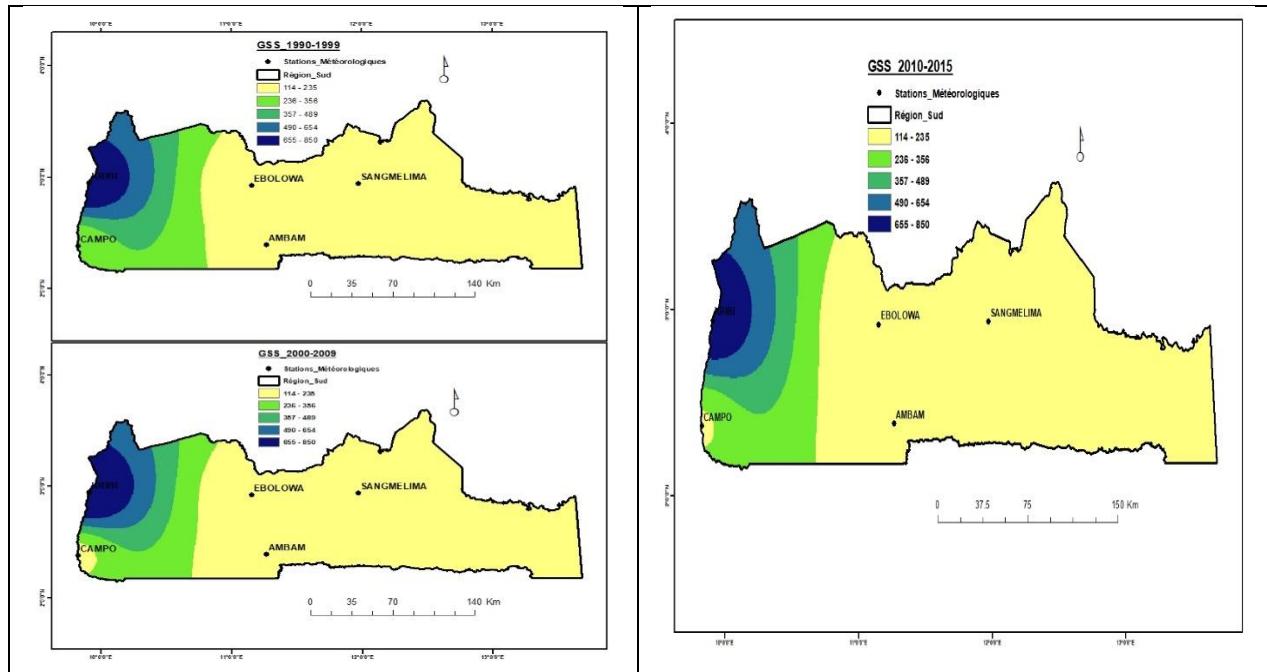


Figure 4.13: Evolution spatiale décennale des quantités de précipitations pendant la grande saison sèche (ONACC, 2019)

Constat 10 : Les quantités de précipitations sont de moins en moins importantes selon que l'on part de l'Ouest pour l'Est de la région. Kribi est la zone la plus arrosée de toute la région pendant la grande saison sèche et la décennie 2000-2009 a été la plus sèche.

4.1.5.2. Evolution spatiale décennale des précipitations pendant la petite saison des pluies

La petite saison des pluies dans la région du Sud s'étend du mois de mars au mois de mai. La figure 4.14 révèle que sur la période allant de 1950 à 2015, les moyennes de précipitations enregistrées dans la zone d'étude ont oscillé de l'isohyète 600-674mm à l'isohyète 822-900mm. De 1950 à 1959, on observe une nette domination de l'isohyète 675-720mm sur deux tiers de la région, notamment de la partie centrale à toute la partie Est, incluant Sangmélima, et une partie de l'Ouest. Le reste de la région est dominé par les isohyètes 761-821mm au niveau d'Ebolowa, 600-674mm aux niveaux de Kribi et Ambam qui sont les régions les moins arrosées, 822-900mm au niveau de Campo qui constitue la zone la plus arrosée de la région.

La période allant de 1960 à 1969 quant à elle est marquée par une augmentation globale des quantités de précipitations sur l'ensemble de la région, avec notamment une presque disparition de l'isohyète 675-720mm, au profit des isohyètes 761-821mm 721-821mm, incluant ainsi

Sangmélima. Dans le même temps, on constate un développement encore plus marqué de l'isohyète 822-900mm au niveau de Campo, de même qu'une substitution assez poussée de l'isohyète 761-821mm à Ebolowa par l'isohyète 822-900mm. Toutefois, Kribi et Ambam restent les zones les moins arrosées, quoi que à des proportions moins sévères qu'à la décennie précédente.

Le regain pluviométrique amorcé durant la décennie 1960-1969 atteindra son niveau le plus élevé au cours de la décennie 1970-1979, en ceci que plus de 95% de la région a enregistré des précipitations variant de 822 à 900mm, à l'exception de Kribi et Ambam qui demeurent les zones les moins arrosées durant cette saison, avec toutefois un regain pluviométrique par rapport aux décennies précédentes. Ces deux zones sont ainsi dominées par l'isohyète 675-720mm.

De 1980 à 1989, on assiste à une chute drastique des quantités de précipitations sur presque toute la région, marquée désormais par une domination de l'isohyète 600-674mm sur plus de deux tiers du territoire. Toutefois, Campo demeure la zone la plus arrosée, avec l'isohyète 822-900mm, et est suivie de près par Ebolowa qui est sous l'emprise de l'isohyète 761-821mm. Kribi, Ambam et Sangmélima constituent les zones les plus sèches de la région, étant incluses dans la sphère de domination de l'isohyète 600-674mm.

De 1990 à 1999, une nouvelle séquence d'augmentation est observée sur les deux tiers de la région, surtout de la partie centrale jusqu'à l'Est et une partie de l'Ouest entre Kribi et Ebolowa et entre Campo et Ambam, avec l'isohyète 675-720mm. Les zones les plus arrosées restent Campo et Ebolowa, toujours dominées par l'isohyète 822-900mm, tandis que Kribi et Ambam demeurent les zones les moins arrosées, dominées par l'isohyète 600-674mm.

A partir de 2000, jusqu'en 2015, une nouvelle chute drastique des quantités de précipitations dans la région est observée, avec notamment une extension de l'isohyète 600-674mm sur plus de 90% du territoire, incluant Ambam, Kribi et Sangmélima. La zone d'Ebolowa, qui présente également un déficit pluviométrique, est désormais dominée par l'isohyète 675-720mm, tandis que Campo demeure la zone la plus arrosée et la seule à être balayée par l'isohyète 822-900mm.

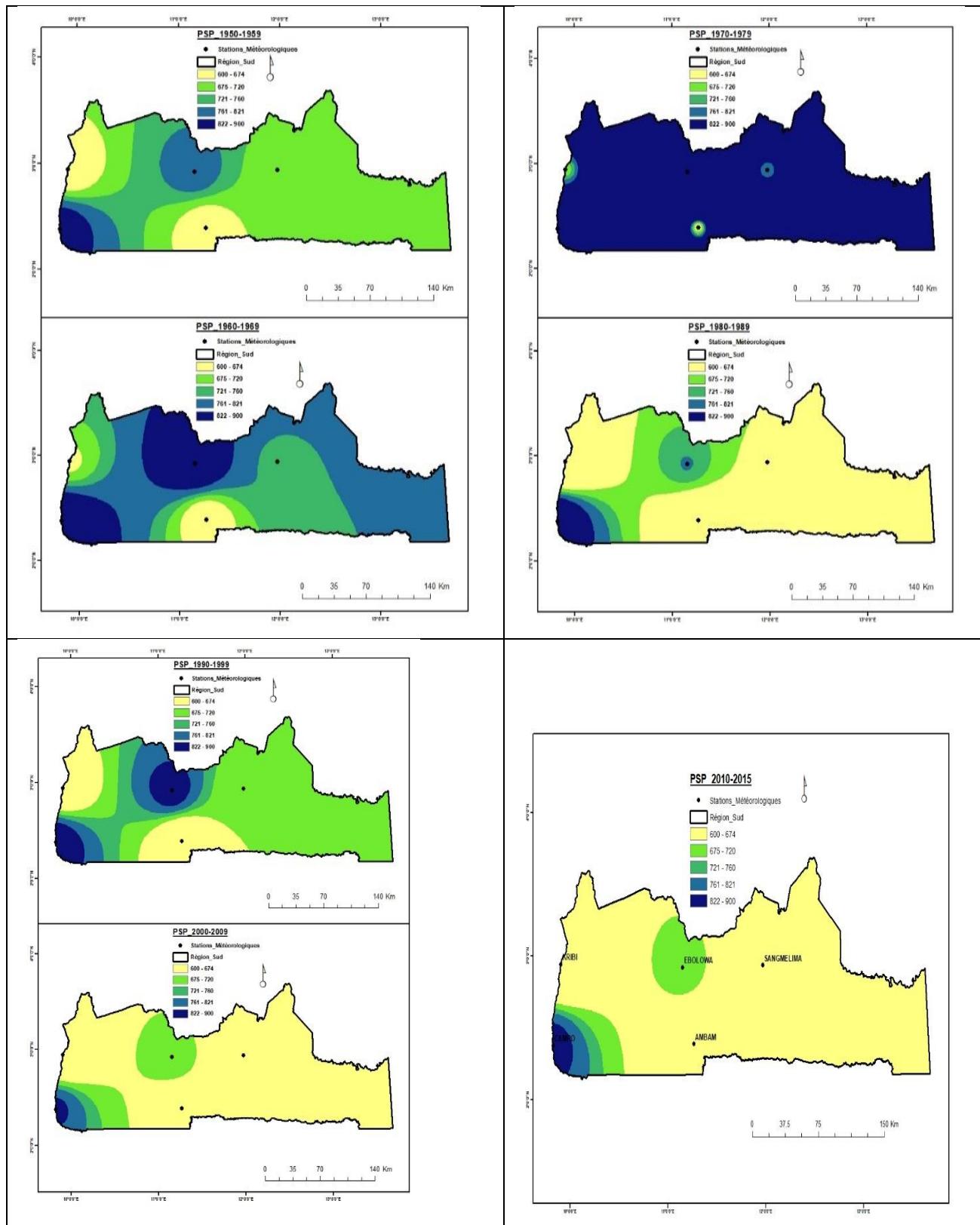


Figure 4.14 : Evolution spatiale décennale des précipitations pendant la petite saison des pluies (ONACC, 2019)

Constat 11 : *La décennie 1970-1979 a été la plus arrosée, contrairement à la décennie 2000-2010, qui a été la moins arrosée. Les quantités de précipitations ont progressivement augmenté jusqu'à la décennie 1970-1979, avant de marquer une nette diminution jusqu'en 2015. Pendant la petite saison des pluies, Campo est la zone qui reçoit le plus de précipitations.*

4.1.5.3. Evolution spatiale saisonnière décennale des précipitations pendant la petite saison sèche

Sur la période allant de 1950 à 2015, tel qu'indiqué par la figure 4.15, les moyennes de précipitations enregistrées dans la région du Sud pendant la petite saison sèche ont oscillé de l'isohyète 77-134mm à l'isohyète 233-278mm.

De 1950 à 1959, on note un enchevêtrement des isohyètes 135-166mm, 167-200mm, 201-232mm et 233-278mm de l'Extrême Ouest et du Sud d'Ebolowa jusqu'à Kribi et Ambam respectivement, Kribi et Ambam étant les zones les plus arrosées. Ces deux zones sont suivies par Campo, qui est sous l'emprise de l'isohyète 167-200mm, tandis qu'Ebolowa et Sangmélima constituent les zones les plus sèches, dominées notamment par l'isohyète 77-134mm. La partie Est de la zone d'étude quant à elle est entièrement dominée par la fourchette pluviométrique 135-166mm.

De 1960 à 1969, on note une diminution globale des quantités de précipitations à l'échelle de la zone d'étude. Cette diminution est marquée par une extension vers l'Ouest et vers l'Est de l'isohyète 77-134mm qui enveloppait déjà Ebolowa et Sangmélima à la précédente décennie, une extension de l'isohyète 135-166mm vers le Sud entre Campo et Ambam, une apparition de l'isohyète 77-134mm au niveau de Kribi au détriment des isohyètes 233-278mm, 201-232mm et 167-200mm. Toutefois, un regain pluviométrique est à noter à Ambam, avec notamment l'élargissement de la sphère de domination de l'isohyète 233-278mm.

La décennie 1970-1979 est marquée par une chute drastique des quantités de précipitations dans la région. En effet, on note une installation quasi permanente de l'isohyète 77-134mm sur plus de deux tiers de la zone d'étude. Cela va de la partie Sud-Ouest, c'est-à-dire légèrement au-dessus de Campo, jusqu'au Nord-Ouest sur le plan vertical, et de Kribi jusqu'à l'Est sur le plan horizontal, incluant ainsi Ebolowa et Sangmélima. Le reste de la région est largement dominé par l'isohyète 135-166mm, incluant Campo, et les isohyètes 167-200mm et 201-232mm à Ambam.

De 1980 à 1989, un important regain pluviométrique est noté dans toute la zone d'étude. En effet, mis à part Ebolowa et Sangmélima qui restent noyées par l'isohyète 77-134mm, la zone de Kribi est sortie de l'emprise de cet isohyète au profit de l'isohyète 167-200mm, qui occupe désormais une bonne partie de l'Ouest. De même, l'espace jadis occupé par l'isohyète 135-166mm à la précédente décennie est désormais la sphère de domination de l'isohyète 201-232mm, avec en prime une nouvelle apparition de l'isohyète 233-278mm au niveau de Campo. Par ailleurs, Ambam passe de l'isohyète 201-232mm à la décennie précédente à l'isohyète 233-278mm, avec en prime une légère extension de cette isohyète du Nord au Sud, de l'Est à l'Ouest.

De 1990 à 1999, le regain pluviométrique, amorcé à la décennie précédente sur l'ensemble de la zone d'étude, va se poursuivre à partir de la décennie 2000-2002, à travers une extension de l'isohyète 233-278mm sur toute la bande verticale de l'Ouest, incluant de ce fait Kribi et Campo. Cet isohyète, le plus humide, est également localisé au niveau d'Ambam. Dans le même temps, on note plutôt un élargissement de la sphère de domination de l'isohyète 77-134mm autour d'Ebolowa et Sangmélima, tandis que la partie Sud-Est de la région est dominée par la fourchette pluviométrique de 135-166mm. De la lisière extérieure de l'isohyète 233-278mm au niveau de Kribi jusqu'à la lisière extérieure de l'isohyète 77-134mm et ce sur le plan vertical, on note un enchevêtrement des isohyètes 201-278mm, 167-200mm et 135-166mm de l'Ouest vers l'Est. Toutefois, à partir de 2010, on observe un important retranchement de l'isohyète 77-134mm autour d'Ebolowa et Sangmélima, au profit de l'isohyète 135-166mm qui semble avoir migré vers le Nord au profit de l'isohyète 167-200mm.

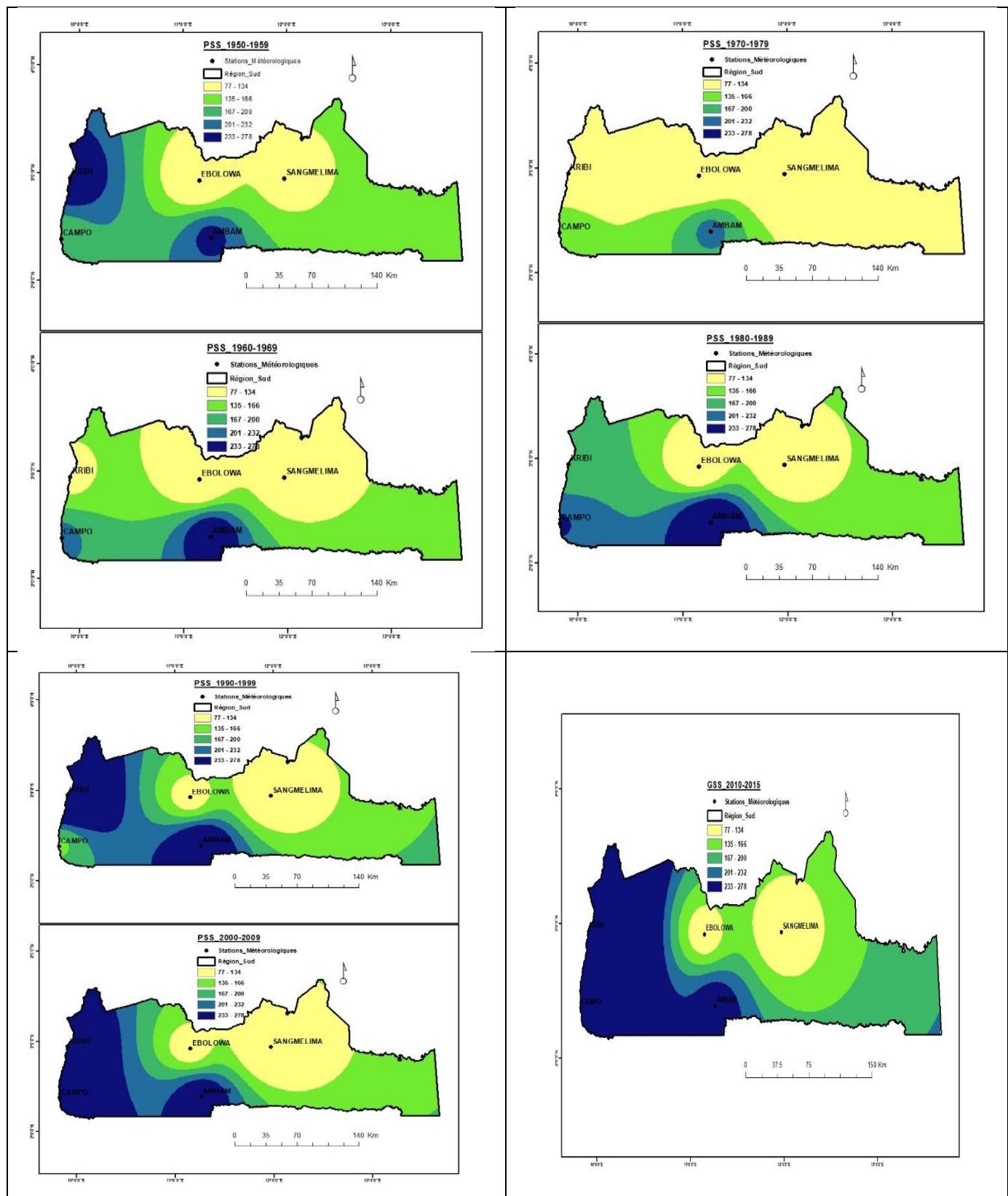


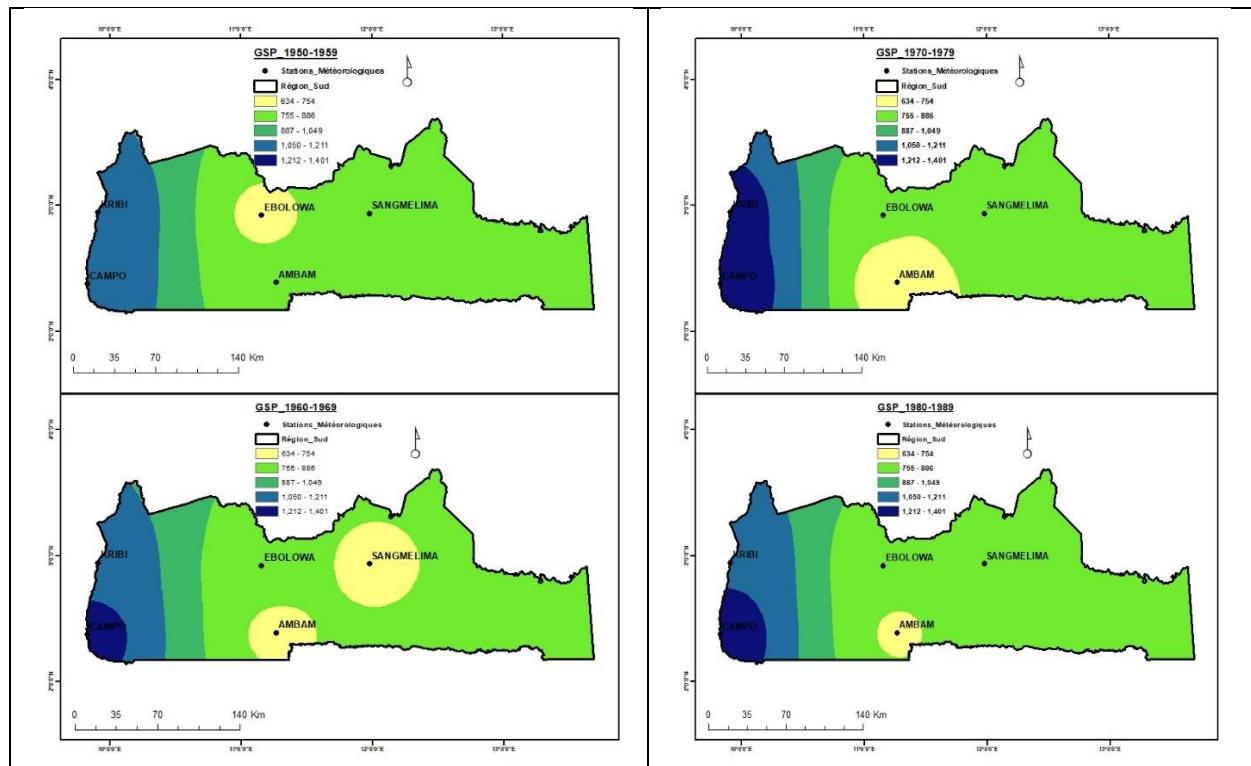
Figure 4.15: Evolution spatiale décennale des précipitations pendant la petite saison sèche (ONACC, 2019)

Constat 12 : De 1950 à 2015, les quantités de précipitations enregistrées pendant la petite saison sèche dans les différentes localités de la région ont oscillé de 77 à 278mm de pluies en moyenne. Ces précipitations ont évolué en dents de scie, avec la décennie 1970-1978 comme étant la moins arrosée et la décennie 2000-2010 comme étant la plus arrosée. Kribi et Campo sont régulièrement les zones les moins sèches, contrairement à Ebolowa et Sangmélima.

4.1.5.4. Evolution spatiale décennale des précipitations pendant la grande saison des pluies

La grande saison des pluies dans la région du Sud s'étend du début du mois d'août à la fin du mois de novembre. La figure 4.16 révèle que sur la période allant de 1950 à 2015, les moyennes de précipitations enregistrées dans la zone d'étude ont oscillé de l'isohyète 634-754mm à l'isohyète 212-1401mm.

De 1950 à 1959, on observe globalement une évolution décroissante de l'intensité des précipitations dans la région, de l'Ouest vers l'Est. Ainsi, une forte concentration pluviométrique est observée dans la partie Ouest de la région (incluant Kribi et Campo), notamment entre 10°00-10,5°00 E et 2°00-3,5°00N, avec l'isohyète 1050-1211mm. Le reste de la région, c'est à dire de la partie centrale jusqu'à l'Est (entre 10,5°00-13,8°00E et 2°00-3,5°00N), est essentiellement recouvert par l'isohyète 755-886mm, incluant ainsi Sangmélima et Ambam.



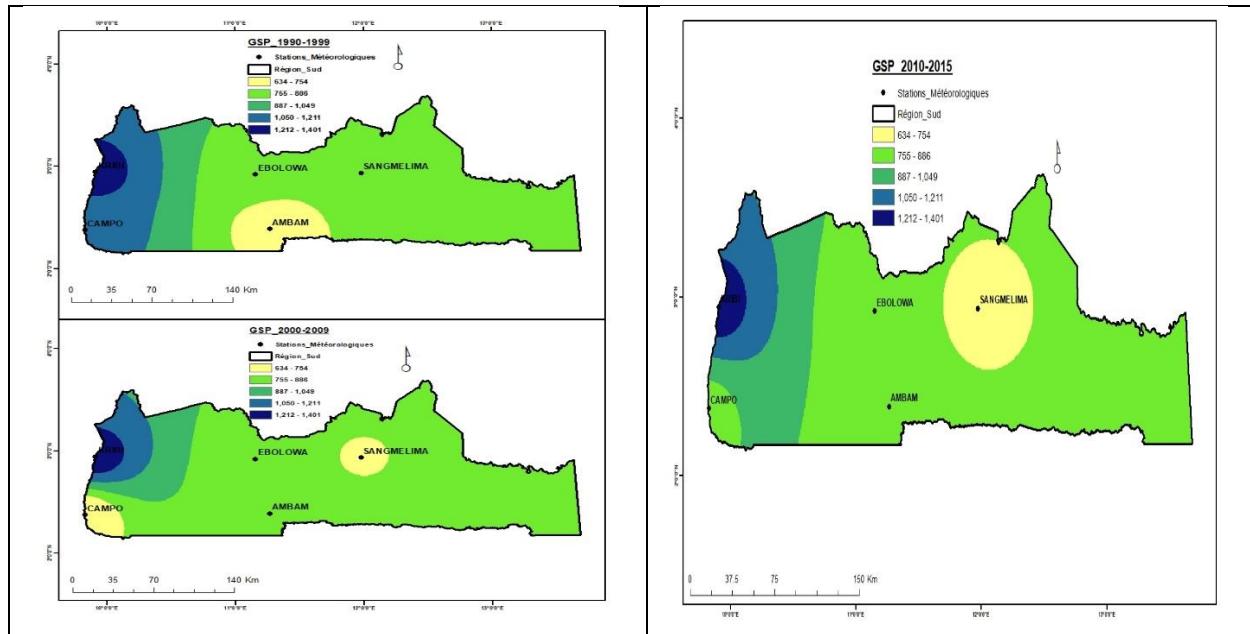


Figure 4.16: Evolution spatiale décennale des précipitations pendant la grande saison des pluies (0NACC, 2019)

Constat 13 : Les précipitations ont oscillé de 634 à 1401mm. Leur augmentation ou diminution d'une décennie à une autre se fait de l'Ouest vers l'Est, avec Kribi et Campo comme les zones les plus arrosées et Ambam et Sangmélima comme les zones les moins arrosées. Par ailleurs, la décennie 1970-1979 a été la plus arrosée.

Toutefois, Ebolowa est dominé par la plus faible intensité pluviométrique de la décennie, symbolisée par l'isohyète 634-754mm.

La configuration spatiale de la décennie 1950-1959 va se poursuivre au cours de la décennie 1960-1969, avec cependant quelques nuances. En effet, la partie Ouest reste fortement la plus arrosée (isohyète 1050-1211mm), avec en prime une augmentation des précipitations à l'extrême Sud-Ouest où Campo est dominé par l'isohyète maximal qui est 1212-1401mm. Pendant que les isohyètes 887-1049mm et 755-886mm gardent pratiquement leurs aires de domination, dans le reste de la région, on observe par contre un envahissement de Sangmélima et Ambam par l'isohyète le plus faible qui est de 634-754mm, au profit d'Ebolowa qui affiche un regain pluviométrique en passant de l'isohyète 634-754mm à la décennie précédente à l'isohyète 755-886mm.

Entre 1970 et 1979, l'humidification de la région augmente progressivement, toujours dans le sens Ouest-Est. En effet, cela se traduit par un agrandissement de la sphère de domination de l'isohyète 1212-1401mm, qui englouti désormais Kribi et Campo à l'Extrême-Ouest. Puis, se

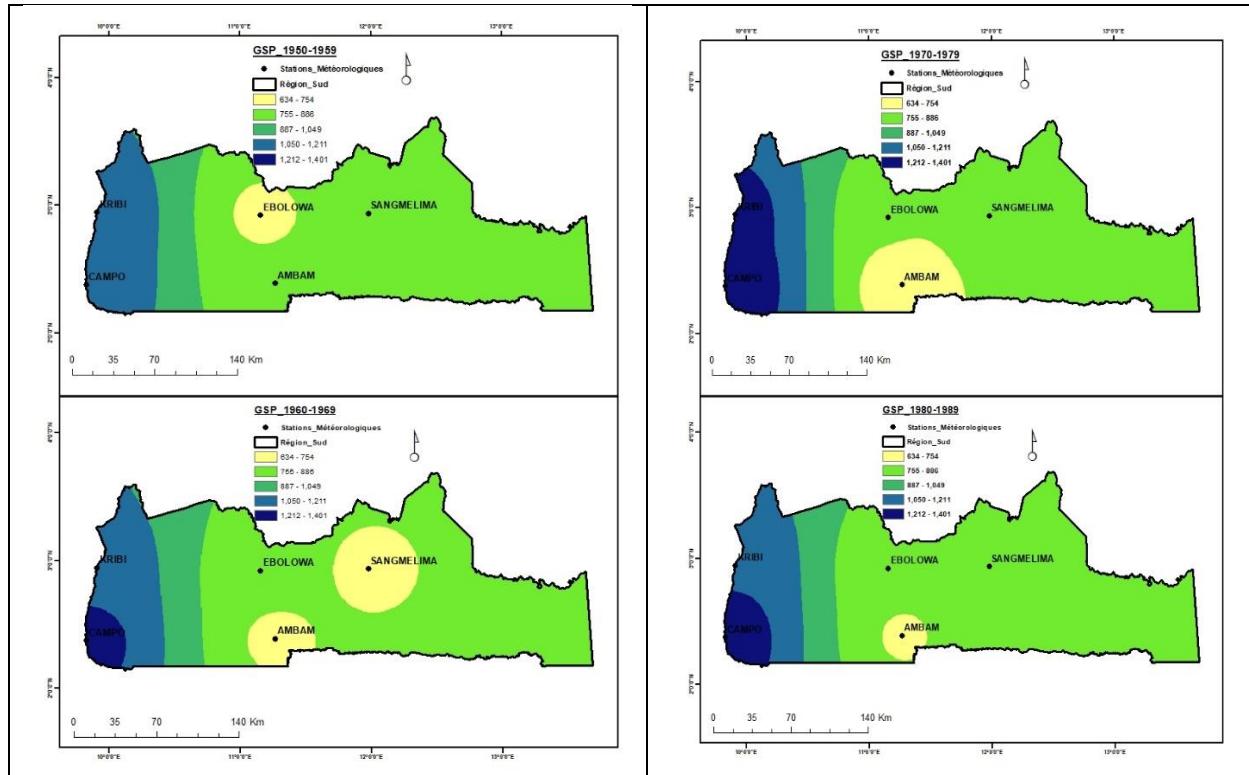
succèdent les isohyètes 1050-1211mm et 887-1049mm entre l'Extrême-Ouest et le Centre. Comme pendant les précédentes décennies, le reste de la région est dominé par l'isohyète 755-886mm. Toutefois, l'on note un regain d'humidité à Sangmélima qui est désormais passé de 634-754mm à 755-886mm, tandis que Ambam reste dominé par l'isohyète 634-754mm.

De 1980 à 1989, dans la même configuration globale que la précédente décennie, on assiste toutefois à une diminution des quantités de précipitations au niveau de la partie Ouest. Cette diminution se manifeste en effet par un retranchement de l'isohyète 1212-1401mm de Kribi vers l'extrême Sud-Ouest, notamment au niveau de Campo, au profit de l'isohyète 1050-1211mm qui regagne du terrain. Par ailleurs, dans cette même partie Ouest souvent sous l'emprise des trois isohyètes les plus intenses, on note également une légère extension de l'isohyète 887-1049mm vers l'Extrême-Ouest. Dans le même temps, le reste de la région, c'est-à-dire de la partie centrale jusqu'à l'Est, continue d'être dominé par l'isohyète 755-754mm, avec d'ailleurs un regain d'humidité assez marqué aux alentours d'Ambam qui se trouve de moins en moins dominé par l'isohyète 644-754mm.

Pour ce qui est de la décennie 1990-1999, on remarque spécifiquement un assèchement de Campo, désormais dominé par l'isohyète 1050-1211mm, et un regain d'humidité à Kribi, désormais sous l'emprise de l'isohyète 1212-1401mm. De même, il est observé une nouvelle séquence d'assèchement d'Ambam, marquée par l'extension de l'isohyète 634-754mm. Mis à part ces spécificités, le reste de la configuration spatiale des différents isohyètes ou fourchettes pluviométriques reste identique aux précédentes décennies, avec notamment la partie Ouest qui est la plus arrosée, tandis que les deux tiers de la région, notamment de la partie centrale jusqu'à l'Est (incluant Sangmélima et Ebolowa), restent dominés par l'isohyète 755-754mm.

De 2000 à 2009, la région du Sud a connu une diminution marquée des quantités de précipitations, avec une réorganisation de leur distribution spatiale. En effet, si la partie Ouest reste la plus arrosée, avec notamment une concentration des trois isohyètes les plus intenses, force est de constater tout de même que la partie Sud-Ouest est désormais sous l'emprise de l'isohyète majoritaire qui est 755-886mm, et de l'isohyète 634-754mm qui s'est retranché au niveau de Campo. Par ailleurs, un regain d'humidité est observé à Ambam, désormais sous l'emprise de l'isohyète 755-886mm, au détriment de Sangmélima qui est désormais dominé par l'isohyète 634-754mm, le reste de la région, y compris Ebolowa, étant dominé par l'isohyète 755-886mm.

A partir de 2010, Campo, désormais sous l'emprise de l'isohyète 755-886mm, affiche un regain d'humidité, au même titre que la partie Sud-Ouest, qui bénéficie de la migration de l'isohyète 1050-1211mm. Dans le même temps, Kribi reste le point le plus arrosé, avec l'isohyète 1212-1401mm, tandis que l'isohyète 634-754mm continue de s'étendre aux alentours de Sangmélima. Dans son ensemble, la région reste cependant faiblement arrosée, car dominée par l'isohyète 755-886mm.



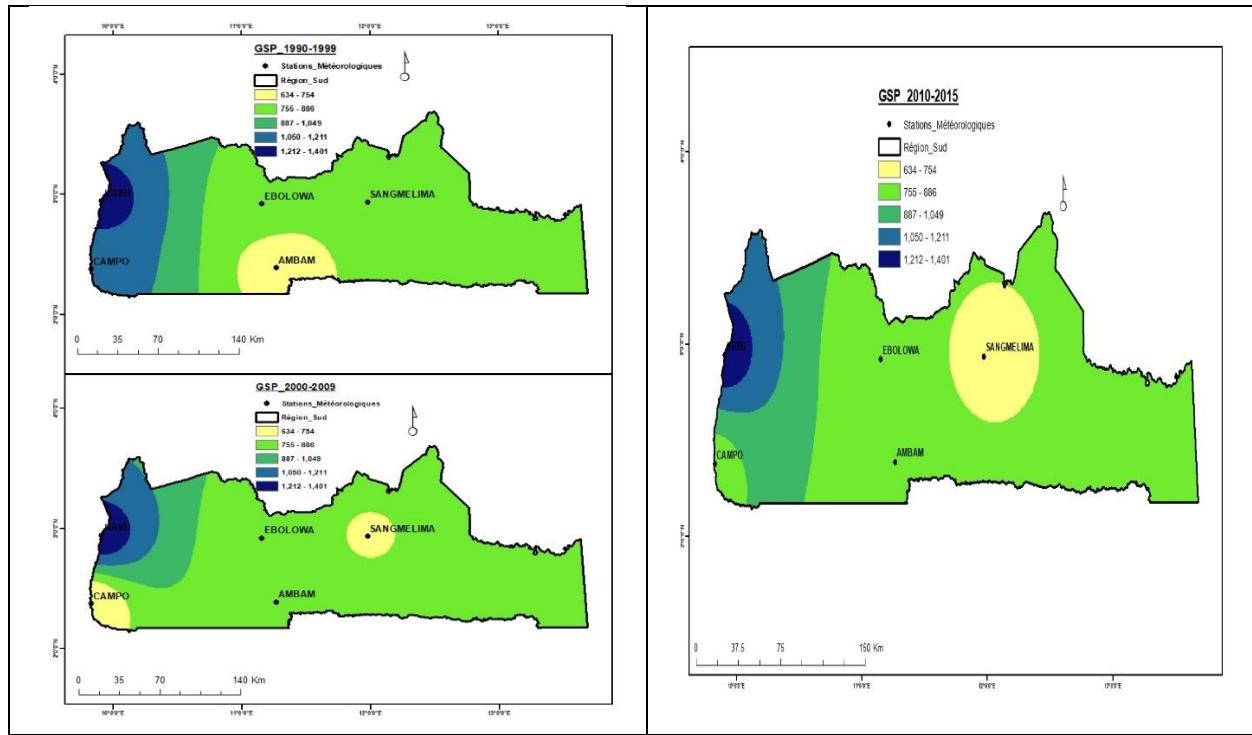


Figure 4.17: Evolution spatiale décennale des précipitations pendant la grande saison des pluies (ONACC, 2019)

Constat 13 : Les précipitations ont oscillé de 634 à 1401mm. Leur augmentation ou diminution d'une décennie à une autre se fait de l'Ouest vers l'Est, avec Kribi et Campo comme les zones les plus arrosées et Ambam et Sangmélima comme les zones les moins arrosées. Par ailleurs, la décennie 1970-1979 a été la plus arrosée.

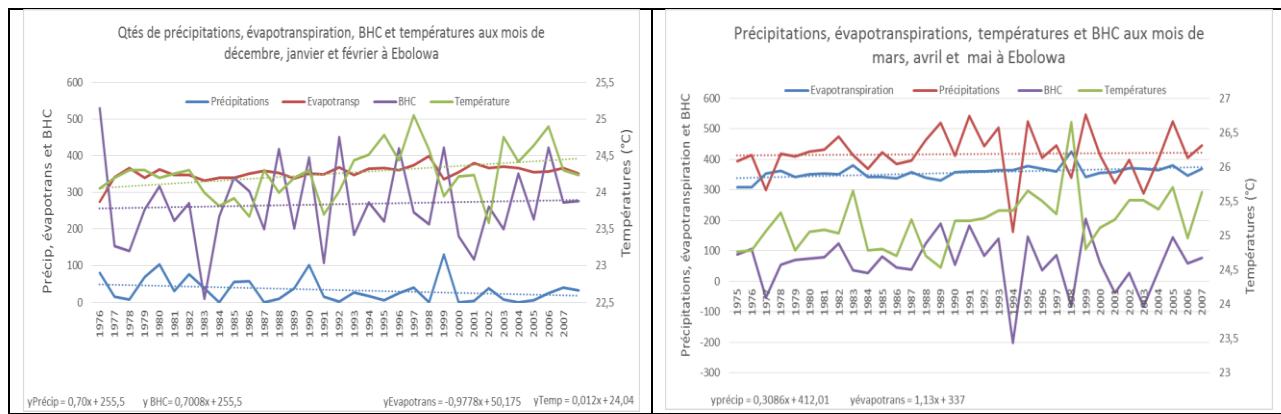
4.1.6. Disponibilité de la ressource en eau à l'échelle saisonnière à Ebolowa

D'après le tableau 4.11 et la figure 4.17 ci-dessous, le bilan hydrique pendant la grande saison sèche est positif, avec une tendance à l'augmentation, malgré la diminution observée au niveau des quantités de précipitations et l'augmentation des températures et de l'évapotranspiration. Notons que la moyenne du bilan hydrique ici est de 276,85mm. La même caractéristique est observée quant au bilan hydrique de la petite saison des pluies et de la petite saison sèche, à savoir une tendance à l'augmentation, soit un gain en eau. Toutefois dans ces deux cas, le caractère positif du bilan hydrique est consécutif à l'augmentation aussi bien des quantités de précipitations, de l'évaporation que des températures. Les moyennes desdits bilans sont respectivement de 60,95mm pour la petite saison sèche et 419,71mm pour la petite saison des pluies. Pour ce qui est de la grande saison des pluies, le bilan hydrique est négatif, avec une tendance à la diminution consécutive à la diminution des quantités de précipitations couplée à

l'augmentation des températures et de l'évapotranspiration. La moyenne du bilan hydrique ici est de 276,85mm.

Tableau 4.11: Variation saisonnière de la ressource en eau à Ebolowa entre 1975 et 2007

	Paramètres	Effectif	Tendance	Moyenne	Min	Max
GSS	Précipitations	33	↘	33,72	0	130,4
	Evapotranspiration	33	↗	351,82	274,76248	398,43
	Températures	33	↗	24,23	23,4833333	24,783
	BHC	33	↗	276,85	8,932	588,27
PSP	Précipitations	33	↗	356,29	338,34	424,99
	Evapotranspiration	33	↗	417,25	287,6	546,9
	Températures	33	↗	25,2	24,76	25,65
	BHC	33	↗	60,95	-201,4	204,77
PSS	Précipitations	33	↗	713,78	527	976
	Evapotranspiration	33	↗	294,07	227	317,91
	Températures	33	↗	23,72	22,9	24,26
	BHC	33	↗	419,71	257,6	684,7
GSP	Précipitations	33	↘	587,76	400,9	834,3
	Evapotranspiration	33	↗	310,91	246	344,14
	Températures	33	↗	24,23	23,48	25,05
	BHC	33	↘	276,85	107	588,27



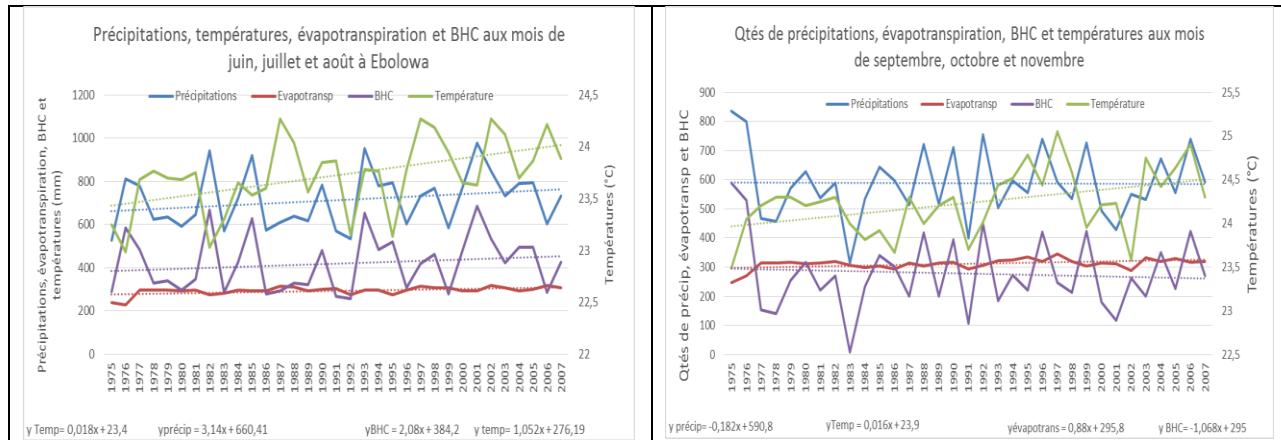


Figure 4.18: Disponibilité saisonnière de la ressource en eau à Ebolowa

Constat 14: le bilan hydrique est positif, c'est-à-dire avec une tendance à l'augmentation, pendant la grande saison sèche la petite saison des pluies et la petite saison sèche, tandis qu'il est négatif pour la grande saison des pluies.

4.1.7. Caractéristiques de la pluviométrie à l'échelle mensuelle de 1950 à 2015

4.1.7.1. Cas d'Ebolowa

a) Caractéristiques de la pluviométrie

D'après Gaussen (1969), le caractère sec d'un mois est confirmé lorsque la moyenne de ses précipitations est inférieure ou égale au double de sa température moyenne. Gaussen traduit cette relation, par ailleurs valable pour la détermination des saisons sèches, par la formule suivante : $P=2T$, où P = Précipitations moyennes mensuelles ou saisonnières (mm) et T = Température moyenne mensuelle ou saisonnière ($^{\circ}$ C). Sur la base de ce postulat, on note que la station d'Ebolowa possède 16,66% de mois secs, à savoir les mois de janvier et décembre, contre 83,33% de mois humides. Ces mois secs ont enregistré respectivement 35,1mm et 41,1mm de précipitations moyennes contre 25,2 $^{\circ}$ C et 24,8 $^{\circ}$ C de températures mensuelles moyennes respectivement (tableau 4.12).

Faisant partie du plateau Sud-Camerounais, la région du Sud se caractérise par un climat dit équatorial, à régime bimodal. Ce climat est ponctué par quatre saisons, dont deux saisons des pluies (grande et petite), entre lesquelles sont intercalées deux saisons sèches (grande et petite).

Pour la période allant de 1950 à 2015, la station d'Ebolowa présente une augmentation des quantités de précipitations de janvier à mai (figure 4.18). Cette phase est succédée par une

diminution desdites précipitations, du mois de mai et au mois de juillet, elle-même suivie par une nouvelle phase ascendante, de juillet à novembre. Sur la période allant de 1950 à 2015, la moyenne mensuelle des précipitations totales est de 1793,72mm et le pic mensuel moyen de précipitations a été observé au mois d'octobre, soit 314,3mm.

Quant au nombre de jours de pluies, il présente une évolution similaire aux quantités de précipitations. Le nombre moyen de jours de pluies sur une année de 165,89 jours, pour un pic de 23,9 jours, enregistré au mois d'octobre.

Dans l'ensemble, les caractéristiques de la pluviométrie à Ebolowa permettent de distinguer une période sèche, qui va de décembre à février, une phase humide qui s'étend de mars à novembre. Notons cependant que la phase humide comprend à la fois la petite saison des pluies, la grande saison des pluies et la petite saison sèche, qui n'est en réalité qu'un relatif ralentissement de la petite saison des pluies. Ce qui témoigne du caractère équatorial du climat dans la région du Sud.

Tableau 4.12 : Caractéristiques de la pluviométrie à l'échelle mensuelle moyenne à Ebolowa de 1950 à 2015

Précipitations moyennes mensuelles à Bertoua	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
Précipitations (mm)	35,1	78	180,7	215,2	212,1	156,2	62,3	93,1	227,9	314,3	177,2	41,1	1793,72
Nbre de jours de pluies (jours)	3,91	7,1	14,3	17,2	18,5	14,4	10	14,2	21,7	23,9	14,9	5,2	165,89
Températures moyennes	25,2	25,9	25,4	25,2	24,9	24,2	23,5	23,3	23,9	24,2	24,5	24,8	Moy 24,62
Saison	GSS		PSP			PSS		GSP			GSS		
Périodes	Sèche	humide									Sèche		

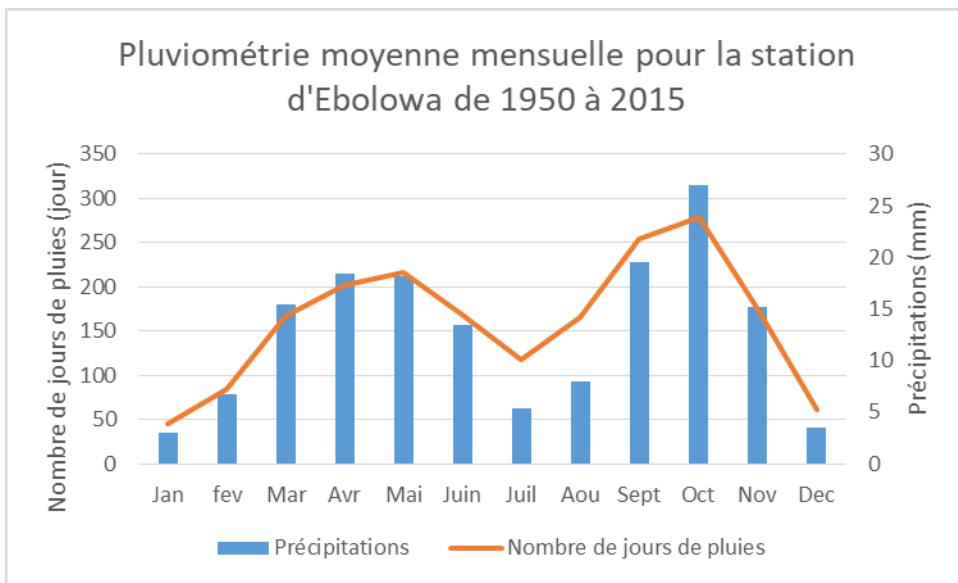


Figure 4.19: Pluviométrie moyenne mensuelle à la station d'Ebolowa

Constat 15: Il est observé à Ebolowa deux saisons des pluies et deux saisons sèches, à durée variable, avec une moyenne pluviométrique annuelle de 1793,72mm et une moyenne de 165,89 jours de pluies.

4.1.7.2. Quantités de précipitations à Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima

Du tableau 4.13 et de la figure 4.19 ci-dessous, représentant les moyennes mensuelles des précipitations dans les stations locales de la région du Sud, il ressort que lesdites stations se caractérisent toutes par une dynamique bimodale des précipitations sur les différentes fourchettes de temps disponibles pour la période de l'étude. Pour les quatre stations identifiées, les mois de décembre à février et de juillet à août représentent globalement et respectivement les grande et petite saisons sèches, tandis que la petite saison des pluies part de mars à juin, et la grande saison des pluies s'étend du mois d'août au mois d'octobre.

Toutefois, il est à noter des disparités dans les quantités de précipitations aux mêmes saisons entre les localités. Le total mensuel annuel pour toutes les stations est de 2881,31mm à Kribi, 2615,94mm à Campo, 1710,82mm à Ambam et 1663,54mm à Sangmélima. Quant aux pics mensuels, ils ont été enregistré en septembre à Kribi (492,72mm), octobre à Campo, Ambam et Sangmélima (471,85mm, 313,63mm, 272,51mm et 144,51mm respectivement).

Tableau 4.13: Précipitations moyennes mensuelles A Kribi, Campo, Ambam et Sangmélima

Précipitations moyennes mensuelles (mm)	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
Kribi	70,58	80,72	184,47	251,86	294,72	284,36	227,84	286	492,72	464,63	181,58	61,77	2881,31
Campo	66,46	113,94	225,15	234,95	263,44	205,57	182,99	200,93	377,28	471,85	205,10	68,21	2615,94
Ambam	32,40	70,03	163,40	209,68	181,64	122,28	76,16	100,43	219,86	313,63	185,13	36,13	1710,82
Sangmélima	53,86	52,66	152,7	176,96	202,97	162,96	76,83	105,21	234,31	272,51	144,51	28,02	1663,54
Moyenne	55,83	79,34	181,43	218,36	235,69	193,79	140,96	173,14	331,04	380,65	179,08	48,53	

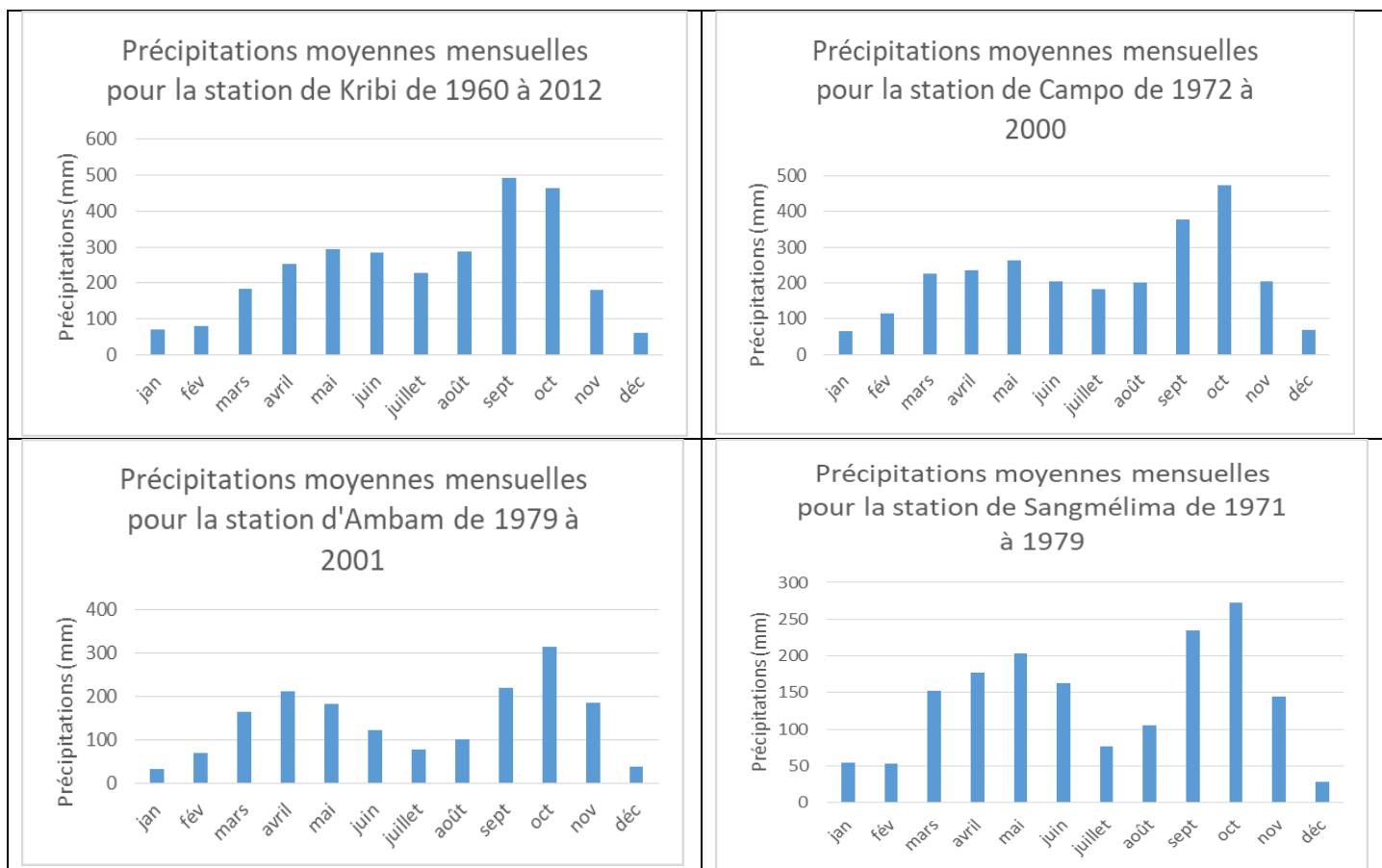


Figure 4.20: Précipitations moyennes mensuelles pour les stations locales de la région du Sud

Constat 16: Les stations de Kribi, Campo, Ambam et Sangmélima présentent toutes un climat marqué par la coexistence de deux saisons des pluies et de deux saisons sèches, de durée variable, avec des totaux pluviométriques mensuels moyens de 2881,31mm, 2615,94mm, 1710,82mm et 1663,54mm respectivement.

4.1.7.3. Typologie des régimes pluviométriques à Ebolowa

L'analyse des relevés pluviométriques de la station d'Ebolowa permet de constater la coexistence de trois régimes pluviométriques (tableau 4.14).

D'une part, on note que 19,69% des années sont dominées par un régime monomodal, marqué par une longue saison des pluies qui s'étend globalement de mars-avril à octobre-novembre. Les années correspondantes à ce régime sur la période considérée par l'étude sont notamment 1952, 1959, 1979, 1984, 1987, 1988, 1992, 1998, 1999, 2006, 2007, 2008 et 2012.

D'autre part, on note 11 années dominées par un régime plurimodal, soit 16,66% de la totalité des années d'observation. Ce régime, qui se caractérise globalement par une évolution en dents de scie des précipitations par mois, concerne les années 1963, 1969, 1970, 1971, 1972, 1975, 1990, 1993, 2002, 2003 et 2000.

Enfin, le régime pluviométrique majoritaire observé pour la station d'Ebolowa sur la période de l'étude est le régime bimodal. Il représente en effet 63,63% du total des 66 années d'observation et se caractérise par deux saisons sèches et deux saisons humides. Toutefois, il est important de préciser le caractère relatif des saisons sèches, qui ne sont en réalité que des périodes de légère diminution du rythme pluviométrique et ne s'éloignent pas véritablement des saisons de pluies. Les années concernées par ce régime sont notamment 1950, 1951, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1960, 1961, 1962, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1973, 1974, 1976, 1977, 1978, 1980, 1981, 1982, 1983, 1985, 1986, 1989, 1991, 1994, 1995, 1996, 1997, 2000, 2001, 2004, 2009, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015.

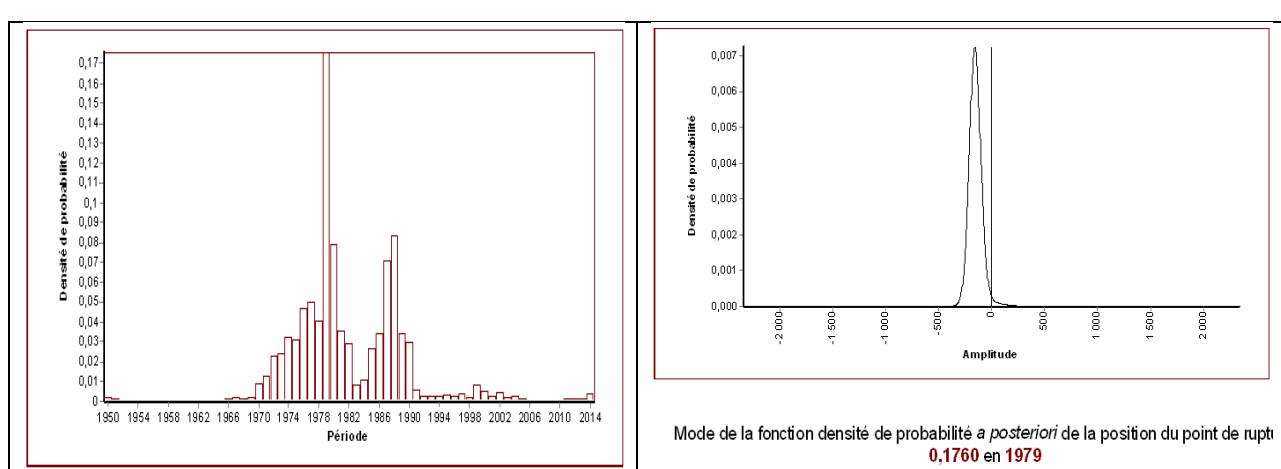
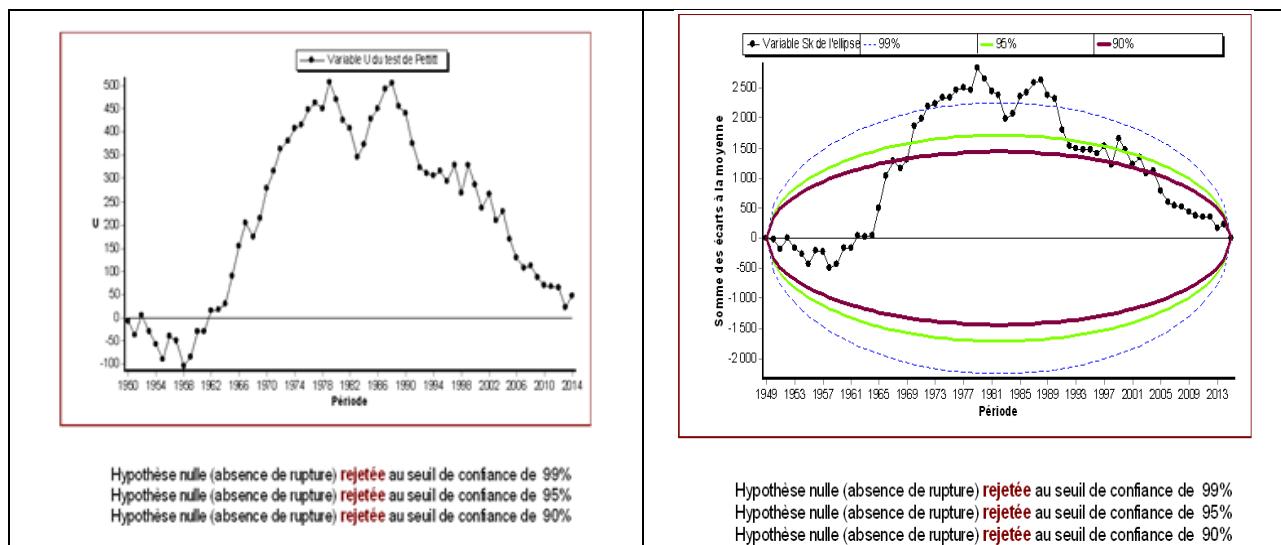
Tableau 4.14: Typologie des précipitations à Ebolowa

Typologie des régimes de précipitations	Monomodal	Bimodal	Plurimodal
Proportions	19,69%	63,63%	16,66%

4.1.8. Caractérisation des séries de ruptures pluviométriques dans la région du Sud par les tests statistiques

4.1.8.1. Détection des séries des ruptures pluviométriques par des tests statistiques

Le résultat des 02 tests (Pettitt et Buishand) observés ci-dessous (figure 4.20 et figure 4.21) ne signalent aucune rupture sur la série, tandis que les méthodes Bayésienne de LEE et HEGHINIAN indiquent la densité de probabilité à la position 0,176, ce qui correspondant à une rupture en 1979.



4.1.8.2. Evolution de la pluviométrie des années avant et après la rupture pluviométrique

Le tableau 4.15 ci-dessous révèle que l'année 1979 qui est considérée comme l'année de rupture selon la méthode Bayésienne de Lee et Heghinian a été l'une des plus arrosée sur la série étudiée. L'analyse du comportement pluviométrique sur la série considérée indique que les quantités de précipitations ont été excédentaires la période avant et déficitaires après la rupture de 1979 (figure 4.21). Avant la rupture de 1979, lesdites quantités de précipitations ont augmenté de 0,0027mm et de 0,08mm respectivement à l'échelle annuelle et sur toute la période, tandis qu'après la rupture elles ont diminué de 0,0073 et 0,26mm respectivement à l'échelle annuelle et sur toute la période. A l'opposé, le même tableau 4.15 révèle une diminution du nombre de jours des pluies la période avant la rupture de 1979 et une augmentation après la rupture. Avant la rupture, la diminution a été de l'ordre de 0,0063 et 0,12 jour, respectivement à l'échelle annuelle et sur la période, tandis que l'augmentation, après la rupture, a été de l'ordre de 0,0044 et 0,16 jour à l'échelle annuelle et sur la période respectivement.

Tableau 4.15: Comportement de la pluviométrie les années avant et après la rupture à Ebolowa

Pluviométrie	Avant la rupture	Après la rupture
Période	1950-1978	1980-2015
Précipitations		
Tendance des précipitations	+	-
Variabilité annuelle des quantités de précipitations (mm)	0,0027	0,0073
Variabilité des quantités de précipitations sur la période (mm)	0,08	0,26
Nombre de jours des pluies		
Tendance du nombre de jours des pluies	-	+
Variabilité annuelle du nombre de jours des pluies (jrs)	0,0063	0,0044
Variabilité du nombre de jours des pluies sur la période (jrs)	0,12	0,16

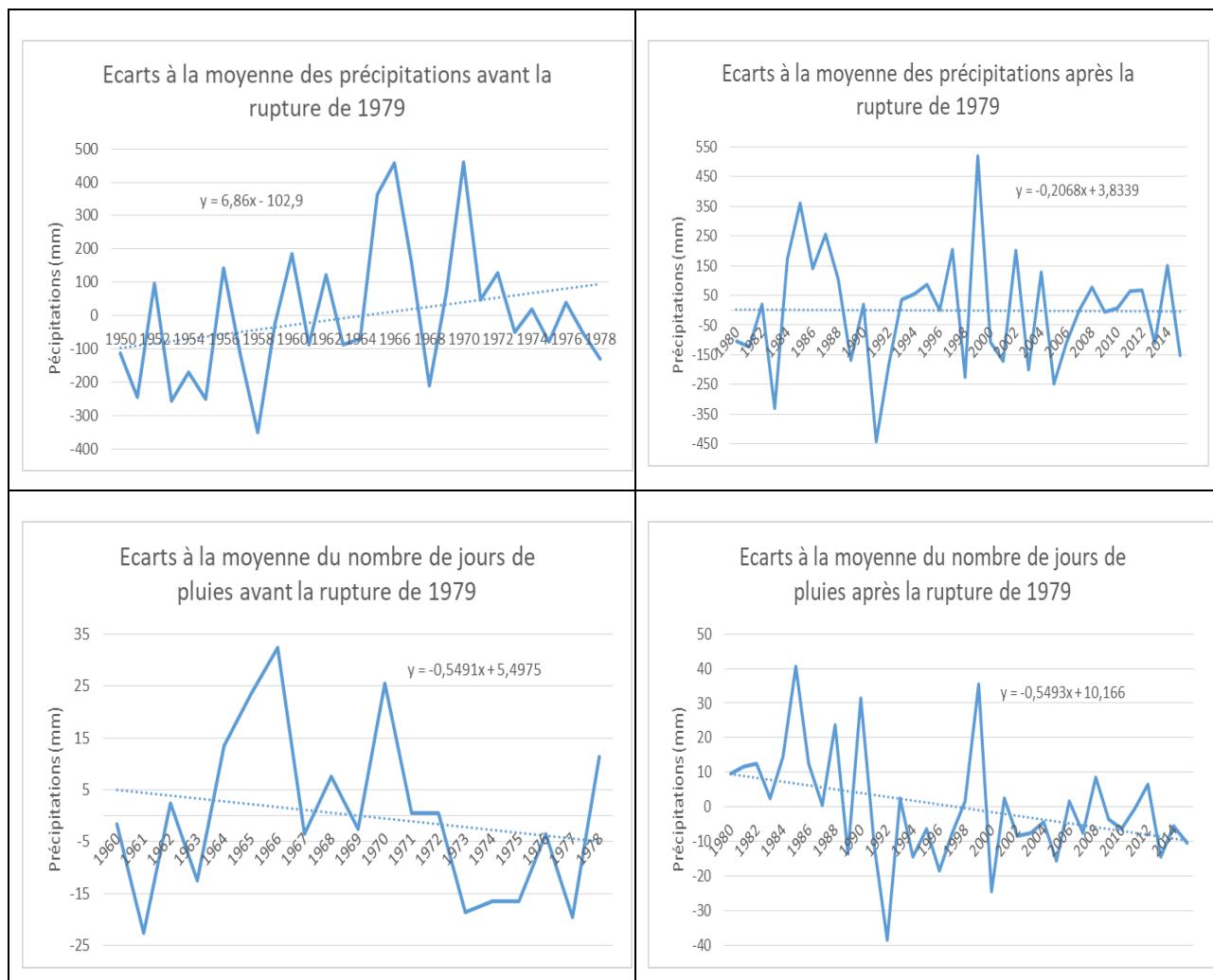


Figure 4.23: Tendance de la pluviométrie avant et après la rupture de 1979 à Ebolowa

Constat 19 :

- les quantités de précipitations ont progressivement augmenté la période avant et diminué après la rupture de 1979 ;
- le nombre de jours de pluies a progressivement diminué avant la rupture, avant d'augmenter après la rupture de 1979 ;
- à l'échelle annuelle et avant la rupture de 1979, les précipitations ont augmenté de 0,0027mm et le nombre de jours de pluies a diminué de 0,0063 jour ;
- à l'échelle annuelle et après la rupture de 1979, les quantités de précipitations ont diminué de 0,0073mm et le nombre de jours de pluies a augmenté de 0,0044 jour ;
- sur la période d'avant la rupture, les quantités de précipitations ont augmenté de 0,08mm, tandis que le nombre de jours de pluies a diminué de 0,12 jour ;
- sur la période d'après la rupture, les quantités de précipitations ont diminué de 0,26mm, tandis que le nombre de jours de pluies a augmenté de 0,16 jour.

4.1.9. Variabilité mensuelle de la pluviométrie dans la Région du Sud

4.1.9.1. Cas d'Ebolowa

D'après les tableaux 4.16 et IV.17 et la figure 4.23, Ebolowa connaît des signes visibles des précipitations sur les douze mois de l'année. Le mois d'octobre est le plus arrosé (314,3mm en moyenne), le mois de janvier étant celui et le moins arrosé (35,51mm). Les quantités desdites précipitations affichent une tendance globale à la diminution, notamment pendant les mois de janvier, février, mars, mai, juin, octobre, novembre et décembre, contre une tendance à l'augmentation pour les mois d'avril, juillet, août, septembre. Par ailleurs, la variabilité des précipitations par rapport à la moyenne affiche un bilan majoritairement déficitaire pour les douze mois, le plus grand déficit (66,66%) étant enregistré en février et le plus petit (51,51%) en avril. Toutefois, pour ce qui est de la diminution des quantités de précipitations sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, on note qu'elle a été respectivement de l'ordre de 0,90 et 0,01mm en janvier, 0,55 et 0,009mm en février, 2,99 et 0,05mm en mars, 11,28 et 0,17mm en avril, 3,20 et 0,05mm en mai, 0,48 et 0,008mm en juin, 0,81 et 0,01mm en octobre, 1,29 et 0,02mm en novembre, 1,41 et 0,02mm en décembre. L'augmentation observée, sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, est respectivement de l'ordre de 2,41mm et 0,04mm en juillet, 3,74mm et 0,06mm en août, 0,18mm et 0,01mm en septembre.

Pour ce qui est du nombre de jours de pluies, on note une évolution similaire à celle des quantités de précipitations, avec notamment une tendance à la diminution les mois de janvier, février, mars, mai, juin, octobre, novembre et décembre, contre une tendance à l'augmentation pour les mois d'avril, juillet, août, septembre. Par rapport à la moyenne, la variabilité des nombres de jours de pluies ici affiche tout aussi un bilan déficitaire pour 58,33% des mois (février, mars, avril, juin, juillet, août et décembre), les mois les plus déficitaires (62,5%) étant février et avril et les plus excédentaires (57,14%) étant janvier et septembre. Sur les 41,66% des mois excédentaires (janvier, mai, septembre, octobre et novembre), les mois les plus excédentaires (57,14) sont janvier et septembre, tandis que les moins excédentaires sont mai, octobre et novembre 51,78%. La diminution du nombre de jours de pluies sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, a été respectivement de l'ordre de 0,90 et 0,01 jour en janvier, 0,55 et 0,009 jour en février, 2,99 et 0,05 jours en mars, 0,87 et 0,01 jour en avril, 3,20 et 0,05 jours en mai, 0,48 et 0,008 jour en juin, 0,81 et 0,02 jour en octobre, 1,29 et 0,02 jour en novembre, 1,41 et

0,02 jour en décembre. Quant à l'augmentation observée sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, elle a été respectivement de 2,41 et 0,04 jours en juillet, 3,74 et 0,06 jours en août, 0,18 et 0,003 jour en septembre.

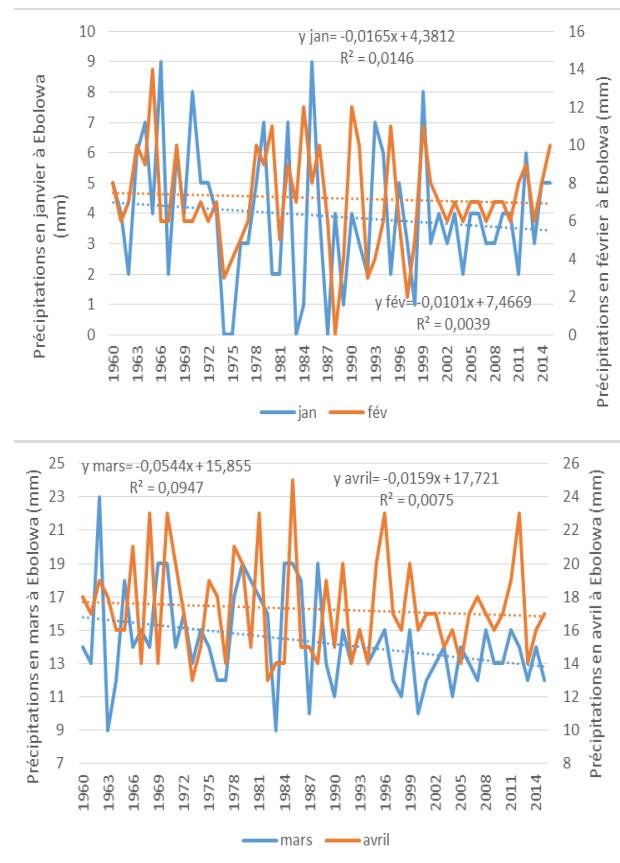
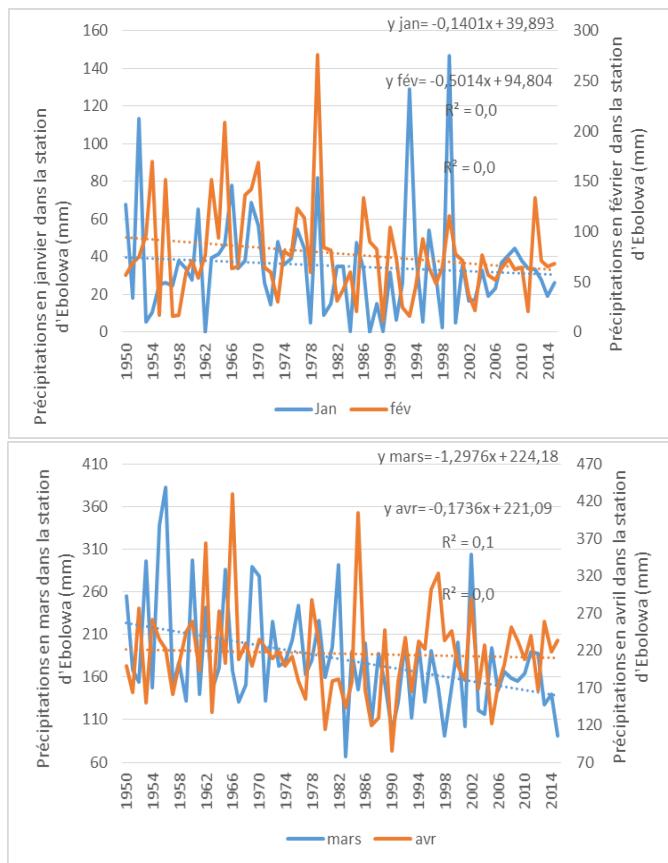
Variabilité des précipitations mensuelles moyennes à Ebolowa

Tableau 4.16: Précipitations							
Mois	Nombre d'années	tendance	Moy	Max	Min	Nombre d'années Excédentaires (%)	Nombre d'années Déficitaires (%)
Janvier	66	↓	35,1	146,7	0	40,90	59,09
Février	66	↓	78	276	11,2	33,33	66,66
Mars	66	↓	180,7	382,7	66,6	39,39	60,60
Avril	66	↓	215,2	429,2	84,7	48,48	51,51
Mai	66	↓	212,1	402,4	93,9	40,90	59,09
Juin	66	↓	156,2	398,4	28,3	37,87	62,12
Juillet	66	↗	62,3	265,5	1	40,90	59,09
Août	66	↗	93,1	293,4	1,7	37,87	62,12
Septembre	66	↗	227,9	381	120,4	46,96	53,03
Octobre	66	↓	314,3	539,3	81,5	46,96	53,03
Novembre	66	↓	177,2	326,9	59,1	46,96	53,03
décembre	66	↓	41,1	156,4	0,3	34,84	65,15

Tableau 4.17: Variabilité du nombre de jours de pluies mensuels moyens à Ebolowa

Mois	Nombre de jours de pluies						
	Nombre d'années	tendance	Moy	Max	Min	Nombre d'années Excédentaires (%)	Nombre d'années Déficitaires (%)
Janvier	56	↓	3,91	9	0	57,14	42,85
Février	56	↓	7,17	14	0	37,5	62,5
Mars	56	↓	14,3	23	9	39,28	60,71
Avril	56	↓	17,26	25	13	37,5	62,5

Mai	56	▼	18,5	25	10	51,78	48,21
Juin	56	▼	14,46	24	9	46,42	53,57
Juillet	56	↗	10,07	21	0	46,42	53,57
Août	56	↗	14,23	22	2	48,21	51,78
Septembre	56	↗	21,78	28	15	57,14	42,85
Octobre	56	▼	23,94	28	15	51,78	48,21
Novembre	56	▼	14,94	23	0	51,78	48,21
décembre	56	▼	5,28	14	0	42,85	57,14



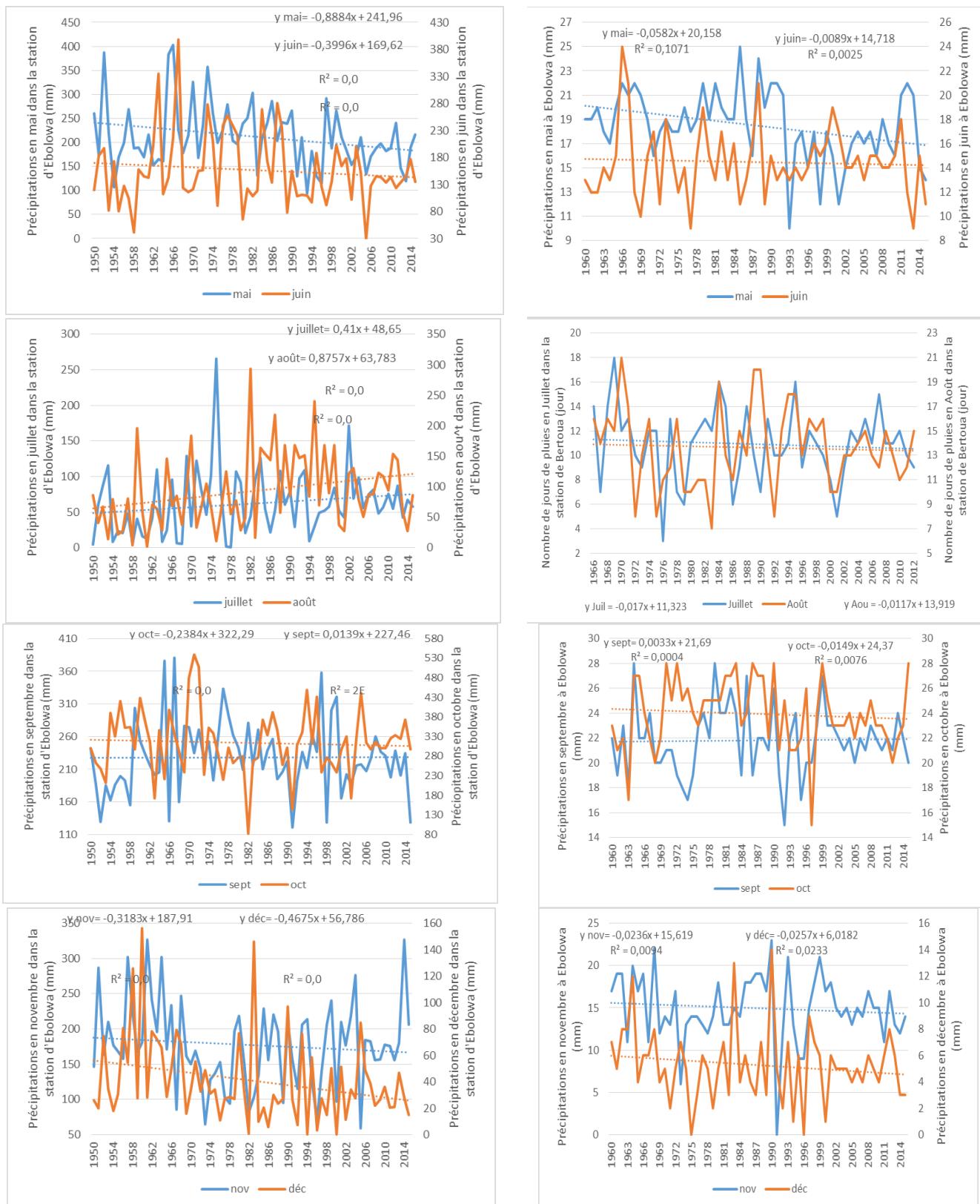


Figure 4.24: Evolution de la pluviométrie mensuelle annuelle à Ebolowa

Constats 20 : Sur la période de l'étude, le climat à Ebolowa, se distingue par une tendance à la diminution des quantités mensuelles de précipitations et du nombre de jours de pluies, à l'exception des mois de juillet, août et septembre qui ont plutôt enregistré une augmentation aussi bien des quantités de précipitations que du nombre de jours de pluies.

pour ce qui est de la diminution des quantités de précipitations sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, on note qu'elle a été respectivement de l'ordre de 0,90 et 0,01mm en janvier, 0,55 et 0,009mm en février, 2,99 et 0,05mm en mars, 11,28 et 0,17mm en avril, 3,20 et 0,05mm en mai, 0,48 et 0,008mm en juin, 0,81 et 0,01mm en octobre, 1,29 et 0,02mm en novembre, 1,41 et 0,02mm en décembre. L'augmentation observée, sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, est respectivement de l'ordre de 2,41mm et 0,04mm en juillet, 3,74mm et 0,06mm en août, 0,18mm et 0,01mm en septembre.

La diminution du nombre de jours de pluies sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, a été respectivement de l'ordre de 0,90 et 0,01 jour en janvier, 0,55 et 0,009 jour en février, 2,99 et 0,05 jours en mars, 0,87 et 0,01 jour en avril, 3,20 et 0,05 jours en mai, 0,48 et 0,008 jour en juin, 0,81 et 0,02 jour en octobre, 1,29 et 0,02 jour en novembre, 1,41 et 0,02 jour en décembre. Quant à l'augmentation observée sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, elle a été respectivement de 2,41 et 0,04 jours en juillet, 3,74 et 0,06 jours en août, 0,18 et 0,003 jour en septembre.

Pour ce qui est de la disponibilité de la ressource en eau, le tableau 4.18 et la figure 4.24 montrent que les précipitations ont une tendance à l'augmentation, qui contraste avec la tendance à la diminution des températures. Ce qui, dans l'ensemble, entraîne une évapotranspiration faible. Ainsi, le bilan hydrique est négatif pendant les mois de janvier (-111,5mm), février (-98,19mm), mars, (-9,96mm), novembre (-53,54mm) et décembre (-108,3mm). La perte mensuelle moyenne en eau lors de la période déficitaire s'élève à 76,29mm, tandis que la quantité mensuelle moyenne d'eau disponible pendant la période excédentaire s'élève à 117,28mm. Ce qui donne un gain mensuel moyen de 40,99mm.

Tableau 4.18 : disponibilité mensuelle de la ressource en eau à Ebolowa

Paramètres	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept	oct	nov	déc
Précipitations	9,92	17,72	113,93	147,85	155,46	198,56	255,84	259,39	284,41	249,25	54,09	6,07
Température	25,28	25,96	25,49	25,203	24,91	24,274	23,52	23,36	23,93	24,20	24,56	24,81
Evapotransp	121,45	115,91	123,89	116,38	116,01	103,54	96,12	94,4	98,54	104,72	107,63	114,46
BHC	-111,5	-98,19	-9,96	31,47	39,44	95,019	159,72	164,98	185,87	144,52	-53,54	-108,3

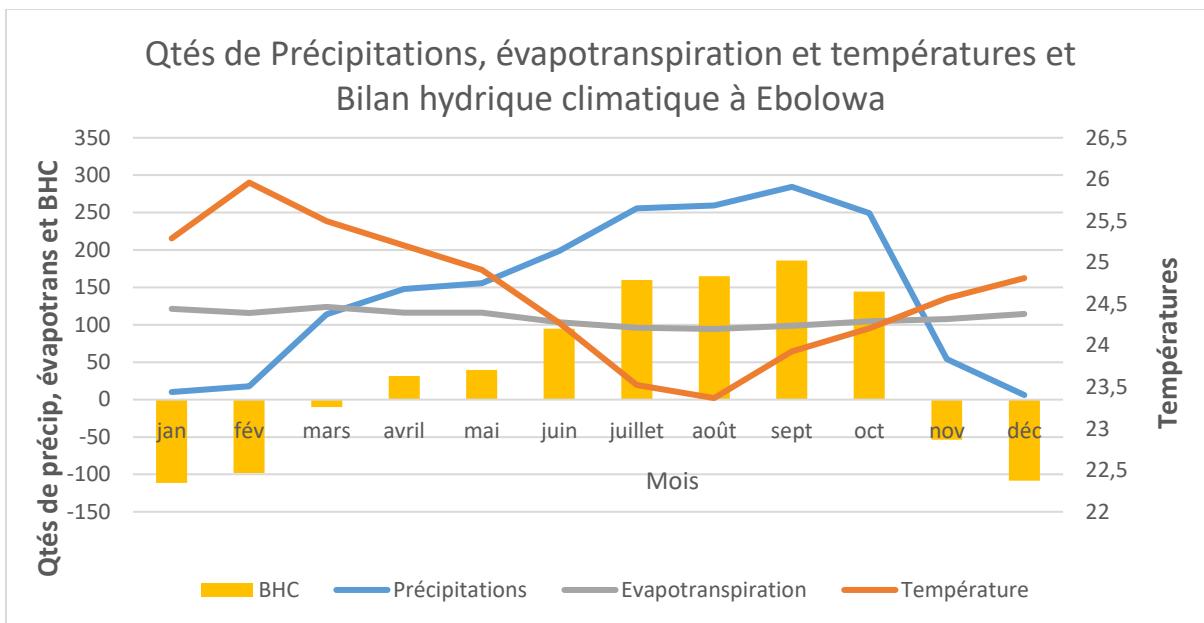


Figure 4.25: Disponibilité de la ressource en eau à l'échelle mensuelle moyenne à Ebolowa

Constat 21: Le bilan hydrique mensuel à Ebolowa se caractérise par une phase déficitaire en janvier, février, mars, novembre et décembre, une phase excédentaire qui va d'avril à octobre. La perte mensuelle moyenne en eau lors de la période déficitaire s'élève à 76,29mm, tandis que la quantité mensuelle moyenne d'eau disponible pendant la période excédentaire s'élève à 117,28mm.

4.1.9.2. Cas de Kribi, Ambam, Campo et Sangmélima

a) A Kribi

En 53 ans, soit de 1960 à 2015 d'après les tableaux 4.19 et la figure 4.25, Kribi a connu des signes visibles de précipitations sur les douze mois de l'année. Les quantités desdites précipitations affichent une tendance globale à la diminution, notamment pendant les mois de janvier, février, mars, mai, septembre, octobre, novembre et décembre, contre une tendance à l'augmentation pour les mois d'avril, juin, juillet, août. Avec 492,72mm, le mois de septembre est celui le plus arrosé, contre 61,77 pour décembre qui est le mois le moins arrosé, tandis que le maximum des maximums, 1119,2mm, a été enregistré en octobre et le minimum des minimums, 00mm, a été enregistré en janvier et en décembre. Par ailleurs, la variabilité des précipitations par rapport à la moyenne affiche un bilan majoritairement déficitaire pour 75% des mois (février, avril, mai, juillet, août, septembre, octobre, novembre et décembre), le plus grand nombre de déficit (66,03%) ayant été enregistré en juillet et le plus petit (50,94%) en octobre. Des 25% de

mois ayant enregistré des précipitations excédentaires, le maximum de cas (52,83%) a été observé en juin, tandis que le plus petit nombre de cas excédentaires a été observé en janvier et mars (50,94%). Toutefois, pour ce qui est de la diminution des quantités de précipitations sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, on note qu'elle a été respectivement de l'ordre de 18,60 et 0,35mm en janvier, 58,99 et 1,11mm en février, 18,95 et 0,35mm en mars, 51,07 et 0,96mm en mai, 0,94 et 0,01mm en septembre, 121,66, et 2,29mm en octobre, 69,19 et 1,30mm en novembre, 27,84 et 0,52mm en décembre. L'augmentation observée, sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, est respectivement de l'ordre de 22,30 et 0,42mm en avril, 117,10 et 2,20mm en juin, 355,99 et 6,71mm en juillet, 272,55 et 5,14mm en août.

Tableau 4.19: Caractéristiques des précipitations mensuelles moyennes à Kribi

Mois	Nombre d'années d'observation	Tendances	Moyenne	Max	Min	Nombre d'années Excédentaires	Nombre d'années Déficitaires
Janvier	53	↓	70,58	168,7	0	50,94	49,05
Février	53	↓	80,72	257,3	4,2	39,62	60,37
Mars	53	↓	184,47	315,4	21,1	50,94	49,05
Avril	53	↗	251,86	453,1	111,4	45,28	54,71
Mai	53	↓	294,72	645,2	123	45,28	54,71
Juin	53	↗	284,36	647,6	71	52,83	47,16
Juillet	53	↗	227,84	962,6	10,3	33,96	66,03
Août	53	↗	286	871,3	20,6	39,62	60,37
Septembre	53	↓	492,72	871,2	0	45,28	54,71
Octobre	53	↓	464,63	1119,2	174,1	49,05	50,94
Novembre	53	↓	181,58	337,7	6,6	47,16	52,83
décembre	53	↓	61,77	180,2	0	45,28	54,71

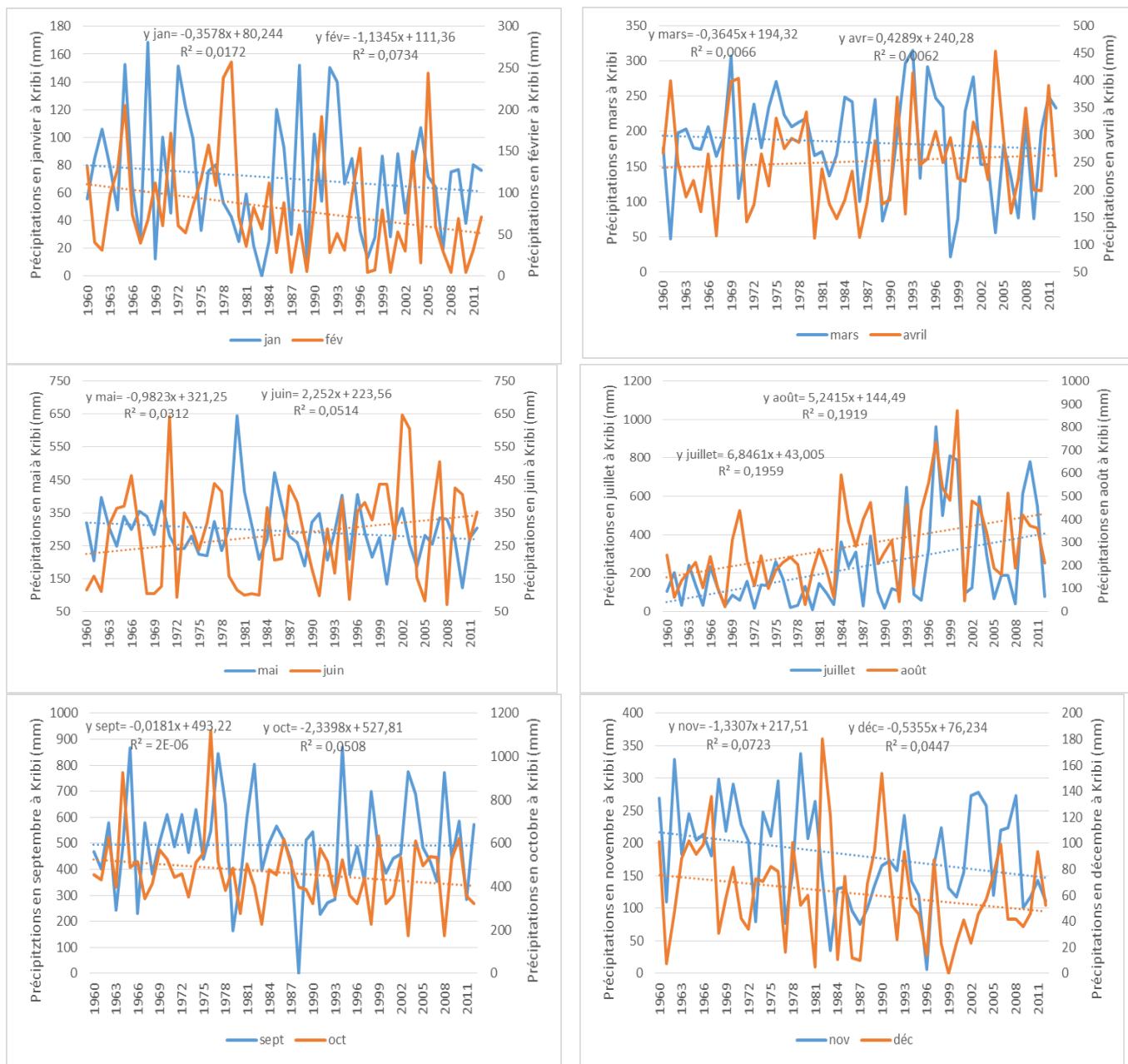


Figure 4.26 : Evolution des précipitations mensuelles annuelles à Kribi

Constat 21: Le climat de Kribi présente une tendance globale à la diminution des quantités de précipitations reçues à l'échelle mensuelle, à l'exception des mois d'avril, juin, juillet et août dont la tendance des précipitations est à l'augmentation.

Pour ce qui est de la diminution des quantités de précipitations sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, on note qu'elle a été respectivement de l'ordre de 18,60 et 0,35mm en janvier, 58,99 et 1,11mm en février, 18,95 et 0,35mm en mars, 51,07 et 0,96mm en mai, 0,94 et 0,01mm en septembre, 121,66, et 2,29mm en octobre, 69,19 et 1,30mm en novembre, 27,84 et 0,52mm en décembre. L'augmentation observée, sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, est

respectivement de l'ordre de 22,30 et 0,42mm en avril, 117,10 et 2,20mm en juin, 355,99 et 6,71mm en juillet, 272,55 et 5,14mm en août.

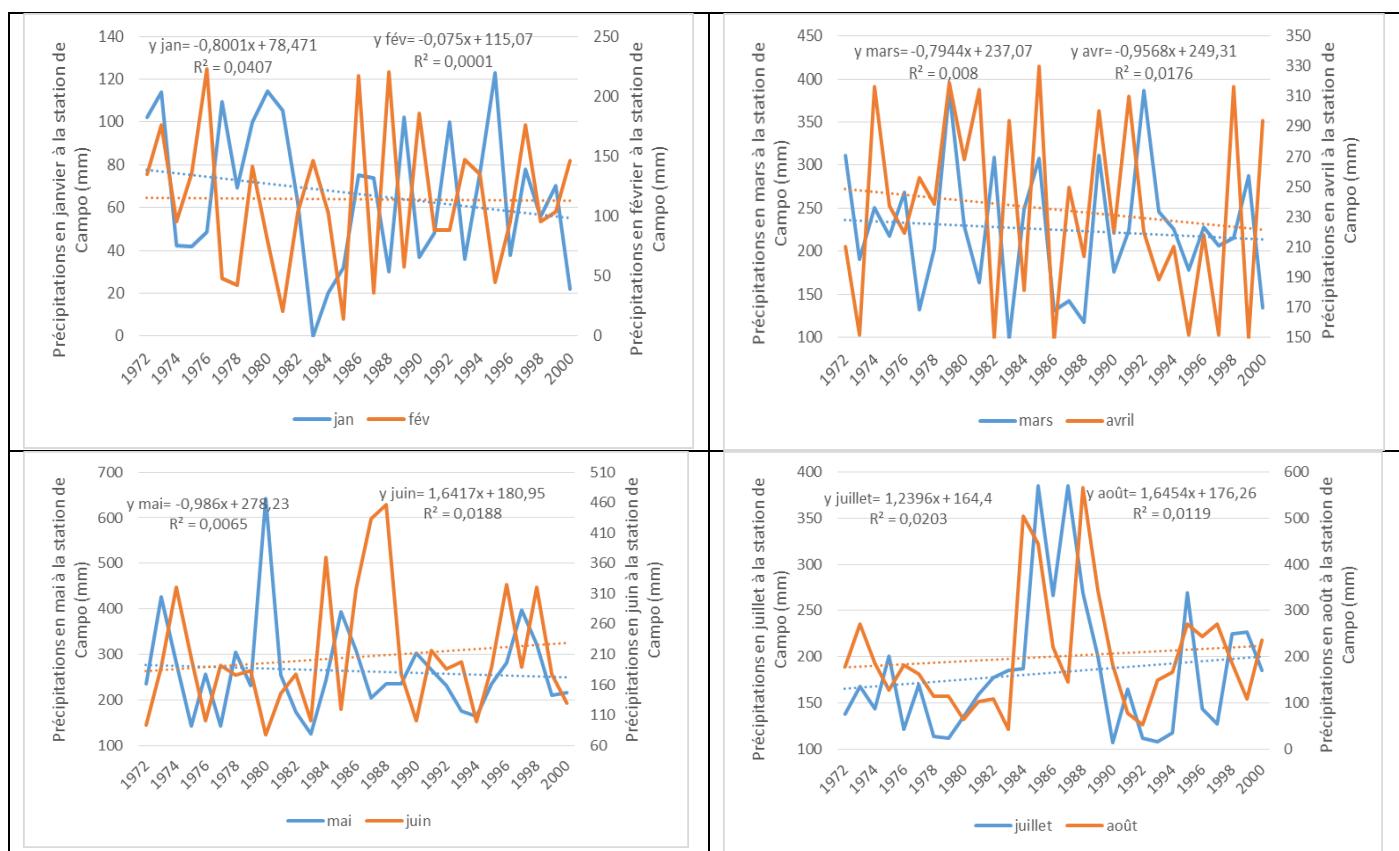
b) A Campo

En 29 ans, soit de 1972 à 2000, Campo a été arrosé pendant les douze mois de l'année. Les quantités desdites précipitations affichent une tendance globale à la diminution, notamment pendant les mois de janvier, février, mars, avril, mai, septembre, octobre et novembre, contre une tendance à l'augmentation pour les mois de juin, juillet, août et septembre (tableau 4.20 et figure 4.26). Avec 471,85mm, le mois d'octobre est celui le plus arrosé, contre 66,46mm pour janvier qui est le mois le moins arrosé, tandis que le maximum des maximums, 645,3mm, a été enregistré en septembre et le minimum des minimums, 00mm, a été enregistré en janvier et en décembre. Par ailleurs, la variabilité des précipitations par rapport à la moyenne affiche un bilan majoritairement déficitaire pour 83,33%, à l'exception des mois de février et septembre, excédentaires à 51,72%. Le plus grand nombre de déficit (72,41%) a été enregistré en mars et juin et le plus petit (51,72%) en avril. Toutefois, pour ce qui est de la diminution des quantités de précipitations sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, on note qu'elle a été respectivement de l'ordre de 22,40 et 0,77mm en janvier, 2,1 et 0,07mm en février, 22,24 et 0,76mm en mars, 26,79 et 0,92mm en avril, 27,60 et 0,95mm en mai, 65,94 et 2,27mm en septembre, 147,26, et 5,07mm en octobre, 62,41 et 2,15mm en novembre. L'augmentation observée, sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, est respectivement de l'ordre de 45,96 et 1,58mm en juin, 34,70 et 1,19mm en juillet, 46,07 et 1,58mm en août, 272,55 et 5,14mm en août, 8,44 et 0,29mm en décembre.

Tableau 4.20: Caractéristiques des précipitations mensuelles annuelles à Campo

Mois	Nombre d'années d'observation	Tendances	Moy	Max	Min	Nombre d'années Excédentaires (%)	Nombre d'années Déficitaires (%)
Janvier	29	↓	66,46	123	0	51,72	48,27
Février	29	↓	133,94	222,6	14,4	41,37	58,62
Mars	29	↓	255,13	386,9	98,5	27,58	72,41
Avril	29	↓	234,95	330	148	48,27	51,72
Mai	29	↓	263,44	642,7	125,4	37,93	62,06

Juin	29	↗	205,57	456,8	76,9	27,56	72,41
JUILLET	29	↗	183	384,9	107	41,37	58,62
Août	29	↗	200,93	565,9	43	34,48	65,51
Septembre	29	↘	377,28	645,3	129,8	51,72	48,27
Octobre	29	↘	471,85	909	237	41,37	58,62
Novembre	29	↘	205,1	384,1	23	44,82	55,17
décembre	29	↗	68,21	162,9	0	41,37	58,62



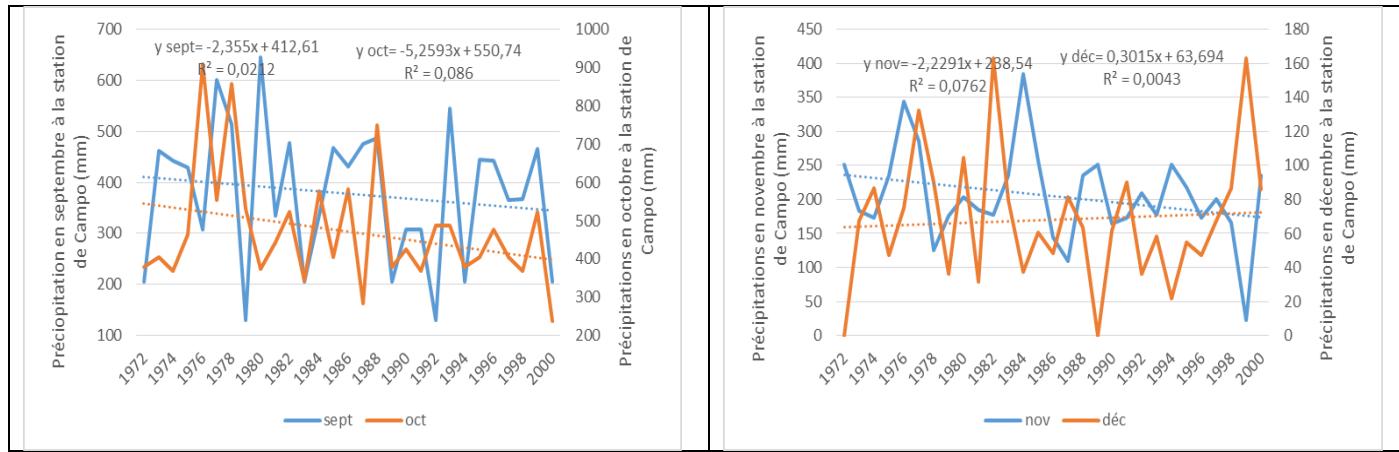


Figure 4.27: Evolution des précipitations mensuelles annuelles à Campo

Constat 23: Les quantités de précipitations à Campo présentent une tendance globale à la diminution à l'échelle mensuelle, à l'exception des mois de juin, juillet, août et décembre dont la tendance des précipitations est à l'augmentation.

Pour ce qui est de la diminution des quantités de précipitations sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, on note qu'elle a été respectivement de l'ordre de 22,40 et 0,77mm en janvier, 2,1 et 0,07mm en février, 22,24 et 0,76mm en mars, 26,79 et 0,92mm en avril, 27,60 et 0,95mm en mai, 65,94 et 2,27mm en septembre, 147,26, et 5,07mm en octobre, 62,41 et 2,15mm en novembre. L'augmentation observée, sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, est respectivement de l'ordre de 45,96 et 1,58mm en juin, 34,70 et 1,19mm en juillet, 46,07 et 1,58mm en août, 272,55 et 5,14mm en août, 8,44 et 0,29mm en décembre.

c) A Ambam

Sur la fourchette de données disponibles, Ambam a été arrosé pendant les douze mois de l'année. Les quantités des précipitations ici affichent une tendance globale à l'augmentation, notamment pendant les mois de janvier, mars, mai, juin, août, septembre et décembre, contre une tendance à l'augmentation pour les mois de février, avril, juillet octobre et novembre (Tableau 4.21 et figure 4.27). Avec 313,63mm, le mois d'octobre est celui le plus arrosé, contre 32,40mm pour janvier qui est le mois le moins arrosé, tandis que le maximum des maximums, 486,8mm, a été enregistré en octobre et le minimum des minimums, 00mm, a été enregistré en janvier, février et en décembre. Malgré une tendance globale à l'augmentation, la variabilité des précipitations par rapport à la moyenne affiche un bilan majoritairement déficitaire pour 58,33% des mois (janvier, février, mars, mai, juin, septembre, novembre et décembre, à l'exception des mois de février et septembre, pour un plus grand nombre de déficit (69,56%) a été enregistré en décembre et le plus petit (52,17%) en juin. Des 41,66% des mois ayant été excédentaires, le plus grand

nombre de cas (56,52%) a été observé en juillet (65,21%), tandis que le plus petit nombre de cas a été observé en octobre. Toutefois, pour ce qui est de l'augmentation des quantités de précipitations sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, on note qu'elle a été respectivement de l'ordre de 12,19 et 0,53mm en janvier, 11,31 et 0,49mm en mars, 103,72 et 4,50mm en mai, 37,08 et 1,61mm en juin, 30,36 et 1,32mm en août, 38,58 et 1,67mm en octobre, 1,61, et 0,07mm en décembre. La diminution observée, sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, est respectivement de l'ordre de 12,79 et 0,55mm en février, 46,75 et 2,03mm en avril, 40,29 et 1,75mm en juillet, 39,40 et 1,71mm en septembre, 3,86 et 0,16mm en novembre.

Tableau 4.21: Caractéristiques des précipitations mensuelles annuelles à Ambam

Mois	Nombre d'années d'observation	Tendances	Moy	Max	Min	Nombre d'années Excédentaires (%)	Nombre d'années Déficitaires (%)
Janvier	23	↗	32,40	162,6	0	34,78	65,21
Février	23	↘	70,03	196,7	0	43,47	56,52
Mars	23	↗	163,40	241,9	49,1	43,47	56,52
Avril	23	↘	209,68	315,4	34	60,86	39,13
Mai	23	↗	181,64	373,7	92,7	43,47	56,52
Juin	23	↗	122,28	176,1	54,5	47,82	52,17
Juillet	23	↘	76,16	123	11,7	65,21	34,78
Août	23	↗	100,43	241,2	15	60,86	39,13
Septembre	23	↘	219,86	385	135,4	34,78	65,21
Octobre	23	↗	313,63	486,8	150,9	56,52	43,47
Novembre	23	↘	185,13	374,6	100,3	43,47	56,52
décembre	23	↗	36,13	182,6	0	30,43	69,56

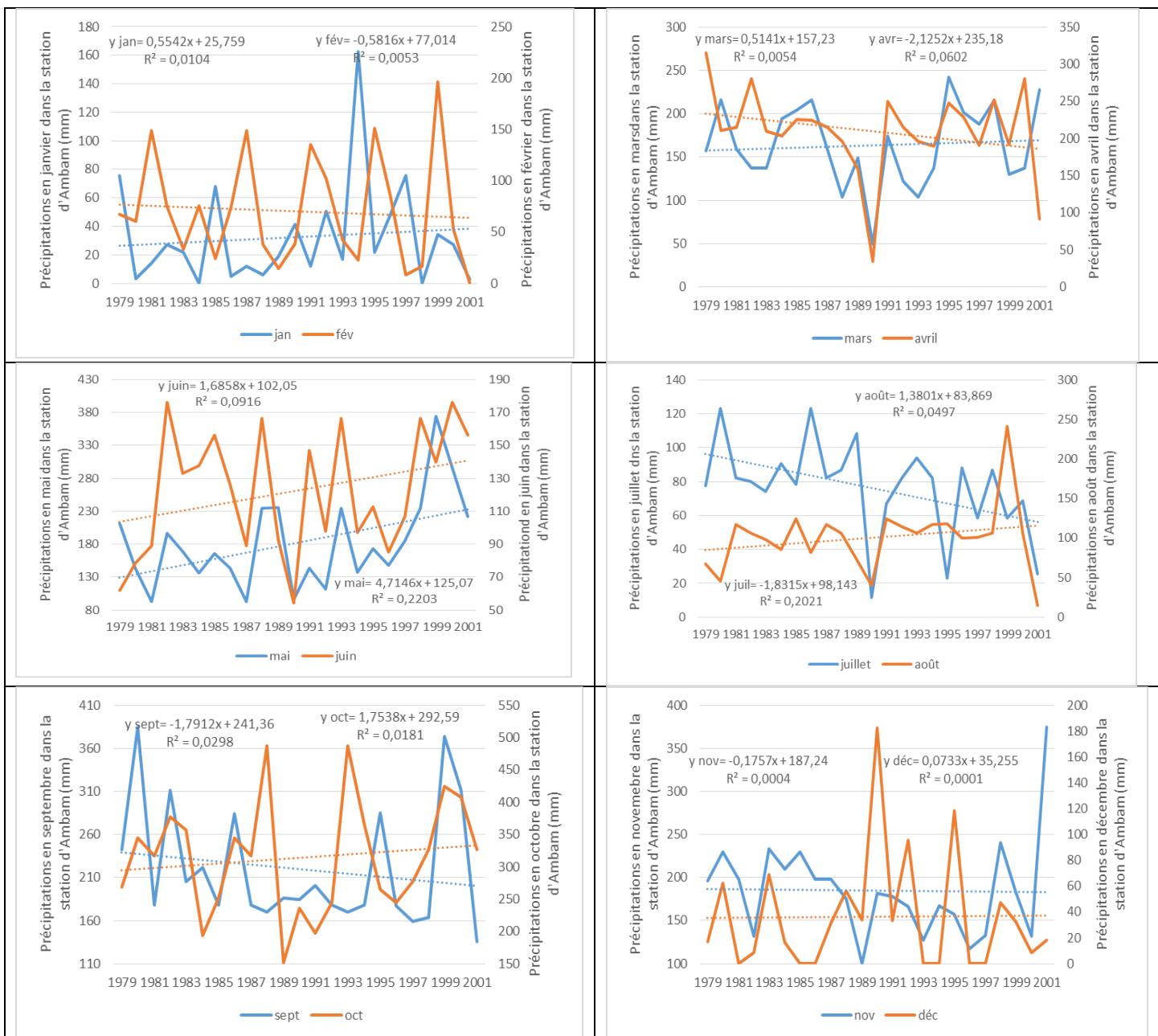


Figure 4.28: Evolution des précipitations mensuelles annuelles à Ambam

Constat 24: Sur la période de l'étude, les précipitations mensuelles affichent une tendance globale à l'augmentation, notamment pour les mois de janvier, mars, mai, juin, octobre, décembre, contre une tendance à la diminution pour les mois de février, avril, juillet, août, septembre, novembre.

Pour ce qui est de l'augmentation des quantités de précipitations sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, on note qu'elle a été respectivement de l'ordre de 12,19 et 0,53mm en janvier, 11,31 et 0,49mm en mars, 103,72 et 4,50mm en mai, 37,08 et 1,61mm en juin, 30,36 et 1,32mm en août, 38,58 et 1,67mm en octobre, 1,61, et 0,07mm en décembre. Les cas de diminution

observés, sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, sont respectivement de l'ordre de 12,79 et 0,55mm en février, 46,75 et 2,03mm en avril, 40,29 et 1,75mm en juillet, 39,40 et 1,71mm en septembre, 3,86 et 0,16mm en novembre.

d) A Sangmélima

Sur la base des données disponibles, Sangmélima reçoit des précipitations pendant les douze mois de l'année. Lesdites précipitations affichent une tendance à l'augmentation pour 50% des mois (février, avril, mai, juin, juillet, août), contre une tendance à la diminution les 50% autres (janvier, mars, septembre, octobre, novembre et décembre) (tableau 22 et figure 4.28). Le mois de septembre enregistre le record maximal de précipitations, soit 23,94mm, contre 26,58mm pour le mois de janvier qui enregistre le record minimal. Par ailleurs, on note un plus grand nombre de mois aux quantités de précipitations déficitaires. Il s'agit des mois de janvier, février, mars, avril, septembre et octobre avec 55,55% des années d'observation chacun, des mois de novembre et décembre, avec 66,66% des années d'observation chacun. Les seuls mois ayant été globalement excédentaires sont juin, juillet et août, à hauteur notamment de 55,55%.

Le niveau d'augmentation sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle est respectivement de 23,16 et 2,57mm en février, 21,74 et 2,41mm en avril, 0,18 et 0,02mm en mai, 74,25 et 8,25mm en juin, 72,21 et 8,02mm en novembre et 10,14 et 1,12mm en décembre. Dans le même temps, les cas de diminution observés sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, sont respectivement de 11,81 et 1,31mm en janvier, 53,22 et 5,91mm en mars, 66,76 et 7,41mm en juillet, 6,93 et 0,77mm en août, 24,38 et 2,70mm en septembre, 152,38 et 16,13mm en octobre.

Tableau 4.22: Caractéristiques des précipitations mensuelles annuelles à Sangmélima

Mois	Nombre d'années d'observation	Tendances	Moy	Max	Min	Nombre d'années Excédentaires	Nombre d'années Déficitaires
Janvier	9	↘	53,86	138,5	0,8	44,44%	55,55%
Février	9	↗	52,66	129,3	0,2	44,44%	55,55%
Mars	9	↘	152,7	240,3	86,9	44,44%	55,55%
Avril	9	↗	176,96	319,7	79,7	44,44%	55,55%
Mai	9	↗	202,97	313,2	89,7	66,66%	33,33%
Juin	9	↗	162,96	242,2	63,2	55,55%	44,44%
Juillet	9	↘	76,83	145,6	1,5	55,55%	44,44%

Août	9	↙	105,21	189,2	6,8	55,55%	44,44%
Septembre	9	↙	234,31	310,8	161,9	44,44%	55,55%
Octobre	9	↙	272,51	402,4	216,7	44,44%	55,55%
Novembre	9	↗	144,51	307,4	56,4	33,33%	66,66%
décembre	9	↗	28,02	62,5	5,6	33,33%	66,66%

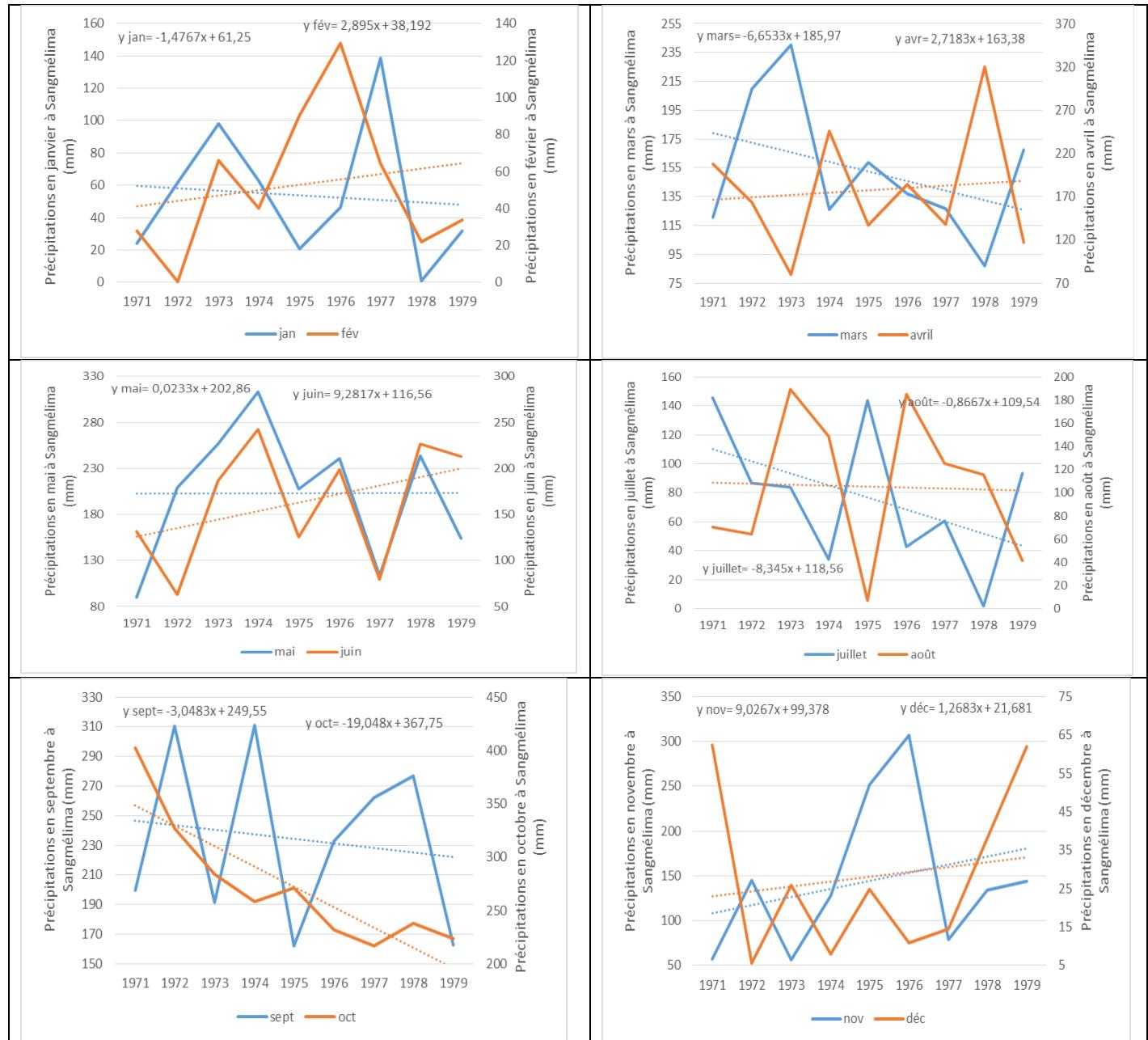


Figure 4.29: Evolution des précipitations mensuelles annuelles à Sangmélima.

Constat 25: Sur la période de l'étude, les précipitations mensuelles affichent une tendance à l'augmentation pour les mois de février, avril, mai, juin, novembre et décembre, une tendance à la diminution pour les mois de janvier, mars, juillet, août, septembre et octobre.

Le niveau d'augmentation décembre sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle est respectivement de 23,16 et 2,57mm en février, 21,74 et 2,41mm en avril, 0,18 et 0,02mm en mai, 74,25 et 8,25mm en juin, 72,21 et 8,02mm en novembre et 10,14 et 1,12mm en décembre. Dans le même temps, les cas de diminution observés sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, sont respectivement de 11,81 et 1,31mm en janvier, 53,22 et 5,91mm en mars, 66,76 et 7,41mm en juillet, 6,93 et 0,77mm en août, 24,38 et 2,70mm en septembre, 152,38 et 16,13mm en octobre.

4.2. EVOLUTION DES TEMPERATURES DANS LA REGION DU SUD CAMEROUN

4.2.1. Evolution annuelle des températures maximales, minimales et moyennes à Ebolowa

Le tableau 4.23 et la figure 4.29 ci-dessous révèlent qu'Ebolowa a connu une évolution ascendante des températures annuelles maximales, minimales et moyennes, sur la période allant de 1975 à 2007. La moyenne annuelle des températures maximales est de 28,82°C, avec une maximale de 29,75°C et une minimale de 27,65°C. Pour ce qui est des températures annuelles minimales, la moyenne a été de 20,45°C, avec une maximale de 21,55°C et une minimale de 19,94°C. Quant aux températures annuelles moyennes, elles ont présenté une moyenne de 24,62°C, pour une maximale de 25,43°C et une minimale de 24,01°C.

A l'échelle de la période de l'étude, les températures maximales, minimales et moyennes annuelles ont augmenté respectivement de 1,08°C, 0,34°C et 0,66°C, ce qui donne une augmentation annuelle respective de 0,03°C, 0,01°C et 0,02°C.

Tableau 4.23 : Caractéristiques des températures annuelles à Ebolowa

Températures (°C)	Tendances	Moy (°C)	Max (°C)	Min (°C)	Niveau d'augmentation/diminution	
					Sur la période de l'étude	A l'échelle annuelle
MAX	↗	28,82	29,75	27,65	1,08	0,03
MIN	↗	20,45	21,55	19,94	0,34	0,01
MOY	↗	24,62	25,43	24,01	0,66	0,02

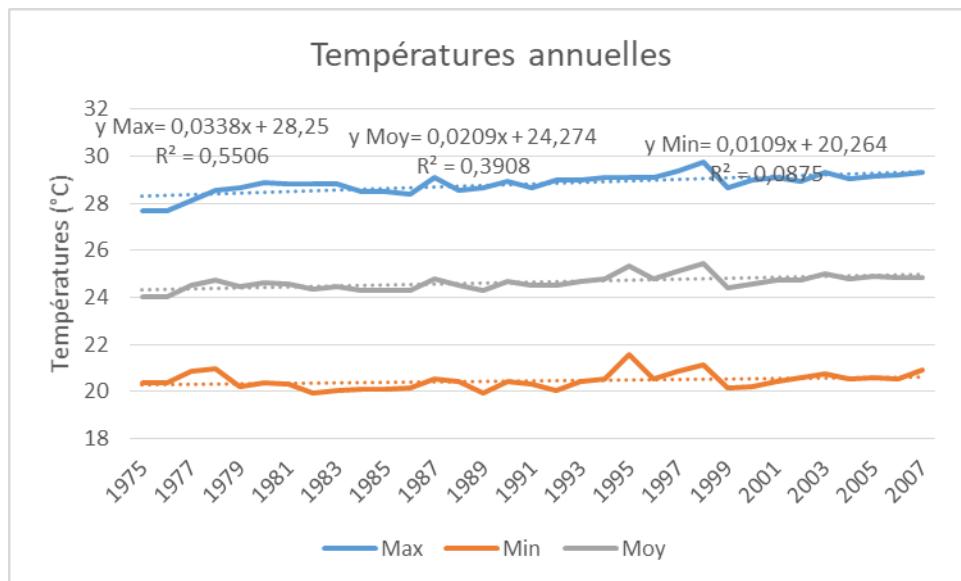


Figure 4.30: Evolution des températures annuelles à Ebolowa

Constat 25: On note une tendance globale à l'augmentation des températures annuelles maximales, minimales et moyennes à Ebolowa, avec des moyennes respectives de $28,82^{\circ}\text{C}$, $20,45^{\circ}\text{C}$ et $24,62^{\circ}\text{C}$.

4.2.2. Evolution saisonnière des températures maximales et minimales à Ebolowa

Sur la période de l'étude, on note une tendance globale à l'augmentation des températures maximales et minimales saisonnières, à l'exception de la petite saison sèche pour les températures minimales, qui affiche une tendance à la diminution. La moyenne saisonnière des températures maximales est de $29,24^{\circ}\text{C}$ pour la grande saison sèche, $29,80^{\circ}\text{C}$ pour la petite saison des pluies, $27,28^{\circ}\text{C}$ pour la petite saison sèche, $28,27^{\circ}\text{C}$ pour la grande saison des pluies (tableau 4.24 et figure 4.30). Quant aux températures minimales saisonnières, elles ont été de $20,76^{\circ}\text{C}$ pour la grande saison des pluies, $20,60^{\circ}\text{C}$ pour la petite saison des pluies, $20,16^{\circ}\text{C}$ pour la petite saison des pluies et $20,20^{\circ}\text{C}$ pour la grande saison des pluies. Dans le même temps on remarque que les records des maximales enregistrées pour les températures sont respectivement de $31,33^{\circ}\text{C}$ pour la grande saison sèche, $31,53^{\circ}\text{C}$ pour la petite saison des pluies, $28,2^{\circ}\text{C}$ pour la petite saison sèche et $29,33^{\circ}\text{C}$ pour la grande saison des pluies, tandis que les records des températures minimales sont de $19,13^{\circ}\text{C}$ pour la grande saison sèche, $19,93^{\circ}\text{C}$ pour la petite saison des pluies, $18,93^{\circ}\text{C}$ pour la petite saison sèche et $19,43^{\circ}\text{C}$ pour la grande saison des pluies.

Le rythme d'augmentation des températures maximales sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle est respectivement de 1,29 et 0,3°C pour la grande saison sèche, 1,33 et 0,04°C pour la petite saison des pluies, 0,69 et 0,02°C pour la petite saison sèche, 1 et 0,03°C pour la grande saison des pluies. Quant aux températures minimales, l'augmentation sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle est respectivement de 0,48 et 0,01°C pour la grande saison sèche, 0,47 et 0,01°C pour la petite saison sèche, 0,07 et 0,002°C pour la grande saison des pluies, tandis que à la diminution observée à la petite saison des pluies elle est de 0,02°C sur la période de l'étude et 0,0007°C à l'échelle annuelle.

Tableau 4.24 : Caractéristiques des températures saisonnières à Ebolowa

	Températures maximales				Températures minimales							
	Tendance	Moy	Max	Min	Niveau d'augmentation/diminution		Tendance	Moy	Max	Min	Niveau d'augmentation/diminution	
					1975-2007	annuelle					1975-2007	annuelle
GSS	↗	29,94	31,33	28,1	1,29	0,03	↗	20,76	23,13	19,13	0,48	0,01
PSP	↗	29,80	31,53	28,66	1,33	0,04	↘	20,60	21,76	19,93	0,02	0,0007
PSS	↗	27,28	28,2	25,63	0,69	0,02	↗	20,16	20,7	18,93	0,47	0,01
GSP	↗	28,27	29,33	26,86	1	0,03	↗	20,20	20,83	19,43	0,07	0,002

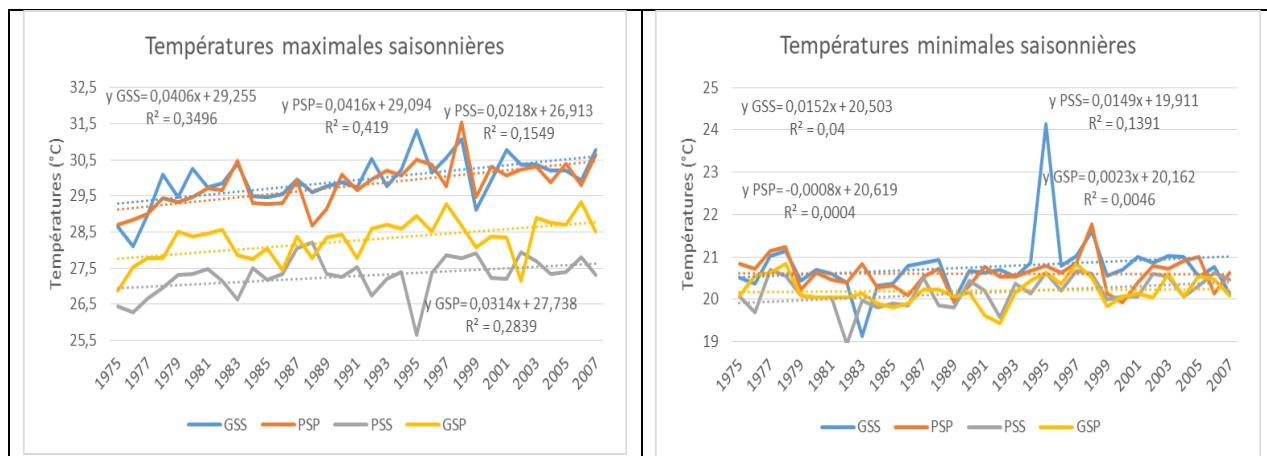


Figure 4.31 : Evolution des températures saisonnières à Ebolowa

Constat 27: On note une tendance globale à l'augmentation des températures maximales et minimales saisonnières, à l'exception de la petite saison sèche pour les températures minimales, qui affiche une tendance à la diminution.

Pour les températures maximales, l'augmentation sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle est respectivement de 1,29 et 0,3°C pour la grande saison sèche, 1,33 et 0,04°C pour la petite saison des pluies, 0,69 et 0,02°C pour la petite saison sèche, 1 et 0,03°C pour la grande saison des pluies.

Pour les températures minimales, l'augmentation sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle est respectivement de 0,48 et 0,01°C pour la grande saison sèche, 0,47 et 0,01°C pour la petite saison sèche, 0,07 et 0,002°C pour la grande saison des pluies. Quant à la diminution observée à la petite saison des pluies elle est de 0,02°C sur la période de l'étude et 0,0007°C à l'échelle annuelle.

4.2.3. Evolution des températures mensuelles à Ebolowa

4.2.3.1. Evolution des températures mensuelles maximales

La température maximale mensuelle observée à Ebolowa entre 1975 et 2007 est de 28,82°C. De la lecture du tableau 4.25 et de la figure 4.31 ci-dessous, il ressort que les températures moyennes mensuelles maximales et les moyennes diminuent progressivement à partir du mois de février pour atteindre les niveaux les plus bas au mois d'août et remonter progressivement jusqu'au mois de janvier. Pour ce qui est des minimales des maximales, elles évoluent en dents de scie de mars à octobre. Les moyennes enregistrées, les plus élevées, sont de 32,4°C pour la maximale, 30,8°C pour la moyenne et 28,3°C pour les minimales.

Tableau 4.25 : Caractéristiques des températures mensuelles maximales à Ebolowa

	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept	oct	nov	déc	Moyenne
MAX (°C)	31,6	34,5	32,4	32,4	30,6	29,5	28,2	27,9	29	30,4	29,7	30,7	30,57
MOY (°C)	29,9	30,8	30,3	29,8	29,2	28,1	27	26,7	27,8	28,2	28,7	29	28,59
MIN (°C)	28,2	28,2	29	26	28,3	26,9	26	20,6	24,2	27	27,1	27,9	26,61

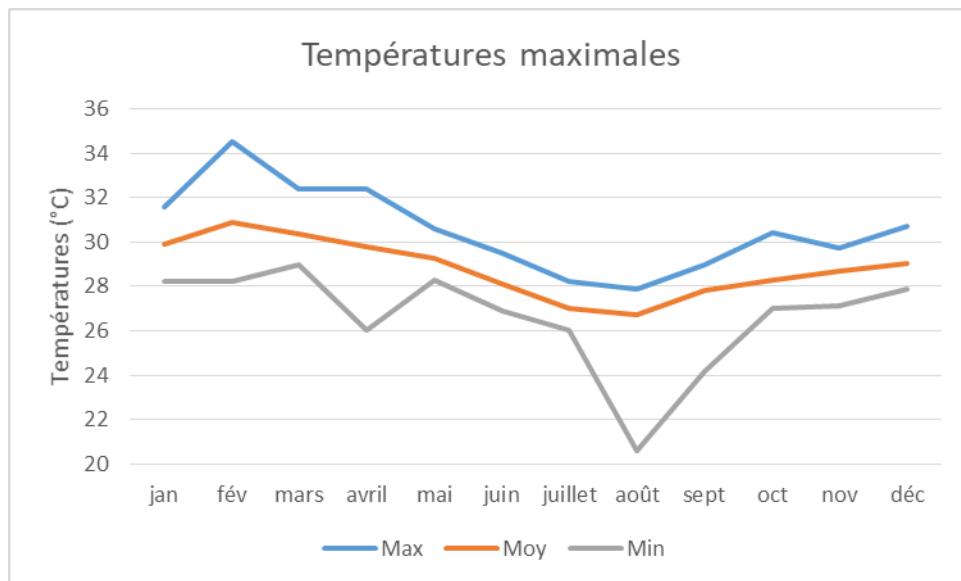


Figure 4.32: Evolution des températures mensuelles maximales à Ebolowa

Constat 28: Les températures mensuelles maximales diminuent progressivement de février à août, avant de prendre une allure ascendante jusqu'en décembre, pour une température maximale moyenne de 28,82°C.

4.2.3.2. Evolution des températures minimales mensuelles

La température minimale mensuelle observée à Ebolowa entre 1975 et 2007 est de 20,43°C. L'évolution desdites températures rend compte d'une tendance globale à la diminution, avec une moyenne de 22,06°C pour les maximales, 20,43°C pour les moyennes et 19,15°C pour les minimales (tableau 4.26 et figure 4.32). Les moyennes enregistrées, les plus basses, sont de 21,1°C pour la maximale, 20°C pour la moyenne et 17,1°C pour les minimales.

Tableau 4.26 : Caractéristiques des températures minimales mensuelles à Ebolowa

	jan	fév	mars	avril	mai	juin	Juillet	août	sept	oct	nov	déc	Moyenne
MAX (°C)	22	30,1	22	21,8	21,5	21,3	20,7	21,1	20,8	20,9	21,1	21,5	22,06
MOY (°C)	20,6	21	20,6	20,6	20,5	20,4	20	20	20	20,1	20,4	20,5	20,43
MIN (°C)	17,1	19,7	19,7	19,9	19,8	19,6	18,7	17,7	24,2	27	27,1	27,9	19,15

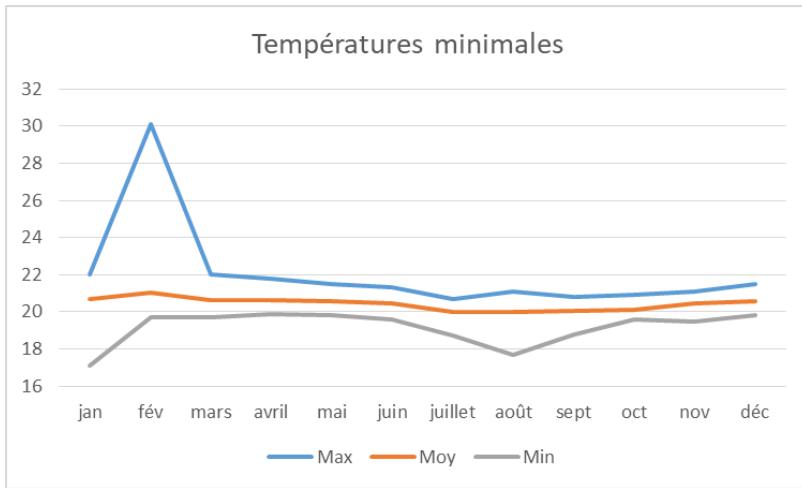


Figure 4.33 : Evolution des températures minimales mensuelles à Ebolowa

Constat 29: Les températures minimales mensuelles affichent globalement une tendance à la diminution, pour une moyenne de 20,43°C.

4.2.3.3. Evolution des températures moyennes mensuelles

La température moyenne mensuelle observée à Bertoua entre 1975 et 2005, est de 24,62°C. Les températures moyennes maximales présentent une évolution ascendante de janvier (26,3°C) à février (32,3°C), puis une phase relativement descendante jusqu'en août (24,05°C), laquelle phase descendante est suivie par une nouvelle séquence ascendante jusqu'au mois de décembre (25,6°C) (tableau 4.27 et figure 4.33). La même trajectoire est observée au niveau des températures moyennes, avec une augmentation de janvier (25,2°C) à février (25,9°C), une phase de diminution de février à août (23,3°C), puis une phase d'augmentation jusqu'en décembre (24,8°C). Pour ce qui est des moyennes minimales des températures, la tendance globale est certes à la diminution comme les maximales et les moyennes, avec cependant une évolution en dents de scie.

Tableau 4.27 : Caractéristiques des températures moyennes à Ebolowa

	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept	oct	nov	déc	Moyenne
MAX (°C)	26,3	32,3	26,8	27,1	26,05	24,85	24,45	24,05	24,85	25,5	25,3	25,6	26,09
MOY (°C)	25,2	25,9	25,4	25,2	24,9	24,2	23,5	23,3	23,9	24,2	24,5	24,8	24,62
MIN (°C)	24,1	24,3	24,45	23,3	24,25	23,55	22,5	20,6	22,1	23,55	23,55	23,85	23,34

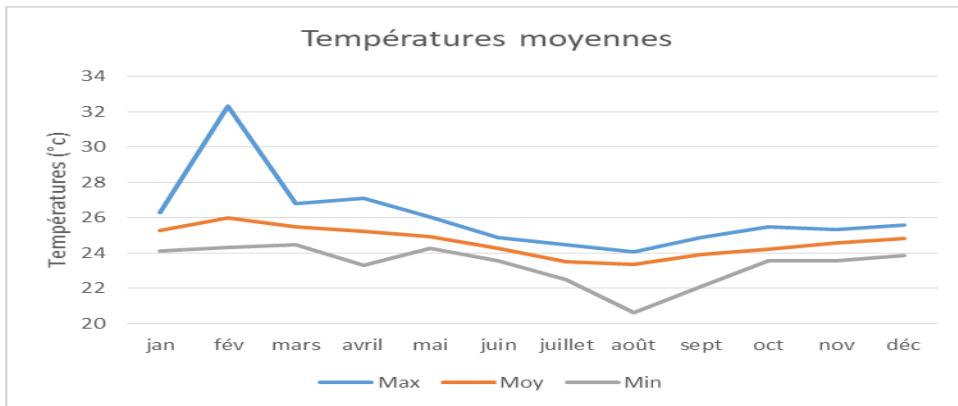


Figure 4.34 : Evolution des températures moyennes à Ebolowa

Constat 30: Les températures minimales mensuelles affichent une tendance globale à la diminution de février à août, suivie d'une phase ascendante jusqu'en janvier, pour une moyenne de 24,62°C.

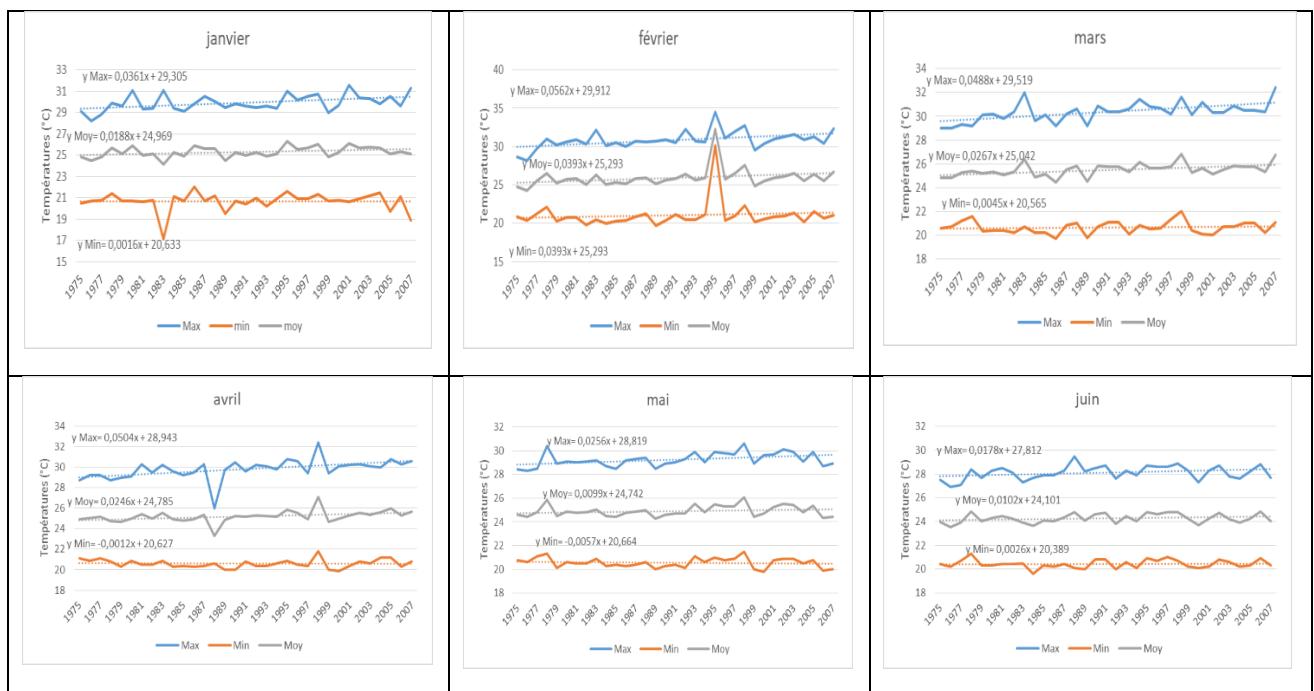
4.2.4. Evolution mensuelle annuelle des températures maximales, minimales et moyennes à Ebolowa

L'évolution mensuelle annuelle des températures à Ebolowa se distingue par une tendance à l'augmentation de janvier à décembre pour les maximales et les moyennes, une tendance globale à l'augmentation pour les minimales, à l'exception des mois d'avril, mai et octobre dont l'évolution est plutôt descendante.

Le niveau d'augmentation desdites températures, pour ce qui est des maximales, sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle est respectivement de 1,15 et 0,03°C en janvier, 1,79 et 0,05°C en février, 1,56 et 0,04°C en mars, 1,65 et 0,04°C en avril, 0,81 et 0,02°C en mai, 0,56 et 0,01°C en juin, 1,09 et 0,03°C en juillet, 0,42 et 0,01°C en août, 0,36 et 0,01°C en septembre, 1,39 et 0,04°C en octobre, 1,24 et 0,04°C en novembre et 0,94 et 0,02°C en décembre (tableau 4.28 et figure 4.34). Pour ce qui est du niveau d'augmentation des températures mensuelles annuelles moyennes sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, il est respectivement de 0,60 et 0,01°C en janvier, 1,25 et 0,03°C en février, 0,85 et 0,02°C en mars, 0,78 et 0,02°C en avril, 0,31 et 0,009°C en mai, 0,32 et 0,009°C en juin, 1,04 et 0,03°C en juillet, 0,39 et 0,01°C en août, 0,28 et 0,008°C en septembre, 0,64 et 0,01°C en octobre, 0,68 et 0,02°C en novembre et 0,81 et 0,02°C en décembre.

Tableau 4.28 : Caractéristiques des températures mensuelles annuelles à Ebolowa

	Températures maximales				Températures minimales				Températures moyennes			
	Tendance	Moyenne	Niveau d'augmentation/ diminution		Tendance	Moyenne	Niveau d'augmentation/ diminution		Tendance	Moyenne	Niveau d'augmentation/ diminution	
			1975-2007	Échelle annuelle			1975-2007	Échelle annuelle			1975-2007	Échelle annuelle
janvier	↗	29,9	1,15	0,03	↗	20,6	0,05	0,001	↗	25,2	0,60	0,01
février	↗	30,9	1,79	0,05	↗	21	1,25	0,03	↗	25,2	1,25	0,03
mars	↗	30,3	1,56	0,04	↗	20,6	0,14	0,004	↗	25,2	0,85	0,02
avril	↗	29,8	1,65	0,04	↘	20,6	0,34	0,001	↗	25,2	0,78	0,02
mai	↗	29,3	0,81	0,02	↘	20,5	0,18	0,005	↗	25,2	0,31	0,009
juin	↗	28,1	0,56	0,01	↗	20,4	0,08	0,002	↗	25,2	0,32	0,009
juillet	↗	27	1,09	0,03	↗	20	0,98	0,02	↗	25,2	1,04	0,03
août	↗	26,7	0,42	0,01	↗	20	0,35	0,01	↗	25,2	0,39	0,01
septembre	↗	27,8	0,36	0,011	↗	20	0,20	0,006	↗	25,2	0,28	0,008
octobre	↗	28,3	1,39	0,04	↘	20,1	0,10	0,003	↗	25,2	0,64	0,01
novembre	↗	28,7	1,24	0,03	↗	20,4	0,12	0,0036	↗	25,2	0,68	0,020
décembre	↗	29	0,94	0,02	↗	20,5	0,69	0,021	↗	25,2	0,81	0,024



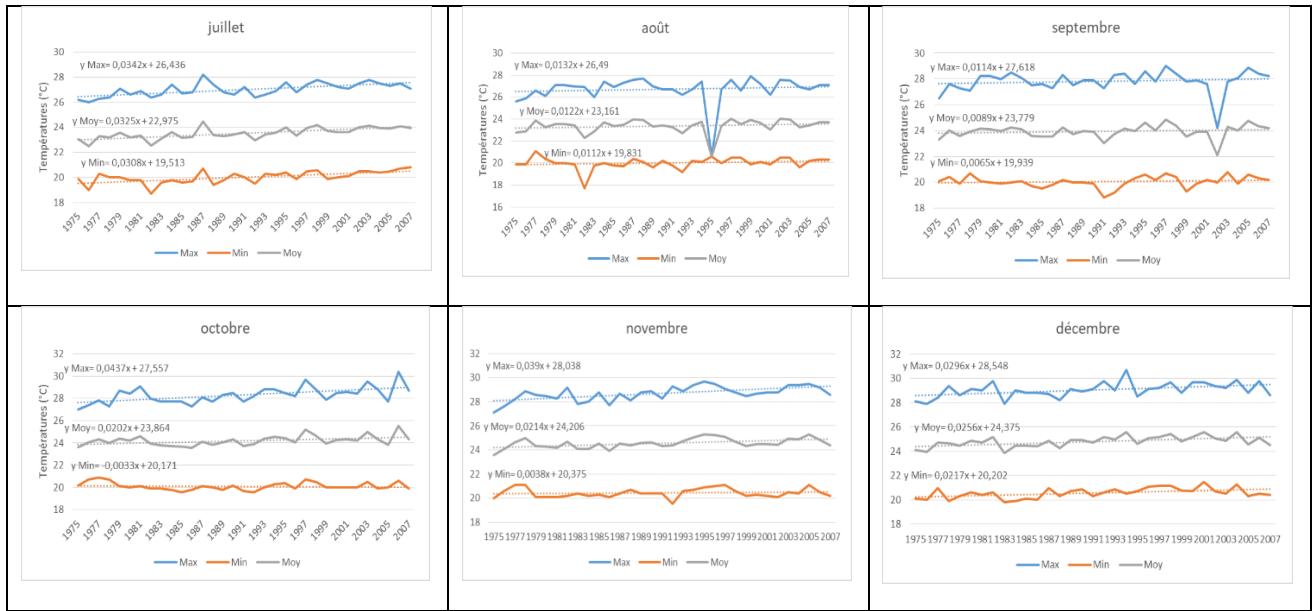


Figure 4.35: Evolution des températures mensuelles annuelles à Ebolowa

Constat 31: Il ressort de ces observations que les températures mensuelles annuelles connaissent une évolution totalement ascendante pour les maximales et les moyennes et globalement ascendante pour les minimales, à l'exception des mois d'avril, mai et octobre.

Quant à l'augmentation enregistrée pour les minimales, elle est sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle respectivement de 0,05 et 0,001°C en janvier, 1,25 et 0,03°C en février, 0,14 et 0,004°C en mars, 0,08 et 0,002°C en juin, 0,98 et 0,02°C en juillet, 0,35 et 0,01°C en août, 0,20 et 0,006°C en septembre, 0,12 et 0,003°C en novembre et 0,69 et 0,02°C en décembre, tandis que la diminution observée est de 0,34 et 0,001°C en avril, 0,18 et 0,005°C en mai et 0,10 et 0,003 en octobre.

4.2.5. Variabilité des écarts thermiques à Ebolowa

4.2.5.1. Variabilité des écarts thermiques annuels

A l'échelle annuelle, les écarts thermiques affichent une tendance globale (tableau 4.29 et figure 4.35) à l'augmentation, avec une moyenne de 8,23°C. Par ailleurs, 27,27% des années d'observation ont enregistré des écarts thermiques inférieurs à la moyenne (1975, 1976, 1977, 1978, 1986, 1988, 1991, 1995, 2002), contre 72,72% d'années (1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1987, 1989, 1990, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007) ayant enregistré des écarts thermiques supérieurs à la moyenne.

Tableau 4.29 : Caractéristiques des écarts thermiques annuels à Ebolowa

Ecarts thermiques	
Moyenne	8,23
Tendance	↗
Supérieur à la moyenne (%)	72,72
Inférieur à la moyenne (%)	27,27

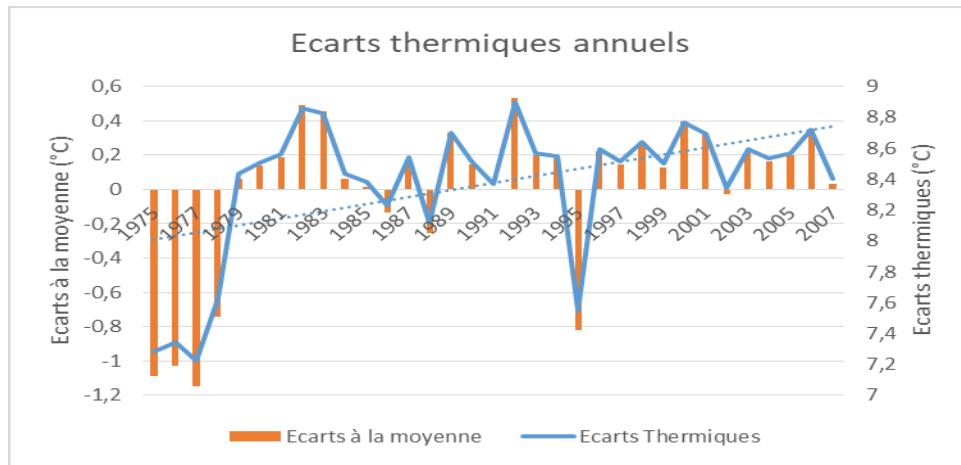


Figure 4.36: Variabilité des écarts thermiques annuels dans la station d'Ebolowa

Constat 32 : On note une tendance à l'augmentation des écarts thermiques annuels, avec un plus grand nombre d'années aux écarts thermiques supérieurs à la moyenne.

4.2.5.2. Variabilité des écarts thermiques mensuels

a) Variabilité des écarts thermiques mensuels moyens

D'après le tableau 4.30 et la figure 4.36 ci-dessous, l'évolution des écarts thermiques mensuels moyens à Ebolowa présente deux principales phases. Une première phase marquée par une diminution progressive desdits écarts du mois de février ($9,25^{\circ}\text{C}$) au mois d'août ($6,29^{\circ}\text{C}$). Une seconde phase ascendante, du mois d'août au mois de janvier ($9,25^{\circ}\text{C}$). Ces deux tendances évolutives s'accompagnent d'une forte variabilité des écarts thermiques, avec une moyenne de $8,38^{\circ}\text{C}$.

Par ailleurs, Ebolowa a enregistré des écarts thermiques négatifs pendant les mois de juin ($-0,68^{\circ}\text{C}$), juillet ($-1,37^{\circ}\text{C}$), août ($-1,68^{\circ}\text{C}$), septembre ($-0,62^{\circ}\text{C}$), octobre ($-0,21^{\circ}\text{C}$) et novembre ($-0,12^{\circ}\text{C}$). A contrario, les mois ayant enregistré des écarts thermiques positifs sont les mois de janvier ($0,87^{\circ}\text{C}$), février ($1,43^{\circ}\text{C}$), mars ($1,32^{\circ}\text{C}$), avril ($0,81^{\circ}\text{C}$), mai ($0,30^{\circ}\text{C}$) et décembre ($0,08^{\circ}\text{C}$).

Tableau 4.30: Caractéristiques des écarts thermiques mensuels moyens à Ebolowa

	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Ecarts thermiques	9,25	9,81	9,70	9,19	8,68	7,69	7	6,69	7,75	8,16	8,25	8,46
Ecarts à la moyenne	0,87	1,43	1,32	0,81	0,30	-0,68	-1,37	-1,68	-0,62	-0,21	-0,12	0,08

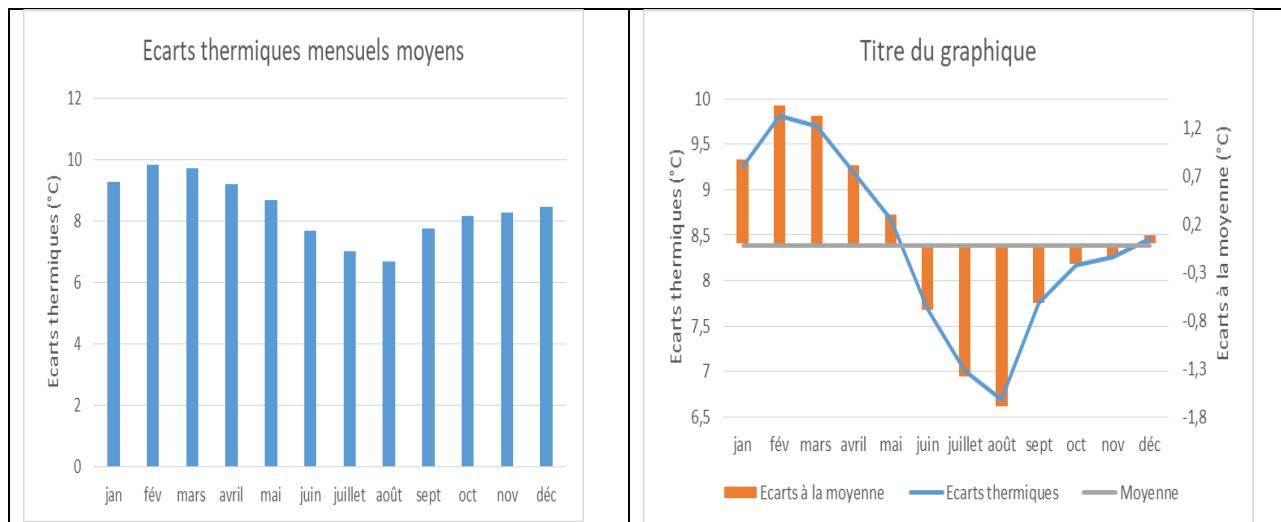


Figure 4.37: Variabilité des écarts thermiques mensuels moyens à Ebolowa.

Constat 33: La variabilité des écarts thermiques à Ebolowa présente une phase décroissante de février à août, suivie d'une phase d'augmentation jusqu'en janvier. Par ailleurs, les écarts thermiques sont négatifs de juin à novembre, et positifs de décembre à mai.

b) Variabilité des écarts thermiques mensuels annuels

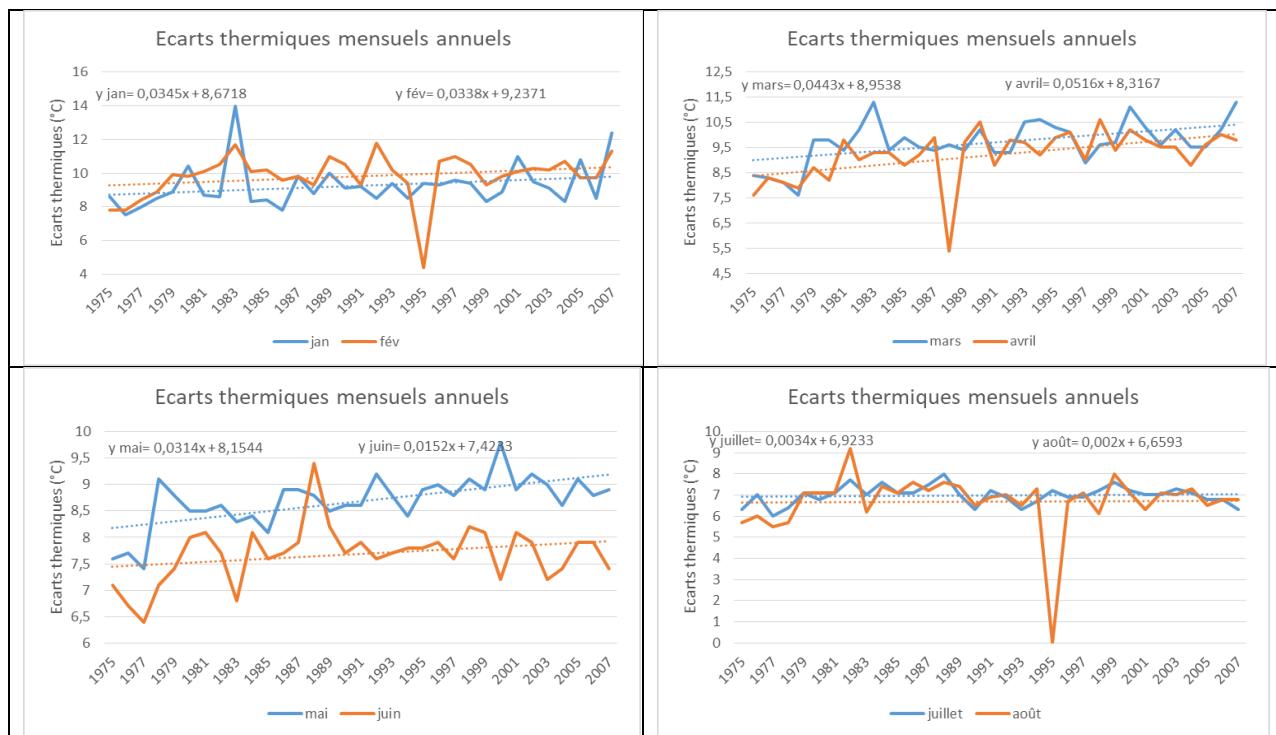
Les écarts thermiques mensuels annuels à Ebolowa présentent une évolution unilatérale de janvier à décembre, dans le sens de l'augmentation (tableau 4.31 et figure 4.37). Cette augmentation est respectivement, sur la période de l'étude et à l'échelle annuelle, de 1,10 et 0,03°C en janvier, 1,08 et 0,03°C en février, 1,41 et 0,04°C en mars, 1,65 et 0,05°C en avril, 0,26 et 0,007°C en mai, 0,48 et 0,01°C en juin, 0,10 et 0,003°C en juillet, 0,06 et 0,001°C en août, 0,15 et 0,004°C en septembre, 1,50 et 0,04°C en octobre, 1,12 et 0,03°C en novembre, 0,25 et 0,007°C en décembre.

Pour ce qui est du comportement annuel desdits écarts thermiques par rapport à la moyenne, il ressort qu'à l'exception du mois de janvier qui a été inférieur à la moyenne sur 60,60% des années d'observation, les 11 autres mois ont été supérieurs à la moyenne. Ainsi, pour février,

mars, avril, mai, juin, juillet, août, septembre, octobre, novembre et décembre on note respectivement 54,54%, 45,45%, 63,63%, 54,54%, 60,60%, 60,60%, 66,66%, 66,66%, 54,54%, 63,63% et 51,51% d'années aux écarts thermiques supérieurs à la moyenne (figure 4.38).

Tableau 4.31 : Caractéristiques des écarts thermiques mensuels annuels à Ebolowa

Températures	Tendance	Niveau d'augmentation		positifs (%)	négatifs (%)
		1975-2007	Échelle annuelle		
janvier	↗	1,10	0,03	39,39	60,60
février	↗	1,08	0,03	54,54	45,45
mars	↗	1,41	0,04	45,45	54,54
avril	↗	1,65	0,05	63,63	36,36
mai	↗	0,26	0,007	54,54	45,45
juin	↗	0,48	0,01	60,60	39,39
juillet	↗	0,10	0,003	60,60	39,39
août	↗	0,06	0,001	66,66	33,33
septembre	↗	0,15	0,004	66,66	33,33
octobre	↗	1,50	0,04	54,54	45,45
novembre	↗	1,12	0,03	63,63	36,36
décembre	↗	0,25	0,007	51,51	48,48



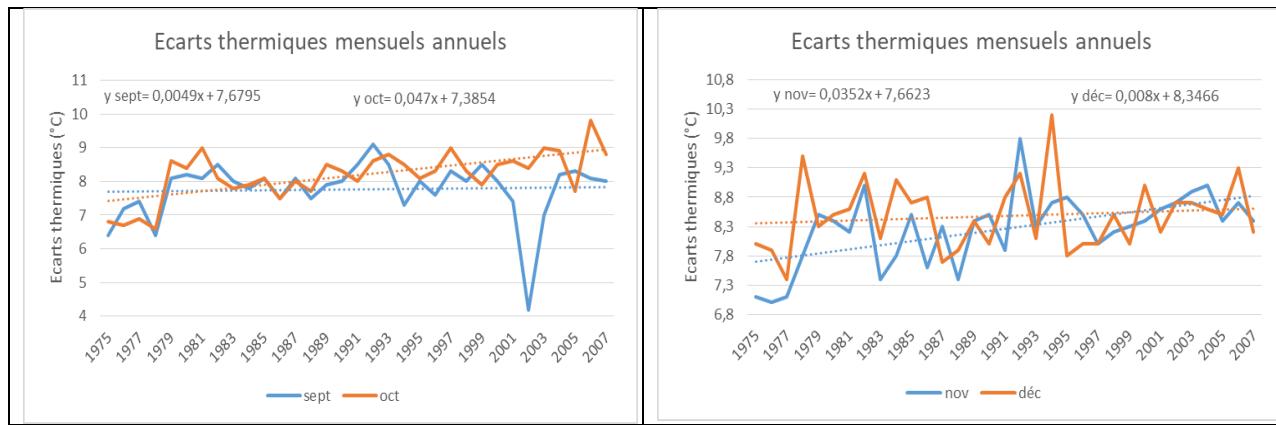


Figure 4.38: Evolution des écarts thermiques mensuels annuels à Ebolowa

Constat 34: sur la période considérée par l'étude, on note une tendance à l'augmentation des écarts thermiques pour les douze mois de l'année.



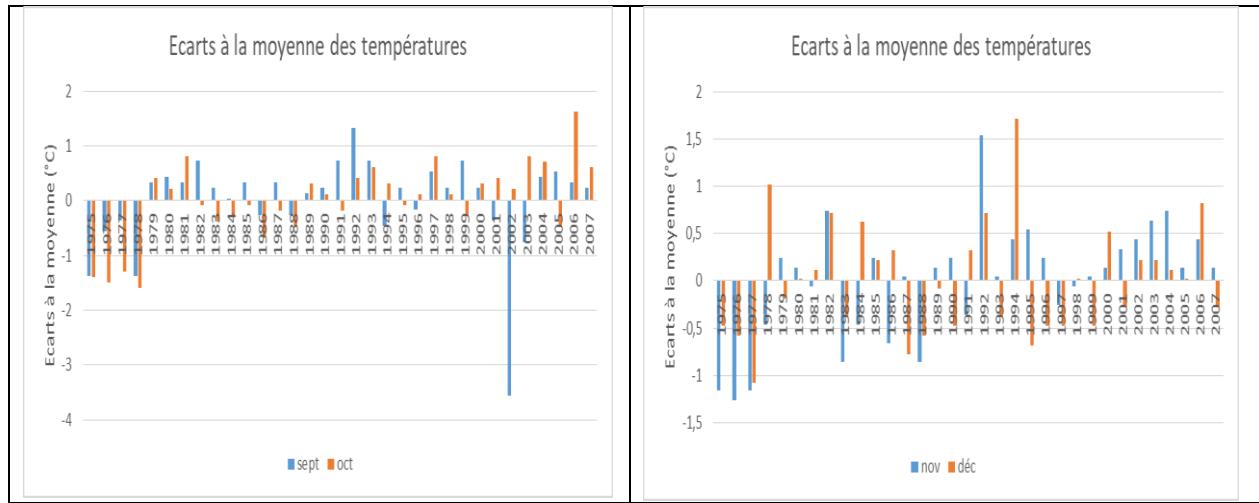


Figure 4.39: Variabilité des écarts thermiques mensuels annuels à Ebolowa.

Constat 35: On note un plus grand nombre d'années aux écarts thermiques mensuels supérieurs à la moyenne.

4.3. PROJECTIONS CLIMATIQUES POUR LA RÉGION DU SUD CAMEROUN

Les modèles numériques sont de plus en plus présents dans les sciences de l'atmosphère. Ils sont utilisés dans les services météorologiques pour la production des prévisions. Ils fournissent les "projections" sur lesquelles le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) a fondé, dans ses rapports successifs, l'essentiel de ses conclusions quant à l'évolution future du climat. Ils sont aussi utilisés pour de nombreux travaux de recherche. Les modèles numériques sont des logiciels pour ordinateurs qui calculent l'évolution de l'écoulement atmosphérique ou océanique à partir d'un état de départ donné. Ils ont été conçus à l'origine, à la fin des années 1940, au moment du développement des premiers calculateurs électroniques, pour servir à la prévision météorologique. Et c'est à cette application qu'ils restent aujourd'hui principalement utilisés.

Selon le dictionnaire en ligne Futura (2019), un **modèle climatique** est la représentation numérique de la planète et des interactions entre ses différents réservoirs qui modulent le climat, notamment l'atmosphère, l'océan et les surfaces continentales. L'espace géographique numérique étant composé de cases appelées les mailles, les interactions entre ces mailles sont modélisées par un certain nombre d'équations mathématiques. Plus la maille est petite, plus le modèle est précis et donc plus fiable. Un modèle climatique cherche à approcher le plus possible la réalité, en représentant au mieux les forces qui induisent les mouvements atmosphériques,

océaniques ou terrestres. Pour cela, le modèle part des conditions initiales connues des paramètres climatiques tels que la température, le rayonnement, l'humidité... et le fait évoluer en suivant le formalisme mathématique.

Pour l'élaboration des prévisions climatiques, deux modèles sont généralement utilisés, à savoir le modèle globale et le modèle régional. Les Modèles de Circulation Générale sont couplés, en ce qu'ils décrivent explicitement la circulation de l'océan et de l'atmosphère et leurs interactions mutuelles. Le modèle climatique régional étant selon Cretat (2011) un outil de désagrégation des champs géophysiques, résolvant les équations de la thermodynamique atmosphérique dans le but de simuler à des échelles fines des champs surfaciques tels que la pluviométrie, la température, etc.

Dans le cadre des projections climatiques au Cameroun, deux types de modèles sont très souvent utilisés, le modèle globale et le modèle régional. Le modèle régional est très adapté aux études dynamiques limitées à des superficies plus réduites. Ce type de modèle se conçoit en limitant certaines contraintes liées à la taille des grilles de calcul qui peuvent descendre jusqu'à quelques kilomètres. Leur avantage est de bénéficier d'une résolution plus importante, ce qui permet de mieux apprécier les caractéristiques régionales dans leurs simulations. Ces modèles sont performants pour les projections climatiques au plan local. Néanmoins, ils dépendent des données issues du Modèle Climatique Global (MCG) qui leur fournissent non seulement les conditions initiales, mais aussi les conditions limites issues des téléconnexions extérieures agissant sur le climat régional au cours de la simulation.

Pour répondre à des préoccupations de développement, le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) réalise en 2008, une étude sur « Climate Change country profiles », dans laquelle un accent particulier est mis sur la projection climatique en Afrique Centrale dont fait partie le Cameroun aux horizons 2030, 2060 et 2090. Les MCG sont développés à partir des modèles météorologiques, sans modification des principes sur lesquels ceux-ci sont construits. Ils décrivent explicitement la circulation de l'océan et de l'atmosphère et leurs interactions mutuelles, et s'intègrent sur des périodes de temps (décennies voir plus) beaucoup plus longues que celles des prévisions météorologiques habituelles, et la quantité des calculs nécessaire impose une résolution spatiale beaucoup plus importante.

4.3.1. Projections des précipitations pour la région du Sud aux horizons 2030, 2060 et 2090.

La superposition du modèle régional du PNUD (2008) et celui du CSC (2013) qui est global a permis d'élaborer des projections de la situation climatique (températures et précipitations) futures au niveau local. Les conclusions faites indiquent des changements significatifs dans la distribution spatiale mensuelle, saisonnière et annuelle des quantités de précipitations et des températures au Bassin du Congo et sur tout le triangle national. Lesdites projections indiquent qu'indépendamment des localités des fluctuations allant de -12 à + 20 mm par mois s'opèreront, avec des variations comprises entre -8 et + 17% vers les années 2090. Par ailleurs, les quantités de précipitations connaîtront une augmentation significative sur la bande Sud-Ouest-Est-Nord du pays aux horizons 2060 et 2090. A l'échelle annuelle, ces changements varient entre -2% et +15% sur l'étendue du territoire national. Lesdites projections indiquent également que les pluies maximales de 1 et 5 jours pourraient augmenter à des valeurs comprises entre 27mm et 40mm.

Pour mieux appréhender ces projections climatiques, CSC a subdivisé le bassin du Congo en 05 grandes zones (Figure 4.39). Dans cette subdivision, le Cameroun appartient respectivement à la zone 1 et à la zone 2. Dans la zone 2 à laquelle appartient à la région du Sud Cameroun, les prévisions indiquent une légère augmentation des quantités de précipitations perceptible entre 2010 et 2035, qui seront suivies d'une baisse entre 2075 et 2090, avec des phases de fluctuation variables d'une décennie à l'autre.

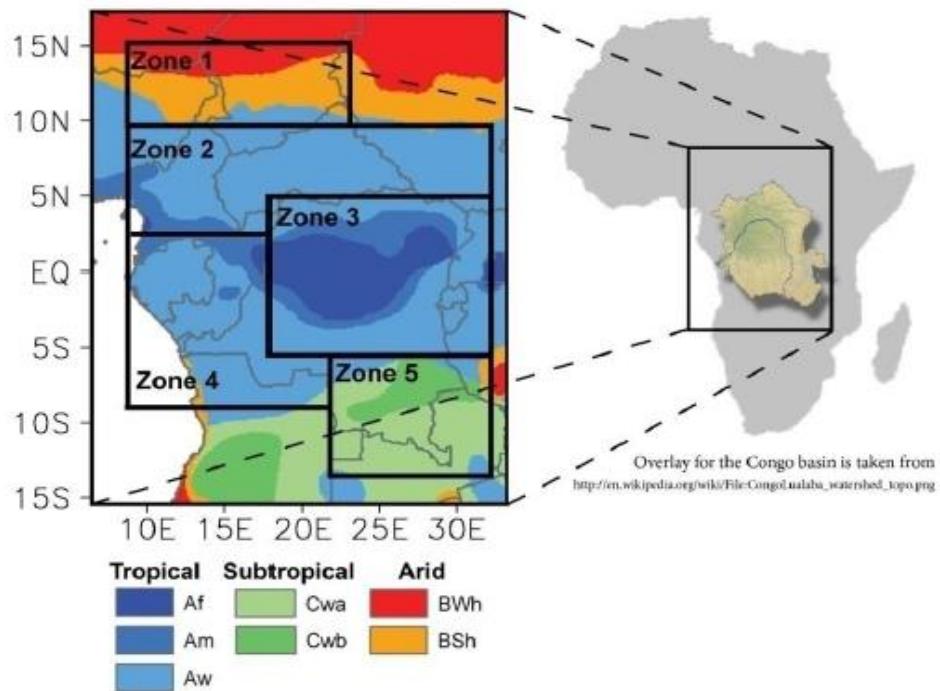


Figure 4.40 : Prévisions climatiques de la région du grand bassin du Congo, basée sur la classification climatique de Koeppen-Geiger et la carte est tirée de Peel et al, 2007. Les couleurs dans la carte de gauche mettent en évidence les différents climats qu'on trouve dans cette région climatique, allant des types de climat tropical au centre aux régions arides même le long des marges septentrionales.

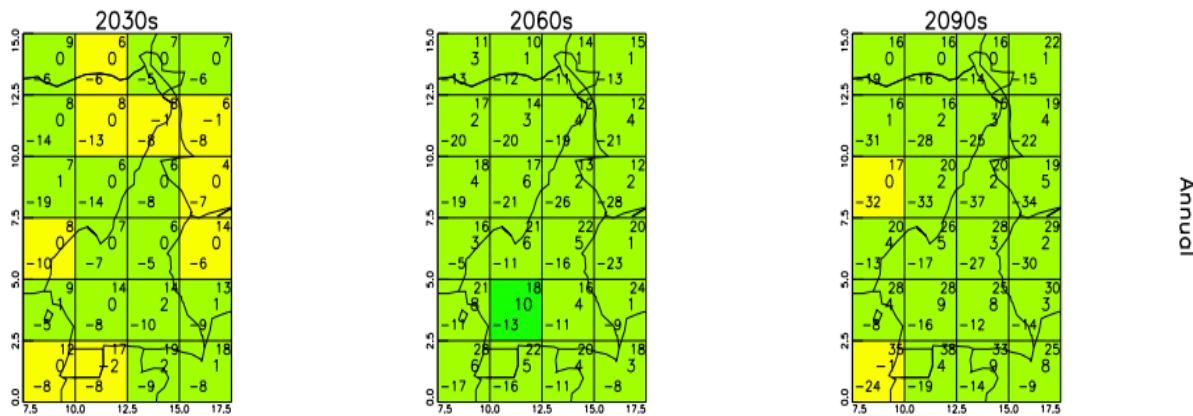
Source : CSC, 2013.

Les projections des précipitations mensuelles, saisonnières et annuelles aux horizons 2030, 2060 et 2090, élaborées par le PNUD (2008) pour le Cameroun (figure 4.40), indiquent une diminution de 7 à 9 mm de pluies par an sur l'ensemble du territoire national. Lesdites projections indiquent que cette diminution va s'accentuer et atteindre 21mm à l'horizon 2060 et un record de 28 mm pourra être atteint à l'horizon 2090. Cette diminution annuelle serait issue de la baisse déjà observée aux échelles mensuelles et saisonnières, et visible sur l'étendue du territoire national. Le tableau 4.32 révèle que la région du Sud connaît une diminution de 10 à 14mm de pluies par an à l'horizon 2030, de 7 à 20 mm à l'horizon 2060 et de 9 à 16mm à l'horizon 2090.

Tableau 4.32: précipitations observées et prévues dans la Région du Sud.

	Médiannes observées 1950-2015	Tendances observées 1950-2015	Tendances médianes prévues		
			2030	2060	2090
Précipitations (mm)					
	Précipitations (mm)	Variabilité par décennie (mm)	Evolution en mm	Evolution en mm	Evolution en mm
Volume annuel moyen	1791,1	+6,44	-10-14	-11-13	-16-9
DJF	154,33	0,09	-10-(-2)	-15-(-2)	-18-(-2)
MAM	608,18	0,04	-17-17	-26-6	-38-7
JJA	311,73	+0,43	-19-27	-23-5	-34-10
SON	719,47	+0,4	-7-13	-7-13	-23-8

Source : PNUD 2008



Annuel

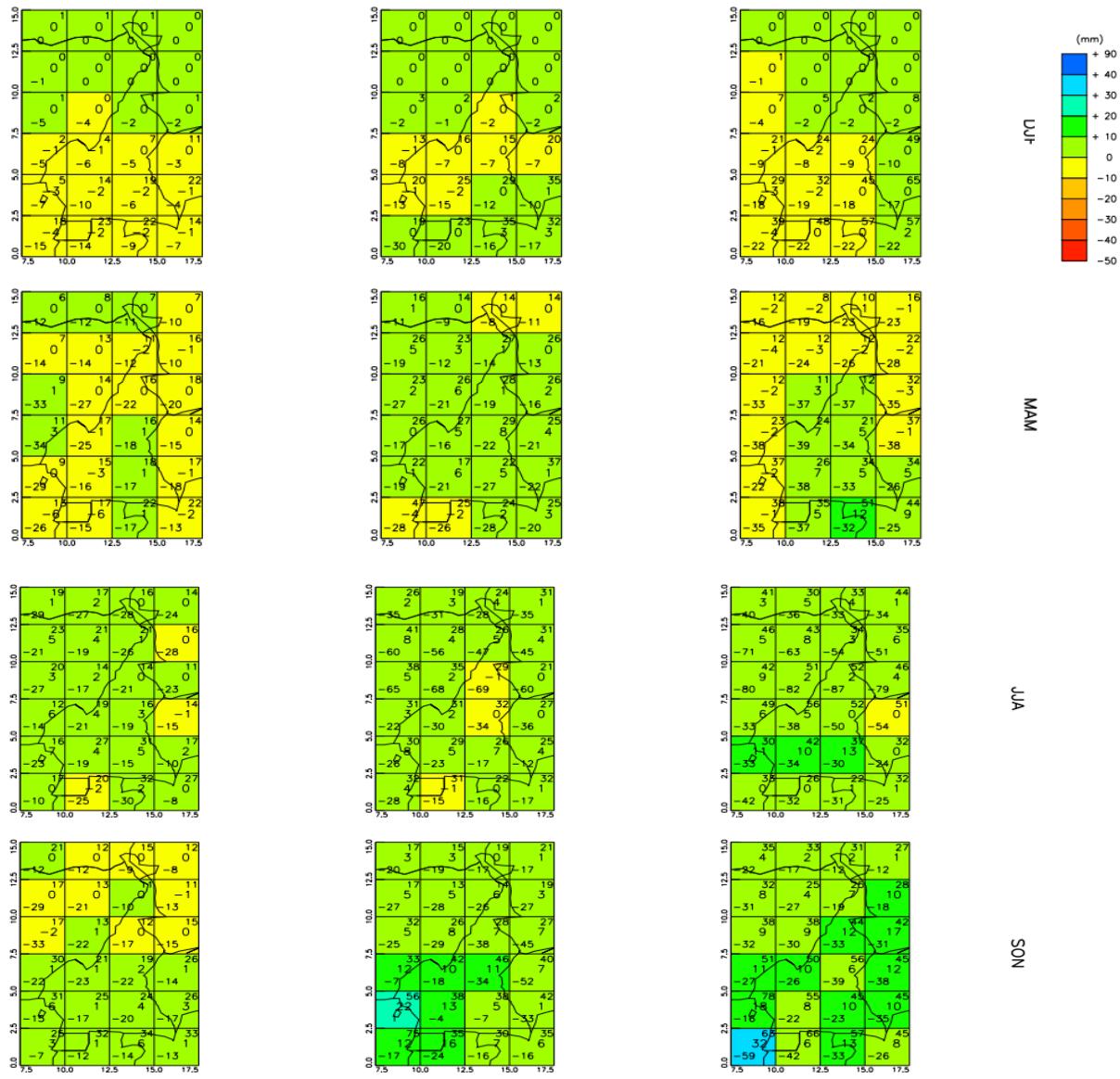


Figure 4.41 : Projections des précipitations au Cameroun aux horizons 2030, 2060 et 2090
 (Source PNUD, 2008, repris par ONACC, 2018 et 2019).

Tous les rapports du GIEC (*Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat*) indiquent que malgré les projections futures de la pluviométrie élaborées aux différentes échelles de temps (mensuelle, saisonnière et annuelle), la région du Sud sera toujours traversée par l'isohyète 1 200mm, aux horizons 2030, 2060 et 2090 (figure 4.41). Cette indication montre que certes une forte variabilité de la pluviométrie affectera la région, celle-ci caractérisée par une alternance de périodes de forte et de faible pluviométrie. Cette situation pourra s'accompagner de

la recrudescence des événements pluviométriques extrêmes, notamment les inondations qui seront accentuées dans un contexte de réchauffements climatiques presqu'irréversibles.

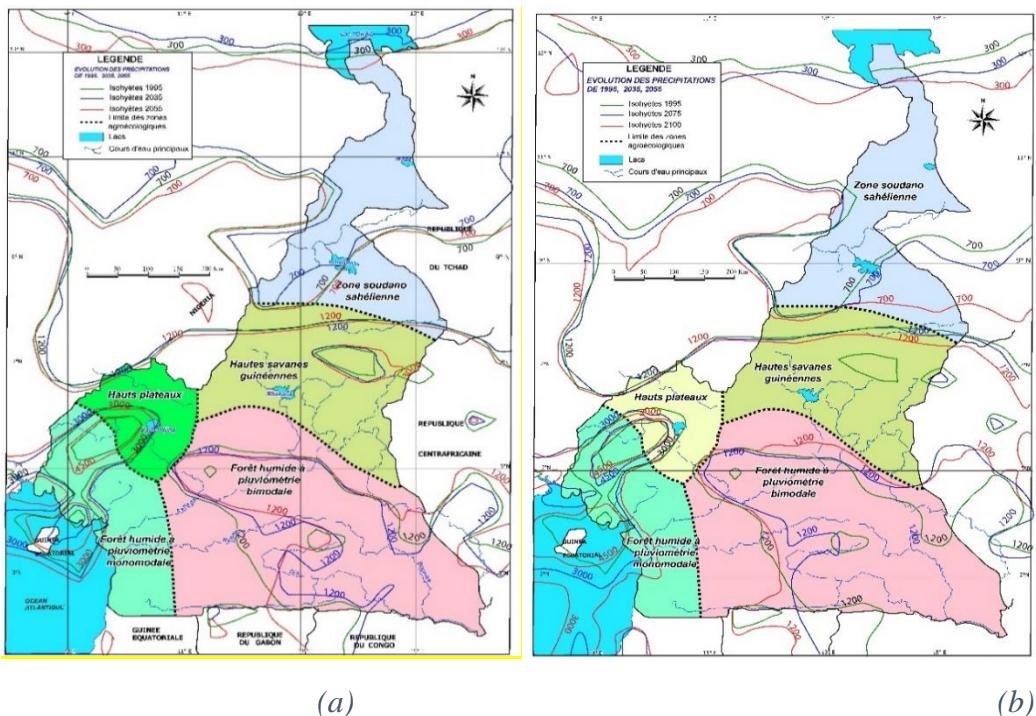


Figure 4.42: Déplacement des isohyètes annuelles en mm au Cameroun (RegCM) Comme scénario. Le Cameroun reste compris du Nord au Sud entre les isohyètes 300 et 1200mm, dans la partie Ouest, il est traversé par les isohyètes 3000 et 4500

(Source : données du GIEC superposée aux ZAE du Cameroun).

Les projections élaborées par le CSC (2013) présentent deux types de scénarii (B1 et A2) respectivement pour les périodes 2035-2064 et 2071-2100, qu'il compare avec la période de référence 1971-2000. Il ressort des projections obtenues que d'après le scénario modéré B1 (2035-2064) qu'un regain pluviométrique compris entre 0 et 5% est susceptible d'affecter la partie Sud du Cameroun jusqu'à l'horizon 2064, tandis que le scénario A2 qui est plus fort indique une augmentation de 5 à 10% à la même période (figure 4.42). Pour la deuxième période qui va de 2071 à 2100, le scénario B1 indique une augmentation comprise entre 10 et 15% par rapport à la période 2035-2064, tandis que le scénario A2 connaît une légère augmentation des quantités de précipitations, surtout dans la partie Nord de la région, regroupant les localités de Lolodorf, Ebolowa et Sangmélima qui connaîtront une augmentation comprise entre 5 et 10%.

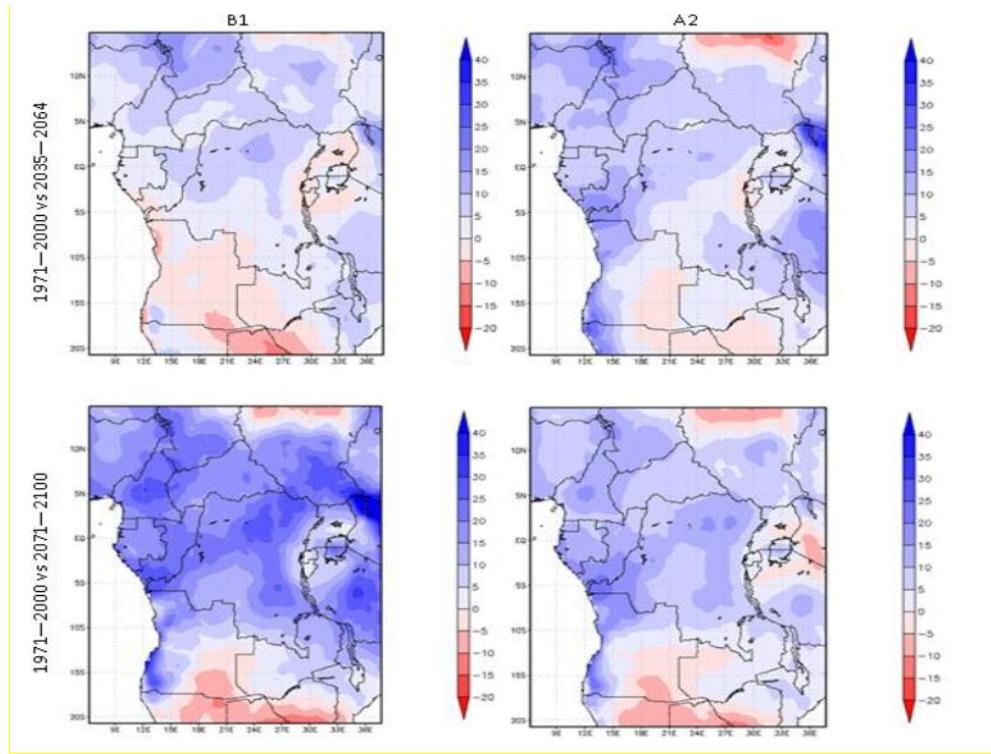


Figure 4.43 : Changements dans les précipitations (en %) pour le scénario B1 (à gauche) et A2 (à droite) pour les périodes 2035-2064 (en haut) et 2071-2100 (en bas) comparé à la base de référence 1971-2000. (CSC, 2013).

4.3.2. Projections des températures pour la Région du Sud aux horizons 2030, 2060 et 2090

Les projections du PNUD (2008) indiquent que le réchauffement climatique affectera toutes les régions du Cameroun indifféremment des localités jusqu'à l'horizon 2090. Les records thermiques au niveau national varieront de 0,6 à 1,3°C à l'horizon 2030, de 1,4 à 2,2°C à l'horizon 2060 et de 2,4 à 4,3°C à l'horizon 2090. Pour ce qui est de la région du Sud Cameroun, les projections indiquent une augmentation des températures annuelles de 0,9 à 1,4°C à l'horizon

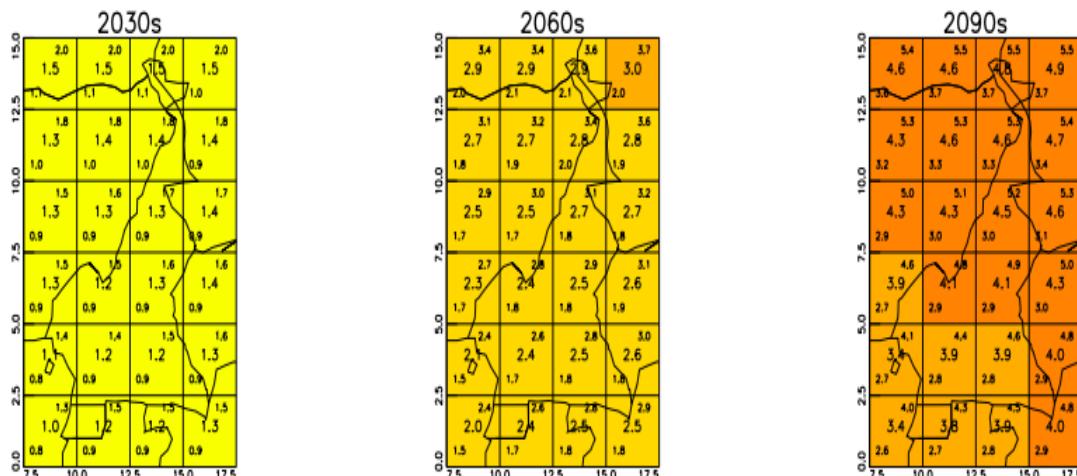
A l'échelle saisonnière, les projections du PNUD indiquent une augmentation des températures pour les mois de décembre, janvier et février de 0,7 à 1,7 à l'horizon 2030, de 1,7 à 3,1 à l'horizon 2060 et de 2,8 à 5 à l'horizon 2090. Pour les mois de mars, avril et mai, les températures pourraient augmenter de 0,8 à 1,5°C à l'horizon 2030, de 1,5 à 2,6°C à l'horizon 2060 et de 2,7 à 4,8 à l'horizon 2090. Pour ce qui est des mois de juin, juillet et d'août, les prévisions indiquent une augmentation des températures mensuelles moyennes de 0,9 à 2°C à l'horizon 2030, de 1,8 à 2,4°C à l'horizon 2060 et de 3,0 à 4,3°C à l'horizon 2090. En ce qui

concerne les mois de septembre, octobre et novembre, lesdites projections prévoient une augmentation de 0,7 à 1,4°C à l'horizon 2030, de 1,7 à 2,5°C à l'horizon 2060 et de 2,9 à 4,9°C à l'horizon 2090. Globalement les températures annuelles moyenne et saisonnière augmenteront graduellement aux horizons 2030, 2060 et 2090, confirmant ainsi le réchauffement global de l'atmosphère.

Tableau 4.33: Températures observées et prévues dans la région du Sud, Cameroun.

	Médiennes observées 1950-2015	Tendances observées 1950-2015	Tendances médianes prévues		
			2030	2060	2090
Températures °C					
	T°C	Variabilité par décennie °C	Evolution en °C	Evolution en °C	Evolution en °C
Moy annuelle	24,6	+0,95	0,9-1,4	1,8-2,8	2,8 – 3,9
DJF	25,3	1,7	0,7 – 1,7	1,7 – 3,1	2,8 – 5
MAM	25,2	0,1	0,8 – 1,5	1,5 – 2,6	2,7 – 4,8
JJA	23,7	0,76	0,9 – 2	1,8 – 2,4	3,0 – 4,3
SON	24,23	0,19	0,7 – 1,4	1,7 – 2,5	2,9 – 4,9

Source : PNUD 2008



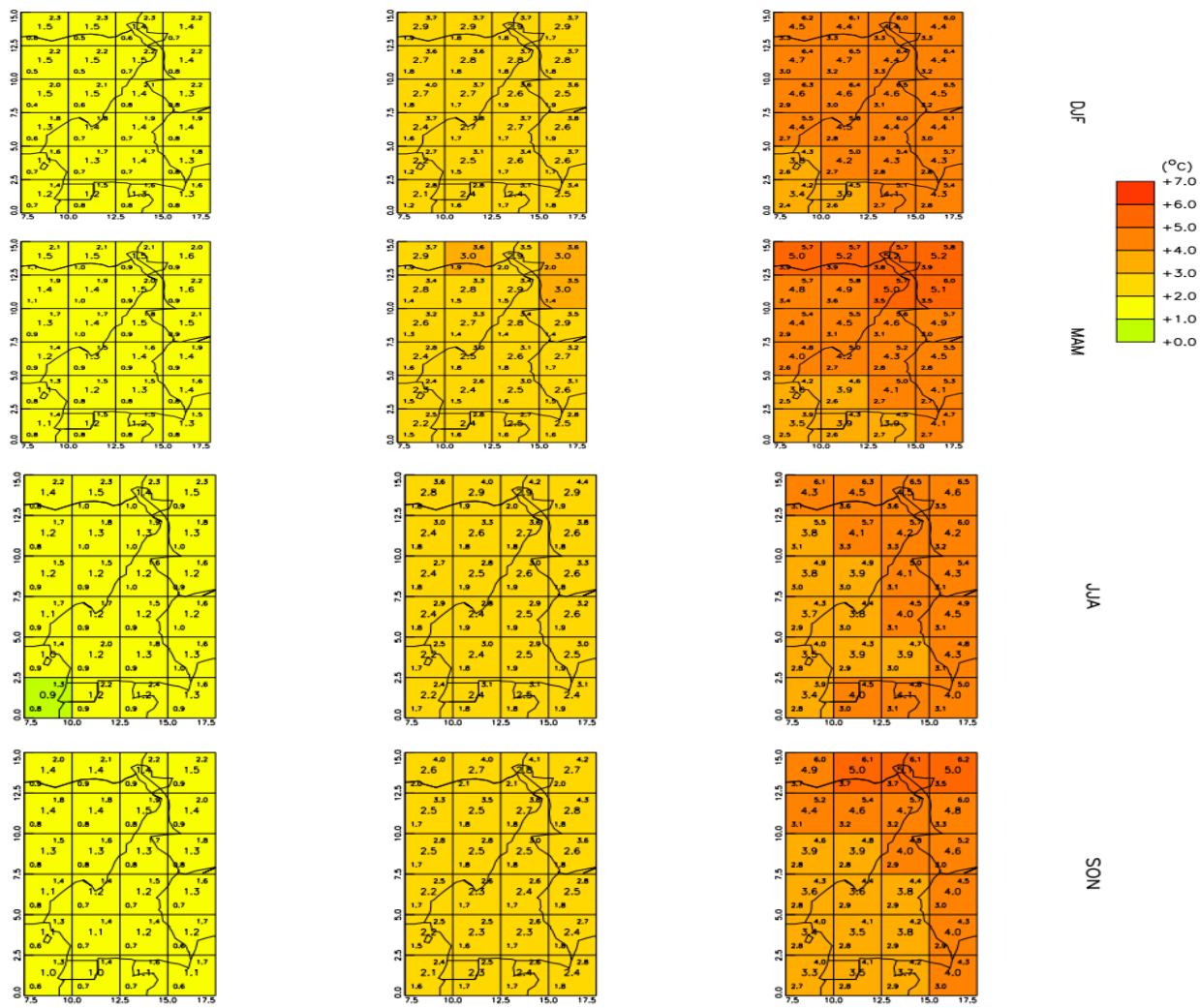


Figure 4.44 : Projections de la température moyenne annuelle et saisonnières en 2030, 2060 et 2090.
 Source : PNUD (2008).

Les projections du CSC indiquent selon le faible scénario B1 que les températures vont augmenter de 1,3 à 1,4% à l'horizon 2035-2064, et d'environ 2°C à l'horizon 2071-2100 dans la région du Sud. Par ailleurs, selon le fort scénario A2, une augmentation de 1,7 à 1,9°C est prévue à l'horizon 2035-2064, et un record de 3,9 à 4,2°C à l'horizon 1971 à 2100.

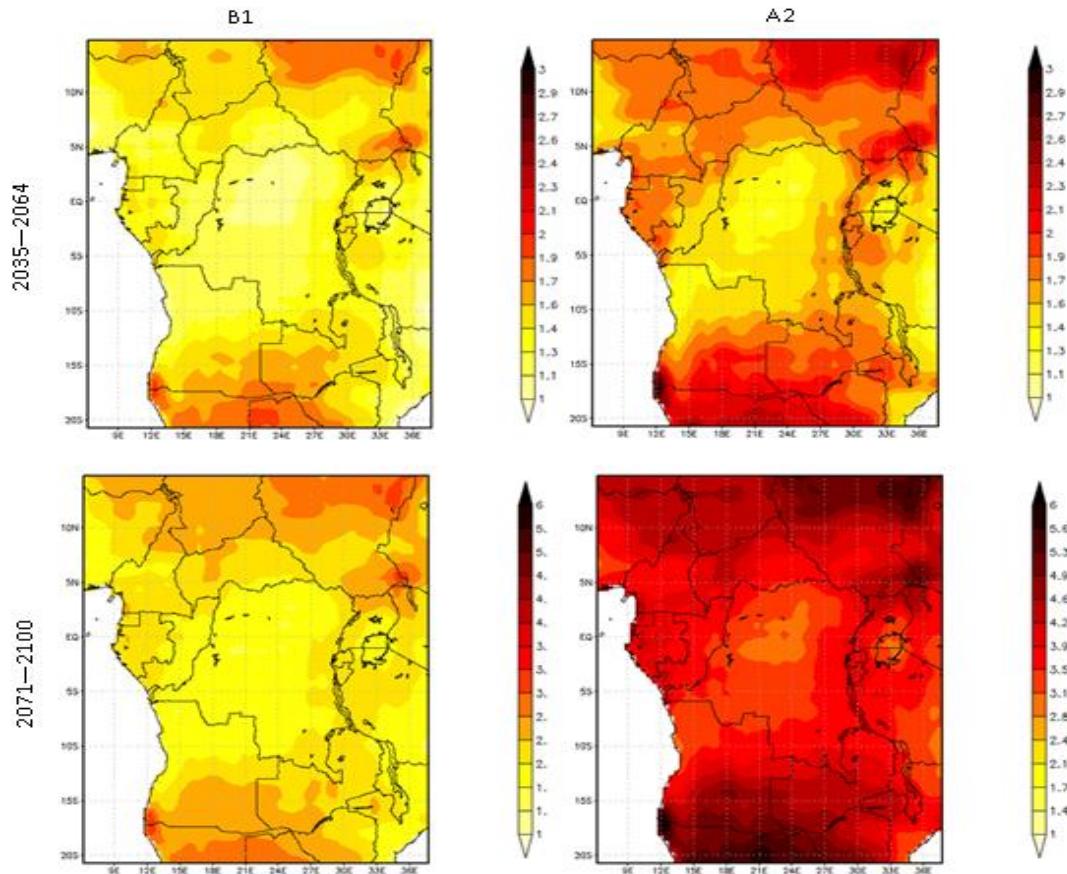


Figure 4.45: changement dans les températures; comparaison des années 1971 – 2000 avec 2035 – 2064 et 2071 – 2100 pour les scenarii A2 et B1. (CSC, 2013)

Conclusion

Le présent chapitre avait pour objectif de faire une analyse de l'évolution des paramètres climatiques dans la Région du Sud de 1950 à 2015 et une projection desdits paramètres à l'horizon 2090, sur la base des données collectées auprès des différentes structures de collecte présentes dans la zone d'étude et dont l'analyse a été effectuée grâce à des méthodes statistique inférentielles. Les séries temporelles des paramètres climatiques nous ont ainsi donné un aperçu de la dynamique spatiale et temporelle desdits paramètres dans la Région.

Pour ce qui est de la pluviométrie, il ressort des résultats de cette étude que le climat de la Région du Sud est rythmé majoritairement par un régime bimodal qui tend de plus en plus vers une dérégulation, avec une moyenne pluviométrique annuelle de **1791,49mm**, et une moyenne de 164,94jours de pluies par an. Sur la même période, les quantités de précipitations tombées à Ebolowa affichent une tendance globale à la diminution, au même titre que le nombre de jours de

pluies. Toutefois, une rupture a été identifiée en 1979, avec une tendance à l'augmentation des quantités de précipitations de 1950 à 1978 et une tendance à la diminution des quantités de précipitations de 1980 à 2015. Par ailleurs, la diminution moyenne des quantités de pluies à Ebolowa est estimée à **206,94mm**, tandis que le nombre de jours de pluies a également connu une diminution, estimée à **6,22 jours**. Quant aux autres localités dotées de station de collecte des données climatiques, elles affichent une tendance à l'augmentation à Kribi et Ambam, contre une tendance à la diminution à Campo et Sangmélima. Quant à l'évolution des proportions saisonnières de la pluviométrie, il ressort, pour Ebolowa, une augmentation des quantités de précipitations pendant la petite saison sèche, contre une diminution saisonnière des précipitations pendant la grande saison sèche, la petite saison des pluies et la grande saison des pluies. Cette évolution des précipitations à Ebolowa s'accompagne d'une augmentation du nombre de jours de pluies pendant la petite saison sèche, contre une diminution pendant la grande saison sèche, la petite saison des pluies et la grande saison des pluies. Dans le même temps, on note une diminution des quantités de précipitations à Kribi et Campo pendant la grande saison sèche, la petite saison des pluies, la grande saison des pluies, contre une augmentation pendant la petite saison sèche, une augmentation des quantités de précipitations à Ambam pendant la grande saison sèche, la petite saison des pluies, la petite saison sèche, contre une tendance à la diminution pendant la grande saison des pluies. Sangmélima affiche une tendance à l'augmentation des quantités de précipitation pendant la grande saison sèche et la petite saison des pluies, contre une tendance à la diminution pendant la petite saison des pluies et la grande saison des pluies.

A l'échelle mensuelle annuelle, Ebolowa a enregistré une tendance globale à la diminution des précipitations et du nombre de jours de pluies. La même tendance est observée à Kribi, Campo et Sangmélima, contre une tendance globale à l'augmentation à Ambam, notamment pour ce qui est des quantités de précipitations.

Pour ce qui est des températures, elles ont, dans l'ensemble, connu une évolution ascendante, avec une moyenne annuelle de **24,62°C** à Ebolowa. Lesdites températures affichent par ailleurs une tendance à l'augmentation des températures maximales pendant les quatre saisons, une tendance à l'augmentation pendant la grande saison sèche, la petite saison sèche, la grande saison des pluies, contre une tendance à la diminution pendant la petite saison des pluies pour les

températures minimales. L'évolution mensuelle des températures affiche une tendance à l'augmentation de janvier à décembre pour les minimales et les moyennes, une tendance globale à l'augmentation pour les minimales, à l'exception des mois d'avril, mai et juin qui affichent plutôt une tendance à la diminution.

En termes de projection future, tous les scénarios élaborés indiquent un climat de plus en plus chaud dans toute la Région jusqu'en 2090 tandis que les précipitations afficheront une forte variabilité marquée, d'une localité à une autre. En effet, il est attendu une diminution de 10 à 14mm d'ici 2030, de 7 à 20mm d'ici 2060 et de 9 et 16mm par an à l'horizon 2090. Cette variabilité pourrait amplifier les effets néfastes sur les secteurs de développement, notamment l'agriculture, l'élevage, la pêche, la chasse, la foresterie et la santé ainsi que sur l'érosion côtière. Au niveau des températures, il est attendu, d'ici 2030, une augmentation de 0,9 à 1,4°C des températures moyennes, de 1,8 à 2,8°C d'ici 2060 et de 2,8 à 3,9°C d'ici 2090.

**CHAPITRE 5 :IMPACTS DES PERTURBATIONS CLIMATIQUES DANS LA REGION
DU SUD CAMEROUN**

Contexte

Le présent chapitre met en relief les principaux effets néfastes des perturbations climatiques tels que vécus par les populations de la Région du Sud, notamment dans les secteurs de l'agriculture, de la chasse, de la pêche et de la santé. Les résultats présentés découlent d'une part des multiples entretiens avec les populations locales, tant urbaines que rurales selon leurs secteurs d'activités, mais aussi avec des responsables des administrations sectorielles et d'autre part de la littérature existante. Toutefois, il est important de relever que ces résultats sont bien loin de constituer une référence pour évaluer la vulnérabilité des populations de cette Région aux effets néfastes et risques liés aux perturbations climatiques, mais viennent mettre en exergue la réelle nécessité d'initier des études plus approfondies dans ce sens.

5.1. IMPACTS SUR L'EROSION COTIERE

L'érosion côtière est aujourd'hui un problème visible le long des côtes Camerounaises. Dans sa partie logée dans la Région du Sud, la côte Camerounaise qui s'étend de Campo à Londji sur environ 88 Km (Morin et Kueté, 1988 ; Nyogok, 2008), connaît depuis de nombreuses années une modification progressive de son trait de côte. Cette modification, qui se traduit par une convexité de plus en plus poussée vers l'Ouest du trait de côte, aurait des causes aussi bien socio-économiques qu'environnementales, de l'avis de spécialistes de tous bords (Nyogok, 2008). Le volet environnemental ici est précisément lié aux changements climatiques, dont l'une des manifestations concrètes dans cette partie du pays est l'augmentation du niveau de la mer. Ainsi, de nombreux sites, habités il y a des décennies, voir tout juste quelques années sont aujourd'hui envahis par la mer qui ne cesse d'avancer, provoquant de ce fait des destructions d'habitats et d'infrastructures, de la végétation des berges. Sur la figure 5.1 ci-dessous, on peut apercevoir un arbre (figure 5.1a) qui a été déraciné au fil du temps par la force des vagues, de même qu'un cocotier (figure 5.1b). La même figure présente un hôtel très célèbre de la ville de Kribi (figure 5.1c et d) et dont la terrasse et les murs de soutènement ont été détruits par les eaux, poussant ainsi le propriétaire à l'abandon, tandis que la figure 5.1e et f met en évidence, toujours aux abords de la plage de Ngoyè, une maison d'habitation dont la devanture a finalement été emportée par la violence des vagues, consécutive à l'élévation du niveau de la mer. Pour rappel, ces infrastructures ont été construites il y a plus de 20 ans, à une distance raisonnable de la plage et des vagues de la mer, avant de se voir progressivement rattraper par celles-ci.



Figure 5.1 : Impacts de la montée du niveau de la mer sur la végétation (a et b), les infrastructures (c et d) et les habitations (e et f) à Kribi-Ngoyé (ONACC, 2019)

A côté de ces impacts visibles, on peut également relever, comme signes de l'incidence des perturbations climatiques sur l'érosion côtière, les stratégies d'adaptation passive développées par les populations exposées. En effet, il s'agit globalement de la construction de petites digues, en disposant soit des sacs pleins de sable, des blocs de pierre, ou alors des buses et dalettes en

béton sur la trajectoire de déplacement des vagues (figure 5.2). Cela vise à freiner le rythme d'évolution ou d'avancée de la mer vers le continent et de protéger les enjeux installés à proximité des plages.



Figure 5.2 : Stratégies d'adaptation des populations pour freiner l'avancée de la mer (ONACC, 2019)

5.2.IMPACTS SUR LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE

Les effets du changement climatique sur l'agriculture dans la Région du Sud peuvent se classer en deux grandes catégories, à savoir les effets socioéconomiques et les effets biophysiques.

En ce qui concerne les effets socioéconomiques, figurent en bonne place la chute des revenus tirés de l'agriculture, l'accroissement des risques et de la vulnérabilité de la population rurale dû à la transformation de ses moyens d'existence culturels et économiques, et le risque de voir des zones rurales s'enfoncer encore plus dans la pauvreté.

La chute des revenus tient au fait que les récoltes sont de moins en moins abondantes par rapport aux investissements. Ainsi, sur la même superficie, on récolte de moins en moins de sacs d'arachides ou de tubercules de manioc qu'il y a une dizaine d'années. Par ailleurs, la qualité des produits récoltés semble décroître sous l'influence de la dynamique irrégulière du climat.

Sur le plan biophysique, on note d'une part les changements dans les conditions de croissance des cultures. En effet, l'agriculture étant essentiellement pluviale dans cette Région, l'irrégularité des dates de démarrage et de fin des pluies, l'irrégularité des quantités de précipitations pendant les campagnes agricoles et l'augmentation des températures constituent des freins au processus végétatif des plantes cultivées et entraîne très souvent les levées précoces (fruits, les racines et tubercules), surtout lorsque les faux départs des saisons des pluies sont suivis de ruptures d'une à trois semaines consécutives. Ainsi, on constate généralement un rabougrissement des tiges d'arachides, de manioc, de macabo, de maïs etc... dans les champs. D'autre part, ces irrégularités dans la pluviosité et les températures, notamment pendant les saisons sèches ou humides et chaudes prononcées, entravent le développement des tubercules (manioc, igname, macabo, patate) et sont à l'origine des cas de pourriture en terre. L'augmentation de la température et l'irrégularité des pluies sont également à l'origine la prolifération et de dissémination des pathogènes dans les cultures, notamment le cacao. Les situations climatiques extrêmes, notamment les fortes précipitations accompagnées de vents violents, entraînent la destruction des cultures. Tout ceci a pour conséquence la diminution des rendements à court termes et la baisse de la production à long termes.

Parmi les effets visibles des changements climatiques sur le secteur agricole dans la Région du Sud, on note :

- les pertes post-récoltes à cause de l'humidité élevée et du faible ensoleillement ;
- la dégradation des terres cultivables suite aux conditions climatiques extrêmes ;
- l'augmentation des incendies dans les plantations, des feux de brousse et destruction des champs de cultures ;
- la pourriture des tubercules (manioc, ignames, macabo, pommes de terre, etc.) des fortes chaleurs qui alternent avec des périodes très humides;
- l'augmentation des maladies et ravageurs de cultures;

- les attaques des plantes par des adventices et les ravageurs des cultures (criquets et autres insectes nuisibles) ;
- la destruction des cultures par les branches des grands arbres qui s'arrachent lors des orages.

Le secteur de l'élevage quant à lui, n'est pas épargné par les effets averses des perturbations climatiques dans la Région du Sud. En effet, cette activité de plus en plus présente dans la Région, à travers l'élevage porcin et la volaille, à des fins commerciales, à côté de l'élevage traditionnel, subit aussi bien l'instabilité des saisons, les poches de sécheresse, les fortes chaleurs et les grands épisodes de froid qui se succèdent de plus en plus. Ce qui induit alors, d'après les éleveurs, des dépenses supplémentaires et même des pertes économique énormes. Par ailleurs, cette Région se distingue par une vulgarisation de plus en plus marquée des étangs piscicoles, appartenant surtout à des particuliers. Cette catégorie d'éleveurs se plaint également de l'instabilité de plus en plus marquée du climat, qui compromet sérieusement la conduite des travaux et le suivi des étangs. D'après certains pisciculteurs interrogés, l'une des conséquences, non encore vérifiées scientifiquement, de ces perturbations climatiques sur le secteur de la pisciculture serait un ralentissement du rythme de croissance des poissons et une augmentation des cas de décès.

5.3.IMPACTS SUR LES GRANDS COURS D'EAU ET LE FONCTIONNEMENT DES BARRAGES DE LA REGION D'ETUDE

D'après les responsables interrogés au niveau des barrages de Mekin et Memve'ele, les perturbations climatiques qui ont cours dans cette Région influencent négativement le fonctionnement et la gestion des Barrages qui y sont implantés. En effet, les cours d'eau qui abritent ces barrages se distinguent par une variabilité jusqu'ici imprévisible de leurs débits, une alternance marquée entre les séquences de crue et d'étiage. Cette situation aurait un impact négatif sur la gestion de la ressource en eau et le calibrage dans lesdits barrages et nécessitent un suivi régulier de l'évolution des paramètres climatiques à différentes échelles de temps pour cet environnement, ceci dans une logique d'anticipation.

5.4. IMPACTS SUR L'EXPLOITATION FORESTIERE

Les populations interrogées relèvent une modification très perceptible dans la quantité et même la qualité de nombreux produits forestiers non ligneux (PFLN) qu'elles ont souvent collecté (miel sauvage, djansang, chenilles comestibles, mangues sauvages, moabi, champignons comestibles...)

Les PFLN phares tels que les fruits de Moabi qui servent à produire l'huile et autres éléments de base dans l'alimentation et la médication, les champignons comestibles, les grains de *Ricinodendron heudelotii* (djansang), les chenilles comestibles, les champignons comestibles, le jujube, le piment sauvage, les fèves de *irvinga gabonensis* (mangue sauvage) , de *Cola Acuminata* (noix de cola), des fruits de *Dacryodes edulis* (safoutier), (**annexe 1**), seraient en diminution, du fait de l'instabilité de la pluviométrie et de l'augmentation des températures.

5.5. IMPACTS SUR LES ACTIVITES DE CHASSE ET DE PECHE

La chasse commerciale est une activité lucrative qui aide les populations locales de la Région du Sud à satisfaire de nombreux besoins socio-économiques. De l'avis de ces populations, les perturbations climatiques qu'elles ressentent depuis de nombreuses années déjà, à travers des conditions thermiques et pluviométriques de plus en plus défavorables à la faune, induisent une diminution des quantités de gibiers attrapés aux pièges ou tués à l'arme à feu.

La pêche est une activité largement pratiquée par de nombreuses populations de la Région du Sud, notamment dans les départements de l'Océan et de la Vallée du Ntem. Quoi que les populations se plaignent de la raréfaction de certaines espèces de poissons, il reste tout de même difficile d'affirmer que cela tient aux perturbations climatiques.

5.6. IMPACTS SUR LE SECTEUR DE LA SANTE

Les informations glanées auprès des populations pendant la phase de terrain nous permettent de constater que la Région du Sud Cameroun n'est pas épargnée par l'influence des perturbations climatiques sur la santé des populations. En effet, nous pouvons classer cette influence en deux catégories, en se basant sur la classification établie par le GIEC dans son Troisième Rapport d'évaluation. Il s'agit, d'une part, des incidences relativement directes, et d'autre part des effets

induits par divers processus de transformation de l'environnement et de l'écologie par la modification des paramètres climatiques. En effet, les effets directs concernent les différents accidents dont les populations disent être de plus en plus victimes, du fait de la recrudescence des phénomènes climatiques extrêmes comme les foudres, les vents violents, les pluies orages, qui entraînent plus que d'habitude des chutes d'arbres, la destruction des toitures, l'écroulement des murs, avec comme conséquence des blessés et même des morts. Pour ce qui est des incidences liées à la modification des conditions environnementales et écologiques du fait des perturbations climatiques, on note que les populations de la Région du Sud, surtout les populations rurales connaissent de plus en plus des cas de maladies climato-sensibles. D'après l'OMS, l'OMM et le PNUE (2004) l'augmentation de la température globale de la terre observée depuis la deuxième moitié du XX^{ème} siècle va se poursuivre au cours du XXI^{ème} siècle, et que ce réchauffement global, qui s'accompagnera par ailleurs d'une modification profonde des rythmes pluviométriques selon les Régions du globe entraînera de lourds impacts sur la santé des populations. Si les scientifiques nuancent la nature des impacts déjà vécus ou prévus, en estimant que dans certaines Régions du globe ils seront positifs pour la santé, ils demeurent tout de même unanimes à l'idée que lesdits impacts seront néfastes dans l'ensemble, notamment pour «*les populations à faibles revenus, principalement dans les pays tropicaux et subtropicaux*» (GIEC, 2001). Ainsi, dans son Rapport sur l'état de la santé dans le monde, publié en 2002, l'OMS estimait que les changements climatiques étaient déjà responsables en 2000 de 2,4% environ des cas de diarrhée dans le monde et de 6% des cas de paludisme dans de nombreux pays à revenus intermédiaires.

Conclusion

Les perturbations climatiques compromettent déjà les moyens de subsistance des populations de la Région du Sud à travers les activités qui y sont pratiquées. D'où la nécessité, si non l'urgence, pour le gouvernement et les collectivités locales de développer des services climatiques (prévisions climatiques à court, moyen et long terme), particulièrement pour chaque secteur d'activité (l'agriculture, l'élevage, l'eau, l'énergie ; la santé etc), nécessaires pour la prise des décisions précises à l'adaptation des secteurs économiques et écologiques vulnérables aux changements climatiques. Ce qui permettra alors au Cameroun de faire de la lutte contre les changements climatiques non plus une simple menace mais plutôt une opportunité de développement.

CHAPITRE 6 : CONCLUSION GENERALE

Le présent rapport avait pour objectif principal d'analyser l'évolution spatio-temporelle du climat (pluviométrie et températures) sur la période allant de 1950 à 2015 dans la Région du Sud Cameroun et d'en faire la projection aux horizons 2030, 2060 et 2090. Il a également permis de jeter les bases d'une étude approfondie des impacts et de la vulnérabilité des systèmes sociaux, naturels et humains de la zone d'étude aux effets néfastes des changements climatiques. La démarche méthodologique ayant guidé ce travail a consisté principalement en une revue documentaire, des enquêtes de terrain, des séries de traitement des données climatiques collectées et une analyse principalement descriptive. Les techniques de traitement utilisées ont ainsi permis de déceler les tendances d'évolution des paramètres climatiques, les moyennes, les écarts types etc. ou encore de détecter les ruptures pluviométriques au moyen des tests de rupture (Test de Pettitt, segmentation d'Hubert, Approche Bayésienne de Lee & Heghinian, etc.).

Pour ce qui est du comportement de la pluviométrie à l'échelle annuelle sur la période de l'étude il ressort de l'analyse des données collectées que :

- le climat de la Région du Sud est rythmé majoritairement par un régime bimodal qui tend de plus en plus vers une dérégulation, avec une moyenne pluviométrique annuelle de **1791,49mm**, et une moyenne de 164,94jours de pluies par an ;
- les quantités de précipitations tombées à Ebolowa affichent une tendance globale à la diminution, au même titre que le nombre de jours de pluies ;
- une rupture a été identifiée en 1979, avec une tendance à l'augmentation des quantités de précipitations de 1950 à 1978 et une tendance à la diminution des quantités de précipitations de 1980 à 2015 ;
- la diminution moyenne des quantités de pluies à Ebolowa est estimée à **206,94mm**, tandis que le nombre de jours de pluies a également connu une diminution, estimée à **6,22 jours** ;
- les précipitations affichent une tendance à l'augmentation à Kribi et Ambam, contre une tendance à la diminution à Campo et Sangmélima ;

Pour ce qui est du comportement de la pluviométrie à l'échelle saisonnière sur la période de l'étude il ressort :

- une augmentation des quantités de précipitations à Ebolowa pendant la petite saison sèche, contre une diminution saisonnière pendant la grande saison sèche, la petite saison des pluies et la grande saison des pluies ;
- une augmentation du nombre de jours de pluies à Ebolowa pendant la petite saison sèche, contre une diminution pendant la grande saison sèche, la petite saison des pluies et la grande saison des pluies ;
- une diminution des quantités de précipitations à Kribi et Campo pendant la grande saison sèche, la petite saison des pluies, la grande saison des pluies, contre une augmentation pendant la petite saison sèche ;
- une augmentation des quantités de précipitations à Ambam pendant la grande saison sèche, la petite saison des pluies, la petite saison sèche, contre une tendance à la diminution pendant la grande saison des pluies ;
- une augmentation des quantités de précipitation à Sangmélima pendant la grande saison sèche et la petite saison des pluies, contre une tendance à la diminution pendant la petite saison des pluies et la grande saison des pluies ;

A l'échelle mensuelle, le comportement de la pluviométrie affiche:

- une diminution globale des précipitations et du nombre de jours de pluies à Ebolowa ;
- une diminution globale des quantités de précipitations à Kribi, Campo et Sangmélima ;
- une augmentation globale des quantités de précipitations à Ambam ;

Pour ce qui est des températures, elles ont connu une évolution globalement ascendante, avec une moyenne annuelle de **24,62°C** à Ebolowa. Lesdites températures affichent par ailleurs une tendance à l'augmentation des températures maximales pendant les quatre saisons, une tendance à l'augmentation pendant la grande saison sèche, la petite saison sèche, la grande saison des pluies, contre une tendance à la diminution pendant la petite saison des pluies pour les températures minimales. L'évolution mensuelle des températures affiche une tendance à l'augmentation de janvier à décembre pour les minimales et les moyennes, une tendance globale à l'augmentation pour les minimales, à l'exception des mois d'avril, mai et juin qui affichent plutôt une tendance à la diminution.

En termes de projection future, tous les scénarii élaborés indiquent un climat de plus en plus chaud dans toute la Région jusqu'en 2090 tandis que les précipitations afficheront une forte variabilité marquée, d'une localité à une autre. En effet, il est attendu une diminution de 10 à

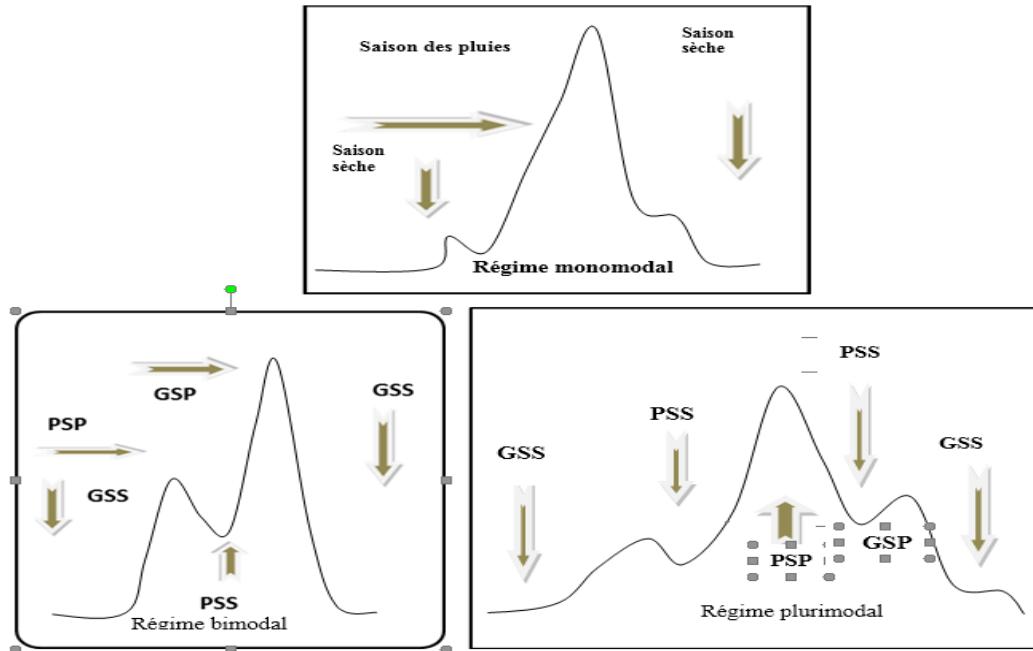
14mm d'ici 2030, de 7 à 20mm d'ici 2060 et de 9 et 16mm par an à l'horizon 2090. Cette variabilité pourrait amplifier les effets néfastes sur les secteurs de développement, notamment l'agriculture, l'élevage, la pêche, la chasse, la foresterie et la santé ainsi que sur l'érosion côtière. Au niveau des températures, il est attendu, d'ici 2030, une augmentation de 0,9 à 1,4°C des températures moyennes, de 1,8 à 2,8°C d'ici 2060 et de 2,8 à 3,9°C d'ici 2090.

Face à l'état du réseau d'observation de la zone d'étude, au regard de la qualité et de la quantité des données climatiques disponibles, les recommandations de la présente étude vont dans le même sens que celles déjà formulées dans le cadre des profils climatiques des Régions de l'Est, du Centre, de l'Extrême-Nord et du Sud-Ouest. De manière globale, lesdites recommandations prônent :

- L'amélioration du réseau de collecte des données hydrométéorologiques
- Le développement de la connaissance sur les changements climatiques
- Le Développement et la diffusion des scénarios climatiques et socio-économiques
- Le renforcement de la connaissance sur les événements extrêmes et leurs impacts sur les secteurs de développement.

ANNEXES

Typologie des régimes pluviométriques dans la Région du Sud



BIBLIOGRAPHIE

- BAD. (2012).** *Les solutions pour le changement climatique, la réponse de la Banque Africaine de Développement aux impacts en Afrique*, 48p.
- Banque Mondiale. (2008).** *Rapport sur le développement dans le monde* : version préliminaire pour la presse, susceptible de modifications, 36p.
- Bataller M. (2010).** *Les enjeux de l'adaptation aux changements climatiques*, N° 21.
- BUCREP. (2010)** (Bureau central des recensements et des études de population, Cameroun). *Troisième recensement général de la population et de l'habitat. Rapport de présentation des résultats définitifs*, Yaoundé, 65p.
- CSC & WUR. (2013).** *Fiches d'information des pays. Scénarios des changements climatiques dans le Bassin du Congo. Fiche d'information - Hydrologie et Energie - République du Cameroun - Zone 2*. Rapport final 67p.
- CSC. (2013a).** *Climate Change Scenarios for the Congo Basin*, Climate Service Centre Report N°11, Hamburg, Germany.
- CSC. (2013b).** *Scénarios de changement climatique pour le bassin du Congo* [Haensler A., Jacob D., Kabat P., Ludwig F. (eds.)]. Climate Service Centre Rapport No. 11, Hamburg, Germany, ISSN: 2192-4058.
- Fomekong F. et Ngono G. (2010).** *Changements climatiques, production agricole et effets sur la population au Cameroun*, INS,
- Fraser P.J. Hall J.B. et Healey J.R. (1998).** *Climate of the Mount Cameroun Region. Long and medium term rainfall, temperature and sunshine data*. University of Wales, Bangor, Mount Cameroon Project and Cameroon Development Corporation. School of Agricultural and Forest Sciences Publication N°16.
- GIEC. (2001).** *Climate Change 2001: Third Assessment Report (Volume I)*. Cambridge, Cambridge University Press.
- GIEC. (2018).** *Résumé pour décideurs du 6e rapport du groupe II du GIEC, (incidences, adaptation et vulnérabilité)*, Cambridge, Cambridge University Press.
- IRD (1992),** *Sous l'emprise du cacao*, Marseille, 192p.

Letouzey R. (1985). *Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1/500000. Fascicule N°3, Domaine de la forêt dense semi caducifoliée.* Institut de la carte de la végétation (Toulouse) et IRA (Yaoundé), pp. 63-94.

Mailhot A, Duchesne S, Talbot G, Rousseau A. N, et Chaumont, D., (2008). *Changements climatiques au Québec méridional : Approvisionnement en eau potable et santé publique : projections climatiques en matière de précipitations et d'écoulements pour le sud du Québec, N° 866,* Québec.

MINEPAT. (2010). *rapport Régional de progrès des objectifs du millénaire pour le développement.*

MINEPDED. (2015 a). *Plan d'Action National sur les Changement Climatiques,* 154p.

MINEPDED. (2015b). *Seconde communication Nationale sur les Changement Climatiques,* 211p.

MINPAT/PNUD. (2000). *Etudes socio-économiques Régionales au Cameroun. Province de l'Est,* MINPAT / Projet PNUD-OPS CMR/98/005/01/99.

Nyogok S. (2008). *La protection du littoral camerounais au regard du droit international de l'environnement,* Université de Limoges - Master II droit international et comparé de l'environnement p.....

OCDE. (2009). *Adaptation au changement climatique et coopération pour le développement : document d'orientation.*

Olivry J.C. (1986). *Fleuves et rivières du Cameroun.* ORSTOM, Monographies Hydrologiques n° 9, Paris (ORSTOM), Yaoundé (MESRES).p.....

OMS. (2002). *Rapport sur la santé dans le monde 2002,* OMS, Genève.

OMS. OMM et PNUE. (2004). *Changements climatiques et santé humaine : risques et mesures à prendre.* Résumé.

ONACC (2018). *Pluviométrie et températures au Cameroun. Analyse de la pluviométrie et des températures pour la période allant de 1950 à 2015 et projection à l'horizon 2090 : Cas de la Région du Sud-Ouest.*

Peel M.C. Finlayson B.L. et Mcmahon T.A. (2007). *Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification,* Hydrol. Earth Syst. Sci.11.

Pettitt A.N., (1979). “A non-parametric approach to the change-point problem.” *Appl. Statist.*, 28 (2).

PNUD. (2008). *Partenariat pour l'adaptation aux changements climatiques en Afrique.*

Sighomnou, D. (2004). *Analyse et redéfinition des régimes climatiques et hydrologiques du Cameroun : perspectives d'évolution des ressources en eau*, Univ Yaoundé I, Thèse de'Etat, 291p.

UNESCO. (2014). *Le changement climatique en Afrique : Guide à l'intention des journalistes*, France.