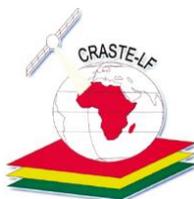




Affilié à l'ONU



UM5



FSR



IS

MASTER EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'ESPACE Promotion 2018 – 2020

OPTION : Télédétection et Systèmes d'Information Géographique (T&SIG)

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

INTITULE :

ETAT, TENDANCES ET LACUNES DE L'OCEANOGRAPHIE DANS LE GULF DE GUINEE

<<ETUDE DE CAS SUR LA COTE DU CAMEROUN>>

Présenté par :

BIKIE GERALD ANICET

Soutenu publiquement le Lundi 31 Mai 2021 devant le Jury composé de :

Grade/Nom et prénom	Institution	Qualité
Pr. Achab MOHAMMED	Institut Scientifique. (Maroc)	Président
Pr. Loubna El MENSOURI	Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (Maroc)	Examinatrice
Pr. Ilias KACIMI	Centre Régional Africain des Science et Technologies de l'espace En Langue Française Affilié à l'ONU (Maroc)	Encadrant Interne
Dr. Alexander Samuel KOLKER	The Louisiana Universities Marine Consortium (United States of America)	Encadrant Externe

DÉDICACE

Je dédie cette œuvre à la personne la plus chère de ma vie l'Eternel Dieu tout puissant.

À

Mes chers parents : Atebete Mengue Catherine et Ndoumou Senguena Pierre Loti de regrettée
mémoire

À

Mes directeurs de recherche le Dr. Alex Samuel Kolker et le Pr. Ilias Kacimi

À

Mon prince Feuzeu Michel Archange et à ma bien aimée Nchouokam Nguenang Sylvanie
Dimitra

À

M. et Mme Ekani Mebenga Thibault Aloys

À

Mes frères : Ndzi Ndoumou Serge Châteaux, Mengue Guy Christian, Avia Ngana Chelsea
Bertrand, Nana Lucien Arnold, Olinga Jean Pierre et la Princesse l'Atebete Ndoumou
Catherine ma petite sœur chérie.

Des amis très spéciaux : Amana Sedena Pélagie, Zidi Abdel Hakim, Monthe Kamdem Yvana
Leslie, Daniella Ingrid Tissue et Messamle Guy Mathurin

À

Les ingénieurs. Langoul Ulrich, Ingénieur Océanographe, Chef du Service Hydrographie au
Port Autonome de Douala, Salihou Moussa Bakoura, Chercheur à l'IRAD, Aminou
Biogounou du CRASTE-LF, Mme. Guimatio Teugue Michelle, Enseignante au Lycée
Technique de Ngaoundéré, qui ont contribué à la critique de ce travail.

REMERCIEMENTS

Je voudrais commencer par rendre grâce et gloire à Celui qui m'a donné de réaliser cette recherche **l'Éternel Dieu**.

Je tiens à remercier :

La Ministre de la Recherche Scientifique et de l'Innovation du Cameroun, le Professeur Madeleine Tchunte, qui a rendu possible notre formation au **CRASTE-LF**.

Le Directeur de INC, le Dr. Martin Mbota Elimbi, qui n'a cessé de fournir tout le nécessaire pour ma réussite tout au long de ma formation à **l'INC**.

Mon superviseur à l'Institut National de Cartographie du Cameroun, le Dr. Ekani Mbenga Thibaut Aloys, qui, m'a apporté son soutien inconditionnel durant cette formation.

Mon encadrant interne et responsable du Master T-SIG, le Pr. Ilias Kacimi, pour avoir accepté de m'encadrer. Sa contribution à ce projet et son accompagnement lors de cette formation sont inestimables. **Mon directeur de stage, le Dr Alex Samuel Kolker**, chercheur et professeur associé au **Louisiana Marine Consortium (LUMCON)**, pour la rigueur et la passion communiquée dans la recherche scientifique.

J'exprime également ma gratitude à tout le personnel administratif du Centre régional africain des Sciences et Technologies de l'Espace en langue française affilié à l'ONU, et plus précisément au **Directeur, le Professeur Anas Emran**, à **M. Djamal Djebouri, directeur adjoint du CRASTE-LF**, au **coordinateur de la formation du GNSS, le professeur Mourad Bouziani** et à **M. Radouane Abidi, directeur financier**.

Au personnel administratif de la Faculté des Sciences de Rabat plus précisément **Monsieur le Doyen le Professeur Mohammed Regragui**.

Mes remerciements vont aussi au **LUMCON** pour son soutien financier et pour mon hébergement pendant mon stage, principalement au **Directeur du LUMCON** pour ses conseils, et à tout le **personnel enseignant du CRASTE-LF**, pour leur travail accompli avec l'enthousiasme, à **l'Agence Marocaine de Coopération International (AMCI)** et à **l'ONOUSC**, pour le soutien qu'ils nous ont apporté pendant nos deux années de formation. Que ceux qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de ce travail soient remerciés pour leurs conseils et leur disponibilité.

RESUME

Le Gulf de Guinée et le littoral Camerounais en particulier se situent dans un environnement tropical chaud à fort potentiel, les sciences des données et les sciences géospatiales ont démontré leur capacité à pouvoir améliorer notre compréhension de ce système pour sa gestion ainsi que pour les recherches futures. Cet environnement et ses écosystèmes environnant ont subi d'importantes mutations pendant les 40 dernières décennies, et dans le cadre de notre travail il était question pour nous de ; Mettre en évidence ces mutations et leurs ampleurs ainsi que leurs conséquences, Evaluer les tendances des paramètres étudiés (météorologie, hydrologie, géologie et pêches), Et ensuite mettre en lumière les lacunes de la recherche Océanographique au niveau de notre zone. Il ressort de notre travail que seulement 24 % (soit environ 30 rivières sur 126) des superficies, des débits et des largeurs de rivières de notre zone d'étude sont connus, ce qui indique un manque de connaissances de 76 % (environ 94 rivières sur 126) des estimations faites par les modèles de la Gaia géoscience. Le manque total ou partielle d'estimations sur le terrain des superficies, du débit et des largeurs des cours d'eau montre qu'il manque environ 100 % de connaissances. En ce qui concerne la géologie marine sur notre zone d'étude, nous avons remarqué des pertes de sols importantes dans les bassins du Rio Del Rey au sud-ouest et au niveau de Douala dans la région du littoral où on constate des changements négatifs de -22% et -24%, pour les classes terres et terre majoritaires - eaux minoritaires ce qui indique des pertes significative. Les valeurs positives quant à elle sont observées pour les classes Eau et Eau majoritaires-terre minoritaires soit des valeurs de 17% et 37% respectivement. Dans la région sud, des valeurs négatives de -9%, - 18% et -21% ont été observées pour les classes ; Eau, Terres majoritaire-eau minoritaire et Eau majoritaire- Terres minoritaires respectivement la seule valeur positive étant celle de la classe de la Terre soit 50% avec une sédimentation accrue de ses eaux océaniques. Nous avons constaté suite à l'absence de sédiments en suspension dans les bassins sédimentaire du rio Del Rey et de Douala qu'il avait un phénomène de subsidence en cours du fait de l'augmentation au fil du temps des superficies d'inondation entre autres. L'intérêt de ce travail est qu'il nous a permis de développer un agenda de recherche dont la prise en compte permettra une gestion structurée et durable de cet environnement lui permettant ainsi de mettre son plein potentiel au service des Etats et des populations riveraines tant sur les plans économiques que sociopolitique tout en le préservant. Il nous a également permis de trouver des pistes pour la mitigation de certain risques associé à cet environnement côtier.

Mots-clés : Etats, Tendances, Lacunes, Océanographie, télédétection et SIG, Golfe de Guinée

ABSTRACT

The Gulf of Guinea and the Cameroonian coastline in particular are situated in a warm tropical environment with high potential, Data sciences and geospatial sciences have demonstrated their ability to improve our understanding of this system for its management as well as for future research. This environment and its surrounding ecosystems have undergone significant changes over the past 40 decades, and as part of our work we were talking about; Highlighting these changes and their amplors and their consequences, to evaluate the trends of the parameters studied (meteorology, hydrology, geology and fisheries), And then to highlight the gaps of oceanographic research at the level of our zone. Our work indicates that only 24% of the areas, flows and river widths in our study area are known, indicating a lack of knowledge of approximately 76% for estimates made by Gaia geoscience models. The total or partial lack of field estimates of surface area, flow rate and stream width indicate that approximately 100% of knowledge is lacking. With regard to marine geology in our study area, we have noted significant soil losses in the Rio Del Rey basins to the southwest and at the Douala level in the coastal region where negative changes of -22% and -24% for the majority land classes - minority waters indicating significant losses. The positive values are observed for the majority and minority land-water classes, which are 17% and 37% respectively. In the southern region, negative values of -9%, - 18% and -21% were observed for classes; Water, Majority-Minority Land and Majority- Minority lands respectively the only positive value being that of the Earth class is 50% with increased sedimentation of its oceanic waters. We found out from the absence of suspended sediments in the sedimentary basins of the Rio Del Rey and Douala that it had an ongoing subsidence phenomenon because of the increase over time in flood areas and so on. The interest of this work is that it has enabled us to develop a research agenda, the consideration of which will allow a structured and sustainable management of this environment allowing it to put its full potential at the service of the States and the riparian populations economic and socio-political plans while preserving it. It also allowed us to find ways to mitigate certain risks associated with this coastal environment.

Keywords: Status, Trends, Gaps, Oceanography, GIS and remote sensing, Gulf of Guinea

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	17
1 Introduction Générale	18
1.1 Contexte Spécifique	18
1.2 Problématique.....	19
1.3 Objectifs	19
1.4 Organisation du document.....	19
Chapitre I : GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE (ETAT, TENDANCES ET LACUNES AU NIVEAU DU GULF DE GUINEE).....	21
<u>4.1</u> Situation De La Zone D'étude.....	22
4.1.1 Le Gulf De Guinée	22
4.1.2 Le Cameroun	23
4.1.3 Tendences Saisonnière Du Climat Annuel Dans La Zone	24
Chapitre II RESSOURCES ET MÉTHODOLOGIE	26
5.1 Methodologie General	27
5.1.1 Généralites.....	Erreur ! Signet non défini.
5.1.2 Méthodologies	27
5.1.3 Méthodologie D'évaluation Des Paramètres Météorologique	29
5.1.4 Methodologie D'evaluation Des Parametres Hydrologique	30
5.1.5 Description des données	31
5.1.6 Méthodologie D'évaluation Des Changements Associes A La Géologie Marine	32
Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSIONS	36
<u>6.1</u> Resultats Et Discussions Des Analyse De Paramètres Météorologiques.....	37
6.1.1 Importance.....	37
6.1.2 Principales Régions	39

6.1.3	Tendances Saisonnières Régionales Et Tendances Des Données	40
6.1.4	Années Et Valeurs Aberrantes Par Région.....	49
<u>6.2</u>	<u>Résultats Et Discussions De L'étude Hydrologique.....</u>	<u>52</u>
6.2.1	Rivières se déversant dans l'océan dans le Golfe de Guinée :	56
6.2.2	Décharges Annuels Moyens Dans Le Golfe De Guinée :	57
6.2.3	Sources de variabilité des données de Décharge :	57
6.2.4	Les Lacunes	58
6.2.5	Représentation Graphique Des Gaps De Connaissance	58
<u>6.3</u>	<u>Résultats Et Discussions Des Etudes De Géologie</u>	
	Marine.....	59
6.3.1	Photo-interprétation.....	59
6.3.2	Cartographie Géologique	60
6.3.3	Analyse Qualitative	63
6.3.4	Changements Observés	64
6.3.5	Analyse Qualitative :	65
6.3.6	Analyse Quantitative	65
6.3.7	Cause Du Changement De Superficie Du Terrain :	68
6.3.8	Preuve D'affaissement Et Taux :	68
<u>6.4</u>	<u>Résultats Et Discussions Sur La Situation Des Pêches Sur Le Littoral</u>	
	Camerounais.....	70
6.4.1	Principales pêcheries dans le golfe de Guinée :	70
	Chapitre IV: RECHERCHES	76
7.1	Besoins De Recherche	77
7.2	Tendances Futures Pour Le Golfe De Guinée :	78
7.3	Impacts Possibles Des Changements Climatiques Et Des Autres Activités Humaines Dans Le Golfe De Guinée :	78
	Contexte Global	79
7.4	Répercussions Sur La Gestion	80

7.5	Un Agenda De Recherche Pour Le Golfe De Guinée	80
	CONCLUSION.....	83

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1(A): REGION DU SOUTH WEST	25
TABLEAU 1(B) : REGION DU LITTORAL	25
TABLEAU 1(c) : REGION DU SUD.....	25
TABLEAU 2 : REVUE DES NDWI	33
TABLEAU 3 : ANALYSES DES REGRESSIONS	38
TABLEAU 4 : ANNÉES ABERRANTES.....	49
TABLEAU 5 : RIVIÈRES COTIÈRES ET PARAMÈTRES	56
TABLEAU 6 : CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES.....	60
TABLEAU 7 : PECHERIE ET STATISTIQUES	74

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de situation de la cote Camerounaise.....	23
Figure2 : Rivières Acquises par recensement Manuel sur Google Earth.....	31
Figure 3 : Algorithme utilise pour l'extraction du MNT SRTM de la zone d'étude sur Google Earth Engine.....	31
Figure 4 : Carte de Douala-Buea.....	39
Figure 5a: Total annual précipitation rate.....	40
Figure 5b: Mean annual précipitation rate.....	40
Figure 5c: Total monthly precipitation rate.....	40
Figure 5d: 3D view of mean monthly precipitation rate.....	40
Figure 5e: Total annual precipitable water.....	40
Figure 5f: Mean annual precipitable water.....	40
Figure 5g: Total monthly precipitable water.....	41
Figure 5h: 3D view of mean precipitable water.....	41
Figure 5i: Total annual sea surface temperature.....	41
Figure 5j: Mean annual sea surface temperature.....	41
Figure 5k: Total monthly sea surface temperature.....	42
Figure 5l: 3D view of mean sea surface temperature.....	42
Figure 5m: Total annual sea surface pressure.....	42
Figure 5n: Mean annual sea surface pressure.....	42
Figure 5o: Total annual sea surface pressure.....	42
Figure 5p: 3D view of mean sea surface pressure.....	42
Figure 6a: Total annual precipitation rate.....	43

Figure 6b: Mean annual precipitation rate.....	43
Figure 6c: Total monthly precipitation rate.....	43
Figure 6d: 3D view of mean precipitation rate.....	43
Figure 6e: Total annual precipitable water.....	43
Figure 6f: Mean annual precipitable water.....	43
Figure 6g: Total monthly precipitable water	44
Figure 6h: 3D view of mean precipitable water.....	44
Figure 6i: Total annual sea surface temperature.....	44
Figure 6j: Mean annual sea surface temper.....	44
Figure 6k: Total mean monthly sea surface.....	45
Figure 6l: 3D view of mean sea surface.....	45
Figure 6m: Total annual sea surface pressure	45
6n:3D view of mean sea surface pressure.....	45
Figure 6o: Total monthly sea surface pressure	45
Figure 6p: 3D view of mean sea surface pressure.....	45
Figure 7a: Total annual precipitation rate.....	46
Figure 7b:1Mean annual precipitation rate.....	46
Figure 7c: Total monthly precipitation rate precipitation rate.....	46
Figure 7d:3D view of mean annual precipitation rate.....	46
Figure 7e: Total: annual precipitation rate.....	46
Figure 7f:1Mean annual precipitation.....	46
Figure 7g: Total monthly precipitable water.....	47
Figure 7h: 3D view of mean precipitable water.....	47

Figure 7i: Total annual sea surface temperature.....	47
Figure 7j: Mean annual sea surface temperature.....	47
Figure 7k: Total monthly sea surface temperature.....	48
Figure 7l: 3D view of mean sea surface temperature.....	48
Figure 7m: Total annual sea surface pressure.....	48
Figure 7n: Mean annual sea surface pressure.....	48
Figure 7o: Total monthly sea surface pressure.....	48
Figure 7p: 3D view of mean annual sea surface pressure.....	48
Figure 8 : Tendances Des Frequences Inondations A Douala.....	51
Figure 9: Map of coastal rivers Acquired by Manual Census on Google Earth.....	52
Figure 10a: Model Estimated Coastal River Width at Logarithmic Scale.....	58
Figure 10b: Model Estimated Coastal River Discharge at Logarithmic scale.....	58
Figure 10c: Percentage Model Estimated Coastal River Surface Areas.....	59
Figure 10d: Model Estimated Coastal River Surface Area.....	59
Figure 11a : L'anomalie De Badangue.....	59
Figure 11b: L'anomalie Lote.....	59
Figure 12: Geological Map of The Coastal Regions of Cameroon by Bikie G.A.....	61
Figure 13: Cloud Processed Raw Images of The Study Areas.....	62
Figure 14: Classified Image of The Easter Littoral and South Region of Cameroon.....	63
Figure 15: Classified Image of The Wester Littoral and South West Region of Cameroon...	64
Figure 16: Change Detection Images of The Two Regions.....	65
Figure 17a: Change Detection Graph Of Western And Southwest Region.....	66
Figure 17b: Change Detection Graph Of Eastern Littoral Littoral And South.....	66
Figure 18a: Percentage Surface Area Change Western Littoral and Southwestern Region.....	67

Figure 18b: Percentage Surface Area Change Eastern Littoral and South Region.....	67
Figure 19a: Surface Area Change Western Littoral and South Region	67
Figure 19b: Surface Area Change Eastern Littoral and South Region.....	67
Figure 20 : Histogramme Des Frequences D'inondation De Douala.....	69
Figure 21a: Composition of percapita Fish supply for the republic of Cameroon.....	75
Figure 21b: Capture production by inland and waters for the Republic Cameroon FAO:	75

LISTE DES ACRONYMES

ASCII: AMERICAN STANDARD CODE FOR INFORMATION INTERCHANGE

ARCGIS: AERONAUTICAL RECONNAISSANCE COVERAGE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

CTM: CENTROID-MOMENT-TENSOR

CVL: CAMEROON VOLCANIC LINE

DOS: DARK OBJECT SUBTRACTION

ENVI: ENVIRONMENT FOR VISUALIZING IMAGES

ERDAS IMAGINE: EARTH RESOURCES DATA ANALYSIS SYSTEM IMAGINE

ETM: ENHANCED THEMATIC MAPPER

ETM+: ENHANCED THEMATIC MAPPER PLUS

F.E: FIELD ESTIMATED

GEE: GOOGLE EARTH ENGINE

GPS: GLOBAL POSITIONING SYSTEM

GNSS: GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS

InSAR: INTERFEROMETRIC SYNTHETIC APERTURE RADAR

KMZ: KEYHOLE MARKUP LANGUAGE ZIPPED

LUMCON: LOUISIANA UNIVERSITIES MARINE CONSORTIUM

M.E: MODEL ESTIMATED

NASA: NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION

NOAA: NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION

NCEP: NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL PREDICTION

NCAR: NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH

NDWI: NATURAL DIFFERENCE WATER INDEX

OLI: OPERATIONAL LAND IMAGER

PPR: PRECIPITATION RATE

PPW: PRECIPITABLE WATER

QGIS : QUANTUUM GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

SAR : SYNTHETIC APERTURE RADAR

SCP : SEMI-AUTOMATIQUE CLASSIFICATION PLUGIN

SST: SEA SURFACE TEMPERATURES

SLP: SEA LEVEL PRESSURE

SSS: SEA SURFACE SALINITY

SWIR: SHORT WAVE INFRARED

SPSS: STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES

TIRS: TERMAL INFRARED SPECTROMETER

TOA: TOP OF ATMOSPHERE

XLS : EXCEL SPREADSHEET

CONCEPTS ET DÉFINITIONS

Etats : Manière d'être (d'une personne ou d'une chose).

Tendances : Évolution, direction.

Lacunes : Écart profond, écart important entre les choses, les personnes ou les pays, surtout dans le développement économique. (Dictionnaire Larousse).

Météorologie : Température à la surface de la mer, pression à la surface de la mer, eau précipitable et taux de précipitation.

Hydrologique : Estimation du débit fluvial par modélisation et estimation du débit fluvial sur le terrain. L'état géologique de l'environnement permet d'estimer les pertes de sol dues à l'érosion ou à l'affaissement.

Géologique : L'état géologique de l'environnement permet d'estimer les pertes de sol dues à l'érosion ou à l'affaissement.

Érosion : Dans les sciences de la terre, l'érosion est l'action de processus de surface (tels que l'écoulement de l'eau ou le vent) qui enlève le sol, la roche ou la matière dissoute d'un endroit sur la croûte terrestre, puis le transporte vers un autre endroit. L'érosion est distincte de l'altération qui n'implique aucun mouvement. (Wikipédia)

Subsidence : La subsidence est le naufrage du sol en raison du mouvement des matériaux souterrains ; elle est le plus souvent causée par l'extraction de l'eau, du pétrole, du gaz naturel ou des ressources minérales du sol par pompage, fracturation ou exploitation minière. (NOAA, 2021).

INTRODUCTION

1.1 Introduction Générale

Les régions côtières tropicales et équatoriales de la Terre sont des endroits critiques sur la planète. Elles sont importantes pour le climat mondial, pour les décharges d'eau douce dans l'océan. Elles ont d'abondantes ressources halieutiques et sont des lieux privilégiés pour la biodiversité. Elles abritent également des millions de personnes. Au Cameroun, par exemple, elles abritent environ 4655870 personnes selon les estimations de 2013. Il convient par ailleurs de savoir que les Océans de la Terre sont indispensables pour maintenir l'équilibre de la planète. Ils sont une composante essentielle des systèmes alimentaires, jouent un rôle important dans le stockage et le transport de l'eau et sont un moteur contrôlant la circulation générale. L'étude de ces plans d'eau et de leur environnement est impérative dans un contexte de réchauffement planétaire et de changement climatique, puisque ces changements entraînent souvent des catastrophes naturelles et des événements extrêmes qui exposent les populations et les infrastructures à de lourds dommages (Eko, 2018), tout en affectant les distorsions des écosystèmes. Un examen attentif de l'impact de l'océan sur les populations exige donc que chaque État responsable qui borde l'océan ait une compréhension détaillée de l'état et des tendances de son environnement, côtier et marin, compte tenu des implications économiques, sociales et sécuritaires.

1.1.1 Contexte Spécifique

Depuis la fin des années 1800, la région côtière de le Gulf de Guinée est un centre d'attraction en raison de son importance économique, et a depuis été utilisé pour l'échange de biens à la fois au niveau national et international. Les activités économiques et de développement en cours comprennent l'urbanisation, l'agriculture, le tourisme, les loisirs, l'industrie, l'extraction d'hydrocarbures et le transport maritime. Cette attraction continue a entraîné une augmentation exponentielle de la population côtière, conduisant ainsi à la dégradation progressive des écosystèmes côtiers et marins. Compte tenu de l'augmentation progressive du réchauffement planétaire et du changement climatique, les impacts sur l'Afrique équatoriale sont susceptibles de devenir plus graves.

Le monde étant essentiellement un système fermé, l'interaction entre les humains et la nature a un impact profond sur les dysfonctionnements climatiques ainsi que sur les modifications de la géomorphologie et de l'écologie côtières et marines.

Les principaux impacts anthropiques observés dans notre zone d'étude sont la destruction des écosystèmes côtiers et marins, ce qui a pour conséquence directe la facilitation de l'érosion côtière, l'augmentation des inondations dont les causes immédiates sont encore à déterminer,

et il y a aussi une augmentation des sédiments dans la mer pour certains secteurs, ce qui s'explique par une destruction accrue des forêts continentales qui exposent les sols à l'érosion, entre autres.

Les effets de l'impact humain sont observés sur, la variabilité et les changements climatiques, la géologie et l'hydrologie, les réajustements isostatiques au fil du temps, les variations fauniques dans le milieu marin équatorial ainsi que les voies hydrodynamiques et sédimentologiques.

1.1.2 Problématique

La recherche océanographique un instrument crucial à la maîtrise des systèmes entropiques et naturelles de types littoraux et marins. La combinaison combinaison de procédé traditionnels et des outils d'observation spatiale est l'élément sur lequel nous nous appuyerons pour atteindre les objectifs qui suivront.

1.1.3 Objectifs

Le but de ce travail est d'évaluer la situation, les tendances et les lacunes de l'océanographie dans le Gulf de Guinée plus précisément sur le littoral Camerounais afin non seulement de mettre en évidence le besoin pressant de la recherche océanographique au sein de cette zone d'étude mais aussi d'apporter des éléments de solutions qu'offre les technologies d'observation spatial.

Pour ce faire nous préconisons explorer l'ensemble des informations disponible sur notre zone d'étude, ensuite nous tenterons d'évaluer l'évolution de la situation météorologique du milieu, l'Etat du system hydrologique de cet environnement côtier et enfin nous évaluerons l'état des pêches. Il convient par ailleurs de noter que ces observations sont faites à l'aide de données de télédétection, des données météorologiques ainsi que des données de terrain, dans la mesure du possible. Une évaluation éventuelle des effets de ces phénomènes sur le climat global et l'élévation du niveau de la mer pourrait être effectuée.

1.1.4 Organisation du document

Le présent document est subdivisé comme il suit ;

-Le premier chapitre est consacré à l'évaluation de l'évolution des paramètres météorologique dans notre zone d'étude.

-Le deuxième chapitre sert à expliquer la situation hydrologique de notre zone d'étude.

-Le troisième chapitre explique la situation géologique du milieu.

-Le dernier chapitre met en évidence la situation de la pêche maritime au niveau de notre zone d'étude.

Chapitre I :

GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE (ETAT, TENDANCES ET LACUNES AU NIVEAU DU GULF DE GUINEE)

1.2 Situation De La Zone D'étude

1.2.1 Le Gulf De Guinée

Le golfe de Guinée englobe la région côtière atlantique de l'Afrique faisant partie de l'océan Atlantique tropical oriental, le golfe de Guinée comprend les pays suivants : Libéria, Côte d'Ivoire, Ghana, Togo, Bénin, Nigéria, Cameroun, Guinée équatoriale, Gabon, Sao Tomé-et-Principe, République du Congo, République démocratique du Congo et Angola. Le littoral du golfe comprend la baie du Bénin et le Bonny. Le golfe s'étend du Cap Lopez (Latitude : -0,7619586 et Long : 8,7810802) près de l'équateur, jusqu'au Cap Palmas en longitude (Lat : 4,3688889N et Long : -7,7286111W), Ses principaux affluents sont le Volta, le Niger et le fleuve Congo. La région est également occupée par la CVL (ligne volcanique du Cameroun) qui s'étend de Sao Tomé-et-Principe au Cameroun et au Nigéria avec des volcans actifs comme le mont Cameroun qui est le plus haut d'Afrique de l'Ouest, l'endroit le plus pluvieux d'Afrique étant situé dans la même zone précisément dans le petit village de Debouncha qui reçoit 10 299 mm de précipitations annuelles. La région est également caractérisée par une grande variété de structures tectoniques sous-marines et de systèmes de drainage dont certains peuvent être détectés depuis l'espace comme l'anomalie de Badangue (lat. 9.828701N et long.3.3644733W) et l'anomalie de Lote (lat.9.7471329N et long. 3.4591687W) qui sont des structures tectoniques sous-marines détectables par des satellites à haute résolution. En raison du temps et des ressources limités, notre objectif principal dans cette étude sera le Cameroun qui se situe entre 2 ° et 3 ° N et entre 9 ° et 16 ° E (FAO, 2005). La zone côtière camerounaise qui constitue notre point focal s'étend de la latitude 4 ° 40'28.0 "N et de la longitude 8 ° 30'44.0" E autour de la Cross River entre la frontière Cameroun-Nigéria jusqu'à 2 ° 20'55,6 "de latitude N et 9 ° 49'21,8" de longitude Est, ses principaux affluents étant les rivières ; Sanaga, Wouri, Nyong, Cross River et Rio Campo.

1.2.2 Le Cameroun

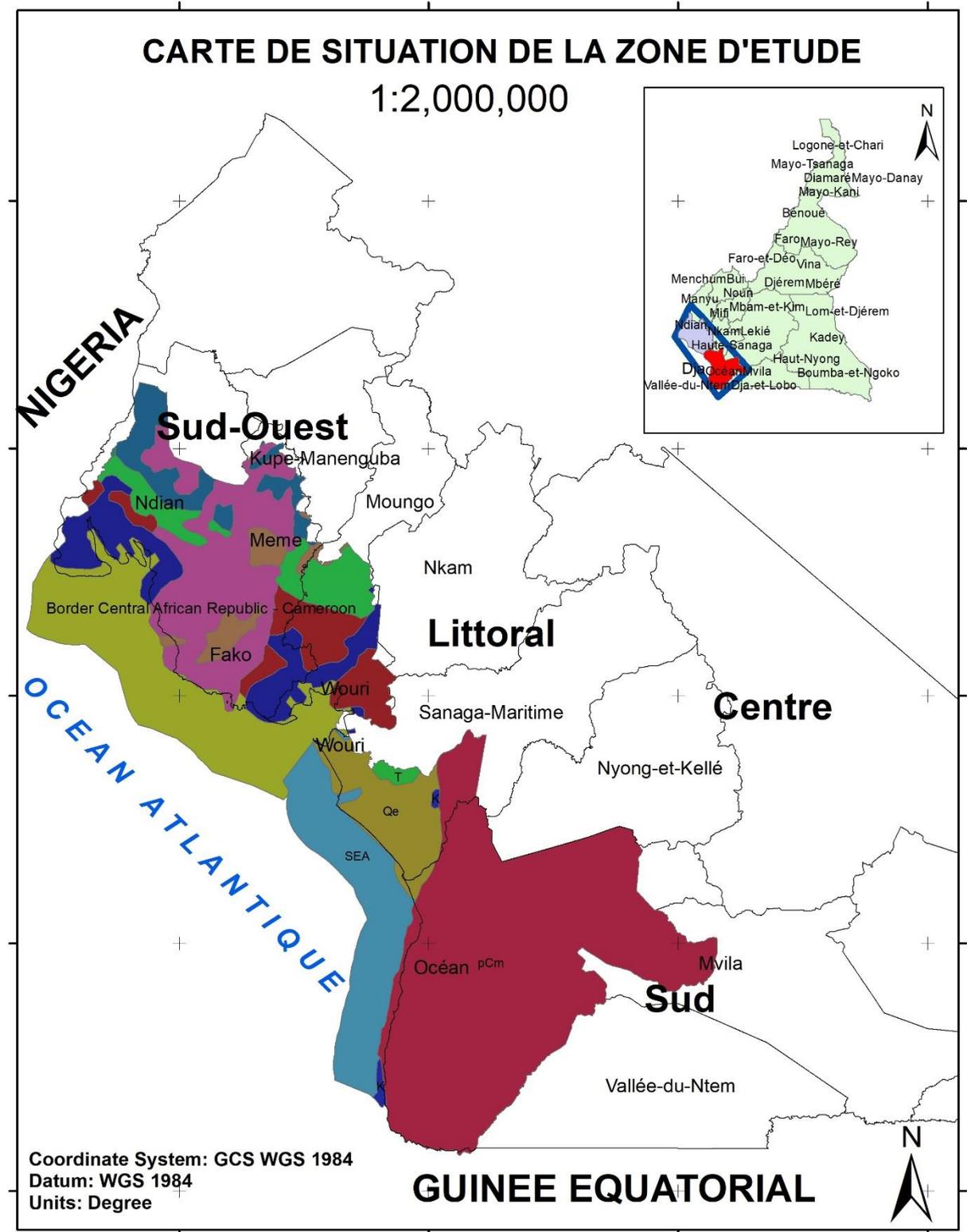


Figure 1 : Carte de situation de la cote Camerounaise

Souvent considéré comme l'Afrique en miniature, le **Cameroun** est un pays d'Afrique centrale très étendu en latitude. Le Cameroun riverain du bassin du Congo au sud, le Cameroun s'étend au nord jusqu'aux rives sahéennes du Lac Tchad. Bordé par l'océan Atlantique au sud-ouest.

Pays membre du golfe de Guinée, situé sur la façade occidentale de l'Afrique le Cameroun contient l'un des massifs montagneux les plus hauts d'Afrique. Le Cameroun possède 590 km de côtes, très découpées, le long de l'océan Atlantique. Très étendu en latitude (1 200 km du nord au sud), le pays a schématiquement une forme triangulaire de 475 650 km² de superficie, dont la base longe 1°38 de latitude nord. Le Cameroun est délimité par le Nigeria à l'Ouest et au nord-Ouest sur 1720km, la Guinée équatoriale (183 km) et le Gabon (298 km) au sud, le Congo au sud-est (520 km), la République centrafricaine à l'est (822 km) et enfin le Tchad à l'Est et au nord-est (1 122 km).

Le bassin sédimentaire de Douala ainsi que la réserve de mangrove de Cap Cameroun, située en plein cœur du Golfe de Guinée soit à 60 km de la région du littoral, font face à un processus d'érosion intense et ainsi qu'à une montée vertigineuse du niveau des eaux. Selon le rapport 2007 du GIEC. Progressivement envahie par les eaux, l'Ile de Cap Cameroun est, en voie de disparition (GIEC, 2007). Le trait de côte des zones à mangrove de l'estuaire du Wouri dans la région côtière de Douala a connu un recul d'environ 3m par an au cours des trois dernières décennies et l'Ile de Cap Cameroun aurait subi 89 % de perte (Ellison 2012).

1.2.3 Tendances Saisonnière Du Climat Annuel Dans La Zone

Des trois régions faisant objets de notre étude à savoir les régions ; du littoral, du sud et du sud-ouest, on constate de fortes précipitations le long de l'année dans les régions du sud et du littoral, contrairement à la région du sud-ouest ou on ne constate de fortes précipitations que pendant la période de Mars à Novembre. Sur le littoral Camerounais les températures varient entre 21°C et 27°C le long de la cote. L'ensemble des régions présente un taux d'humidité supérieur à 50%.

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Avg. Temperature °C	26.3 °C	26.7 °C	25.9 °C	25.1 °C	24.5 °C	23.6 °C	23.1 °C	23 °C	23.3 °C	23.6 °C	24.2 °C	25.4 °C
(°F)	(79.4) °F	(80) °F	(78.7) °F	(77.1) °F	(76.1) °F	(74.5) °F	(73.5) °F	(73.4) °F	(73.9) °F	(74.4) °F	(75.6) °F	(77.7) °F
Min. Temperature °C	21.5 °C	22.5 °C	22.6 °C	22.3 °C	21.9 °C	21.4 °C	21 °C	21.1 °C	21.1 °C	21.1 °C	21.1 °C	21.1 °C
(°F)	(70.8) °F	(72.5) °F	(72.6) °F	(72.1) °F	(71.5) °F	(70.5) °F	(69.8) °F	(69.9) °F	(70.1) °F	(70.1) °F	(70) °F	(70) °F
Max. Temperature °C	32.6 °C	32.8 °C	31.2 °C	29.7 °C	28.7 °C	27.3 °C	26.5 °C	26.4 °C	27 °C	27.7 °C	28.9 °C	30.8 °C
(°F)	(90.6) °F	(91) °F	(88.1) °F	(85.4) °F	(83.7) °F	(81.1) °F	(79.8) °F	(79.5) °F	(80.6) °F	(81.9) °F	(84) °F	(87.5) °F
Precipitation / Rainfall	25	53	145	243	310	354	399	421	383	391	192	36
mm (in)	(1)	(2.1)	(5.7)	(9.6)	(12.2)	(13.9)	(15.7)	(16.6)	(15.1)	(15.4)	(7.6)	(1.4)
Humidity(%)	68%	72%	81%	88%	90%	92%	91%	91%	92%	92%	88%	77%
Rainy days (d)	4	7	15	20	21	21	21	21	21	22	16	5
avg. Sun hours (hours)	8.1	7.6	7.0	6.4	5.7	4.8	4.0	3.4	4.1	5.0	6.1	7.5

TABLEAU 1(a): REGION DU SOUTH WEST

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Avg. Temperature °C	26.6 °C	26.9 °C	26.8 °C	26.5 °C	26.1 °C	26.2 °C	24.5 °C	24.4 °C	24.7 °C	25.2 °C	25.7 °C	26.4 °C
(°F)	(79.9) °F	(80.4) °F	(80.2) °F	(79.8) °F	(79) °F	(77.3) °F	(76.1) °F	(75.9) °F	(76.5) °F	(77.3) °F	(78.3) °F	(79.5) °F
Min. Temperature °C	24.2 °C	24.5 °C	24.4 °C	24.3 °C	24 °C	23.3 °C	22.8 °C	22.7 °C	22.8 °C	23.1 °C	23.5 °C	24.1 °C
(°F)	(75.5) °F	(76.1) °F	(75.9) °F	(75.7) °F	(75.2) °F	(73.9) °F	(73.1) °F	(72.9) °F	(73.1) °F	(73.5) °F	(74.3) °F	(75.4) °F
Max. Temperature °C	29.9 °C	30.1 °C	29.9 °C	29.6 °C	29.1 °C	27.8 °C	27 °C	26.8 °C	27.5 °C	28.1 °C	28.8 °C	29.6 °C
(°F)	(85.8) °F	(86.2) °F	(85.9) °F	(85.4) °F	(84.3) °F	(82) °F	(80.5) °F	(80.3) °F	(81.6) °F	(82.6) °F	(83.8) °F	(85.1) °F
Precipitation / Rainfall	82	107	227	294	313	310	370	358	352	377	271	113
mm (in)	(3.2)	(4.2)	(8.9)	(11.6)	(12.3)	(12.2)	(14.6)	(14.1)	(13.9)	(14.8)	(10.7)	(4.4)
Humidity(%)	84%	84%	86%	87%	88%	89%	89%	89%	89%	90%	88%	88%
Rainy days (d)	18	18	21	20	21	21	21	21	21	21	21	19
avg. Sun hours (hours)	7.0	7.0	6.7	6.3	5.9	4.7	4.1	4.0	4.8	5.4	5.7	6.5

TABLEAU 1(b) : REGION DU LITTORAL

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Avg. Temperature °C (°F)	26.2 °C (79.2) °F	26.5 °C (79.8) °F	26.7 °C (80) °F	26.6 °C (79.8) °F	26.2 °C (79.1) °F	25.3 °C (77.5) °F	24.6 °C (76.3) °F	24.4 °C (76) °F	24.7 °C (76.5) °F	25.2 °C (77.3) °F	25.6 °C (78.1) °F	26 °C (78.8) °F
Min. Temperature °C (°F)	24.7 °C (76.4) °F	24.8 °C (76.7) °F	24.8 °C (76.6) °F	24.7 °C (76.5) °F	24.4 °C (75.9) °F	23.7 °C (74.7) °F	23.3 °C (73.9) °F	23.2 °C (73.8) °F	23.2 °C (73.8) °F	23.5 °C (74.2) °F	23.9 °C (74.9) °F	24.4 °C (76) °F
Max. Temperature °C (°F)	27.8 °C (82) °F	28.2 °C (82.8) °F	28.5 °C (83.3) °F	28.5 °C (83.2) °F	28 °C (82.3) °F	26.9 °C (80.4) °F	26 °C (78.8) °F	25.8 °C (78.4) °F	26.2 °C (79.2) °F	26.8 °C (80.3) °F	27.4 °C (81.3) °F	27.7 °C (81.8) °F
Precipitation / Rainfall	116	133	222	259	294	288	251	290	340	338	267	159
mm (in)	(4.6)	(5.2)	(8.7)	(10.2)	(11.6)	(11.3)	(9.9)	(11.4)	(13.4)	(13.3)	(10.5)	(6.3)
Humidity(%)	84%	84%	84%	85%	85%	85%	85%	86%	87%	87%	86%	85%
Rainy days (d)	20	19	21	20	21	21	21	21	21	22	21	21
avg. Sun hours (hours)	6.3	6.6	6.9	7.0	6.4	5.0	3.8	3.3	4.0	5.0	5.8	6.1

TABLEAU 1(c) : REGION DU SUD

Chapitre II :
RESSOURCES ET MÉTHODOLOGIE

1.3 Méthodologie General

1.3.1 Généralités

Ressources

Comme dans tous les sujets de grande importance, une évaluation critique de l'état et des tendances de l'océanographie dans notre région d'intérêt ont exigé l'utilisation d'ensembles de données et de sources fiables, c'est donc dans cette optique que nous choisissons d'utiliser les ensembles de données suivants :

-Données de réanalyse

-Un ensemble de données de la Gaia géoscience et des données issues d'un recensement manuel sur Google Earth.

-Données ouvertes de géologie de l'USGS.

-Données des satellites 4, 5, 7 et 8 de Landsat

1.3.2 Méthodologies

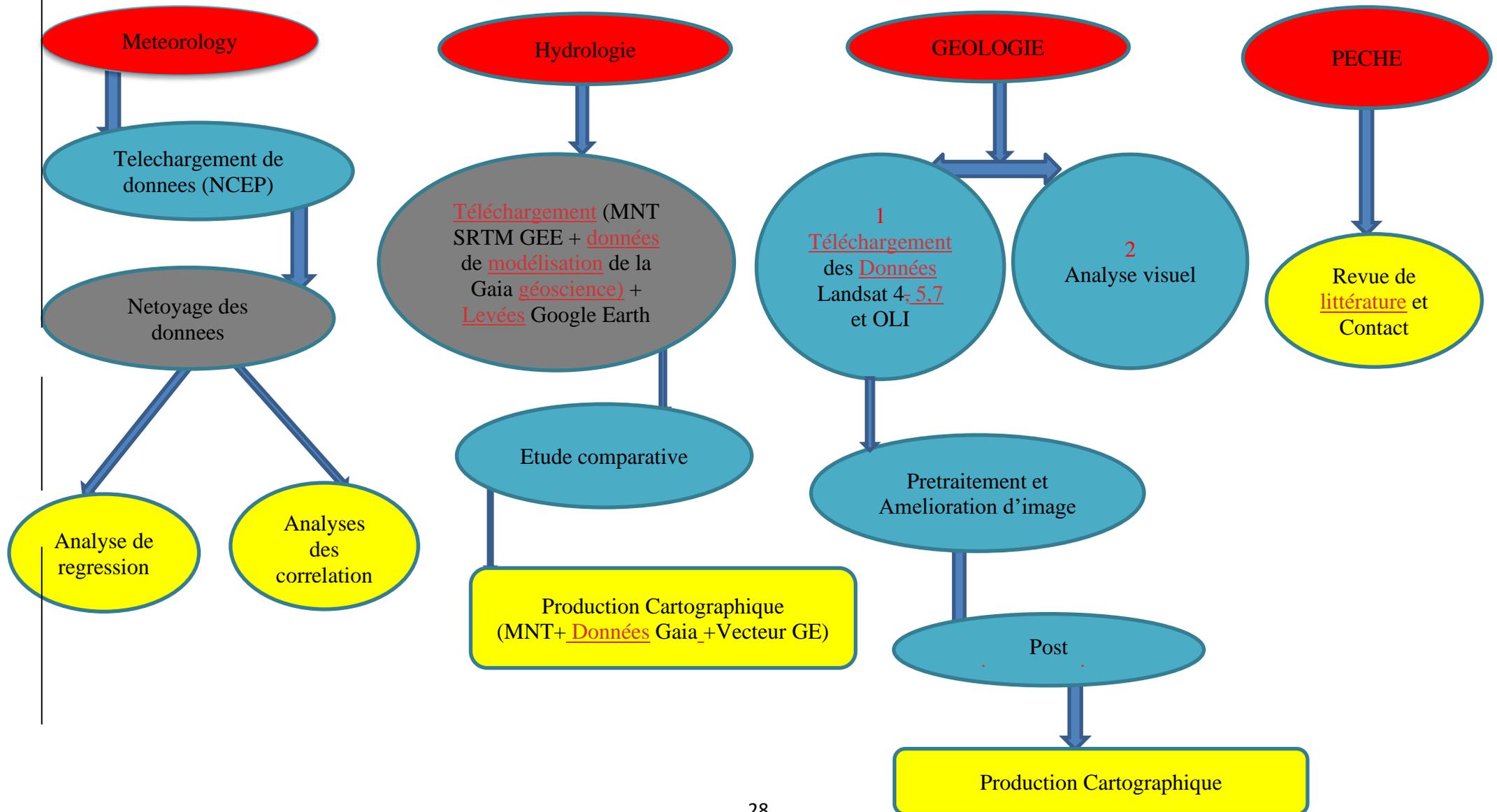
I-L'objectif des données de réanalyse était d'évaluer l'évolution des paramètres météorologiques dans notre zone d'étude de 1990 à 2019 par l'application de la régression linéaire simple.

II-Les données ouvertes de géologie de l'USGS avaient comme objectif principal de nous permettre de générer une carte géologique de notre zone d'étude par l'analyse spatiale pour avoir une idée claire de la constitution géologique du substrat,

III-L'utilisation des données de la Gaia géoscience visait à nous aider à faire un recensement des différents fleuves de la côte camerounaise et des valeurs de décharges.

IV-Les données satellitaires de Landsat ont aidé à l'évaluation de l'indice de différence naturelle de l'eau (NDWI), sur les séries à deux temps 1986-2016, 1989-2001 dont la différence était de nous permettre d'évaluer les gains et les pertes de terre sur la côte du Cameroun.

METHODOLOGIE GENERAL



1.3.3 Méthodologie D'évaluation Des Paramètres Météorologique

Pour comprendre comment le climat et les conditions météorologiques ont changé dans le Cameroun côtier au cours des dernières décennies, nous avons utilisé une analyse géostatistique impliquant l'utilisation de produits de réanalyse climatique provenant de la surface terrestre, navire, rawinsonde, satellite, pibal, avion et d'autres sources. Les données de réanalyse proviennent d'un projet de recherche conjoint entre le National Centers for Environmental Prediction (NCEP) des États-Unis et le National Center for Atmospheric Research (NCAR) des États-Unis qui fournit une analyse des produits géospaialement normalisés des principaux paramètres atmosphériques et océanographiques de la planète aux échelles de temps mensuelles, avec des échelles spatiales mondiales et une résolution temporelle de 4 fois par jour(Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell et al. 1996. « The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project ». Bulletin of the American Meteorological Society 77 (3): 437–71. ; Dans leurs site web: <https://psl.noaa.gov/cgi-bin/data/timeseries/timeseries1.pl>.)

Les données atmosphériques et océanographiques examinées dans le cadre de ce projet de recherche étaient la température à la surface de la mer, la pression au niveau de la mer et les taux d'eau et de précipitations précipitables. Notre objectif était d'établir la tendance de ces paramètres sur une série chronologique de 30 ans allant de 1990 à 2019, afin que nous puissions comprendre leurs modèles de comportement, taux de changement, différences entre les différentes régions du Cameroun, et l'influence possible des changements climatiques sur le Cameroun et le Golfe de Guinée.

Un jeu de données établi sur 30 ans été récupéré à partir de la source en format ASCII (American Standard Code for Information Interchange), puis converti en format XLS (Microsoft Excel spreadsheet file) en important dans Excel. Dans Excel, nous avons ensuite calculé les valeurs annuelles totales de chaque paramètre, les valeurs annuelles moyennes pour une période de 12 mois dans chaque cas, puis les valeurs mensuelles totales et les valeurs mensuelles moyennes pour une période de 30 ans dans chaque cas. Pour évaluer la tendance par rapport au temps, nous avons utilisé une approche de régression linéaire simple pour analyser ces données.

1.3.4 Méthodologie D'évaluation Des Paramètres Hydrologique

La quantité d'eau rejetée par les eaux côtières permet de déterminer le comportement des environnements côtiers. Les rivières peuvent influencer la température, la conductivité, la turbidité, la couleur, le total des substances dissoutes et le total des matières en suspension) chimiques (pH, acidité, carbone organique) et biologiques (bactéries, virus et protozoaires), composants des eaux côtières. Les rivières contrôlent à la fois les rejets d'eau et de sédiments dans l'océan côtier et mondial et influencent grandement le dépôt et la redistribution des sédiments de surfaces mobiles, l'érosion côtière, les inondations côtières et la réponse des systèmes côtiers aux changements anthropiques et climatiques. Pour évaluer l'état et les tendances du débit des rivières côtières sur la côte camerounaise, nous avons utilisé à la fois une approche basée connaissance et une approche basée sur l'évaluation des données de modélisation qui impliquait la combinaison de l'ensemble de données géo scientifiques de Gaia et d'un recensement manuel sur Google Earth.

Il n'est plus un secret pour personne, que la quantité et la qualité de l'eau rejetée par les rivières côtières jouent un rôle crucial dans la détermination du comportement des environnements côtiers. Dans la même évaluation de la qualité de l'eau fraîche, il faut souvent tenir compte des aspects physiques (température, conductivité, turbidité, couleur, goût et odeur), chimiques (pH, acidité, substances dissoutes totales et matières en suspension totales) et biologiques (bactéries, Virus et teneur en protozoaires) caractéristiques de cette dernière. En revanche, les débits à la fois d'eau et de solides jouent un rôle vital dans la dynamique des rivières océaniques et côtières et dans des aspects majeurs tels que ;

-Le dépôt et la redistribution des sédiments de surface mobiles

-L'érosion côtière

-Les inondations côtières et autres événements

Dans l'évaluation des systèmes hydrologiques et plus particulièrement dans un milieu côtier, il sera désastreux de ne pas prendre en compte des aspects tels que; le débit, les paramètres physiques, paramètres chimiques, paramètres biologiques, densité, hydrodynamique du système hydrologique et de leur milieu anthropique.

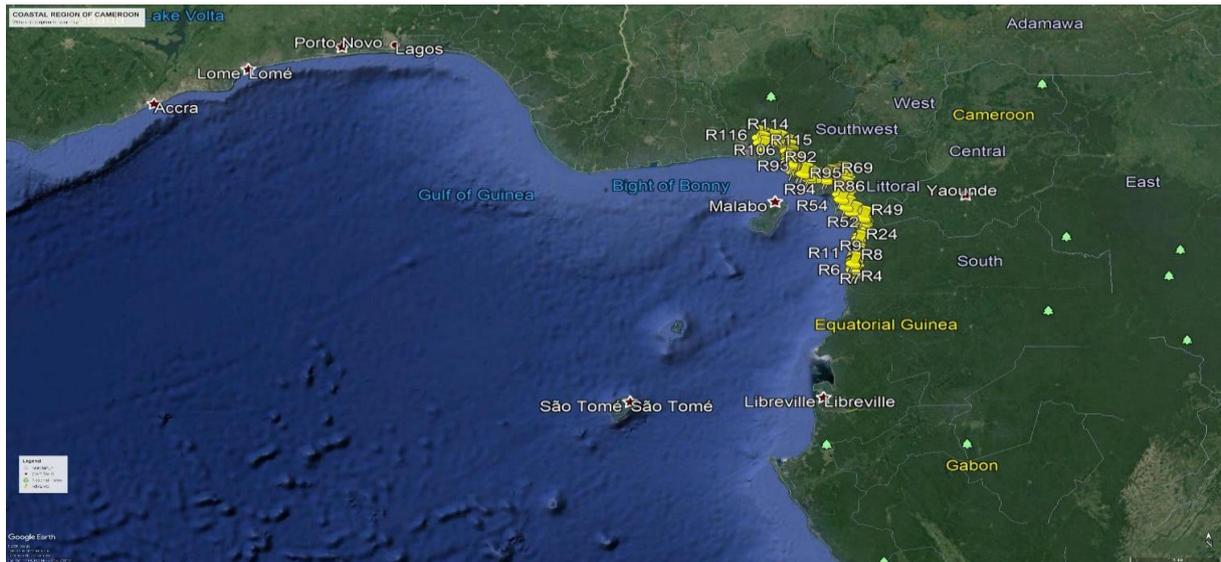


Figure 2 : Rivières Acquisés par recensement Manuel sur Google Earth

1.3.5 Description des données

-Très peu de travaux de recherche ont été réalisés afin d'évaluer les débits fluviaux sur la côte camerounaise d'où l'absence d'une base de données sur les débits fluviaux côtiers, malgré son importance cruciale.

-L'importance d'un tel exercice rend la validation indispensable et nécessite donc un gros budget car il représente la première pierre pour tout projet.

Il est peut-être important de noter que pour générer la carte ci-dessous (voir figure 25c), nous avons utilisé un MNT SRTM, des cours d'eau côtiers numérisés, un fichier de forme des régions côtières du Cameroun et un fichier de points KMZ identifiant les positions des rivières identifiées dans notre zone d'étude sur ArcGIS. Pour extraire le MNT SRTM, nous avons utilisé le code suivant sur la plateforme Google Earth Engine (GEE).

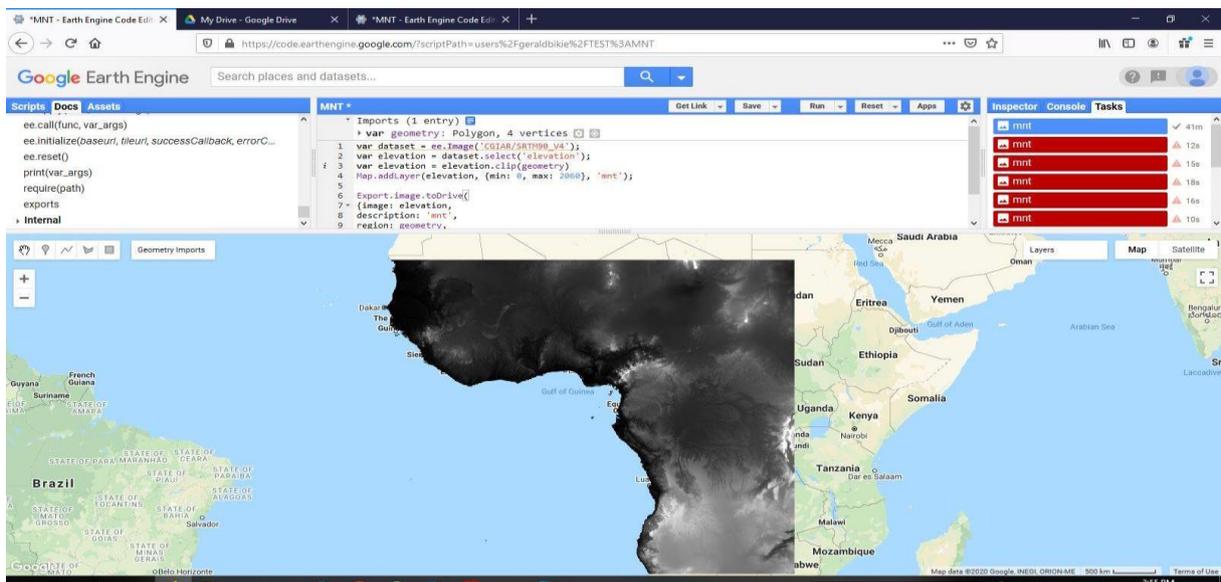


Figure 3 : Algorithme utilise pour l'extraction du MNT SRTM de la zone d'étude sur Google Earth Engine

1.3.6 Méthodologie D'évaluation Des Changements Associes A La Géologie Marine

Les changements de superficie des terres sont souvent dus à deux phénomènes possibles à savoir : la subsidence et l'érosion. Alors que la National Geographic Society, définit l'érosion comme étant « le processus géologique dans lequel les matériaux de terre sont usés et transportés par des forces naturelles telles que le vent ou l'eau (National Geographic Society, 2018) », l'administration nationale océanique et atmosphérique (NOAA) définit la subsidence comme suit « l'affaissement du sol dû au mouvement de matériaux souterrains et est le plus souvent causé par l'élimination de l'eau, du pétrole, du gaz naturel ou des ressources minérales du sol par pompage, fracturation ou activités minières. » (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2019).

Dans cette section, nous nous sommes concentrés sur l'évaluation des changements de la superficie des terres dans notre zone d'étude et leurs causes possibles à l'aide de la télédétection par satellite. La télédétection par satellite a une multitude d'applications dans les sciences de la terre et les professions connexes telles que dans la recherche et la modélisation minières, les travaux de cartographie, le génie civil, l'architecture, la géologie et l'océanographie pour n'en nommer que quelques-uns.

Pour évaluer les changements de superficie des terres, les trois ensembles de données de télédétection possibles qui pourraient être utilisés sont :

1.3.6.1 Description des données

-Images Radar.

-Images optiques.

-Et les coordonnées du système mondial de navigation par satellite (GNSS).

Notre étude s'est concentrée sur l'utilisation des données satellitaires Optiques Landsat 4 ETM, Landsat 5 ETM, Landsat 7 ETM + et Landsat 8 OLI. Avec des données acquises en 1986, 1989, 2001 et 2016 respectivement Voir figure (13).

En travaillant dans un environnement côtier, notre premier défi a été de délimiter clairement la terre de l'eau, la technique la plus précise à utiliser dans ce cas était un indice spectral de l'eau, qui est un indicateur numérique dérivé des bandes spectrales bleues et infrarouges courtes (SWIR) du spectre électromagnétique pour déterminer les limites entre les terres et les plans d'eau. Une étude réalisée par (Amer *et al*, 2017), indique que plusieurs études avaient déjà tenté d'évaluer le NDWI en utilisant différentes combinaisons de bandes, comme le montre le tableau ci-dessous.

Combinaisons de Bandes	Auteurs
$NDWI = (B_{Blue} - B_{SWIR}) / (B_{Blue} + B_{SWIR})$	Amer <i>et al</i> (2017)
$NDWI = (B_{Green} - B_{NIR}) / (B_{Green} + B_{NIR})$	Ji <i>et al</i> (2009)
$NDWI = (B_{Green} - B_{NIR}) / (B_{Green} + B_{NIR})$	Mc Feeters (1996)
$NDWI = (B_{Red} - B_{SWIR}) / (B_{Red} + B_{SWIR})$	Rogers <i>et al</i> (2004)
$NDWI = (Green - SWIR) / (Green + SWIR)$	Xu (2006)
$NDWI = (B7 - B5) / (B7 + B5)$	Ouma <i>et al</i> (2006)
$NDWI = (B4 - B2) / (B4 + B2)$	
$NDWI = (B5 - B4) / (B5 + B4)$	
$NDWI = (B5 - B2) / (B5 + B2)$	
$NDWI = (B7 - B2) / (B7 + B2)$	

TABLEAU 2 : REVUE DES NDWI

Pour atteindre notre objectif, nous avons choisi d'utiliser le rapport de bande, suggéré par Amer et al en 2017 dans leur travail de recherche intitulé « Propension à l'érosion et au dépôt dans un complexe de zones humides deltaïques : implications pour la gestion des rivières et la restauration côtière ». Dans leur article, Amer et al ont proposé une formule générale du NDWI comme la différence normalisée entre la bande bleue et la bande SWIR $NDWI = (B_{blue} - B_{SWIR}) / (B_{blue} + B_{SWIR})$ où SWIR est la région de longueur d'onde la plus courte (1,55–1,75 μm) ; bandes équivalentes dans Landsat-7 ETM + $NDWI = (B1 - B5) / (B1 + B5)$; et bandes équivalentes dans Landsat-8 OLIWI $NDWI = (B2 - B6) / (B2 + B6)$. Basé sur le principe que le sol et l'eau ont leur réflectance maximale respectivement dans le SWIR et la bande bleue du spectre électromagnétique.

Dans cette étude, nous avons utilisé les bandes infrarouges visibles / bleues et ondes courtes (SWIR) de l'image Landsat-4 Enhanced Thematic Mapper (ETM) collectée le 2 avril 1989, Landsat-7 Enhanced Thematic Mapper (ETM +) pour une image collectée en avril, 26e 2001, ceux-ci ont été acquis à la même période de l'année (avril), tandis que l'image Landsat-5 Enhanced Thematic Mapper (ETM) a été collectée le 12 décembre 1986 et l'image Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) le 29 janvier 2016. Les images ont été sélectionnées pour avoir des conditions environnementales similaires à peu près similaires, les images ont également une résolution spectrale et spatiale similaire et des niveaux d'eau à peu près similaires.

Avant d'appliquer l'indice de différence d'eau normalisé, nous avons effectué la correction atmosphérique flash sur ENVI, la correction atmosphérique de brume sur ERDAS imagine et la correction atmosphérique DOS dans QGIS en utilisant le plugin de classification semi-

automatique (SCP) sur les images Landsat ETM4, ETM5, ETM + et OLI. Ces images ont donc été étalonnées radiométriquement à la réflectance du haut de l'atmosphère à des échelles de 0,0 à 1,0, en utilisant les gains, les décalages, l'irradiance solaire, l'élévation du soleil et le temps d'acquisition de l'image définis dans les métadonnées, et nous avons également comparé la réflectance Landsat TOA images avec les images de réflectance de surface. Le principe derrière la conception de l'indice spectral de l'eau utilisé dans notre projet de recherche est basé sur le fait que l'eau profonde absorbe la majeure partie du SWIR et réfléchit une petite partie de la lumière visible ; les eaux peu profondes reflètent plus de lumière visible et moins de SWIR ; la végétation et le sol, quant à eux, absorbent la majeure partie de la lumière visible et réfléchissent une grande partie du SWIR. Étant donné que la réflectance la plus élevée de l'eau est dans la longueur d'onde bleue et la terre de réflectance la plus basse est dans la longueur d'onde SWIR.

$$NDWI = (B_{blue} - B_{SWIR}) / (B_{blue} + B_{SWIR}) \dots\dots\dots (1)$$

Après avoir effectué les différents processus d'étalonnage, nous avons ensuite appliqué la formule NDWI de l'équation (1) pour chaque image, ce qui nous a permis d'obtenir des résultats qui ont ensuite été convertis en valeurs uniques et reclassés en 4 classes à savoir les classes ; Terres, Eaux, Terres majoritaires-Eaux minoritaires et Eaux majoritaires-Terres minoritaires. Le seuil utilisé dans notre exercice était basé sur la connaissance que le NDWI fonctionne sur le principe que ses valeurs sont un rapport allant de -1 à 1, où les valeurs négatives (<0) indiquent des terres qui comprennent le sol et la végétation, tandis que positives les valeurs (> 0) indiquent l'eau. La règle générale est que si le NDWI varie de -1,0 à -0,2 alors le pixel est à 100% terrestre ; si le NDWI varie de -0,2 à 0,0 alors le pixel est une terre majoritaire et une eau minoritaire ; si le NDWI est de 0,0 à 0,49 alors le pixel est une eau majoritaire et une terre minoritaire ; et si alors le pixel est de 0,5 à 1,0, il est à 100% d'eau. Bien qu'il soit possible que les sédiments dans l'eau des rivières puissent entraîner la classification de certains pixels dominés par l'eau comme des terres, ils ont noté que les images de réflectance de surface de leur zone d'étude montraient une réflectance dans la bande bleue et que la différence maximale entre la terre et l'eau se produit dans la bande bleue, ce qui suggère que cette préoccupation ne s'était pas manifestée dans ce cas.

Les résultats du reclassement ont également été utilisés pour effectuer des calculs de détection de changement. Après application de l'algorithme de détection des changements, nous avons découvert que la région côtière du Cameroun avait subi trop de mutations allant d'une

sédimentation accrue dans certaines zones, principalement dans la partie sud, à de graves pertes de sol dues à des processus d'affaissement ou d'érosion.

Certains des problèmes majeurs qui affectent aujourd'hui les régions côtières du monde entier et qui nécessitent des systèmes de surveillance très efficaces pour le contrôle des activités côtières sont les problèmes de l'érosion et de l'affaissement côtier.

Au Cameroun, aucun système cohérent de suivi, de gestion ou de protection des côtes contre l'érosion et l'affaissement n'existe jusqu'à ce jour.

Dans le littoral camerounais, des systèmes simples comme la pose de pierres le long des zones les plus fragiles constitueraient déjà un point de départ important. Il existe également un système qui consiste à construire des brise-lames à une certaine distance des côtes pour absorber l'impact des vagues dans les zones côtières réduisant ainsi les impacts désastreux).

Compte tenu de tous ces éléments, nous avons pu obtenir les résultats suivants à partir de notre traitement des données basées sur la télédétection par satellite.

Méthodologie D'évaluation De La Situation Des Pêches

L'évaluation la situation des pêches au niveau de notre zone d'étude était essentiellement axée sur le contact institutionnel ainsi que sur la revue de la littérature et des bases de données existantes.

Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1.4 Résultats Et Discussions Des Analyse De Paramètres Météorologiques

À partir de nos résultats, nous avons observé des tendances à peu près identiques des taux de précipitations dans deux réseaux, notamment Douala-Buea et Akwaya, qui étaient relativement linéaires avec des pics respectifs de 110 mm/jour et de 85 mm/jour observés entre 2005 et 2010. Les pics de Kribi sont observés entre 1995 et 2000 concernant les eaux précipitées annuelles et ils ont une valeur estimée de 47kg/m²/an. A Kribi, les tendances mensuelles au cours de la période de 30 ans montrent des valeurs plus élevées estimées à 46kg/m²/mois, qui sont plus considérable par rapport aux grilles d'Akwaya et de Douala-Buea qui montrent des valeurs d'environ 44kg/m² chacune. Ce qui signifie que la région de Kribi connaît des eaux plus précipitées que la région de Douala-Buea et Akwaya. Les valeurs mensuelles des précipitations d'eau montrent une faible disparité à Douala-Buea et à Akwaya, l'inverse étant observé à Kribi. Une analyse chronologique des températures de surface de la mer montre une augmentation graduelle avec des pics observés à Kribi et Douala vers 1997 tandis que le pic à Akwaya apparaît en 2010. Les températures de surface de la mer de Kribi sont relativement plus élevées que celles de Douala-Buea et d'Akwaya, ce qui pourrait s'expliquer par son exposition à l'océan ouvert et à la nature non marine par rapport aux régions sus mentionnées.

1.4.1 Importance

La similitude entre Douala-Buea et Akwaya s'explique probablement par leur nature estuarienne et le fait qu'ils se noient dans le continent. Un autre point à noter est le fait que leur climat similaire pourrait en soi être à l'origine de cette nature estuarienne, contrairement à Kribi qui est exposé à l'océan profond.

Cette augmentation progressive de la température de surface de la mer, la pression au niveau de la mer, le taux de précipitation et les eaux de précipitables non seulement confirment l'hypothèse du réchauffement planétaire, mais constituent également un indicateur qui mérite d'être pris en considération pour le microclimat côtier, la gestion et la surveillance des écosystèmes côtiers et marins, En effet, il détermine la taux d'évaporation et joue un rôle important dans la détermination de la présence ou de l'absence de certaines espèces côtières et marines. Cette augmentation progressive de la température de surface de la mer, de la pression au niveau de la mer, du taux de précipitations et des taux de précipitations confirme non seulement l'hypothèse du réchauffement climatique mais constitue également un indicateur à considérer pour le microclimat côtier, la gestion et le suivi des écosystèmes côtiers et marins car il détermine le taux d'évaporation, et joue un rôle important dans la détermination de la présence ou de l'absence de certaines espèces côtières et marines,.

A titre illustratif : la migration des sardines de la côte marocaine vers la Mauritanie observée depuis la dernière décennie jusqu'à nos jours.

La tendance à la hausse constante des températures et des précipitations au cours des trois dernières décennies a non seulement pu être révélée comme un indicateur cohérent du fait que les activités anthropiques affectent fortement la région, mais pourrait également être liée au changement climatique mondial. Cela implique que des études plus approfondies doivent être effectuées pour permettre d'identifier la cause réelle et, à terme, les mesures appropriées à prendre.

Les résultats suivants sont issus de l'analyse de régression que nous avons effectuée à partir du logiciel SPSS de IBM.

Regression Results\Regions		DOUALA- BUEA	KRIBI	AKWAYA
SST	SLP	R=0.160 R ² =0.026 Sig=0.399	R=0.054 R ² =0.003 Sig=0.775	R=0.038 R ² =0.001 Sig=844
	PPR	R=0.235 R ² =0.055 Sig=0.211	R=0.195 R ² =0.038 Sig=0.302	R=0.328 R ² =0.107 Sig=0.077
	PW	R=0.735 R ² =0.540 Sig=0.000	R=0.666 R ² =0.444 Sig=0.000	R=0.729 R ² =0.531 Sig=0.000
Explanation		2.6% of the variance in sea surface temperature is explained by sea level pressure	0.3% of the variance in sea surface temperature is explained by sea level pressure	0.1% of the variance in sea surface temperature is explained by sea level pressure
		5.5% of the variance in sea surface temperature is explained by Precipitation rate	3.8% of the variance in sea surface temperature is explained by Precipitation rate	10.7% of the variance in sea surface temperature is explained by Precipitation rate

	54.0 % of the variance in sea surface temperature is explained by Precipitable water	44.4% of the variance in sea surface temperature is explained by Precipitable water	53.1% of the variance in sea surface temperature is explained by Precipitable water
--	--	---	---

TABLEAU 3 : ANALYSES DES REGRESSIONS

2.1.2 Principales Régions

Dans l'estimation des modèles météorologiques côtiers, nous avons accordé une attention particulière aux trois régions côtières du Cameroun, notamment le sud-ouest, le littoral et la région du sud leurs chef lieux étant Douala, Ebolawa et Buea. En raison de la disponibilité limitées des cartes préexistantes et des données disponibles, nous avons utilisé la première Carte topographique des régions du sud-ouest et du littoral intitulée Douala-Buea (NB-32-IV-2a) comme carte de référence pour les régions du littoral et du sud-ouest émanant des archives de l'institut national de cartographie du Cameroun, auteur: Institut Géographique National de Paris France 1971 pour la détermination des limites régionales pour les régions littorales et sud-ouest, tandis que les coordonnées pour la région sud ont été obtenues manuellement sur Google Earth.

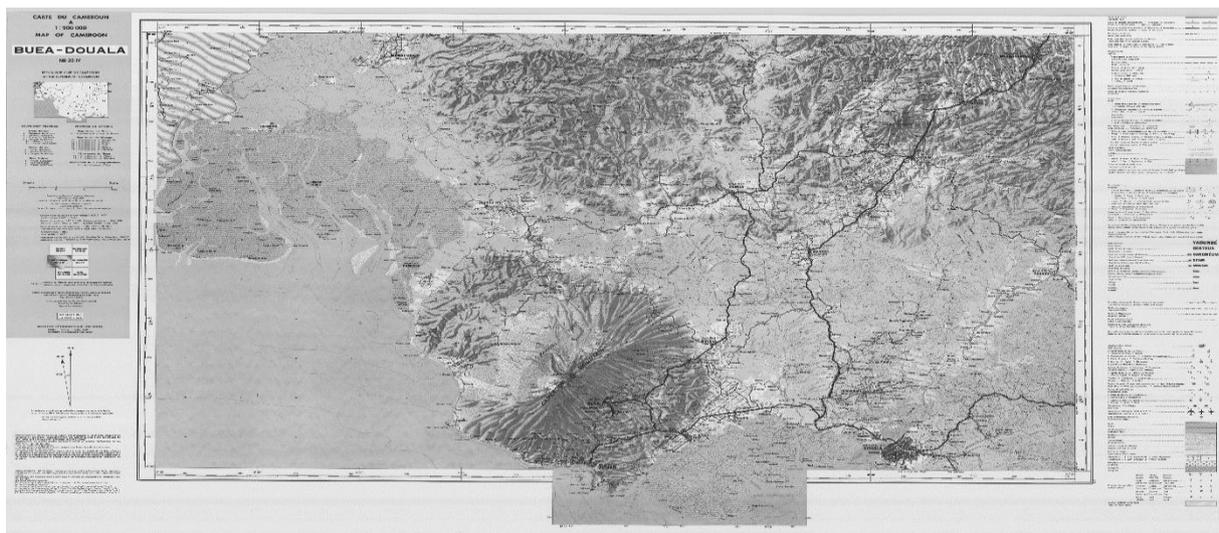


Figure 4 : Carte de Douala-Buea : Issue Des archives de l'Institut National de Cartographie du Cameroun. Auteur : Institut Géographique National de Paris France 1971

1.4.2 Tendances Saisonnières Régionales Et Tendances Des Données Douala-Buea

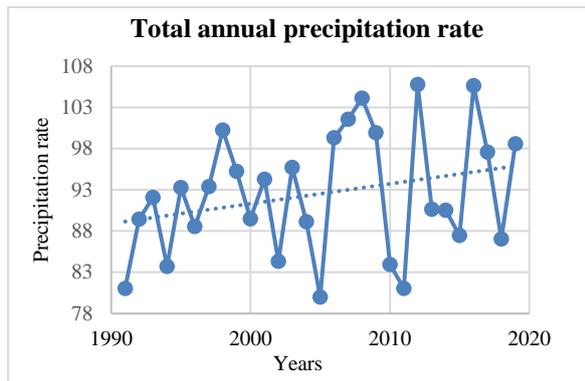


Figure 5a: Total annual precipitation rate

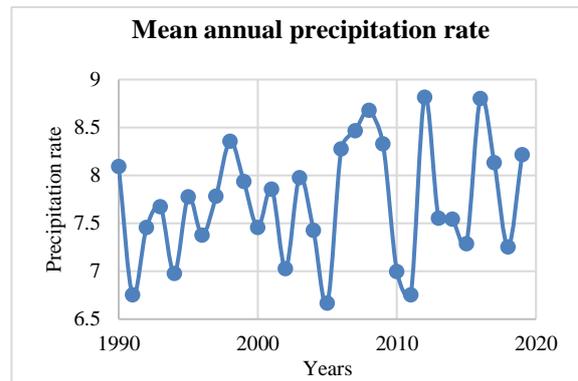


Figure 5b: Mean annual precipitation rate

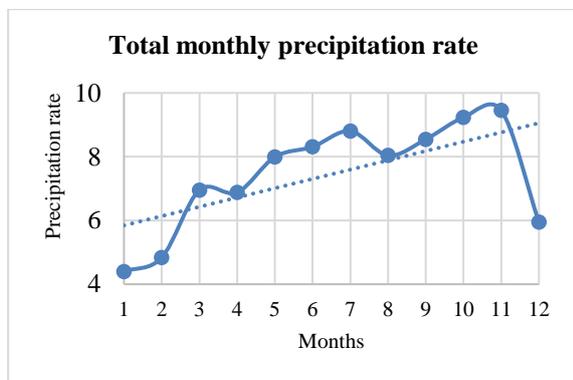


Figure 5c: Total monthly precipitation rate

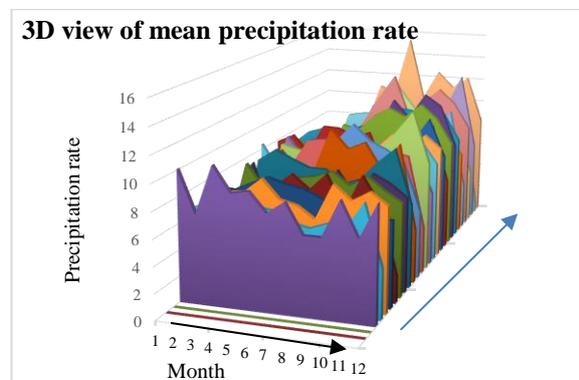


Figure 5d: 3D view of mean monthly precipitation rate

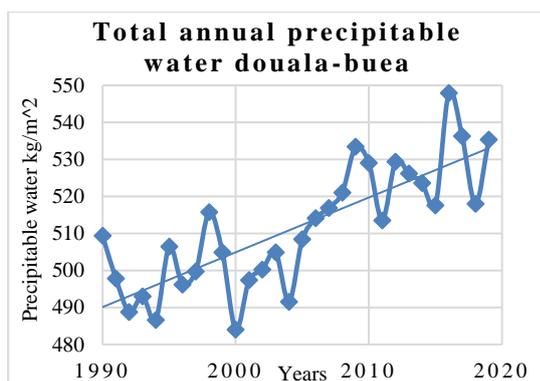


Figure 5e: Total annual precipitable water

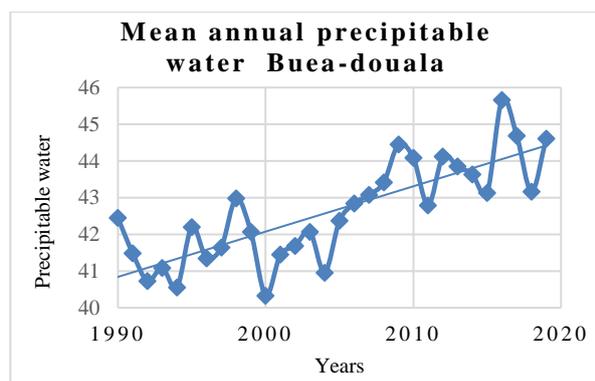


Figure 5f: Mean annual precipitable water

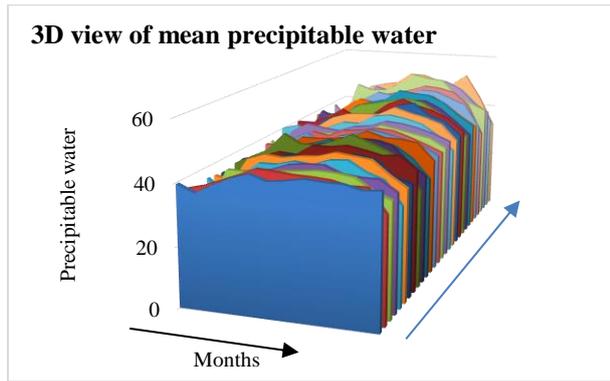
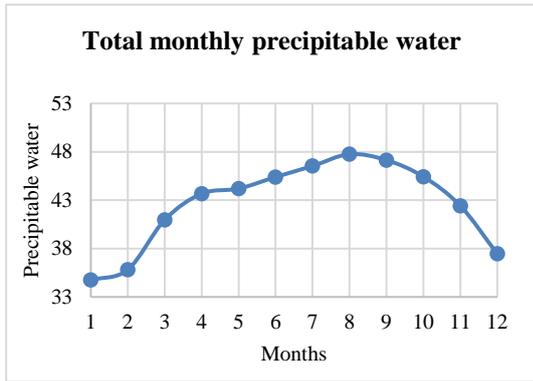


Figure 5g: Total monthly precipitable water

Figure 5h: 3D view of mean precipitable water

Les résultats de la section Douala-Buea montrent des progrès harmoniques simples pour les taux de précipitations annuels totaux et moyens de 1985 à 2020. Les évolutions sont quelque peu similaires dans l'ensemble entre 1990 et 2005. Entre 2005 et 2006, nous observons une croissance régulière qui atteint son sommet de 2008 avant de revivre une baisse. Bien que nous observions une croissance constante du taux de précipitations de 2019 à aujourd'hui, il convient de noter que contrairement à la période entre 1990 et 2000 qui a montré des progrès apparemment réguliers, la présente décennie a été marquée par des extr

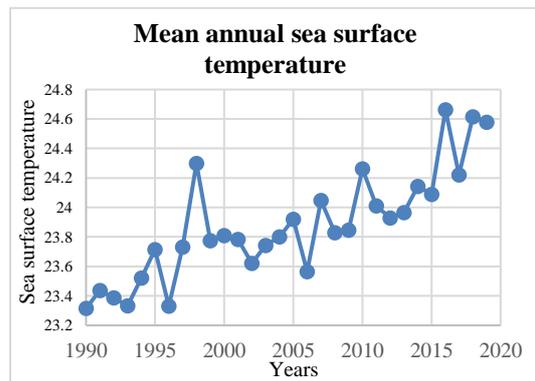
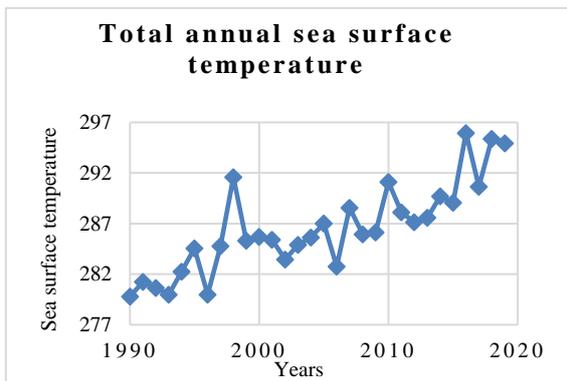


Figure 5i : Total annual sea surface temperature

Figure 5j : Mean annual sea surface temperature

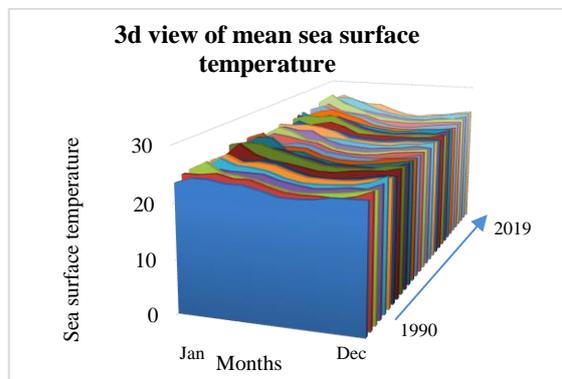
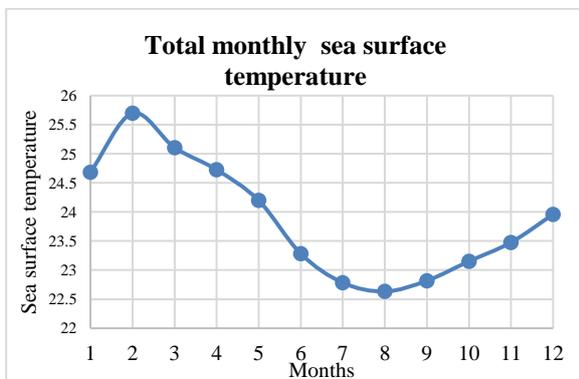


Figure 5k: Total monthly sea surface temperature

Figure 5l: 3D view of mean sea surface temperature

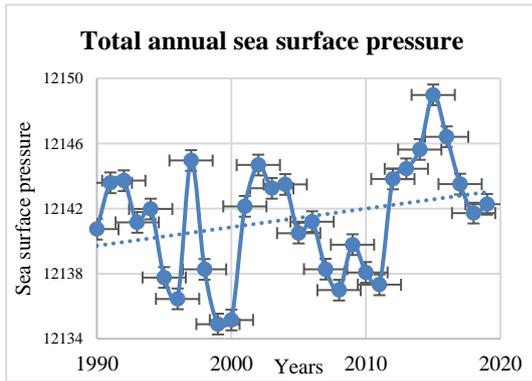


Figure 5m: Total annual sea surface pressure

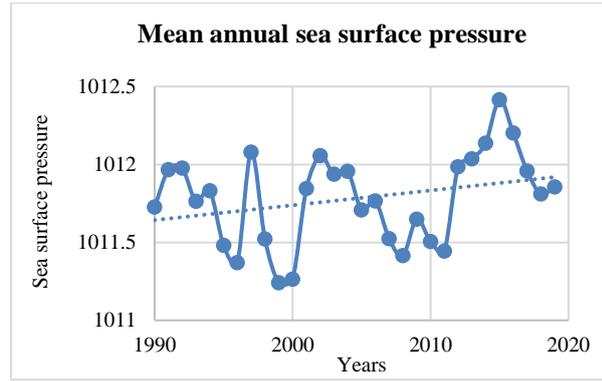


Figure 5n: Mean annual sea surface pressure

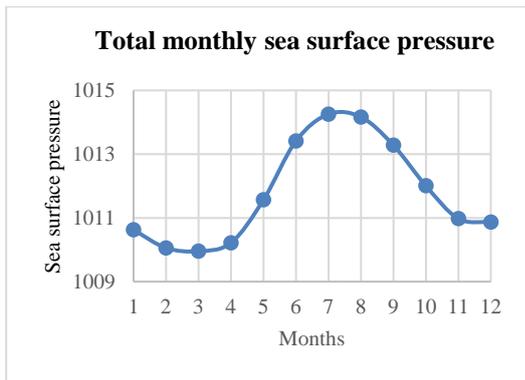


Figure 5o: Total annual sea surface pressure

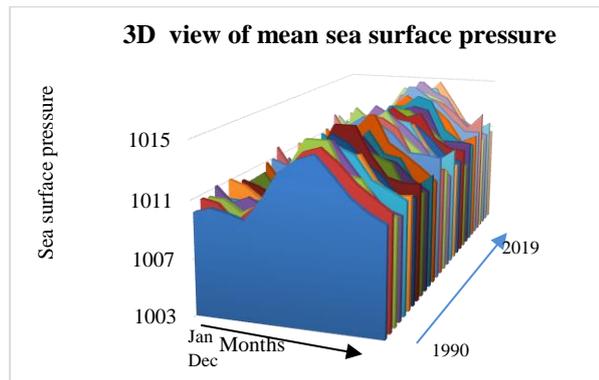


Figure 5p: 3D view of mean sea surface pressure

Alors que l'eau précipitable annuelle totale et moyenne montre une régression positive dans la même série chronologique, le total mensuel des eaux précipitables montre très peu de variation mois affiche une croissance régulière de février à novembre quand il baisse pour atteindre sa fin en décembre. Les températures annuelles totales et moyennes de la surface de la mer montrent également une régression positive qui indique clairement qu'il existe une relation directe entre les températures de surface de la mer et la quantité d'eau précipitable dans cette région. Les températures mensuelles de surface de la mer montrent un signal fort avec deux pics notamment en février et décembre et un seul en août. La pression de surface totale et moyenne de la mer montre une régression positive tandis qu'un examen attentif de la pression mensuelle de surface de la mer indique que les pressions de surface de la mer dans la région Douala-Buea augmentent entre avril et décembre. Ici, la pression mensuelle de la surface de la mer augmente avec une baisse de la température mensuelle de la surface de la mer.

Akwaya

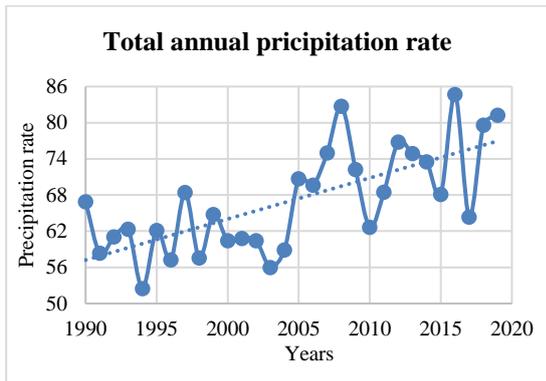


Figure 6a: Total annual precipitation rate

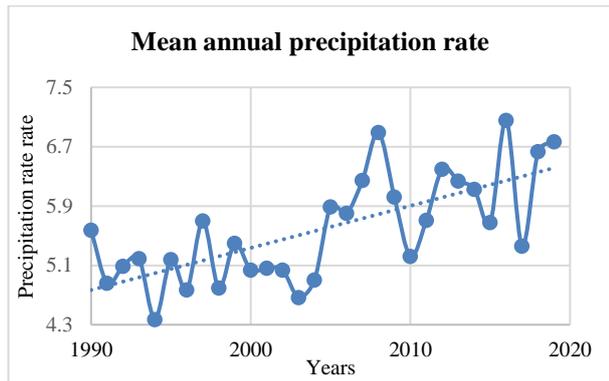


Figure 6b: Mean annual precipitation rate

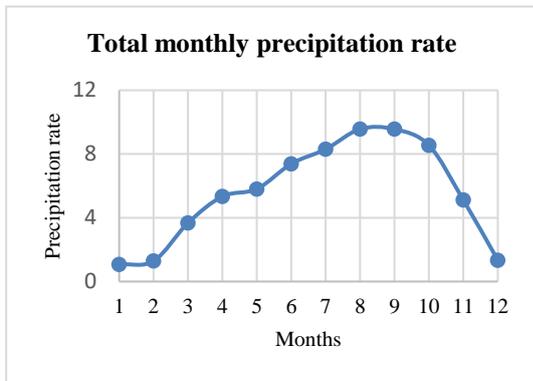


Figure 6c: Total monthly precipitation rate

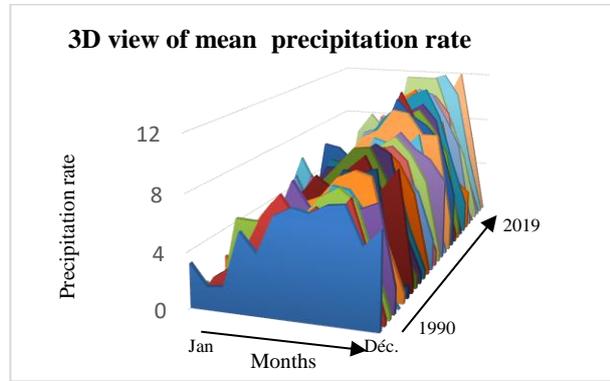


Figure 6d: 3D view of mean precipitation rate

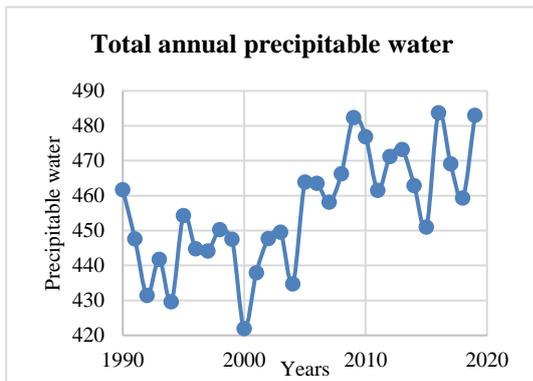


Figure 6e: Total annual precipitable water

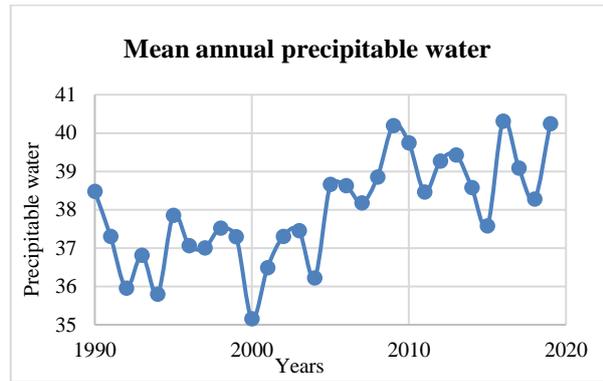


Figure 6f: Mean annual precipitable water

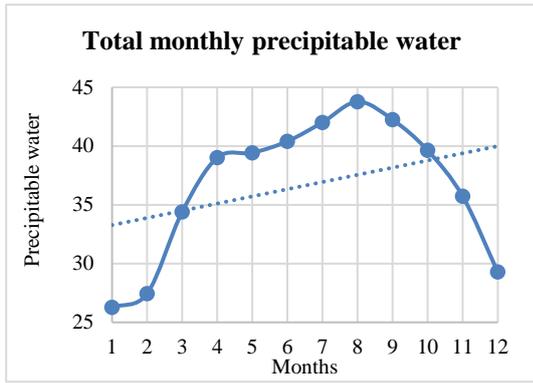


Figure 6g: Total monthly precipitable water

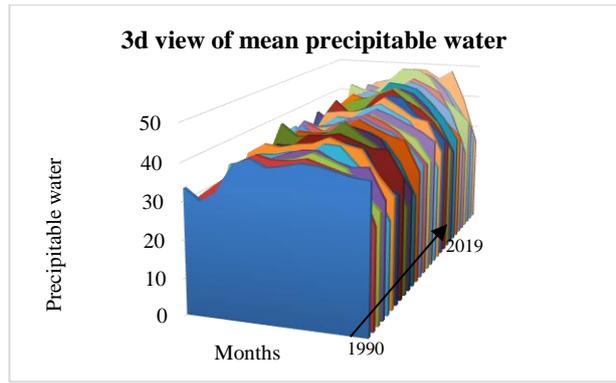


Figure 6h: 3D view of mean precipitable water

Les résultats de la section AKWAYA montrent une progression harmonique simple pour les taux de précipitations annuels totaux et moyens de 1985 à 2020, l'observation globale indiquant une régression positive, les extrêmes observés à la fois en 1994 et 2016. L'eau précipitable annuelle totale et moyenne montre une régression positive dans la même série temporelle avec la moindre valeur observée en 2000 et la valeur la plus élevée en 2019. Le graphique du total mensuel des eaux perceptibles montre une structure concave qui décrit une croissance graduelle de janvier à août puis une diminution graduelle d'août à décembre impliquant que la région est quasi humide toute l'année.

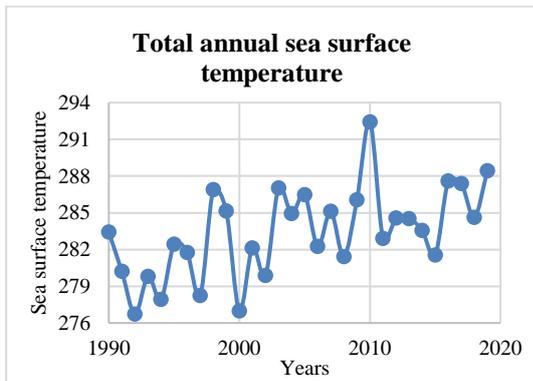


Figure 6i: Total annual sea surface temperature

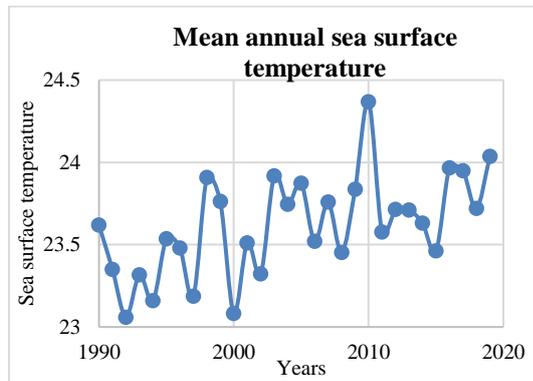


Figure 6j: Mean annual sea surface temper

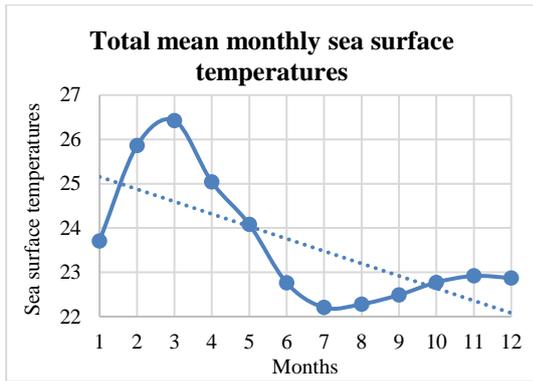


Figure 6k: Total mean monthly sea surface

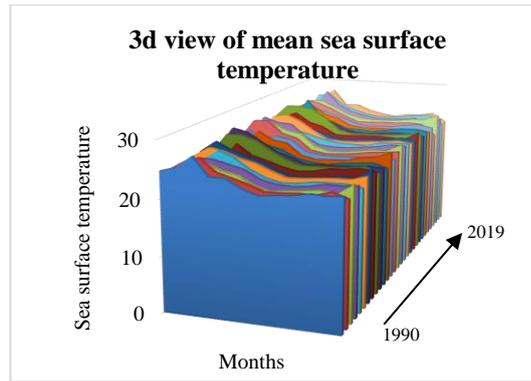


Figure 6l: 3D view of mean sea surface

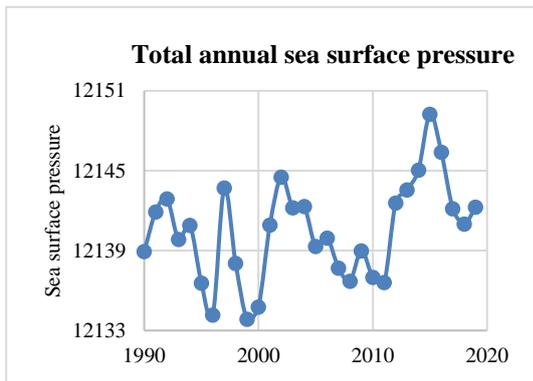


Figure 6n: 3D view of mean sea surface pressure

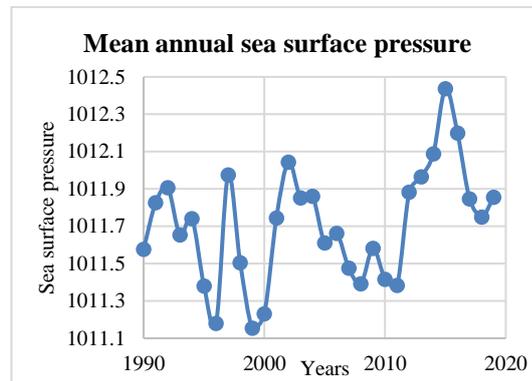


Figure 6o: Total monthly sea surface pressure

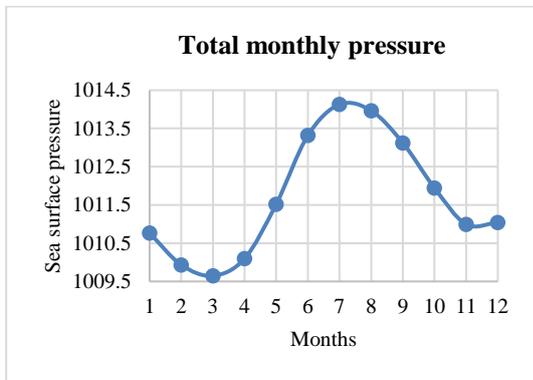
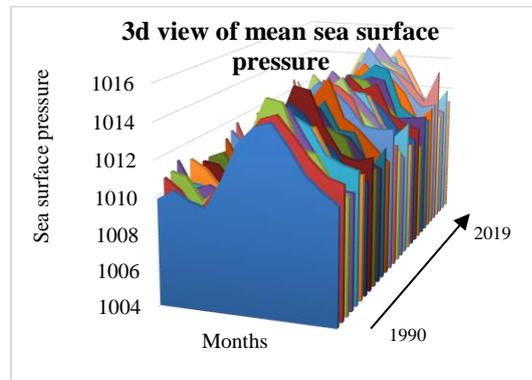


Figure 6p: 3D view of mean sea surface pressure



La température de surface de la mer annuelle totale et moyenne montre également une régression positive qui indique clairement qu'il existe une relation directe entre les températures de surface de la mer et l'eau précipitable dans cette région. La valeur de température de surface de la mer la plus élevée dans cette région a été observée en 2010 avec une valeur de 24,4 °C. Les températures mensuelles de surface de la mer montrent un pic notamment en mars et un seul en juillet, sa tendance générale montrant une régression négative. La pression de surface de la mer annuelle totale et moyenne décrit une régression positive avec le pic le plus élevé

observé en 2015 et quatre creux ultérieurs notamment 1996-1999 et tandis qu'un examen attentif de la pression de surface de la mer mensuelle indique que les pressions de surface de la mer dans l'Akwaya augmentent entre avril et novembre. Ici, la pression mensuelle de la surface de la mer augmente avec une baisse de la température mensuelle de la surface de la mer.

1.4.3 Kribi

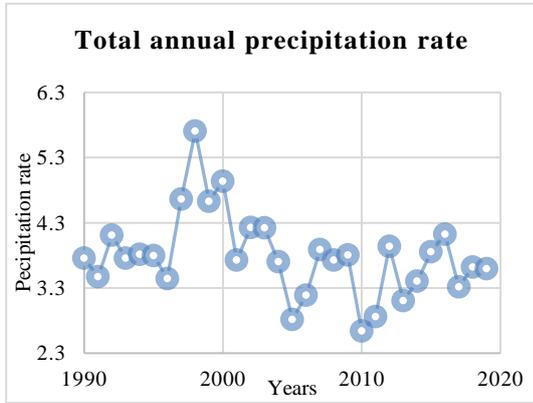


Figure 7a: Total annual precipitation rate

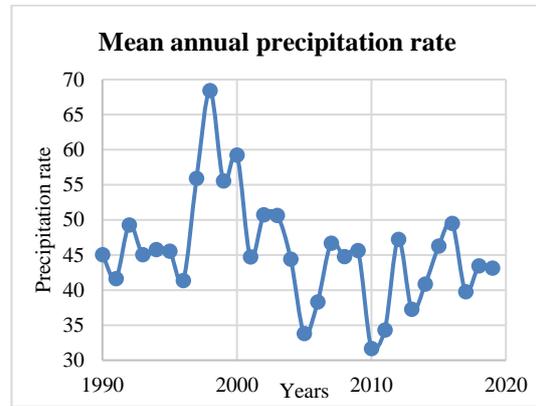


Figure 7b: Mean annual precipitation rate

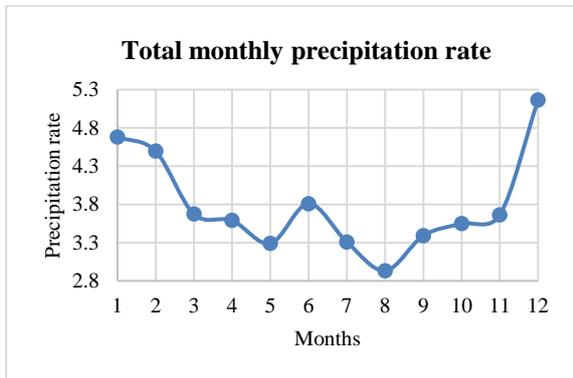


Figure 7c: Total monthly precipitation rate

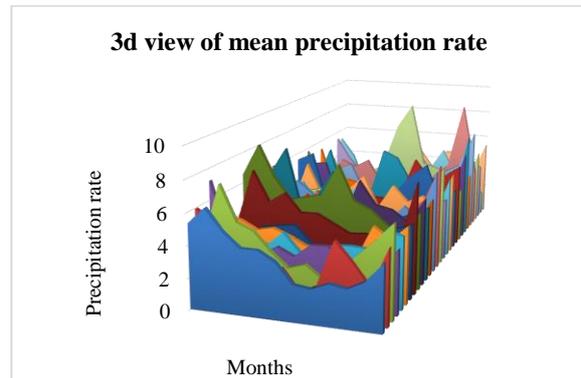


Figure 7d: 3D view of mean annual precipitation rate

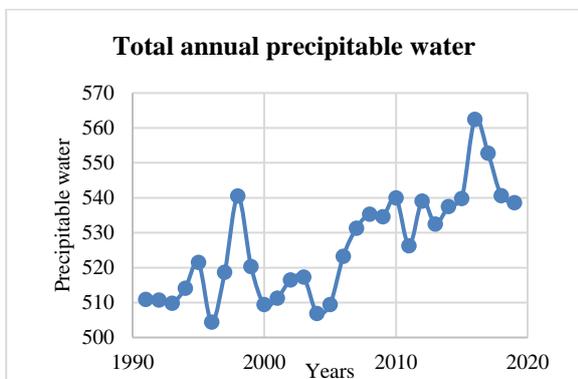


Figure 7e: Total annual precipitable water

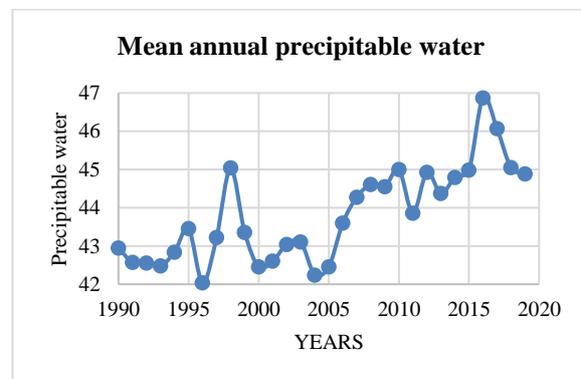


Figure 7f: Mean annual precipitable water

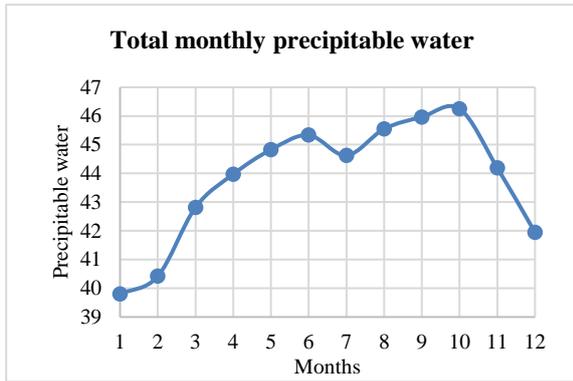


Figure 7g: Total monthly precipitable water

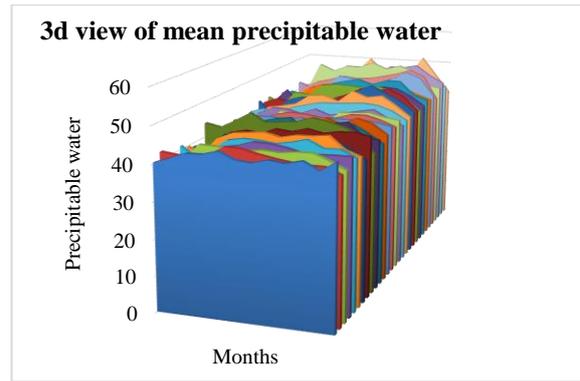


Figure 7h: 3D view of mean precipitable water

Les résultats de la section KRIBI montrent une progression harmonique simple des taux de précipitations annuels totaux et moyens de 1990 à 2019 avec une observation aberrante faite entre 1996 et 2001, tandis que le graphique du taux de précipitations mensuel montre une structure convexe indiquant une diminution progressive des précipitations mensuelles de janvier à août où il commence alors à connaître une croissance régulière atteignant son apogée en décembre. L'eau précipitable annuelle totale et moyenne montre une régression positive dans la même série temporelle, le pic le plus élevé étant observé en 2016 et la valeur la plus basse observée en 1996, tandis que la tendance à la hausse constante observée depuis 2004 est en sens inverse depuis 2015 faisant de 2019 l'année la plus chaude depuis 2015, ce qui est en légère contradiction avec le rapport de l'Organisation météorologique mondiale sur le réchauffement climatique. Le total mensuel des eaux précipitable montre une variation très importante.

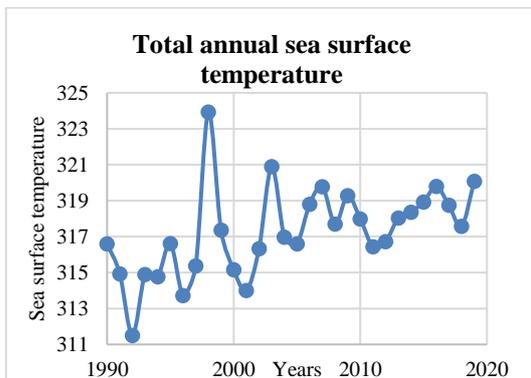


Figure 7i: Total annual sea surface temperature

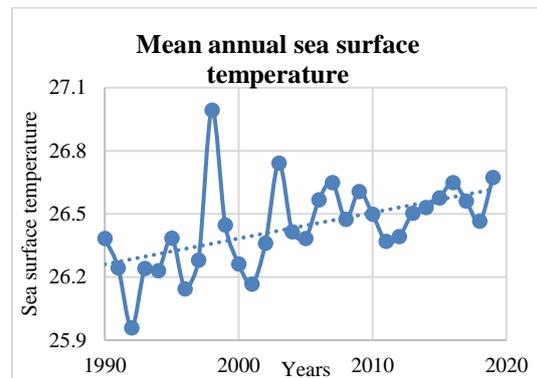


Figure 7j: Mean annual sea surface temperature

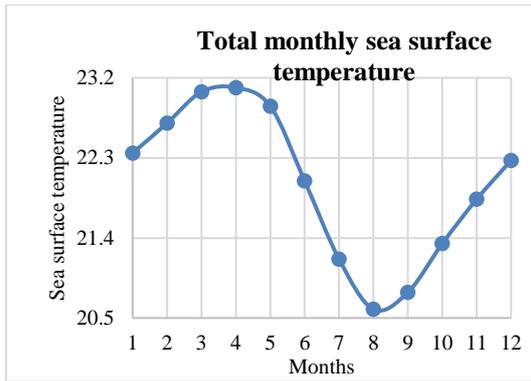


Figure 7k: Total monthly sea surface temperature

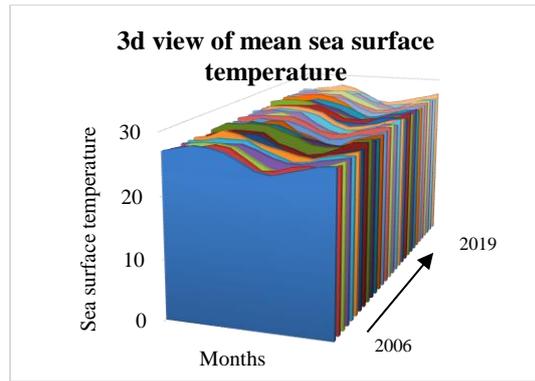


Figure 7l: 3D view of mean sea surface temperature

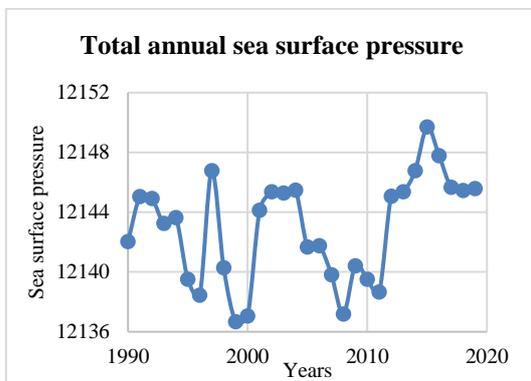


Figure 7m: Total annual sea surface pressure

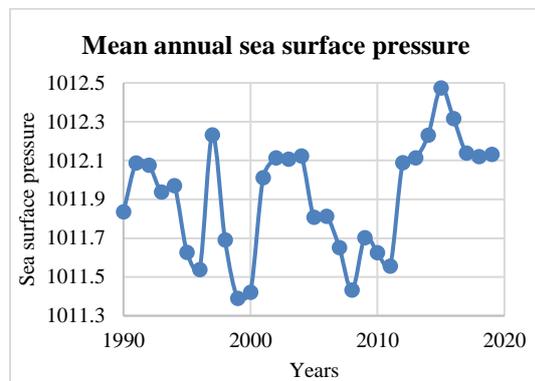


Figure 7n: Mean annual sea surface pressure

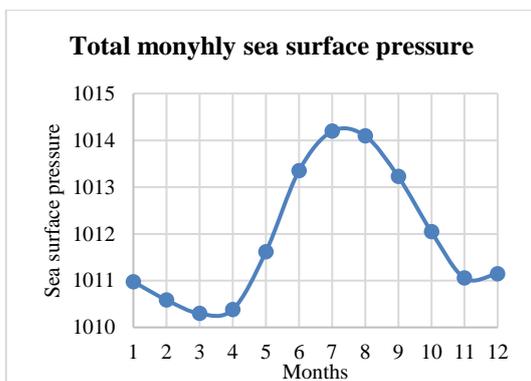


Figure 7o: Total monthly sea surface pressure

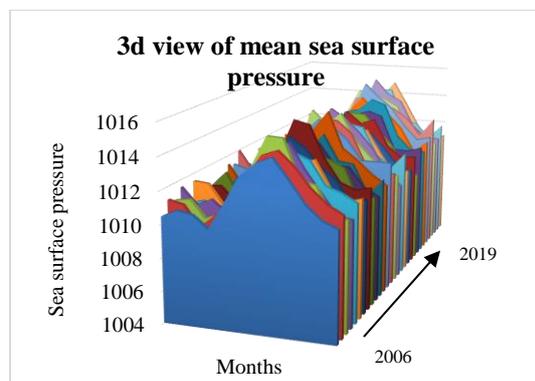


Figure 7p: 3D view of mean annual sea surface pressure

Les températures annuelles totales et moyennes de surface de la mer montrent également une régression positive qui indique clairement qu'il existe une relation directe entre les températures de surface de la mer et l'eau précipitable à Kribi. Les températures mensuelles de surface de la mer montrent deux pics notamment en février et décembre et un seul important en août

contrairement à la régression annuelle totale et moyenne, tandis qu'un examen attentif de la pression mensuelle de surface de la mer indique que les pressions de surface de la mer dans la région de Douala-Buea augmentent entre avril et décembre. Ici, la pression mensuelle de la surface de la mer augmente avec une baisse de la température mensuelle de la surface de la mer.

1.4.4 Années Et Valeurs Aberrantes Par Région

Regions	Paramètres	Years	Min values	Max values
Douala-Buea	Precipitation rate	2011	80mm/day	-
		2016	-	110mm/day
	Precipitable water	2000	40.5kg/m ²	-
		2016	-	45.8kg/m ²
	Sea surface temperature	1990	23.5 °C	-
		2016	-	24.7 °C
	Sea surface pressure	2000	1011.2 N/m ²	-
2015		-	1012.4 N/m ²	
Akwaya	Precipitation rate	1994	40.8mm/day	-
		2016	-	80.2mm/day
	Precipitable water	2000	37kg/m ²	-
		2019	-	40.3kg/m ²
	Sea surface temperature	1992	23.2 °C	-
		2010	-	24.4 °C
	Sea surface pressure	2000	1011.5 N/m ²	-
2015		-	1012.5 N/m ²	
Kribi	Precipitation rate	1998	-	5.9mm/day
		2010	2.5mm/day	-
	Précipitable water	1996	42kg/m ²	-
		2016	-	47kg/m ²
	Sea surface température	1992	25 °C	
		1998	-	27 °C
	Sea surface pressure	1999	1011.2 N/m ²	-
2015		-	1012.4 N/m ²	

TABLEAU 4 : ANNÉES ABERRANTES

Une observation de la tendance saisonnière dans le golfe de Guinée en particulier dans la zone cible nous a amenés à la conclusion que les saisons dans cette zone dépendent à la fois des conditions climatiques mondiales et des conditions microclimatiques, C'est sur la base de ce principe que nous procéderons à notre analyse.

Douala-Buea

Outre le changement climatique et le réchauffement planétaire qui affectent généralement toutes les régions du monde, la section de Douala-Buea, qui se trouve sur le flanc oriental de la partie au large du mont Cameroun, se caractérise par un environnement estuarien avec des marais et des forêts de mangroves. Cette condition mentionnée ci-dessus, la rend sujette à l'humidité tout au long de l'année, en raison de l'évaporation lourde combinée avec l'effet foetal, une condition microclimatique causée par le mont Cameroun dans la région.

Les autres causes possibles des variations saisonnières d'une année à l'autre dans ces régions pourraient être les activités humaines telles que la forte industrialisation et la déforestation intense observées dans la région.

Thus, the major causes of the year-to-year seasonal variability in the Douala-Buea section, are both anthropogenic effects, the geographic situation and the variations in global climate due to climate change and Global warming. Contrary to the Akwaya area which is less urbanised and industrialised the trend in urban growth in the Douala -Buea section is more important, thus making the area more favourable to seasonal variabilities. This explains the ever-increasing number climatic hazards observed in this region since the early 2000s such as severe floods.

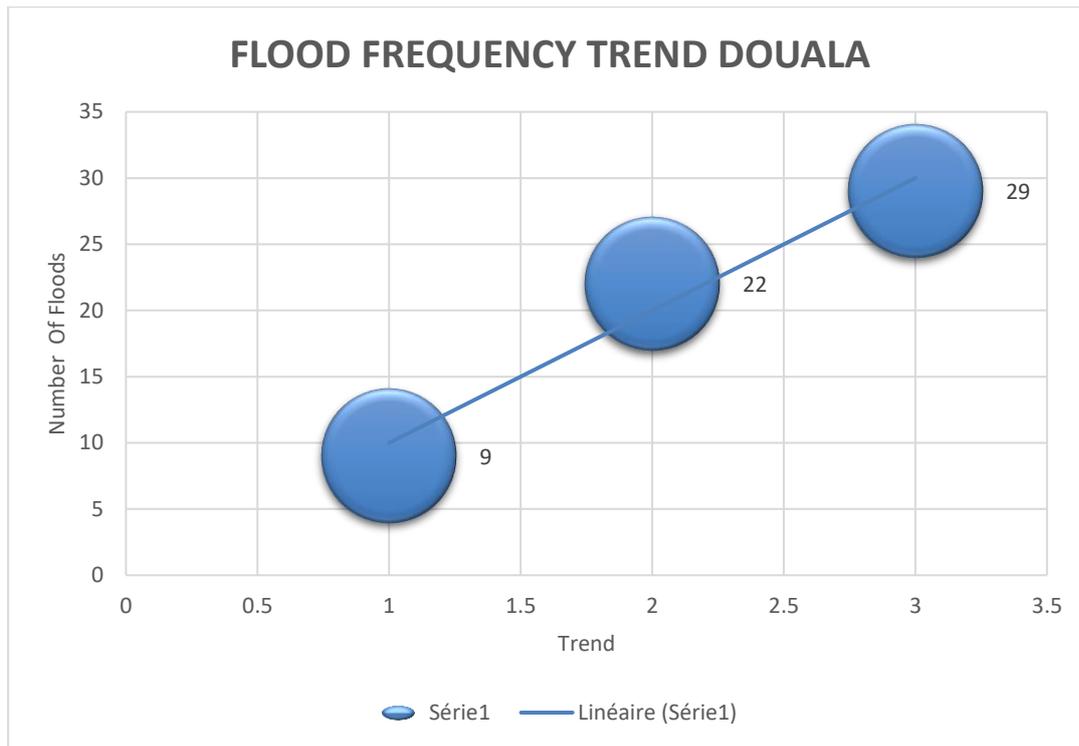


Figure 8: Tendances Des Frequences Inondations A Douala
(Données issue des travaux de Bruckmann et al, 2019)

De ce qui précède, des explications combinées à une analyse visuelle du graphique tout le monde sera d'accord avec le fait que cela est en parfaite corrélation avec les tendances à la hausse décrites par les graphiques qui indiquent clairement qu'il y a une progression vers des conditions extrêmes qui pourraient conduire à des événements futurs si aucune mesure appropriée n'est prise. Une étude réalisée par Bruckmann et al, en 2019 mentionnait déjà que la multiplication des inondations dans la région n'a à ce jour motivé aucune action préventive des pouvoirs publics, ce qui suscite des interrogations.

Akwaya

La section d'AKWAYA incluant la péninsule de Bakassi qui est le champ de pétrole le plus riche du bassin du Rio Del Rey est caractérisé par un environnement estuarien avec des marches et des forêts de mangroves. On le trouve sur le flanc occidental de la partie au large du mont Cameroun qui le rend donc sujet à l'humidité tout au long de l'année en raison de l'évaporation océanique et de l'effet foetal, Ainsi, les principales causes de la variabilité saisonnière et des variations d'une année à l'autre sont à la fois les effets anthropiques et les variations du climat mondial dues au changement climatique et au réchauffement planétaire.

Jusqu'à présent, Akwaya reste moins développée par rapport aux métropoles comme Douala, elle reste une zone rurale malgré sa nature riche en pétrole. En ce qui concerne la question des inondations, très peu a été documenté sur cette région riche en mangrove. Il existe ici un faible

taux de déforestation comparativement à Douala ce qui ne la rend pas sans risque climatique, comme Douala par contre elle est moins sujette aux inondations. Une surveillance minutieuse de ces régions est nécessaire pour deux raisons principales ;

a-Les paramètres observés montrent des signes de variations et ne montrent pas vraiment que la zone respecte encore le cycle saisonnier normal du Cameroun qui se compose de deux saisons des pluies, une majeure et une mineure saison des pluies, une majeure et une mineure saison sèche comme observé à Kribi.

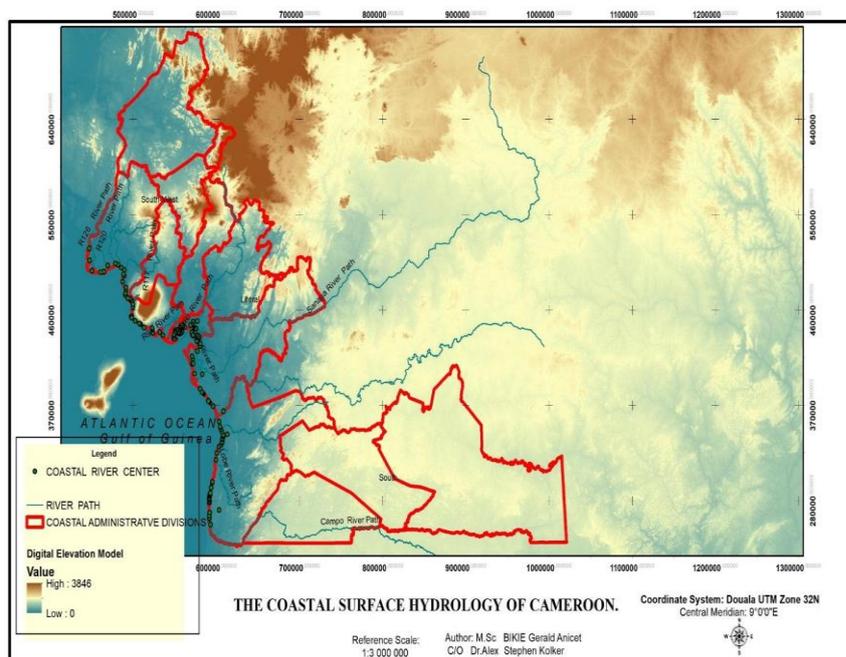
b-La région a reçu très peu d'intérêt scientifique, sauf pour l'exploration pétrolière.

Kribi

Kribi qui est appelé la division de l'océan couvre la zone côtière de la région du sud et constitue le principal site touristique côtier suivi par Limbe dans la région du sud. La zone est principalement caractérisée par la forte densité de roches cohérentes contrairement à Akwaya et la section Douala-Buea qui sont caractérisées par la présence de bassins sédimentaires. Cette région montre la tendance saisonnière normale du Cameroun avec une saison des pluies majeure et une saison des pluies mineure ainsi qu'une saison sèche majeure et une saison sèche mineure.

1.5 Résultats Et Discussions De L'étude Hydrologique

De nombreux pays à travers le monde tels que ; La Russie, la Chine, le Brésil, le Venezuela, le



Bangladesh, le Vietnam, la Birmanie, le Pakistan, la Colombie, la Roumanie, Taïwan et l'Inde ont mis en place des mesures cohérentes pour assurer une surveillance cohérente de leur environnement côtier et en particulier de leur hydrodynamisme

Figure 9: Map of coastal rivers Acquired by Manual Census on Google Earth

Certains Etats sont allés plus loin, tel est le cas des États-Unis et le Canada. Les États-Unis pour assurer une gestion durable de leur environnement côtier ont eu recours à la création de

programmes nationaux de résilience côtière qui prennent en compte l'évaluation des paramètres chimiques, des paramètres physiques, des paramètres biologiques dans les environnements côtiers et marins en plus des évaluations hydrogéologiques tous ces programmes viennent en complément des missions déjà existantes de la NOAA et de la NASA dans ce secteur. Le Canada, quant à lui, a investi d'énormes fonds pour parrainer les projets de recherches sur les interactions hydrologiques et hydrogéologiques entre les systèmes côtiers et marins dans ses grandes universités comme l'Université du Québec à Rimouski. Les évolutions récentes du changement climatique mondial ainsi que les évolutions sociopolitiques ont prouvé le caractère indispensable de ces connaissances, en plus ce n'est plus un secret pour les pouvoirs public et les citoyens ordinaires au Cameroun que le climat du Cameroun a connu de graves changements au cours des dernières décennies, les inondations dont a été témoin la région côtière de Douala le 28 août 2020 constituent une preuve claire et cela constitue une raison supplémentaire pour laquelle des travaux océanographiques détaillés devraient être réalisés sur la côte du Cameroun. Les données de géolocalisation du tableau incluait les composantes Z (altitude), mais ces dernières ont été supprimées en raison du fait que nous les avons trouvées extrêmement aberrants une tentative de comprendre pourquoi elles étaient aberrantes nous a permis de découvrir que les valeurs d'altitude pour une position donnée sur Google Earth dépendaient du niveau de zoom sur l'image.

Features			River discharge		Features			River discharge		
	Rivers	Longitude	Latitude	F.E Value		M. E. Value	Rivers	Longitude	Latitude	F.E. Value
Campo River	9.829378 2	2.3057766			R65	9.5611038	4.0224853			34.92
R2	9.826070 3	2.3790063			R66	9.5395618	4.025054			
R3	9.824443 9	2.3842332			R67	9.5138421	4.0080813			
R4	9.823860 5	2.4046849								
R5	9.827324 5	2.430651			R68	9.5043038	4.0062689			
R6	9.824998 9	2.511819			R69	9.5137249	4.0200684			
R7	9.825227 6	2.5119891			R70	9.5256315	3.9957873			

R8	9.826065 1	2.5273075			R71	9.5183532	4.0114556		
R9	9.824774 8	2.529078			R72	9.5287644	3.9923891		
R10	9.825125	2.5421177			R73	9.528511	3.9836302		
R11	9.823636 8	2.5553966			R74	9.5291762	3.9804836		
R12	9.824083 5	2.5574574			R75	9.529904	3.9758959		
R13	9.826222 8	2.5709019			R76	9.5141388	3.9639722		
R14	9.830212 5	2.5751067			R77	9.5032682	3.96456		
R15	9.832681 6	2.5795406		5.96	R78	9.5020749	3.9646171		
R16	9.833265 8	2.5915921			R79	9.501372	3.9646745		
R17	9.833417 8	2.5957312			R80	9.4995576	3.9652175		
R18	9.833914	2.5966735			R81	9.4982864	3.9664646		
R19	9.834526 3	2.5980707			R82	9.4972493	3.9667936		
R20	9.835571 9	2.5990361			R83	9.4904922	3.9758904		
R21	9.845266 6	2.6443024			R84	9.4865342	3.9872833		
R22	9.856572 4	2.6848589			R85	9.4597964	3.9762658		
R23	9.858940 4	2.6908759			R86	9.4429025	3.9713125		
Lobe River	9.897305 4	2.8816408	105	146.39	R87	9.4514631	3.9693909		
Kineke River	9.910415 9	2.9292549		90.79	R88	9.4530969	3.9662668		
R26	9.930535 9	2.9911891			R89	9.4309954	3.9268191		
R27	9.952670 7	2.9997826			R90	9.4206396	3.9341084		
R28	9.962633	3.0265669		4.08	R91	9.4491295	3.9186917		
R29	9.963797 2	3.035169			R92	9.4476445	3.9453173		
R30	9.965893 8	3.0550473			R93	9.4459227	3.9519797		

R31	9.967164 3	3.0567921			R94	9.1133086	3.9913884		
R32	9.969558	3.0640686			R95	9.076747	3.9696924		
R33	9.975762 5	3.0848098			R96	9.2114092	3.9985053		
R34	9.976215 1	3.0936397			R97	9.2067333	4.0078717		5.91
R35	9.961781 7	3.1220966			R98	9.1206001	4.0130345		
R36	9.952565 9	3.1408776			R99	9.082332	4.0403006		
R37	9.944312 6	3.1595265			R100	9.0742258	4.0449366		
R38	9.941817 2	3.1673566			R101	9.0684682	4.0481049		3.57
Lokound je River	9.933391 5	3.2041373		349.29	R102	9.0684682	4.0481049		
Nyong River	9.983081 3	3.2606131	446	1145.38	R103	8.9861725	4.0959098		
R41	9.871345 3	3.331568		11.13	R104	8.9698698	4.1563959		
R42	9.766986 7	3.4690825		6.39	R105	9.0002424	4.2099142		4.48
Sanaga River	9.766986 7	3.5798669	3200	5475.55	R106	8.98855	4.2386823		11.06
R44	9.665926 5	3.6149437			R107	8.969655	4.254141		2.47
R45	9.643353 9	3.7006737		3.92	R108	8.9610441	4.2741941		
R46	9.654153 8	3.7360139		4.86	R109	8.9406598	4.2796875		18.49
R47	9.708913 5	3.7926048		14.38	R110	8.9180378	4.2934665		
R48	9.728140 1	3.8416523		35.52	R111	8.9189684	4.3047118		
R49	9.704057	3.8912681			R112	8.9239073	4.3280259		
R50	9.696978 1	3.8903646			R113	8.9269619	4.3474371		
R51	9.688357	3.9098986			R114	8.8949314	4.4057058		
R52	9.688357	3.9098986			R115	8.8978481	4.4444612		4.49
R53	9.711493 4	3.9039177			R116	8.9028317	4.4665109		
Dibamba River	9.719284 7	3.9144978	480	174.83	R117	8.9212797	4.5010765		119.65

R55	9.670636 5	3.955316			R118	8.8790436	4.5200173		
R56	9.646863 3	3.9427923			R119	8.7769333	4.5564816		
R57	9.637555 8	3.9717202			R120	8.7999435	4.5610075		
R58	9.666760 4	4.0075332			R121	8.7165438	4.5292089		
R59	9.675276 5	4.0016451			R122	8.6831955	4.4877813		
R60	9.684207 2	4.0040358			R123	8.6485016	4.4868134		
Wouri River	9.694081 5	4.0681355	3000	329.4	R124	8.3398507	4.4854108		
R62	9.652573 8	4.0616009		4.54	R125	8.4861395	4.5889787		
R63	9.638709 7	4.0379028			R126	8.4791519	4.6669109		152.89
R64	9.622912 7	4.0321587		266.91					

TABLEAU 5 : RIVIÈRES CÔTIÈRES ET PARAMÈTRES

1.5.1 Rivières se déversant dans l’océan dans le Golfe de Guinée :

En raison de la nature vaste et complexe de notre zone d'étude, nous porterons une attention particulière à l'hydrologie de la côte camerounaise qui fait partie intégrante du vaste domaine qui constitue le golfe de Guinée. Au cours de notre étude, utilisant Google Earth pour le recensement des rivières, nous avons compté environ 126 rivières, dont seulement 8 bien connues en termes de nomenclature à savoir: le Rio Campo, la Lobe, la Kineke, la Lokoundje, le Nyong, la Sanaga, la Dibamba et le Wouri lors de l'évaluation du débit du fleuve, dans la côte atlantique du Cameroun, une tentative a été faite pour obtenir des informations du ministère de l'eau et de l'énergie, puis du ministère de la recherche scientifique et de l'innovation, mais des sources ont révélé l'indisponibilité de toute base de données sur le débit des rivières côtières, nous avons donc eu recours à deux méthodes d'acquisition des données de débit des rivières. La première approche était fondée sur l'acquisition de données de sortie à partir d'articles de recherche en ligne et de Wikipédia A à partir de cette évaluation les informations suivantes ont été dérivées

Les rivières côtières camerounaises sont très peu connues et documentées, car parmi les 126 rivières dénombrées seulement 8 sont connues par leurs noms et documentées et parmi celles-

ci, environ 5 d'entre elles ont leurs valeurs de débit connues, à savoir; La rivière Lobe, la rivière Nyong, la Sanaga la rivière Dibamba et la rivière Wouri cela représente un manque de connaissances très important et pourrait être un sérieux handicap dans la prise de décision dans certaines situations critiques. Cela pourrait également être un indicateur que très peu a été fait dans le pays pour la recherche hydrologique où il reste encore beaucoup à faire.

En utilisant l'estimation du débit des rivières basée sur la modélisation, les informations suivantes ont été dérivées ; Les estimations de débit des rivières basées sur le modèle malgré leur importance montrent des limites très importantes, pour la détermination des valeurs de débit de rivière, un fichier KMZ de la zone d'étude contenant les valeurs de débit de rivière estimées par le modélisation a été importé sur Google Earth et superposé à la région d'intérêt puis combiné à un fichier de formes de rivières identifiées manuellement pour évaluer la précision du modèle sur l'identification des rivières et l'estimation de leurs valeurs de débit à partir de l'exercice, les observations suivantes ont été faites :

-Malgré sa précision à certains endroits, le modèle ne parvient pas à identifier d'importantes rivières existantes dans de nombreux endroits et à plusieurs autres endroits, il identifie les rivières là où il n'y en a pas.

-Le fait que le modèle ne parvienne pas à en identifier certains faits qu'il manque également une quantité importante de valeurs de débit fluvial, d'où la nécessité d'améliorer la précision et de collecter des données sur le terrain.

1.5.2 Décharges Annuels Moyens Dans Le Golfe De Guinée :

On sait très peu de choses sur le déversement dans le golfe de Guinée, car peu d'études isolées ont été réalisées qui ne concernaient que certains de ses principaux fleuves tels que le Niger, le Wouri, la Volta et le Congo pour n'en citer que quelques-uns. Le débit total estimé du modèle obtenu à partir de notre étude sur la côte camerounaise était de 9703,09, ce qui ne représente que les valeurs de débit d'environ 23.81% du nombre total de rivières de la région, tandis que la valeur totale du débit estimé sur le terrain était de 7231, ce qui ne représente que 3.97% du nombre total de rivières de la région. De tout cela, nous pouvons donc conclure qu'il n'y a pas de connaissance précise du débit annuel total et moyen dans le golfe de Guinée en général et au Cameroun en particulier.

1.5.3 Sources de variabilité des données de Décharge :

Malgré l'inadéquation des informations sur les données de décharge, nous avons remarqué des variations sur ces données qui pourraient être examinées sous deux prismes, à savoir :

-Les Sources d'informations :

Les informations obtenues à partir du modèle montrent des valeurs plus importantes que les valeurs estimées sur le terrain à partir des revues de la littérature en raison du fait que très peu de recherches sur le terrain ont été effectuées sur les rivières côtières dans la région côtière du Cameroun.

-La Situation géographique et les conditions climatologiques :

Les variations de topographie et les conditions microclimatiques affectent fortement les valeurs de débit des rivières, car elles déterminent les taux de précipitations.

1.5.4 Les Lacunes

Une évaluation globale de la superficie estimée des rivières côtières par modèle a montré que seulement environ 21,43% de la superficie des rivières côtières présentent un déficit de connaissances de 78,57%. Les informations obtenues révèlent le besoin d'améliorations sur la précision du modèle. Une information plus significative révèle que très peu d'efforts ont été faits pour évaluer les superficies de la superficie des rivières côtières camerounaises. Il en va de même pour le débit et la largeur des rivières côtières. Très. Peu ou rien n'est connu sur les paramètres microbiologiques et physico-chimiques des eaux de cet environnement côtier.

Le Rio Campo, le Wouri, la Sanaga, la Dibamba, la Kineke, la Lokoundje, le Nyong sont pratiquement les seules rivières côtières documentées bien que peu connues.

1.5.5 Représentation Graphique Des Gaps De Connaissance

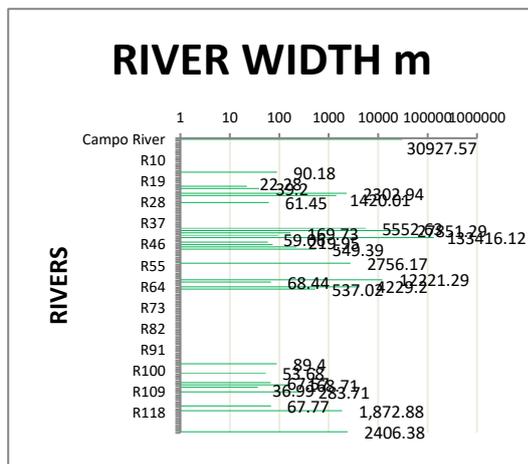


Figure 10a: Model Estimated Coastal River Width at Logarithmic Scale
(The value "0" indicates that no information is available)

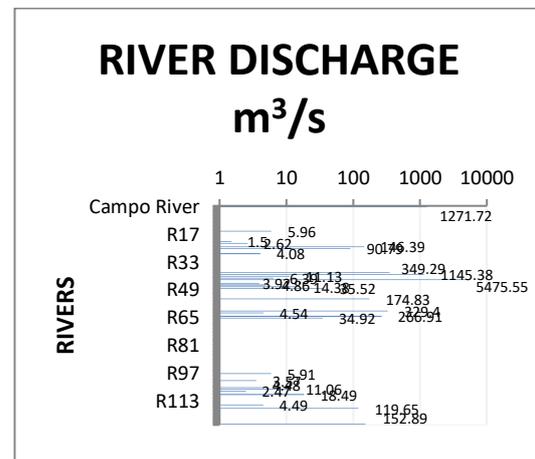


Figure 10b: Model Estimated Coastal River Discharge at Logarithmic scale
(The value "0" indicates that no information is available)

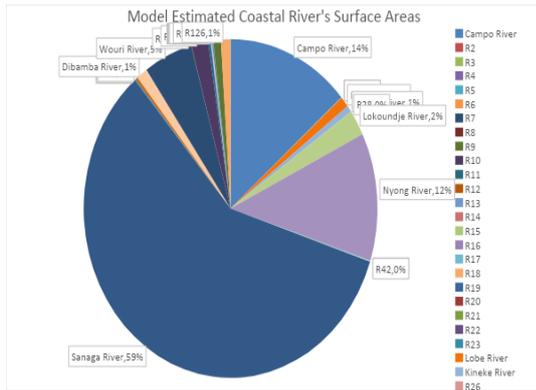


Figure 10c: Percentage Model Estimated Coastal River Surface Areas
(The value "0" indicates that no information is available)

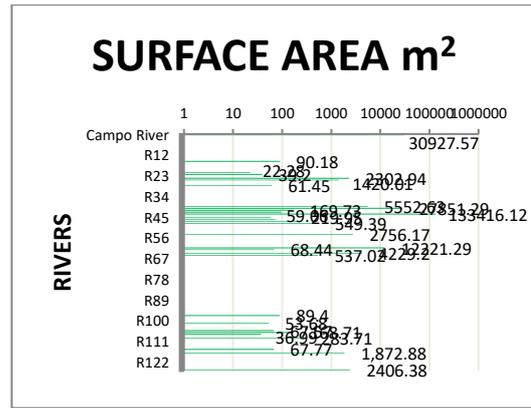


Figure 10d: Model Estimated Coastal River Surface Area
(The value "0" indicates that no information is available)

1.6 Résultats Et Discussions Des Etudes De Géologie Marine

1.6.1 Photo-interprétation

Des images optiques de télédétection obtenues à partir de Google Earth ont révélé la présence de structures sous-marines anormales le long de la partie sud de la cote Camerounaise, à savoir ; l'anomalie de Lote (Lat. 3.4591687N et Long. 9.7471329) et l'anomalie de Badangue (Lat. 3.3644733N et Lon. 9.828701E). Malgré l'absence d'un voyage de validation sur place en raison de la COVID-19. Après analyse deux hypothèses ont été émises, la première hypothèse suggérait que les structures étaient d'origine sismique, tandis que la seconde les associait à d'anciens canaux fluviaux continentaux formés au cours d'un stade inférieur du niveau de la mer au Pléistocène. Des structures d'étude détaillées pourraient être vitales, car elles pourraient révéler leur importance et leurs impacts possibles sur la région.

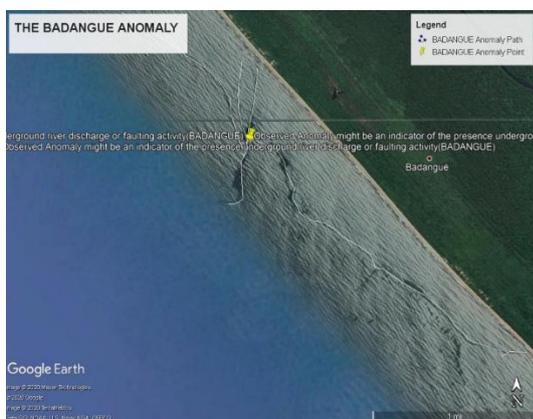


Figure 11a : L'anomalie De Badangue
Source de données : Google Earth Pro



Figure 11b : L'anomalie Lote
Source de données : Google Earth Pro

<i>Structure</i>	Altitude(m)	Longitude (dégrée)	Latitude (dégrée)
Anomalie de Badangue		9.828701	3.3644733
Anomalie de Lote		9.7471329	3.4591687
Lac Cratère		8.9772372	4.1030259

TABLEAU 6 : CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES
Source de données : Google Earth Pro

1.6.2 Cartographie Géologique

La cartographie géologique de la côte du Cameroun indique que la constitution géologique du milieu est non homogène, avec 8 périodes géologiques observés notamment le précambrien qui est, dans ce cas, l'âge caractéristique des faciès rocheux observés à Kribi dans la région du sud avec une légère présence du Crétacé. La région côtière du Littoral présente une plus grande hétérogénéité que la région du sud et Kribi en particulier, avec un aspect chronologique de la mer vers le continent des roches de l'Holocène, du Tertiaire, du Crétacé et du Précambrien. La région sud-ouest montre également une grande hétérogénéité avec l'apparition de roches ignées tertiaires autour de Limbe et d'Edenau envahies par des roches ignées quaternaires, puis suivies par des roches précambriennes. Toujours dans la région sud-ouest mais d'Akwaya entrant dans le continent vers la division de Manyu, nous observons les roches holocènes, suivies par le Pléistocène, le Crétacé, les roches tertiaires ignées et les roches précambriennes avec un dépôt crétacé inférieur.

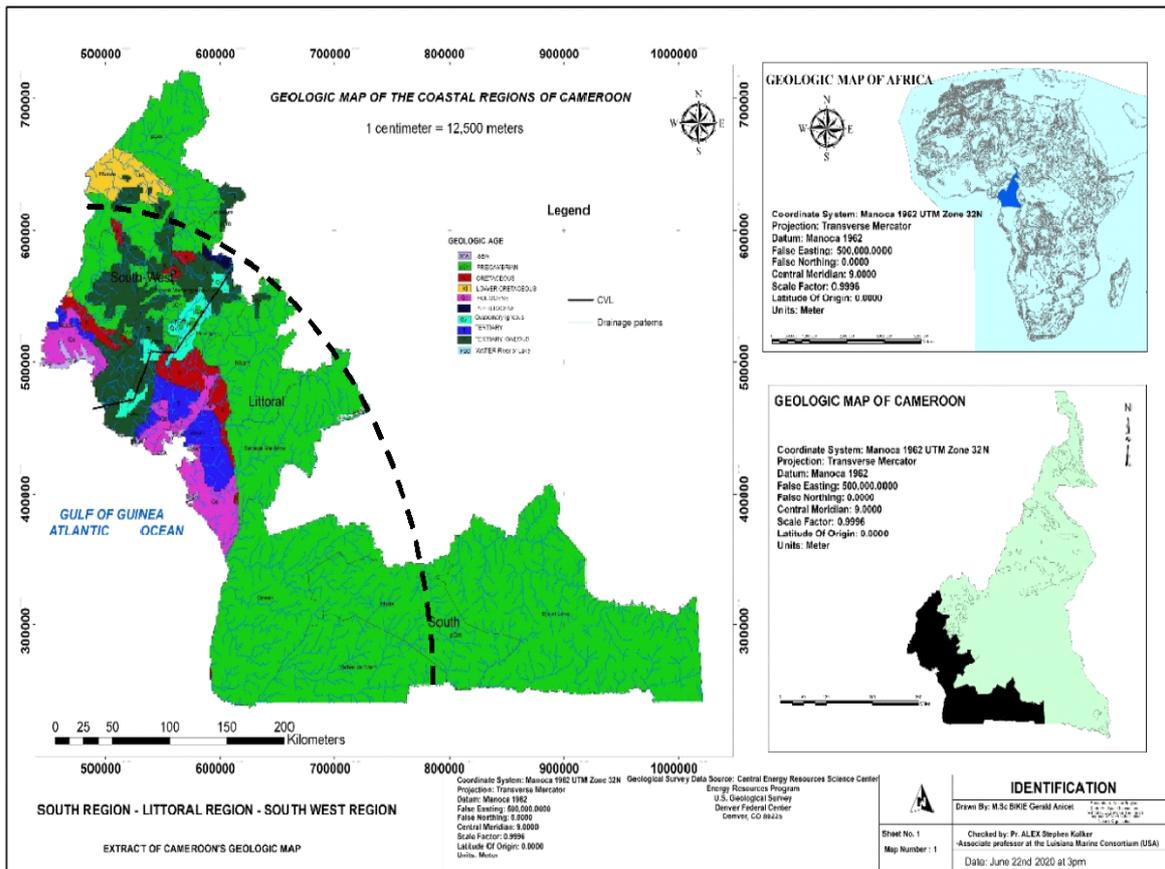


Figure 12: Geological Map Of The Coastal Regions Of Cameroon By Bikié G.A

Carte géologique du Cameroun. Auteur : BIKIE Gerald Anicet sous la supervision du Dr Alex Stephen Kolker Les données géologiques utilisées dans le présent document pour produire notre carte géologique proviennent du site Web de la géologie. (<https://certmapper.cr.usgs.gov/data/apps/world-maps/>; Persits, F.M., Ahlbrandt, T.S., Tuttle, M.L., Charpentier, R.R., Brownfield, M.E., et Takahashi, K.I., 1997, Maps showing geology, oil and gas fields and geological provinces of Africa : U.S. Geological Survey Open-File Report) 97-470-A, <https://doi.org/10.3133/ofr97470A>.

Après corrections atmosphérique nous avons obtenue les resutats observees sur la figure ci-apres.

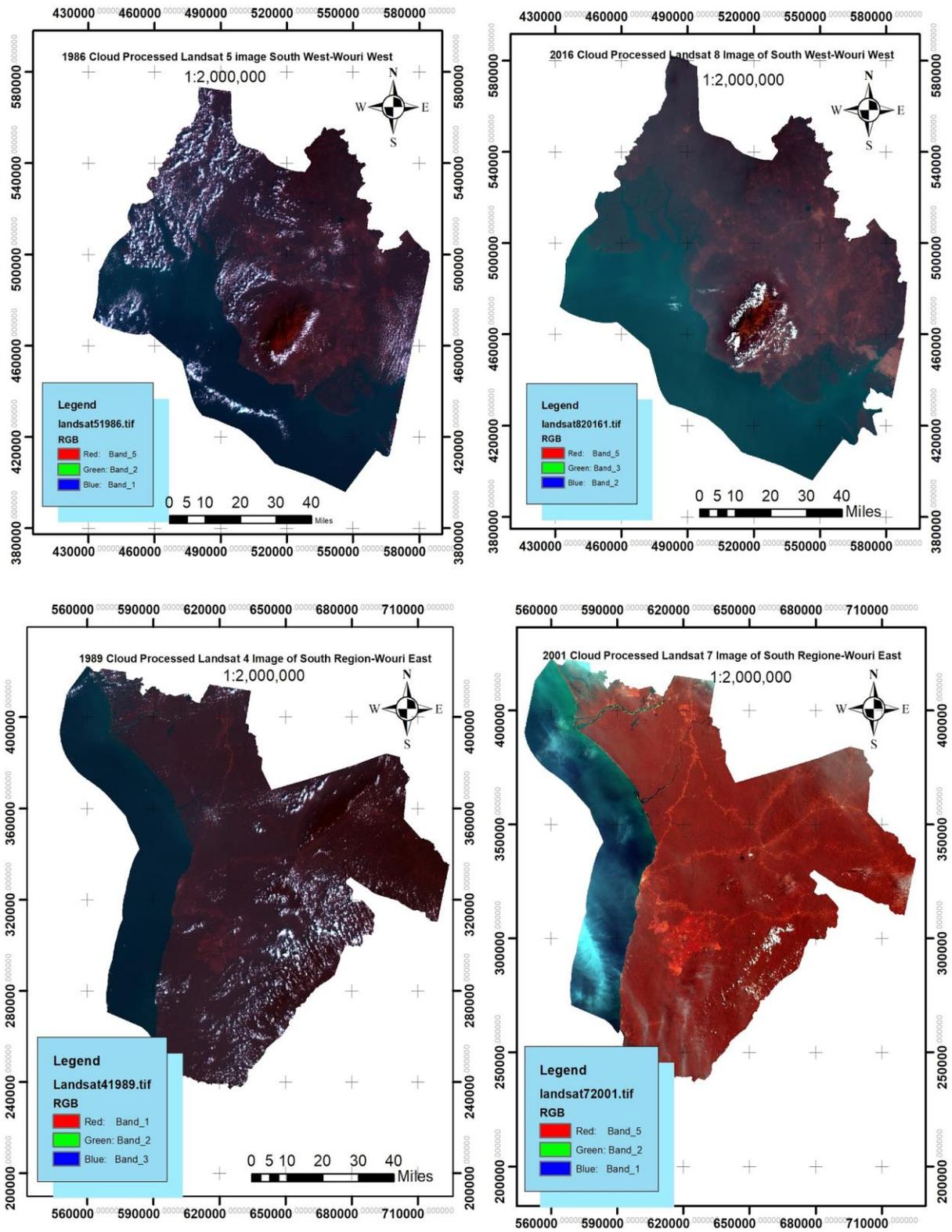


Figure 13: Cloud Processed Raw Images Of The Study Areas

1.6.3 Analyse Qualitative

1.6.3.1 Région Littorale Est Et Sud

Les résultats obtenus sur cette section de la côte du Cameroun ont révélé les informations suivantes ;

Entre 1989 et 2001 le littoral oriental et la région sud du Cameroun ont connu une augmentation alarmante du taux de déforestation ainsi qu'une forte augmentation des rejets de sédiments dans l'océan, une analyse approfondie de l'évolution des deux paramètres montre une relation de direction proportionnalité comme observé dans la figure (30).

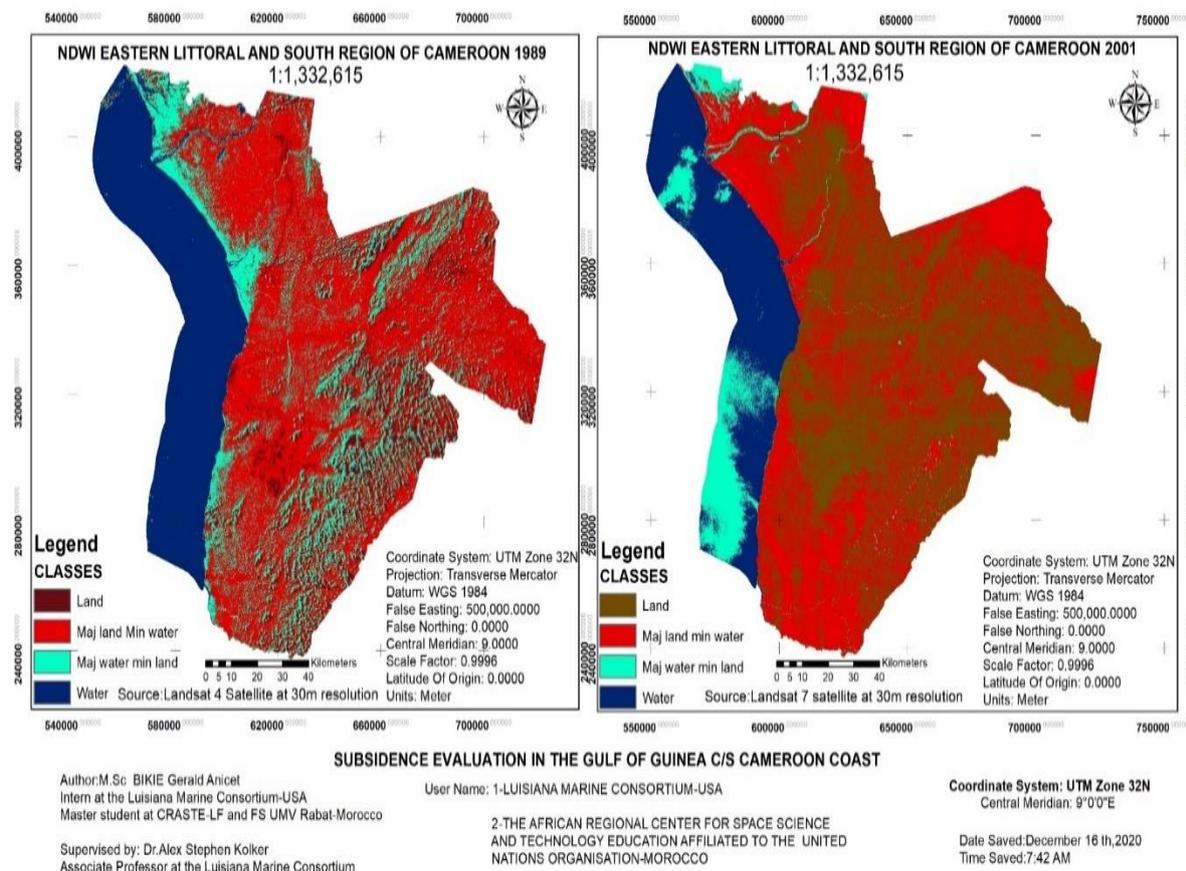


Figure 14: Classified Image Of The Easter Littoral And South Region Of Cameroon

1.6.3.2 Région Littorale Ouest Et Sud-Ouest

Les résultats obtenus sur cette section de la côte camerounaise ont révélé les informations suivantes ;

Entre 1986 et 2016, la section littorale ouest et sud-ouest du Cameroun a connu une augmentation alarmante de la perte de sol d'environ 2227.180Km² à la fois dans l'estuaire du Wouri et dans l'estuaire du Rio Del Rey autour de la péninsule de Bakassi. Nous observons également une forte augmentation d'environ 3645.4311 Km² dans les zones terrestres majoritairement minoritaires d'eau qui sont caractéristiques des zones marécageuses proches du

niveau de la mer, une analyse approfondie de l'évolution des deux paramètres révèle qu'ils montrent une relation de proportionnalité de direction comme observé dans la figure (34). qu'un examen attentif des caractéristiques présentées par ces deux milieux nécessite une attention particulière car ils sont caractérisés par une exploitation intensive des hydrocarbures, un environnement sédimentaire et une activité volcanique intensive du mont Cameroun dont chaque phase est souvent caractérisée par des produits volcaniques différents, ce qui rend la tâche difficile pour déterminer la vraie nature et l'origine, car celles-ci pourraient être dues soit à une subsidence ou à des processus d'érosion.

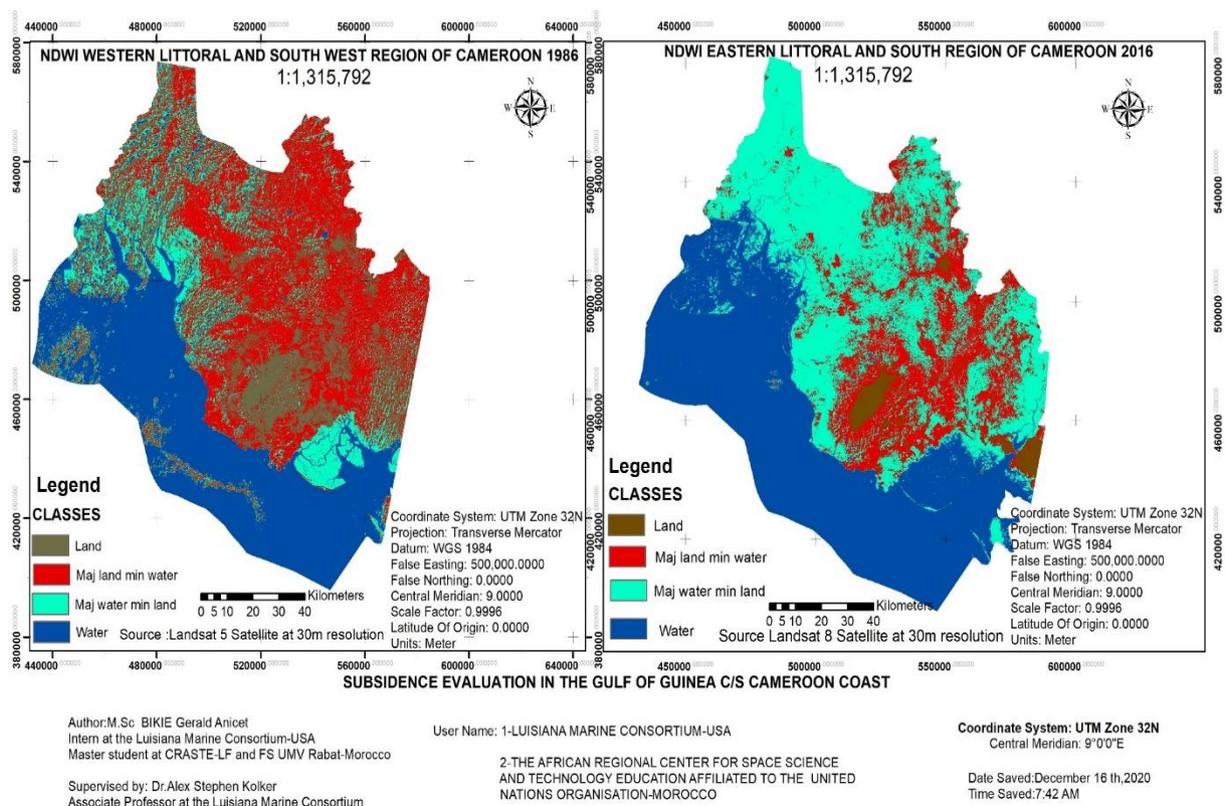


Figure 15: Classified Image of The Wester Littoral and South West Region Of Cameroon

1.6.4 Changements Observés

Les deux images ci-dessous représentent les résultats de changement obtenus à partir de l'application d'un algorithme de détection de changement sur les deux régions étudiées. Pour une évaluation précise de l'ampleur des changements fonciers survenus dans les deux régions dans la série chronologique 1989-2001 et la série chronologique 1986-2016 pour le littoral oriental et le littoral sud et ouest et la région sud-ouest respectivement, nous avons suivi deux approches, qui étaient à la fois une analyse qualitative et une analyse quantitative.

1.6.5 Analyse Qualitative :

Les analyses qualitatives consistaient en une simple visualisation des changements survenus dans les deux régions. Sur la base des précédents que le littoral occidental et le sud-ouest (les régions littorales et sud-ouest) caractérisés par des terrains sédimentaires qui forment respectivement le bassin sédimentaire riche en hydrocarbures de Douala et les bassins du Rio Del Rey, tandis que la région sud est caractérisée par un environnement métamorphique, nous observons ici à partir d'une simple comparaison des deux environnements que le sol perd dans les deux bassins sédimentaires est plus rapide malgré le fait qu'aucune augmentation visible du rejet de sédiments dans l'océan n'est observée, une situation qui pourrait être un indicateur d'action d'affaissement plutôt que d'érosion (à vérifier). Un examen attentif de la section métamorphique du littoral oriental et de la région sud révèle la présence d'intenses actions érosives dues à la déforestation, qui expliquent la forte augmentation des rejets de sédiments dans l'océan observée dans la zone.

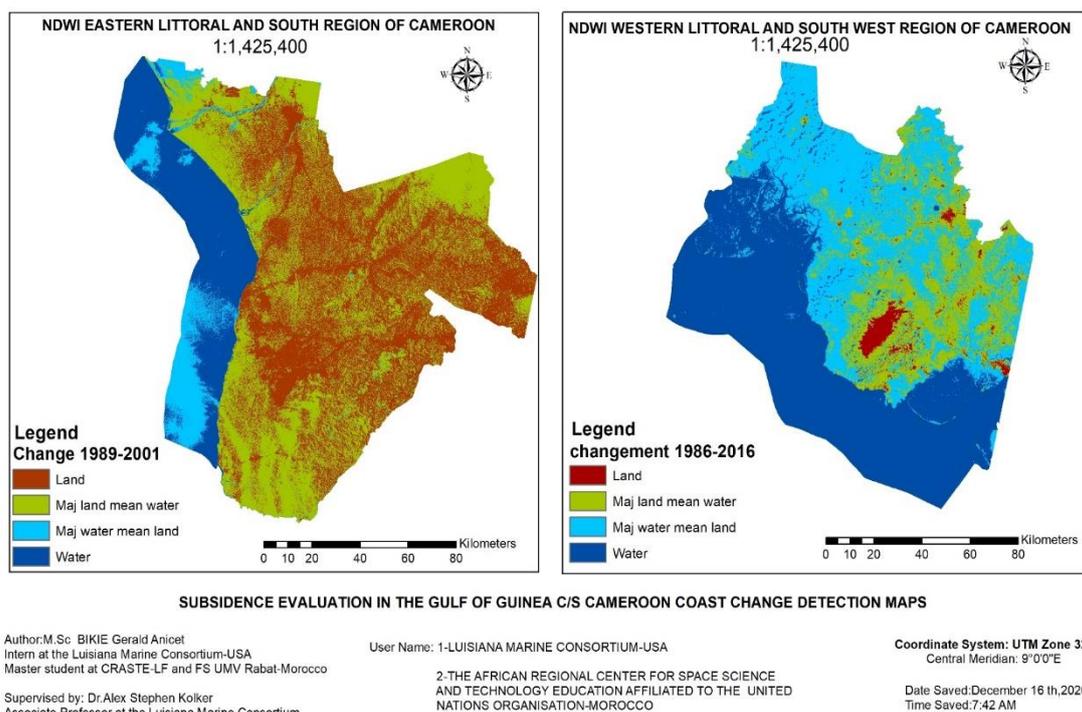


Figure 16: Change Detection Images Of The Two Regions

1.6.6 Analyse Quantitative

L'approche quantitative utilisée dans cette étude a utilisé QGIS, ERDAS Imagine, ENVI ARCGIS et Excel comme outils d'analyse. Les trois premiers ont servi à effectuer l'extraction des zones d'études et des corrections atmosphériques tandis que sur ARCGIS nous avons procédé à l'application d'un algorithme de détection de changement sur les séries chronologiques 1989-2001 et 1986-2016. les valeurs de comptes obtenues ont ensuite été

converties en surfaces à l'aide de l'algorithme de calcul de champ (Field calculator) dans la table attributaire puis exporté sur Excel où de simples graphiques de régression linéaire ont été exécutés sur la différence de valeur de comptes et les surfaces de chaque série chronologique ont été évaluées en tenant compte des classes : Terre, Terre Majoritaire-Eau minoritaire, Eau Majoritaire-Terre Minoritaire et enfin la classe Eau, puis des diagrammes à secteurs des variations en pourcentage de la superficie dans les régions qui ont ensuite abouti aux observations suivantes.

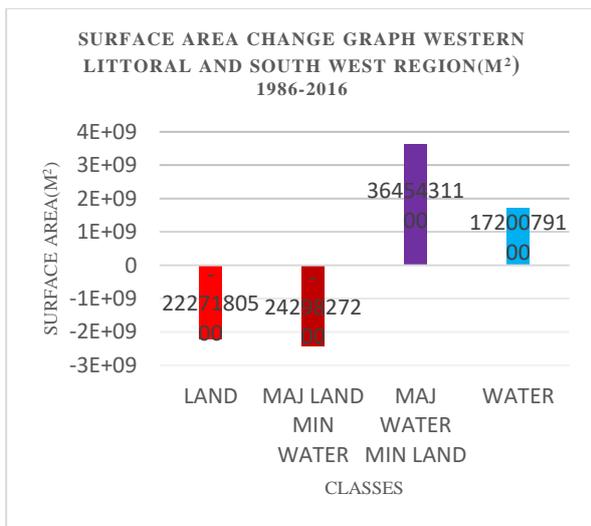


Figure 17a: Change Detection Graph of Western Littoral Littoral and Southwest region

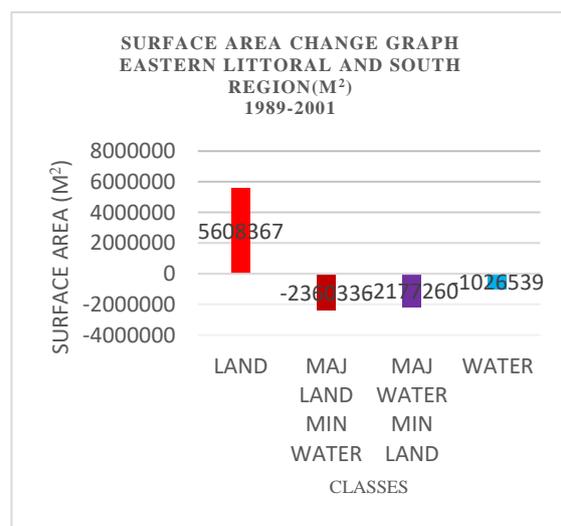


Figure 17b: Change Detection Graph of Eastern and South Region

Le graphique des changements de valeur de dénombrement dans les régions du littoral ouest et du sud-ouest montre une régression positive avec des changements négatifs de -2227180500 m^2 et -2429827200 m^2 pour les terres et les terres majoritaires en eau minoritaire respectivement tandis que des changements positifs de 3645431100 m^2 et 1720079100 m^2 pour les terres et l'eau à majorité minoritaire d'eau respectivement.

Une analyse similaire faite sur le graphique des variations de valeur dans les régions du littoral oriental et sud montre une régression négative avec une variation positive de 5608367 m^2 pour les terres et des changements négatifs de -2360336 m^2 , -2177260 m^2 et -1026539 m^2 pour la majorité des terres minoritaires eau, majorité eau minoritaire la terre et l'eau respectivement.

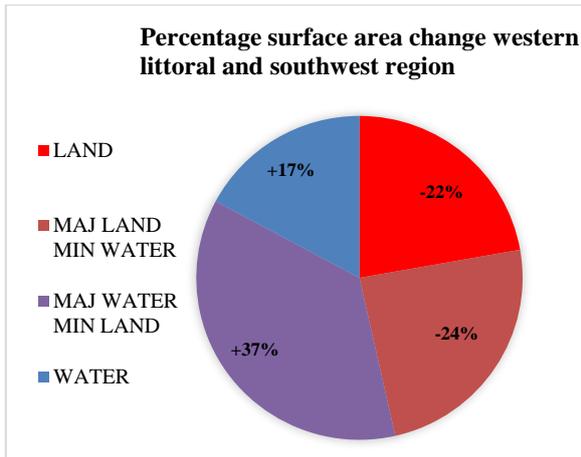


Figure 18a: Percentage Surface area change Western littoral and Southwestern Region

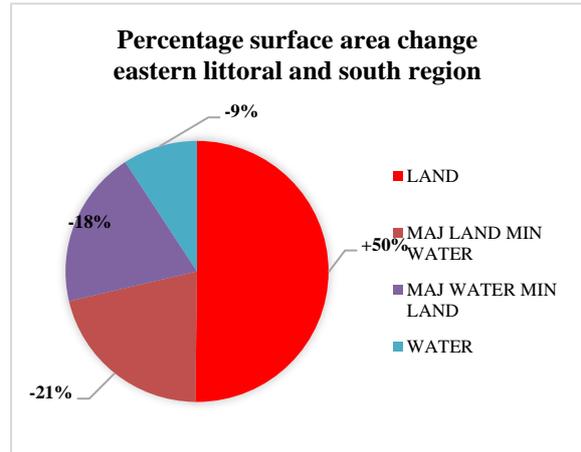


Figure 18b: Percentage Surface area Change Eastern littoral and South Region

Un diagramme à secteurs des variations en pourcentage de la superficie dans la région du littoral ouest et du sud-ouest révèle deux classes avec des changements négatifs de -22% et -24%, notamment les terres et les terres majoritaires en eau minoritaire respectivement avec des valeurs négatives signifiant une perte tandis que des valeurs positives signifiant des gains et sont observé pour les classes eau et terres majoritaires terres minoritaires avec des valeurs respectives de 17% et 37%.

D'un autre côté, un diagramme à secteurs des variations en pourcentage de la superficie dans la région du littoral oriental et du sud révèle trois classes avec des valeurs négatives de -9%, -18% et -21% pour l'eau, les terres à majorité d'eau minoritaire et l'eau à majorité terrestre minoritaire respectivement. La seule classe positive étant la classe foncière d'une valeur de 50%.

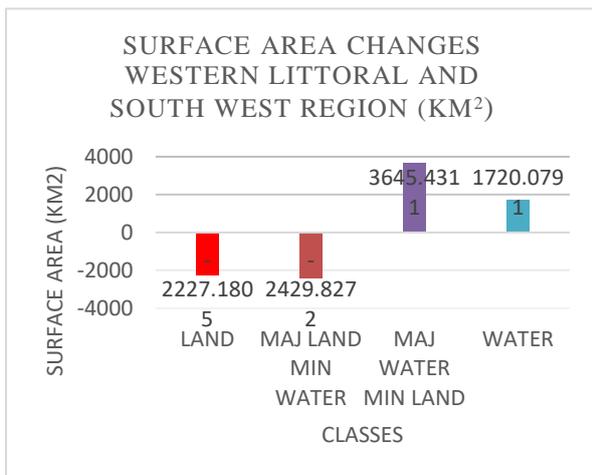


Figure 19a: Surface Area Change Western Littoral and Southwest Region

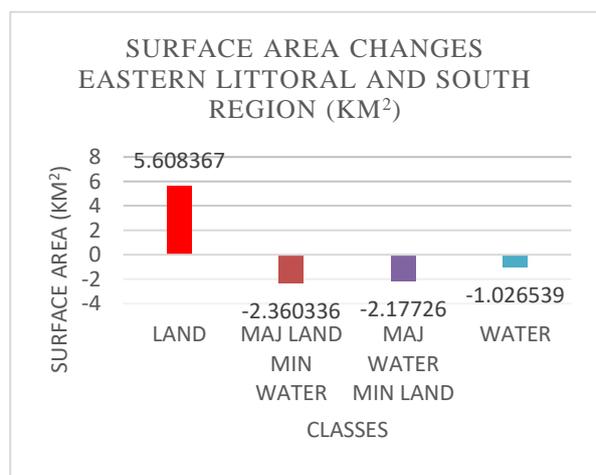


Figure 19b: Surface area change Eastern Littoral and South Region

Le graphique des variations de la valeur de surface dans les régions du littoral ouest et du sud-ouest montre une régression positive avec des changements négatifs de $-2227,1805 \text{ Km}^2$ et $-2429,8272 \text{ Km}^2$ pour les terres et les terres majoritaires en eau minoritaire respectivement tandis que des changements positifs de $3645,4311 \text{ Km}^2$ et $1720,0791 \text{ Km}^2$ pour les terres à majorité d'eau minoritaire et l'eau respectivement.

Une analyse similaire faite sur le graphique des changements de valeur de dénombrement dans les régions du littoral oriental et du sud montre une régression négative avec des changements positifs de $5,608367 \text{ Km}^2$ pour les terres et des changements négatifs de $-2,360336 \text{ Km}^2$, $-2,17726 \text{ Km}^2$ et $-1,026539 \text{ Km}^2$ pour les terres majoritaires en eau minoritaire, majoritairement eau, minorité, terre et eau.

1.6.7 Cause Du Changement De Superficie Du Terrain :

Les causes potentielles des changements de superficie observés dans ces régions pourraient être d'origine naturelle ou anthropique ;

Les changements négatifs de superficie observés dans la section du littoral ouest et des régions du sud-ouest en particulier sont trop complexes pour que leurs causes ne puissent être tracées qu'à partir de données de télédétection malgré le fait irréfutable qu'elles constituent une source de données vitale pour les comprendre. La présence même du Mont Cameroun actif et ses fréquentes éruptions au cours des 4 dernières décennies peuvent être une source importante de terres perdues en raison d'un affaissement d'origine sismique. Une autre cause possible de changement de superficie (pertes) dans la région pourrait être l'exploitation du pétrole brut et du gaz naturel qui pourrait également provoquer des affaissements, compte tenu du fait que les sols sont en constante recherche d'équilibre (réajustements isostatiques). Les changements dans la région sud, en revanche, sont purement d'origine anthropique et sont principalement causés par la déforestation. Une preuve évidente que l'augmentation des sédiments océaniques montre une proportionnalité directe avec les terres exposées en raison de la déforestation.

1.6.8 Preuve D'affaissement Et Taux :

L'absence même de sédiments océaniques visibles dans la partie littorale ouest et sud-ouest malgré les pertes importantes observées à partir des données traitées et de la carte de détection des changements est un indicateur potentiel de l'occurrence d'affaissements dans la région. Cependant l'absence d'une série chronologique d'altimétrie ou géophysique les données et le travail sur le terrain indiquent qu'il est nécessaire de s'abstenir de toute affirmation. Néanmoins,

d'autres tendances de sources de données pourraient très probablement conduire à cette conclusion, c'est le cas de l'article publié par Bruckmann et al, en 2019 sur une analyse géohistorique de l'évolution spatio-temporelle du risque d'inondations dans la ville côtière de Douala.

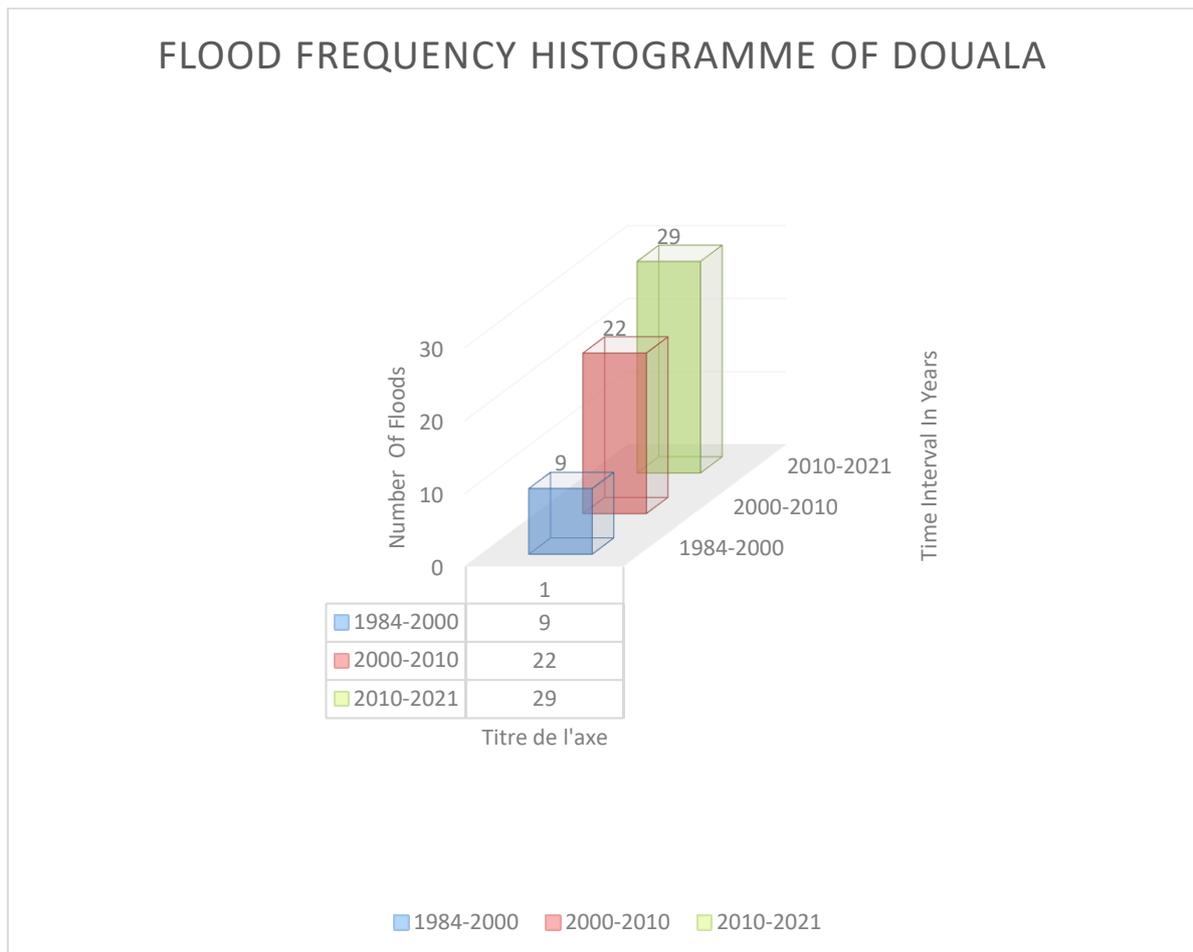


Figure 20 : Histogramme Des Frequences D'inondation De Douala

Les données statistiques utilisées pour générer le graphique sont toutes de Bruckmann et al, 2019 à l'exception de l'intervalle de temps 2010-2020 qui implique l'ajout du record d'inondations 2020 par BIKIE Gerald A.

Leur analyse, qui s'appuyait sur une série chronologique de journaux, indiquait que la superficie couverte par les inondations avait tendance à augmenter au fil du temps, la fréquence des inondations ayant également été touchée par 29 trimestres entre 1984 et 2000, 81 trimestres entre 2000 et 2010 et 85 trimestres depuis 2010 jusqu'à présent.

1.7 Résultats Et Discussions Sur La Situation Des Pêches Sur Le Littoral Camerounais

Plusieurs études sur la zone ont montré qu'il y a exploitation abusive des ressources halieutiques dans les eaux camerounaises, considérées comme l'une des principales ressources de l'État en raison de l'absence d'institutions de contrôle compétentes et d'outils technologiques dans le pays, Cela a donc créé un environnement favorable aux pratiques illégales et inappropriées qui épuisent complètement les ressources halieutiques du pays. Il est dès lors impératif que les autorités intègrent la technologie des systèmes d'information géographique (SIG) et d'autres technologies d'observation spatiale, telles que la télédétection, pour une surveillance et une gestion optimale de ces ressources.

En outre, hormis les rapports de la FAO, il n'existe pas de statistiques claires sur les résultats mensuels et annuels de la pêche maritime par espèce et sur les statistiques de la pêche mondiale disponibles dans le pays, qui pourraient être très utiles pour l'établissement d'une base de données à usage économique et politique dans la prise de décision ainsi que pour une utilisation scientifique, par exemple dans l'analyse de séries chronologiques.

1.7.1 Principales pêcheries dans le golfe de Guinée :

Le Golfe de Guinée, dont le Cameroun fait partie intégrante, bien qu'il soit la zone possédant le plus grand système de mangroves du monde, n'est pas exempté des effets des activités capitalistes en cours dans la région qui vont de l'exploration et de l'exploitation du pétrole et du gaz, la prolifération des industries qui engendrent la pollution côtière, l'exploitation abusive des ressources naturelles. Les principales pêcheries de la région sont ; Les Pêches marine et intérieures. Ainsi. Mollusques, céphalopodes, animaux aquatiques, crustacés, poissons marins, poissons pélagiques, poissons mérus, poissons d'eau douce et poissons dia dromes constituent les principales ressources exploitées dans la région. Le tableau ci-dessous présente quelques statistiques sur l'exploitation des poissons dans le golfe de Guinée, notamment sur la côte camerounaise entre 1990 et 2018.

Land Area	Ocean Area	Species	Scientific name	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	
Cameroon	Central Gulf of Guinea	Crustaceans	Crustaceans	940	1 777	2 389	2 385	1 991	1 721	1 842	2 481	1 011	1 006	
		Diadromous fishes	Diadromous fishes	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
		Marine fishes	Marine fishes	37 860 <i>F</i>	37 914 <i>F</i>	37 998 <i>F</i>	35 173 <i>F</i>	33 730 <i>F</i>	44 556 <i>F</i>	48 550 <i>F</i>	47 684 <i>F</i>	47 854 <i>F</i>		60 206
		Molluscs	Molluscs	0 -	9	13	42	15	3	5	2	2	2	<i>F</i>
	Sub-total Central Gulf of Guinea			38 800 <i>F</i>	39 700 <i>F</i>	40 400	37 600 <i>F</i>	35 736 <i>F</i>	46 280 <i>F</i>	50 397 <i>F</i>	50 167 <i>F</i>	48 867 <i>F</i>		61 214
	Tunas (CECAF area)	Marine fishes	Marine fishes	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -	0 -
Total Cameroon				38 800 <i>F</i>	39 700 <i>F</i>	40 400	37 600 <i>F</i>	35 736 <i>F</i>	46 280 <i>F</i>	50 397 <i>F</i>	50 167 <i>F</i>	48 867 <i>F</i>		61 214
Grand total				38 800 <i>F</i>	39 700 <i>F</i>	40 400	37 600 <i>F</i>	35 736 <i>F</i>	46 280 <i>F</i>	50 397 <i>F</i>	50 167 <i>F</i>	48 867 <i>F</i>		61 214
Land Area	Ocean Area	Species	Scientific name	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	
Cameroon	Central Gulf of Guinea	Crustaceans	Crustaceans	463	370	627	938	884	680	860	902	1 065	<i>F</i> 1 203	
		Diadromous fishes	Diadromous fishes	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

		Marine fishes	Marine fishes	60 580	59 376	62 359	56 338	54 413	53 288	51 120	49 730	49 730 <i>F</i>	47 605	
		Molluscs	Molluscs	2 <i>F</i>	15	1	1	20 -	0 -		44 <i>F</i>		18	
	Sub-total Central Gulf of Guinea			61 045	59 761	62 987	57 277	55 299	53 968	51 980	50 636	50 799 <i>F</i>	48 826	
	Tunas (CECAF area)	Marine fishes	Marine fishes	0 -	0 -	250 -	0 -		10 -	0 -	0 -		3	
Total Cameroon				61 045	59 761	63 012	57 277	55 299	53 969	51 980	50 636	50 799 <i>F</i>	48 829	
Grand total				61 045	59 761	63 012	57 277	55 299	53 969	51 980	50 636	50 799 <i>F</i>	48 829	
Land Area	Ocean Area	Species	Scientific name	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
Cameroon	Central Gulf of Guinea	Crustaceans	Crustaceans	1 116 <i>F</i>	956 <i>F</i>	532	502	561 <i>F</i>	546	589	470 <i>F</i>	656	347	
		Diadromous fishes	Diadromous fishes	0 .	0 .	0 .	0 .	0 .	0 .	0 .	0 .	0 .	0 .	0 .
		Marine fishes	Marine fishes	47 605 <i>F</i>	46 342 <i>F</i>	49 425	41 742	51 458 <i>F</i>	63 582	62 938	61 528 <i>F</i>	61 142 <i>F</i>	59 651 <i>F</i>	
		Molluscs	Molluscs	18 <i>F</i>	17 <i>F</i>	12	70 0		2	22 <i>F</i>	2 <i>F</i>	2 <i>F</i>	2 <i>F</i>	
		Sub-total Central Gulf of Guinea			48 739 <i>F</i>	47 315 <i>F</i>	49 969	42 251	52 019 <i>F</i>	64 130	63 529	62 000 <i>F</i>	61 800 <i>F</i>	60 000 <i>F</i>

	Tunas (CECAF area)	Marine fishes	Marine fishes	3 <i>F</i>	3 <i>F</i>	6	6	1	100	00	00	00	
Total Cameroon				48 742 <i>F</i>	47 318 <i>F</i>	49 975	42 257	52 020 <i>F</i>	64 131	63 529	62 000 <i>F</i>	61 800 <i>F</i>	60 000 <i>F</i>
Grand total				48 742 <i>F</i>	47 318 <i>F</i>	49 975	42 257	52 020 <i>F</i>	64 131	63 529	62 000 <i>F</i>	61 800 <i>F</i>	60 000 <i>F</i>
Land Area	Ocean Area	Species	Scientific name	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Cameroon	Central Gulf of Guinea	Crustaceans	Crustaceans	498	10 194	10 301 <i>F</i>	10 533 <i>F</i>	10 552 <i>F</i>	12 259	10 253	12 253	14 615 <i>F</i>	16 975 <i>F</i>
		Diadromous fishes	Diadromous fishes	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
		Marine fishes	Marine fishes	56 609	58 336	54 772	52 231	53 425 <i>F</i>	55 080	51 973	51 973	65 924 <i>F</i>	79 904 <i>F</i>
		Molluscs	Molluscs	1	1	3	1	1 <i>F</i>	1	1	1	1 <i>F</i>	1 <i>F</i>
	Sub-total Central Gulf of Guinea			57 108	68 531	65 076	62 765	63 978 <i>F</i>	67 340	62 227	64 227	80 540 <i>F</i>	96 880 <i>F</i>
		Tunas (CECAF area)	Marine fishes	Marine fishes	10.		59	36	22 <i>F</i>	5	5	5	60 <i>F</i>
Total Cameroon				57 109	68 531	65 135	62 801	64 000 <i>F</i>	67 345	62 232	64 232	80 600 <i>F</i>	97 000 <i>F</i>

Grand total				57 109	68 531	65 135	62 801	64 000	67 345	62 232	64 232	80 600	97 000
Land Area	Ocean Area	Species	Scientific name	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Cameroon	Central Gulf of Guinea	Crustaceans	Crustaceans	19 693 <i>F</i>	22 406 <i>F</i>	25 109 <i>F</i>	27 812 <i>F</i>	30 515 <i>F</i>	33 118 <i>F</i>	35 767	39 013	41 461	
		Diadromous fishes	Diadromous fishes	0.	0.	0.	0.	0.	0.	389	471	501	
		Marine fishes	Marine fishes	93 126 <i>F</i>	106 353 <i>F</i>	119 590 <i>F</i>	131 827 <i>F</i>	144 064 <i>F</i>	156 401 <i>F</i>	167 189	196 365	208 714	
		Molluscs	Molluscs	1 <i>F</i>	0 0	0 -	0 -						
	Sub-total Central Gulf of Guinea			112 820 <i>F</i>	128 760 <i>F</i>	144 700 <i>F</i>	159 640 <i>F</i>	174 580 <i>F</i>	189 520 <i>F</i>	203 345	235 849	250 676	
	Tunas (CECAF area)	Marine fishes	Marine fishes	180 <i>F</i>	240 <i>F</i>	300 <i>F</i>	360 <i>F</i>	420 <i>F</i>	480 <i>F</i>	1 845	596	633	
Total Cameroon				113 000 <i>F</i>	129 000 <i>F</i>	145 000 <i>F</i>	160 000 <i>F</i>	175 000 <i>F</i>	190 000 <i>F</i>	205 190	236 445	251 309	
Grand total				113 000 <i>F</i>	129 000 <i>F</i>	145 000 <i>F</i>	160 000 <i>F</i>	175 000 <i>F</i>	190 000 <i>F</i>	205 190	236 445	251 309	

Du site Web de la FAO : <http://www.fao.org/fishery/statistics/cecaf-capture-production/en>

TABLEAU 7 : PECHERIES ET STATISTIQUES

Principales Tendances En Matière De Pêche :

Composition of per capita fish supply for the Republic of Cameroon - 2013 (Kg)
Source: FAO FishStat

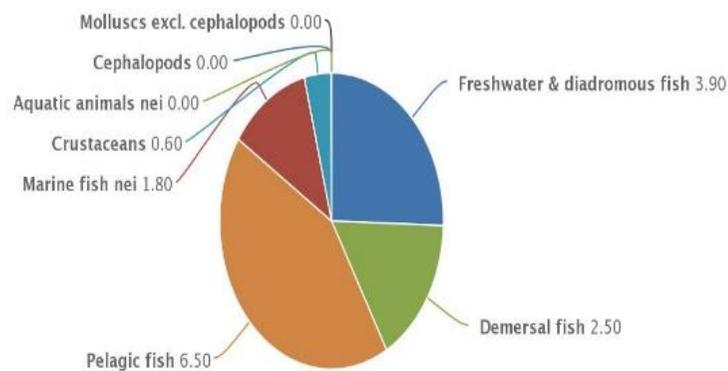


Figure 21a: Composition of percapita Fish supply for the republic of Cameroon

Capture production by inland and marine waters for the Republic of Cameroon (tonnes)
Source: FAO FishStat

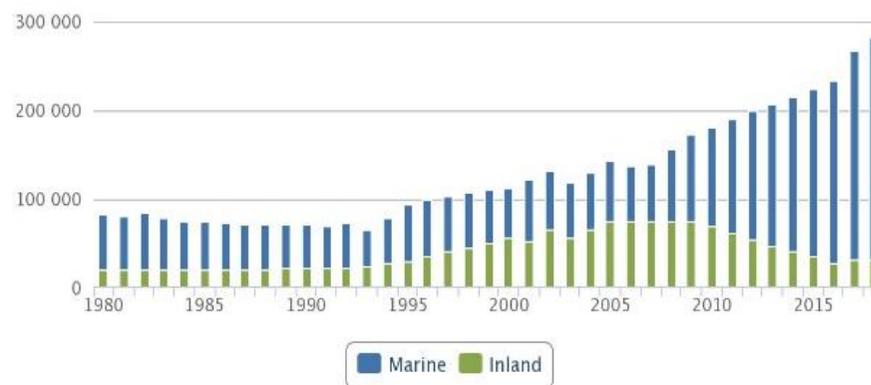


Figure 21b: Capture production by inland and waters for the Republic

FAO Website: [http://www.fao.org/fishery/facp/CMR/en#CountrySector- Statistics](http://www.fao.org/fishery/facp/CMR/en#CountrySector-Statistics)

Selon les rapports statistiques de la FAO sur les poissons, en 2013, la composition de l'approvisionnement en poissons par habitant de la république du Cameroun a révélé les chiffres suivants d'un diagramme circulaire : Mollusques 0.00, Céphalopodes 0.00, Animaux aquatiques nei 0.00, Crustacés 0.60, Poissons marins nei 1.80, Poissons pélagiques 6.50, Démersal 2.50, Poissons d'eau douce et Diadromes 3.90. Des grandes tendances observées sur ces pêcheries (marines et intérieures) en termes de capture, la production révèle une croissance exponentielle depuis 1995 jusqu'à présent pour la pêche marine, alors que la pêche intérieure n'a connu une croissance qu'entre 1995 et 2015 depuis lors, la tendance est à la baisse.

Chapitre IV : RECHERCHES

1.8 Besoins De Recherche

En plus des aspects étudiés jusqu'ici dans le cadre de notre travail, d'autres aspects pourraient être explorés. De fait, afin de suivre l'évolution du niveau de la mer et des paramètres océanographiques (salinité, température, conductivité du courant, vent, houle, etc.) nous pourrions construire et installer des stations de contrôle qui pourraient servir à mesurer ces paramètres le long des côtes et dans les ports maritimes. L'idée même d'un centre de recherche océanographique serait une très bonne chose, l'absence d'institution compétente pour nous fournir des données océanographiques dans ce projet de recherche a prouvé qu'il n'y a pas de centre de recherche océanographique au Cameroun, cela constitue un handicap très important pour le pays compte tenu des défis océanographiques mondiaux actuels et des pertes politiques, sociales, scientifiques et économiques que ces gaps de connaissances engendrent au XXI^e siècle.

Une solution très importante et la moins coûteuse utilisée de nos jours et qui s'est avérée être l'outil le plus gratifiant dans la recherche océanographique et la lutte contre l'insécurité et notamment dans la sécurité maritime est la télédétection à la fois spatiale et aérienne et d'autres techniques de télédétection telles que la télédétection au sol ainsi que la Bathymétrie. La télédétection par satellite et ses applications dans l'océanographie et la sécurité maritime s'est particulièrement avérée très enrichissante dans les applications littorales et marines sur les aspects suivants :

- Détection des changements environnementaux.
- Zones de pêche hautement prioritaires.
- Détection des bateaux illégaux.
- Détection des déversements d'hydrocarbures.
- Évaluation de la subsidence entre autres

À partir de l'étude, nous avons observé que le milieu côtier du Cameroun pouvait être divisé en deux sections principales décrivant des comportements complètement différents. Alors que la région sud est sujette à une érosion continentale due à la déforestation, les régions du littoral oriental et du sud-ouest sont sujettes à un affaissement bien que les causes réelles restent à déterminer. Une étude cohérente de l'affaissement dans ces régions nécessitera une combinaison d'ensembles de données multi source impliquant des données de télédétection, des données GPS, des données de gravité, des profils de réflexion sismique, des schémas de tremblement de terre de la région, des processus

anthropiques sur l'affaissement, un tenseur du moment du centroïde (CMT) les données à profiler et les données radar à synthèse d'ouverture(SAR), car la combinaison des ensembles de données de cette nature a prouvé leur efficacité dans certains travaux d'évaluation d'affaissement (Huang et al, 2016), en tenant compte de ces éléments et en considérant la complexité du milieu et sa nature stratégique due l'exploitation intense des hydrocarbures en cours dans les régions du littoral ouest et sud-ouest, la perte rapide des sols, ainsi que l'importance d'établir un système de suivi des affaissements et une base de données dans la région littorale ouest et sud-ouest et un système de surveillance de l'érosion dans l'optique évaluer à la fois la tendance de l'érosion et la tendance des rejets de sédiments. Il est nécessaire de réaliser une évaluation des séries chronologiques sur une décennie allant de 2015 à 2025 le long de l'ensemble de la zone côtière tout en considérant, les estuaires du Rey et du Wouri comme des régions prioritaires pour le littoral ouest et sud-ouest ainsi que le Rio Campo à Kribi et l'exutoire du fleuve de la Sanaga a Mouanko pour le littoral oriental et la région sud

1.9 Tendances Futures Pour Le Golfe De Guinée :

Les fruits de nos travaux de recherche peuvent nous permettre de dire avec une certaine certitude que malgré le fait que le golfe de Guinée constitue l'un des écosystèmes marins les plus importants du monde et possède l'un des plus importants rejets d'eau douce au monde dans l'océan, on en sait très peu sur son océanographie. En plus de cela, nous pouvons également conclure que la zone subit un taux d'épuisement très important d'origine anthropique comme le montre notre travail sur l'indice spectral de l'eau qui nous a permis d'identifier que dans sa section ouest des terres très importantes ont été perdues, ce qui est fort probablement dû à l'affaissement mais cela est encore à vérifier par des travaux sur le terrain. On aussi constater que dans sa section sud des sédiments très importants s'accumulent dans les eaux océaniques en raison de la déforestation et de l'érosion continentales, cet appauvrissement constitue une menace très importante pour sa riche biodiversité et son écosystème complexe. De là, nous pouvons conclure que si rien n'est fait dans un avenir proche en termes de recherche et de mesures de résilience côtière, il pourrait être trop tard pour réparer les dommages actuellement subis par la région.

1.10 Impacts Possibles Des Changements Climatiques Et Des Autres Activités Humaines Dans Le Golfe De Guinée :

D'après les observations ci-dessus, nous pouvons conclure que si rien n'est fait dans un avenir proche en termes de recherche et de mesures de résilience côtière, il pourrait être trop tard pour réparer les dommages encourus actuellement dans le golfe de Guinée et sur les côtes du Cameroun en particulier. Un autre trait observé dans la région est la fréquence croissante des inondations dans la région avec des événements dangereux qui pourraient s'aggraver à l'avenir.

Contexte Global

Les recherches effectuées par Amer et al en 2017 sur le delta du fleuve Mississippi ont révélé que le gain de terres dans le delta du Mississippi se produisait principalement dans la section riveraine du sous-delta où les sédiments étaient importés des crevasses du Mississippi et / ou du dragage. La perte de terres se produit généralement dans les régions distales du sous-delta, qui présentaient des niveaux inférieurs d'approvisionnement en sédiments et une plus grande exposition aux vagues. Mais dans le golfe de Guinée, précisément au Cameroun, les gains de terres se produisent principalement au niveau de la sortie de la rivière, tandis que les terres perdent. ?principalement dans les environnements estuariens, une autre différence entre le golfe du Mexique et le golfe de Guinée est le fait que la tendance d'affaissement des terres dans la zone est uniforme affectant toute la région en raison de la nature uniforme de son socle rocheux tandis que l'affaissement dans le Cameroun côtier ne se produit que dans les milieux estuariens caractérisés par des bassins sédimentaires le milieu métamorphique n'est pas affecté par l'affaissement mais plutôt par un afflux massif de sédiments qui pourrait nécessiter un dragage à long terme. Les analyses géotechniques des sédiments terrestres ont révélé des pixels de perte de terres généralement corrélés entre les sédiments et les teneurs organiques élevées (Amer et al, 2017) dans la région côtière du Cameroun, aucune base de données géotechnique n'a été trouvée disponible, ce qui induit un déficit des données de recherche par rapport à Amer et al, 2017 et également par rapport à d'autres travaux de recherche tels que Huang et al, 2016 qui, dans leurs travaux de recherche sur l'affaissement et les essais sismiques dans le Pakistan occidental, ont utilisé les résultats du radar à synthèse d'ouverture interférométrique (InSAR) avec GPS, gravité, profils de réflexion sismique et de tremblement de terre Centroïde-Moment-Tensor (CMT) pour identifier l'impact des processus tectoniques et anthropiques sur l'affaissement (Huang et al, 2016).

Contrairement à Amer et al, 2017 dont l'étude visait à suggérer que les plans de restauration du delta du fleuve Mississippi par un détournement partiel du débit de la rivière pourraient être plus efficaces s'ils transportaient de fortes charges de sédiments, et également que des préoccupations concernant l'intégrité de des marais frais peuvent être injustifiées si ces marais sont riches en sédiments, nos travaux de recherche avaient pour objectif principal non seulement de faire ressortir la tendance de certains paramètres océanographiques dans le golfe de Guinée précisément le Cameroun et les preuves de sa situation actuelle, mais aussi d'exposer les lacunes des connaissances dans le domaine et établir un programme de recherche pour sa compréhension, sa restauration et son entretien.

1.11 Répercussions Sur La Gestion

Pour une gestion durable de cette région il y a un besoin impératif de concertation entre le gouvernement, les autorités locales des régions côtières, les organismes de recherche et la population sur les stratégies de gestion qui doivent commencer par une évaluation plus détaillée de cette zone pour une parfaite maîtrise des enjeux. La Figure (38) par exemple qui a été faite à partir des données obtenues de (Bruckmann et al, 2019) sur l'évolution des statistiques des crues à Douala depuis 1984 avec une légère modification de ma part impliquait simplement l'ajout de la crue désastreuse de Flood de l'année 2020 dans le localité, qui a révélé que les inondations à Douala augmentent à la fois en fréquence et en superficie, ce qui pourrait être un indicateur de l'occurrence d'un affaissement dans la zone et un signal clair d'un besoin émergent de stratégies et de mesures d'atténuation des risques, telles que :

- Sensibilisation à la gestion durable des écosystèmes côtiers puisque ces derniers conditionnent fortement la durabilité des environnements côtiers et marins.

- La création d'une institution permanente de contrôle et de gestion des zones côtières dotée d'un laboratoire d'océanographie physique et spatiale avec des missions régulières sur le terrain pour la collecte de données météorologiques marines, de données bathymétriques, de paramètres physicochimiques, paramètres microbiologiques entre autres, en plus des ensembles de données satellitaires, aériennes et d'autres données télé détectées pour une maîtrise et une gestion synoptiques et détaillées des environnements côtiers dans le golfe de Guinée et au Cameroun plus spécifiquement. Les Etats-Unis et la France sont des exemples parfaits à suivre dans ce domaine avec des centres de recherche océanographique tels que la NOAA et l'IFREMER respectivement.

- La mise en place d'une collaboration scientifique avec des institutions et des nations plus expérimentées sur la gestion des milieux côtiers et marins.

- La création et l'extension des programmes de résilience côtière puisque ce programme a fait ses preuves dans de nombreux pays en raison à la fois de leur contribution à la recherche scientifique et de leur efficacité dans la gestion durable des environnements côtiers.

1.12 Un Agenda De Recherche Pour Le Golfe De Guinée

Ce n'est plus un secret, l'environnement côtier du golfe de Guinée subit de graves mutations qui, si elles ne sont pas apprivoisées maintenant, pourraient avoir de lourdes conséquences non seulement sur l'océan Atlantique de l'Afrique équatoriale mais aussi sur ses systèmes connexes. La prise de conscience de ce fait , appelle donc à un sérieux besoin d'étude détaillée et de

maîtrise de son écosystème, de sa micro et macro météorologie et climatologie et de ses complexes hydrologie et hydrogéologie et ceux de ses systèmes connexes et comment ils affectent les uns les autres et leurs environnements environnants d'autres études ont prouvé que les activités de certains océans les systèmes sur une partie du globe ont un impact sévère sur leur environnement immédiat et sur d'autres systèmes à travers le globe comme c'est le cas avec les phénomènes El Niño et Niña La, qui sont le résultat de telles interactions .

D'autres travaux de recherche tels (Kolker : conférence université Mohammed V, Fev.2020) travaillant avec un état d'esprit similaire ont fait une comparaison entre le golfe du Mexique sur la côte ouest Atlantique et le littoral marocain sur la côte Est Atlantique. Ainsi, dans le contexte du golfe de Guinée, compte tenu de la position stratégique qu'il occupe dans l'une des deux plus grandes réserves forestières du monde, avec le très important déversement d'eau douce dans l'océan, cette zone nécessite une attention particulière. C'est dans cette optique et conscient du fait que ce travail de recherche devait être sanctionné par la création d'une infrastructure SIGWeb que nous proposons l'agenda de recherche suivant :

Suite aux résultats obtenus à partir de nos travaux de recherche, il a été clairement établi qu'il existe trop de lacunes pour ce qui est de la connaissance du golfe de Guinée et de la côte du Cameroun pour être précis. il y a un grand besoin de ;

- Missions terrain pour assurer la validation des résultats obtenus à partir de nos travaux.
- L'établissement de stations permanentes pour ; Mesure de l'eau, collecte de données GNSS (peut servir à l'évaluation de l'affaissement et à d'autres types de mouvements de terrain), rejet de sédiments, mesure des paramètres physiques, biologiques et chimiques.
- La mise en place d'un système de surveillance radar permanent pour une parfaite maîtrise et contrôle des régimes de vent locaux et de leurs diverses influences non seulement sur le climat local mais aussi sur d'autres variables.
- L'engagement des données de télédétection radar (SAR et InSAR) et des approches des études côtières pour une approche multidisciplinaire et multidimensionnelle de la question de la gestion durable des côtes.
- Etudes détaillées sur les systèmes hydrogéologiques de notre zone d'étude, leurs diverses influences sur les milieux marins et côtiers du golfe de Guinée et leur géologie puisque

l'importance et la nature non négligeable des systèmes hydrogéologiques côtiers ont été clairement établies.

Enfin, des infrastructures SIGWeb nationales et régionales avec des bases de données permanentes doivent être mises en place qui prennent en compte la répartition spatiale et l'évolution temporelle des différents paramètres et cela doit inclure des systèmes d'alerte pour l'atténuation des risques et la maîtrise des catastrophes.

CONCLUSION

Le manque de connaissances sur l'état et l'évolution de l'environnement marin, côtier et côtier camerounais constitue un véritable obstacle au progrès de la recherche, du développement et de la gestion durable de ce dernier. Dans le cadre de nos travaux, nous nous sommes penchés sur l'évaluation de l'état, des tendances et des lacunes de l'océanographie dans le golfe de Guinée et précisément dans l'environnement marin et côtier camerounais, pour ce faire, nous avons exploré 3 axes principaux à savoir le climat, l'hydrologie et la géologie.

Afin d'atteindre les résultats souhaités, nous avons utilisé trois approches, à savoir une approche statistique pour les données météorologiques, une étude bibliographique combinée d'une approche SIG pour l'hydrologie de l'environnement et à la fin pour l'étude géologique nous avons utilisé une approche SIG pour constituer la géologie de l'environnement et pour l'évaluation de l'érosion et de l'affaissement nous avons effectué le calcul du NDWI qui est une approche de télédétection.

A la fin de nos travaux, nous avons obtenu les résultats suivants : les sections Douala-Buea et Akwaya montrent des tendances similaires dans les taux de précipitations avec des tendances relativement linéaires avec des pics respectifs de 110 mm/jour et 85 mm/jour observés entre 2005 et 2010. Des pics de Kribi sont observés entre 1995 et 2000 pour les eaux précipitées annuelles et ont une valeur estimée de 70 kg/m². À Kribi, les tendances mensuelles sur la période de 30 ans montrent des valeurs plus élevées estimées à 46 kg/m², ce qui est plus significatif que les deux autres grilles qui ont des valeurs d'environ 44 kg/m² chacune, de sorte que les valeurs mensuelles des précipitations d'eau montrent une petite disparité dans Douala-Buea et Akwaya, les inversions sont observées à Kribi. L'analyse chronologique des températures de surface de la mer montre une augmentation graduelle avec des pics observés à Kribi et Douala vers 1997 tandis que le pic à Akwaya apparaît en 2010. Kribi présente des températures à la surface de la mer relativement plus élevées que Douala-Buea et Akwaya. Pour ce qui est de l'hydrologie environnementale, nous avons constaté que seulement 23,80 % de la superficie, du débit et de la largeur de la rivière côtière sont connus, ce qui indique un manque de connaissances de 78,57 %. Le manque d'estimations sur le terrain de la superficie, du débit et de la largeur montre qu'il manque environ 100 % de connaissances.

En ce qui concerne la géologie de notre zone d'étude, nous avons remarqué des pertes de sols importantes dans les bassins du Rio Del Rey au sud-ouest et de Douala dans la région du littoral où des changements négatifs de -22% et -24%, incluant les classes terres et terre

majoritaires - eaux minoritaires avec des valeurs négatives signifiant des pertes tandis que les valeurs positives signifient des gains et sont observées pour les classes Eau et Eau majoritaires-terre minoritaires avec des valeurs de 17% et 37% respectivement.

Dans la région sud, des valeurs négatives de -9%, - 18% et -21% ont été observées pour les classes ; Eau, Terres majoritaire-eau minoritaire et Eau majoritaire- Terres minoritaires respectivement la seule valeur positive étant celle de la classe de la Terre soit 50% avec une sédimentation accrue de ses eaux océaniques. De cette série d'observations tirées, nous pouvons conclure que le golfe de Guinée et la côte camerounaise en particulier connaissent une transformation négative alarmante depuis les trois dernières décennies appelant à une attention particulière et à un suivi méticuleux de cet environnement.

Réponse au problème : Le déploiement d'une institution de recherche océanographique, d'une infrastructure de surveillance ainsi que d'équipes de recherche multidisciplinaires dans cet environnement, à l'instar de la NOAA aux États-Unis, qui assure la surveillance terrestre et spatiale des côtes américaines et offre également des possibilités d'échanges scientifiques à l'échelle internationale. En tant qu'outils de travail, outre le développement des algorithmes côtiers qui font actuellement leurs preuves, il existe également aujourd'hui dans le domaine de l'information spatiale une large gamme de satellites à basse résolution, à haute résolution et à très haute résolution, qui sont en dehors des méthodes de recherche traditionnelles une réponse efficace à ce défi majeur.

REFERNCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Amer et al, 2017: Propensity for erosion and deposition in a deltaic wetland complex: Implications for river management and coastal Restoration.Pg. 40-42. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.030>
- Bruckmann et al, 2019: Geohistorical analysis of flood risk spatio-temporal evolution and its management in the urban area of Douala (Cameroon).P. 20-30. <https://doi.org/10.4000/physio-geo.8038>
- Eko koupna, 2018 : application du GNSS dans la gestion des catastrophes Epizootiques : cas du cameroun.Pg. iv
- FAO: Website: <http://www.fao.org/fishery/statistics/cecaf-capture-production/en>
- FAO: Website: [http://www.fao.org/fishery/facp/CMR/en#CountrySector- Statistics](http://www.fao.org/fishery/facp/CMR/en#CountrySector-Statistics)
- NOAA,2021: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/subsidence.html,02/24/21>
- Kalnay, E. and Co-authors, 1996: The NCEP/NCAR Reanalysis 40-year Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-471.
- Ji *et al* 2009: Analysis of Dynamic Thresholds for the Normalized Difference Water Index, Number 11 / November 2009, pp. 1307-1317(11). DOI: [10.14358/PERS.75.11.1307](https://doi.org/10.14358/PERS.75.11.1307)
- McFEETERS, S. K. (1996). *The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425–1432. Doi: [10.1080/01431169608948714](https://doi.org/10.1080/01431169608948714)
- Huang et al, 2016: Study of Subsidence and Earthquake Swarms in the Western Pakistan.Pg.1-5. <https://doi.org/10.3390/rs8110956>
- Ouma, Y. O., & Tateishi, R. (2006). *A water index for rapid mapping of shoreline changes of five East African Rift Valley lakes: an empirical analysis using Landsat TM and ETM+ data. International Journal of Remote Sensing*, 27(15), 3153–3181. Doi:[10.1080/01431160500309934](https://doi.org/10.1080/01431160500309934)
- Persits, F.M., Ahlbrandt, T.S., Tuttle, M.L., Charpentier, R.R., Brownfield, M.E., and Takahashi, K.I., 1997, Maps showing geology, oil and gas fields and geological provinces of Africa: U.S. Geological Survey Open-File Report 97-470-A, <https://doi.org/10.3133/ofr97470A>.

Rogers, A. S., & Kearney, M. S. (2004). *Reducing signature variability in unmixing coastal marsh Thematic Mapper scenes using spectral indices. International Journal of Remote Sensing*, 25(12), 2317–2335. Doi: 10.1080/01431160310001618103

Wikipedia,2021:<https://en.wikipedia.org>

Xu, H. (2006). *Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3025–3033. Doi: 10.1080/01431160600589179

Joanna C. Ellison, and Isabella Zouh, Vulnerability to Climate Change of Mangroves: Assessment from Cameroon, Central Africa. *Biology* **2012**, 1, 617-638. Doi: 10.3390/biology1030617