



Impact des températures extrêmes sur les activités de pêche au Sénégal

Mémoire présenté

dans le cadre du programme de maîtrise en gestion des ressources maritimes

en vue de l'obtention du grade de maître ès sciences (M.Sc.)

PAR

© CHEIKH AMADOU BAMBA GAYE

Novembre 2025

Composition du jury :

Amin Bernadine N'Dri, présidente du jury, Université du Québec à Rimouski

Philippe Kabore, directeur de recherche, Université du Québec à Rimouski

Ali Ghali, examinateur externe, Université du Québec à Rimouski

Dépôt initial le 21 août 2025

Dépôt final le 20 novembre 2025

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI
Service de la bibliothèque

Avertissement

La diffusion de ce mémoire ou de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire « *Autorisation de reproduire et de diffuser un rapport, un mémoire ou une thèse* ». En signant ce formulaire, l'auteur concède à l'Université du Québec à Rimouski une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de son travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, l'auteur autorise l'Université du Québec à Rimouski à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de son travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits moraux ni à ses droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, l'auteur conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont il possède un exemplaire.

À ma mère et à mon père, dont les encouragements et la foi en moi m'ont permis d'être là où je suis aujourd'hui, ainsi qu'à mon frère Papa Mouhamadou Gaye : sachez que je vous aime plus que tout. Je ne saurais jamais vous remercier assez pour votre soutien inépuisable et votre amour inconditionnel.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été mené sous la direction du professeur Philippe Kabore, à qui j'adresse mes sincères remerciements. Il a bien voulu accepter de diriger ce travail, malgré ses nombreuses charges, avec la rigueur que je lui connais. Je suis très heureux de vous exprimer ma plus profonde gratitude pour votre encadrement dans le cadre de la réalisation de ce mémoire, pour votre disponibilité et pour vos qualités pédagogiques. Vous m'avez soutenu, conseillé et encouragé, j'exprime mon plus grand respect envers votre personne. Votre sérieux, dynamisme, amour du travail, votre gentillesse, vos critiques ainsi que vos suggestions d'amélioration ont aussi considérablement contribué à la réalisation de ce travail. Permettez-moi encore une fois de vous remercier du fond du cœur.

Je remercie la professeure Amino Bernadine N'Dri et le professeur Ali Ghali d'avoir accepté de faire partie du jury. Vos remarques et vos suggestions sont très appréciées et contribueront à améliorer la qualité de ce travail.

J'adresse mes remerciements à mes frères et sœurs de Bassirou à Mame Diarra Bousso et à toute ma famille, particulièrement mon père et ma mère qui n'ont jamais cessé de croire en moi et m'ont montré le chemin de la droiture qui est la clé de la réussite dans la vie. Je suis fier d'être votre fils.

Je tiens à exprimer un chaleureux remerciement à Monsieur Bamba Cissé pour tout votre soutien moral, financier et pour tout ce que vous avez fait pour ma modeste personne. Vous avez toujours su me prodiguer les conseils qu'il faut. Vous êtes pour moi un modèle à suivre et une source d'inspiration, ne serait-ce que pour vos qualités humaines, votre amour du travail, votre sens de la responsabilité ainsi que votre sérieux et votre rigueur dans le travail. Les mots me manquent pour tout vous exprimer.

Je souhaite exprimer une gratitude toute particulière à Mayra, pour ton soutien indéfectible, ta patience, ta compréhension et tes encouragements tout au long de ce travail. Ta présence et tes paroles réconfortantes m'ont donné la force de persévérer dans les moments de doute et de fatigue. Ce mémoire te doit beaucoup.

Mes pensées vont également à ces magnifiques personnes, notamment Mamadou Lamine Cissé, Mbaye Ndiaye, Khadim Mbaye, Dame Aw, Gana Dieng, Mayacine Fall, Serigne Bassirou Mbaye, Malainy Zagalo Mané et Mamadou Ba, pour leur soutien moral, leur présence, leurs encouragements et leur solidarité tout au long de ce parcours.

Je ne saurais conclure ce travail sans rendre hommage à mes promotionnaires ainsi qu'à toutes les personnes que j'ai eu le privilège de côtoyer durant mon parcours à l'Institut universitaire de Pêche et d'Aquaculture de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. J'adresse mes remerciements particuliers à Mathilde Florence Preira, Hapsatou Kane, Amadou Biteye, Modou Sow, Mbagnick Diaw, Moctar Diagne, Sitor Diouf, Ousmane Hanne, Marième Keneme, Fatou Mbacké Kébé, Amina Samb, Coumba Tall, Kouna Faty et Sira, pour leur soutien, leurs encouragements et la qualité des moments partagés au fil de ces années.

Enfin, mes remerciements s'adressent à toutes et à tous mes ami(e)s autant que vous êtes ainsi qu'à toutes ces belles âmes que j'ai eu à rencontrer dans la vie. Merci pour toutes ces ondes positives !

RÉSUMÉ

Ce mémoire a pour objectif d'analyser les impacts du changement climatique sur les activités de pêche au Sénégal. Il cherche à comprendre l'effet des températures extrêmes sur ces activités. L'étude examine l'influence des variations de température sur les volumes de débarquements ainsi que sur la valeur économique de ces derniers. Pour ce faire, deux segments du secteur halieutique ont été pris en compte : la pêche artisanale et la pêche industrielle.

L'analyse repose sur l'exploitation de données climatiques (températures moyennes journalières) et de données halieutiques couvrant la période de 2000 à 2019. La méthodologie utilisée s'appuie sur des modèles de régression afin d'examiner la relation entre les variables climatiques et les indicateurs de pêche. Autrement dit, une régression à effets fixes a été mobilisée pour évaluer l'effet des variations de température sur les volumes et les valeurs des débarquements. Une analyse de sensibilité a également été réalisée dans le but de tester la robustesse et la fiabilité des résultats obtenus.

Les résultats révèlent que, hormis les températures inférieures à 23 °C, les autres intervalles de température ont un impact positif significatif sur les débarquements et sur les valeurs issues de la pêche industrielle. Cependant, aucune relation significative n'a été observée entre les variations de température et les débarquements ou leur valeur dans le secteur artisanal.

Ces constats suggèrent que le changement climatique pourrait accentuer la pression exercée sur les ressources halieutiques par la pêche industrielle, avec un risque de surexploitation élevé. Ce mémoire constitue ainsi un outil pertinent d'aide à la décision pour l'élaboration de politiques et de stratégies d'adaptation du secteur halieutique face aux enjeux climatiques.

Mots clés : changement climatique, températures extrêmes, activités de pêche, Sénégal, débarquement, valeur, pêche artisanale, pêche industrielle

ABSTRACT

This thesis aims to analyze the impacts of climate change on fishing activities in Senegal. It seeks to understand the effect of extreme temperatures on these activities. The study specifically examines the influence of temperature variations on fish landing volumes as well as the economic value derived from these landings. To this end, two segments of the fisheries sector are considered: artisanal fishing and industrial fishing.

The analysis is based on the use of climatic data (daily average temperatures) and fisheries data covering the period from 2000 to 2019. The methodology relies on regression models to explore the relationship between climate variables and fisheries indicators. More specifically, a fixed effects regression model was employed to assess the effect of temperature variations on landing volumes and values. A sensitivity analysis was also conducted to test the robustness and reliability of the results obtained.

The findings reveal that, apart from temperatures below 23 °C, other temperature intervals have a significant positive effect on landings and values in the industrial fishing sector. However, no statistically significant relationship was found between temperature variations and landings or their value in the artisanal sector.

These results suggest that climate change may increase pressure on fishery resources by the industrial sector, raising the risk of overexploitation. Thus, this thesis serves as a valuable resource for policymakers in designing adaptation strategies and policies for the fisheries sector in response to climate-related challenges.

Keywords: climate change, extreme temperatures, fishing activities, Senegal, landings, value, artisanal fishing, industrial fishing

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	ix
RÉSUMÉ.....	xii
ABSTRACT	xiv
TABLE DES MATIÈRES	xvi
LISTE DES TABLEAUX.....	xviii
LISTE DES FIGURES.....	xx
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES	xxii
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
CHAPITRE 1 CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE.....	5
1.1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE	5
1.2 PROBLÉMATIQUE.....	10
CHAPITRE 2 CADRE CONCEPTUEL.....	13
2.1 DÉFINITION DES CONCEPTS CLÉS	13
2.1.1 Températures extrêmes	14
2.1.2 Changement climatique	16
2.1.3 Pêche	19
2.2 IMPACTS DES TEMPÉRATURES SUR LES ACTIVITÉS DE PÊCHE	21
2.2.1 Impacts des températures sur les activités de pêche dans le monde	22
2.2.2 Contexte du Sénégal	23
2.2.3 Sites de débarquement	29
2.2.4 Impacts des températures sur les activités de pêche au Sénégal.....	33
2.3 OBJECTIF DE L'ÉTUDE.....	34
CHAPITRE 3 DONNÉES.....	37
3.1 SOURCES ET DESCRIPTION DES DONNÉES	37

3.1.1 Données climatiques.....	39
3.1.2 Données de pêche.....	41
3.1.3 Mise en commun des données et hypothèses	46
3.2 ANALYSE DESCRIPTIVE	46
CHAPITRE 4 MÉTHODOLOGIE	51
4.1 MÉTHODE DES MOINDRES CARRÉS ORDINAIRES	51
4.2 MÉTHODE À EFFETS FIXES	53
CHAPITRE 5 RÉSULTATS	58
5.1 ANALYSE PRINCIPALE	58
5.1.1 Sur le volume.....	58
5.1.2 Sur la valeur.....	60
5.2 ANALYSE DE SENSIBILITÉ.....	62
5.2.1 Volume des débarquements de la pêche artisanale	63
5.2.2 Volume des débarquements de la pêche industrielle.....	64
CHAPITRE 6 DISCUSSION	67
6.1 RAPPEL DE L’OBJECTIF DE RECHERCHE	67
6.2 INTERPRÉTATIONS DES RÉSULTATS	68
6.3 CONTRIBUTIONS THÉORIQUES ET PRATIQUES	72
6.4 LIMITES ET PISTES DE RECHERCHE	73
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	76
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	78

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Tableau descriptif des données de pêche et des données climatiques.....	48
Tableau 2	Analyse de l'impact des températures sur les volumes débarqués de la pêche artisanale et de la pêche industrielle.....	59
Tableau 3	Analyse de l'impact des températures sur les valeurs de la pêche artisanale et de la pêche industrielle	61

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Principales zones de débarquement de la pêche au Sénégal. Diatta et al., 2008.	32
Figure 2. Évolution des intervalles de température de 2000 à 2019	40
Figure 3. Volume annuel moyen par espèce de la pêche artisanale de 2000 à 2019	42
Figure 4. Volume annuel moyen par espèce de la pêche industrielle de 2000 à 2019	43
Figure 5. Volume annuel moyen par espèce de la pêche de subsistance de 2000 à 2019	44
Figure 6. Volume annuel moyen par espèce de la pêche récréative de 2000 à 2019	45
Figure 7. Histogramme d'estimation des coefficients pour la pêche artisanale	63
Figure 8. Histogramme d'estimation des coefficients pour la pêche industrielle	64

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

AMO	Atlantic Multidecadal Oscillation
AMP	Aire marine protégée
ANSD	Agence nationale de la statistique et de la démographie
ATE	Activités de température extrême
CDO	States Climate Data Online
CLPA	Conseil local de pêche artisanale
DANIDA	Agence danoise de développement international
DPM	Direction des pêches maritimes
EJF	Environmental Justice Foundation
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GAMs	Generalized Additive Models
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GLM	Generalized Linear Models
IISD	International Institute for Sustainable Development
INN	Pêche illicite, non déclarée et non réglementée

IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRDR	Integrated Research on Disaster Risk
MCO	Moindres carrés ordinaires
MEI	El Niño Southern Oscillation Index
NAO	North Atlantic Oscillation
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NCEI	National Centers for Environmental Information
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OFB	Office française de la biodiversité
PAD	Port Autonome de Dakar
PIB	Produit intérieur brut
RAMPAO	Réseau Régional d'Aires Marines Protégées en Afrique de l'Ouest
SST	Sea Surface Temperature
TSM	Température de surface de la mer
UEMOA	Union économique et monétaire ouest-africaine
US	United States
USAID	U.S. Agency for International Development
USDA	United States Department of Agriculture
WMO	World Meteorological Organization
ZEE	Zone économique exclusive

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La pêche représente une activité économique importante pour des millions de personnes dans plusieurs États côtiers en Afrique de l'Ouest et plus particulièrement au Sénégal où sa contribution est estimée aux alentours de 3,2 % du produit intérieur brut (PIB) en 2015 (FAO et IPC, 2025; USDA, 2022). La pêche est également une source d'entrée de devises étrangères au Sénégal grâce aux exportations. En moyenne, le secteur de la pêche représente environ 12 % du PIB du secteur primaire de l'économie sénégalaise (Cenozo, 2022; UEMOA, 2012). En 2019, l'ensemble des prises de la pêche débarquées sur les côtes du Sénégal était chiffré à 274 milliards de FCFA, correspondant à une participation à hauteur de 1,5 % au PIB du Sénégal (ANSD, 2019b). Avec des captures allant jusqu'à 500 000 tonnes par année, dont les 80 % sont issus du secteur artisanal, la pêche contribue au-delà de 3 % au PIB du Sénégal (IISD, 2025). Outre les 600 000 et plus d'emplois directs et indirects qu'il crée, le secteur de la pêche participe grandement au maintien de la sécurité alimentaire en garantissant un apport en protéine animale à la population sénégalaise (Ba, 2017). Des « Lébous » aux « Niominkas » en passant par les « Thioubalos » et les « Guét ndariens », toutes ces communautés de pêcheurs gardent un attachement culturel à la pêche (Ba, 2017). La pêche au Sénégal est donc très importante à plusieurs égards, incluant l'économie, la culture et la politique.

La pêche fait toutefois face à des entraves sur le plan de la gestion. Elle subit aussi les menaces qui pèsent sur l'environnement marin. La pêche au Sénégal est exposée à la pêche illicite, non déclarée et non réglementée (INN) (Cenozo, 2022) et à la surpêche. Cette surpêche menace la ressource d'un épuisement progressif voire d'une extinction totale de certaines espèces dans les eaux sous juridiction sénégalaise. La surpêche est pratiquée à toutes les échelles, industrielle comme artisanale. La pêche artisanale demeure entre autres le sous-secteur qui alimente la pêche INN le plus. À cela s'ajoute la pression croissante des

changements climatiques, dont les effets, bien que largement évoqués dans les rapports internationaux (GIEC, 2014, 2022; IPCC, 2021, 2023 b), demeurent peu étudiés dans le contexte du Sénégal (Ba et Ngom, 2022; Sakho et Dial, 2010).

L'une des plus préoccupantes manifestations du changement climatique dans le milieu marin et celui océanique est l'accroissement de l'intensité des températures extrêmes et de leur fréquence d'apparition (Ocean Wise, 2021). Le niveau d'absorption par l'océan de la chaleur produit au niveau terrestre est estimé à 93 % (Ocean Wise, 2021). Ces variations thermiques peuvent entraîner des conséquences multiples sur les écosystèmes halieutiques à travers des mutations profondes au sein des habitats de plusieurs espèces, l'altération des cycles de reproduction, la baisse de productivité, et la mortalité accrue des espèces sensibles (Environnement et Changement climatique Canada, 2009; IPCC, 2021). Pour les communautés de pêcheurs, ces bouleversements peuvent entraîner une diminution des captures, des pertes économiques et une inquiétude croissante liée à l'avenir de leur filière.

Bien que plusieurs travaux aient exploré les effets généraux du changement climatique sur les ressources marines, peu d'études se sont spécifiquement intéressées à la relation entre les températures extrêmes et les débarquements de la pêche artisanale au Sénégal. Ce mémoire est l'une des premières études qui analyse de façon quantitative l'impact des températures extrêmes sur la pêche au Sénégal en s'appuyant sur une approche économétrique rigoureuse. Il s'agit d'évaluer dans quelle mesure les températures extrêmes (très froide et très chaude) et non extrêmes influencent les volumes et les valeurs des débarquements, en s'appuyant sur un modèle à effets fixes appliqué aux données de panel couvrant la période 2000 à 2019.

En croisant les données halieutiques et climatiques disponibles, cette recherche permet une lecture des impacts des températures extrêmes sur un secteur stratégique de l'économie sénégalaise. Elle vise également, à travers les résultats obtenus, à contribuer à l'élaboration de politiques publiques en matière de gestion durable des ressources, de redoublement de la capacité de résilience dans les zones côtières et d'adaptation des communautés de pêcheurs

face aux effets des températures extrêmes et, plus largement, aux impacts du changement climatique.

Le mémoire est structuré en six chapitres. Le premier expose la problématique et les enjeux scientifiques et socio-économiques liés au sujet. Le deuxième présente le cadre conceptuel qui définit les concepts clés et analyse la revue de la littérature existante. Le troisième chapitre aborde la description des données utilisées et des variables mobilisées. Le quatrième détaille la méthodologie adoptée, notamment le choix du modèle économétrique. Le cinquième chapitre présente et interprète les résultats de l'analyse. Enfin, le sixième chapitre discute des principales trouvailles, en montrant les différentes limites de l'étude et en suggérant des perspectives pour la recherche et l'action publique.

CHAPITRE 1

CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

1.1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Le Sénégal, un des pays de l'Afrique de l'Ouest, qui voit son économie largement dépendre de la pêche et de l'agriculture, des secteurs sensibles aux conditions climatiques (Mballo, 2025; SECK, 2025). Le pays dispose de plus de 700 km de côte et la pêche y est particulièrement importante pour l'approvisionnement en protéines animales au niveau local, sa forte contribution à l'économie locale grâce aux recettes produites par les exportations et la création d'emploi pour la population (ANSD, 2022; Ba, 2017; FAO, 2008). Le secteur de la pêche participe de façon très active à la création de revenus et d'emploi avec plus de 600 000 emplois directs et indirects générés et mobilise environ 17 % de la population active (Ba, 2017).

Les températures extrêmes, qu'elles soient élevées ou basses, influencent les écosystèmes marins, modifiant les comportements des espèces et la productivité des pêcheries. Le réchauffement climatique a amplifié les variations de température des eaux marines, affectant la répartition des espèces et la disponibilité des ressources halieutiques (Claudet et al., 2021). Les impacts des températures extrêmes sont également présents dans le contexte du Sénégal. Dans le secteur de la pêche, ces impacts se manifestent par une perte d'emploi, une insécurité alimentaire, la destruction d'habitations, voire une migration, qu'elle soit régulière ou irrégulière, des jeunes vers les autres diverses destinations (Sakho et Dial, 2010). L'étude de Sakho et Dial (2010), menée à Dakar et sur la banlieue, confirme que la sécheresse est une des raisons, en milieu rural, du départ des jeunes en Europe ou d'autres destinations pour de meilleures conditions de vie. Outre la sécheresse, l'acidification des océans et la raréfaction de certaines espèces de poissons poussent les pêcheurs, particulièrement ceux de la région de

Saint-Louis, à migrer en interne comme en dehors du pays (Ba et Ngom, 2022). La migration en interne désigne le déplacement des pêcheurs dans un autre site de pêche que cela soit vers Cayar, à Joal ou un autre site de pêche où ils espèrent retrouver la ressource halieutique dans le pays. (Ba et Ngom, 2022). Les changements climatiques peuvent perturber les cycles migratoires des espèces et modifier la température de l'eau (Claudet et al., 2021; OFB, 2023), affectant ainsi le volume et la valeur des captures. Par ailleurs, l'impact des températures extrêmes peut varier selon le type de pêche pratiqué (Parlons science, 2022) : la pêche artisanale, plus liée aux écosystèmes côtiers, pourrait être plus vulnérable que la pêche industrielle, qui se pratique sur des zones plus vastes. Étant donné les enjeux économiques, sociaux et environnementaux associés à la pêche, il est plus que pressant d'avoir une meilleure vue sur les effets du changement climatique sur cette dernière.

À travers une enquête menée auprès de 576 pêcheurs répartis sur 41 comités locaux, Diouf et al. (2020) explorent de manière empirique la perception des pêcheurs artisanaux sénégalais vis-à-vis des variations climatiques, en lien avec la sécurité de leurs activités en mer. Leur étude visait à comprendre la manière dont les pêcheurs perçoivent les effets du changement climatique, leur utilisation des prévisions météo et l'adaptation de leurs comportements. Utilisant des outils statistiques comme le test de chi-carré et les effets moyens conditionnels (ATE) pour analyser les informations recueillies, Diouf et al. (2020) ont trouvé que plus de 96 % des répondants perçoivent les effets du changement climatique (érosion, houles anormales, chaleur accrue), tandis que près de 90 % d'entre eux consultent les bulletins météo. Cependant, seulement un peu plus de la moitié (53 %) adapte les sorties en mer en fonction de ces informations. Ce décalage entre l'accès à l'information et son usage effectif constitue un enjeu d'adaptation important. Les auteurs soulignent l'importance d'une meilleure diffusion de prévisions locales, compréhensibles et fiables, afin de réduire les risques encourus en mer. Ils recommandent également une intégration de l'éducation climatique dans les politiques publiques en matière de pêche (Diouf et al., 2020). Toujours dans la pêche artisanale, Thomas et Diouf (2023) présentent une synthèse des répercussions des variations climatiques et des épisodes thermiques extrêmes sur la pêche artisanale sénégalaise et plus généralement ouest-africaine. La problématique reposait sur la façon dont

l'élévation des températures des océans et des vagues de chaleurs marines, l'acidification et la désoxygénation agissent sur les écosystèmes halieutiques et les communautés côtières. À travers une revue croisant des données climatologiques (issues du GIEC et de centres d'observations), des analyses écologiques et des observations locales, leur résultat fait ressortir une baisse progressive de la productivité primaire marine et une migration des espèces vers des eaux plus tempérées, induisant des déséquilibres dans les chaînes trophiques et une réduction dans l'abondance des espèces habituellement ciblées par la pêche artisanale. L'étude montre également la nécessité de revoir les pratiques de pêche en intégrant des moyens d'adaptation au contexte écologique et territorial. Thomas et Diouf (2023) suggèrent d'améliorer les capacités d'observation, d'instaurer des dispositifs d'alerte climatique, d'adapter les calendriers de pêche et la gestion spatiale des ressources. Dans la même logique, le Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) en 2022 à travers son rapport « le profil climatique du Sénégal » présente les menaces associées aux dérèglements climatiques, dans ce travail, l'organisme met l'accent sur les températures extrêmes et leurs implications pour les communautés vivant de la pêche. L'étude s'intéresse à la vulnérabilité croissante des populations côtières face aux projections de hausse des températures de 1,8 à 3,6 °C d'ici 2080, en plus de l'intensification des vagues de chaleur. L'étude du GIZ a permis de mettre en évidence les régions et les activités les plus sensibles aux températures extrêmes et au changement climatique au Sénégal. La pêche artisanale représente une des activités les plus exposées. À travers une combinaison de scénarios climatiques modélisés et d'analyses de vulnérabilité sectorielle, l'étude parvient à montrer que le stress thermique entraînera des conséquences directes sur les conditions de travail en mer, la productivité des espèces halieutiques et la santé des pêcheurs. L'analyse souligne également le lien entre les températures extrêmes et l'insécurité alimentaire, particulièrement dans les zones côtières (GIZ, 2022).

L'étude menée par Diankha et al. (2013) s'inscrit dans cette perspective. Réalisée au large des côtes sénégalaises, elle analyse la variabilité saisonnière et interannuelle de la température de surface de la mer (SST), de la concentration en chlorophylle-a et des débarquements (pêche artisanale et pêche industrielle) d'*Ethmalosa fimbriata* (Alose

africaine). Les auteurs montrent que les variations de température et de productivité primaire influencent directement la distribution et l'abondance de cette espèce côtière, particulièrement sensible aux modifications du milieu marin. Les résultats mettent en évidence une corrélation entre la baisse de la productivité phytoplanctonique et la diminution des captures, soulignant le rôle déterminant des processus océanographiques, notamment les remontées d'eaux froides (upwellings), dans la dynamique des pêcheries sénégalaises. Ces observations confirment que les modifications climatiques à grande échelle, telles que le réchauffement des eaux, peuvent perturber les cycles de reproduction et la disponibilité de certaines ressources halieutiques côtières (Diankha et al., 2013). De leur côté, Thiaw et al. (2017) ont approfondi cette compréhension en étudiant l'influence des conditions environnementales sur la variabilité des petits pélagiques le long de la côte nord-ouest africaine, incluant le Sénégal. En combinant des modèles linéaires généralisés (GLM) avec des indices climatiques régionaux et globaux tels que la SST, l'indice de l'Atlantique Nord (NAO), l'oscillation multi décennale de l'Atlantique (AMO) et l'indice El Niño (MEI), les auteurs ont mis en évidence la forte sensibilité des stocks de *Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis* aux fluctuations climatiques. Leurs résultats montrent que les phases de réchauffement sont associées à une réduction des captures et à des déplacements vers le nord des zones de forte abondance, traduisant une réponse écologique des populations de sardinelles aux variations thermiques. L'étude souligne également que les anomalies de température et les changements de régime océanographique peuvent influencer la structure d'âge et la dynamique de reproduction de ces espèces.

Dans la continuité des travaux précédemment évoqués, l'étude menée par Mfilinge (2025) apporte un éclairage supplémentaire sur l'influence des paramètres environnementaux sur les petits pélagiques. Réalisée sur la côte sud de la Tanzanie, cette recherche analyse l'évolution conjointe de la SST, de la concentration en chlorophylle-a (Chl-a) et des captures d'anchois dans deux sites de pêche (Kilwa Kivinje et Kilwa Masoko) sur une période de 13 ans (2011–2024). L'auteur mobilise des données satellitaires issues de Copernicus ainsi que des statistiques de débarquements collectées auprès des unités locales de gestion de la pêche. Les résultats révèlent que les variations de productivité primaire

influencent directement les captures, avec une hausse des débarquements lorsque les niveaux de chlorophylle-a sont élevés. À l'inverse, une augmentation de la SST entraîne une baisse significative des captures, traduisant la sensibilité des anchois aux changements thermiques. Cette dynamique confirme que les fluctuations de la SST agissent comme facteur de contrôle environnemental structurant la disponibilité des petits pélagiques dans les eaux tropicales. De ce fait, l'étude montre que la productivité du milieu (Chl-a), associée à l'intensité des processus physiques côtiers, conditionne la répartition spatiale, l'abondance et la disponibilité des anchois dans les pêcheries artisanales tanzaniennes (Mfilinge, 2025). De manière complémentaire, l'étude conduite par Ñiquen et Bouchon (2004) sur la côte péruvienne illustre l'impact des anomalies thermiques à grande échelle sur le fonctionnement des pêcheries d'upwelling. Les auteurs analysent les réponses biologiques et halieutiques de l'anchoveta ou l'anchois péruvien (*Engraulis ringens*), principale ressource pélagique du courant de Humboldt, lors de trois événements El Niño majeurs (1972–73, 1982–83 et 1997–98). Leur approche, basée sur des suivis hydroacoustiques et des données océanographiques, montre que l'augmentation anormale de la SST entraîne un effondrement de la biomasse d'anchoveta, associé à une migration vers des eaux plus profondes et vers le sud, ce qui la rend moins accessible aux flottilles de pêche. Parallèlement, la modification du régime thermique entraîne une restructuration de l'écosystème pélagique : les pêcheries jusque-là monospécifiques dominées par l'anchoveta deviennent multi spécifiques, ciblant des espèces mieux adaptées aux eaux chaudes telles que la sardine et le maquereau. Les auteurs démontrent que ces épisodes chauds perturbent le cycle biologique de l'anchoveta, réduisent le recrutement et diminuent fortement les débarquements. Ces résultats suggèrent que les anomalies climatiques liées à El Niño peuvent modifier la structure et la dynamique des pêcheries côtières, confirmant la forte dépendance des petits pélagiques aux variations de SST dans les systèmes à upwelling (Ñiquen et Bouchon, 2004).

Ces études mobilisées montrent que les changements climatiques sont un enjeu réel pour le secteur de la pêche dans les pays en développement, avec des implications socio-économiques négatives si des solutions de mitigation ne sont pas trouvées. Cependant, aucune de ces études n'a pu quantifier l'impact des températures extrêmes sur l'ensemble du secteur de la pêche dans les pays en développement, ni au Sénégal. Ce mémoire vise à contribuer aux débats sur la relation entre températures extrêmes et les activités de pêche au Sénégal, en estimant l'ampleur de la relation entre ces deux phénomènes pour l'ensemble du secteur de la pêche.

1.2 PROBLÉMATIQUE

La pêche au Sénégal est un secteur très important dans l'économie du pays et pour la sécurité alimentaire de la population. Grâce au phénomène d'upwelling côtier (remontée des eaux) qui se produit, le Sénégal dispose d'un littoral figurant parmi les plus riches en ressources halieutiques de l'Afrique de l'Ouest et du monde (Ndoye, 2016). L'attrait, l'accessibilité et la défaillance dans la surveillance dans les pêches ont fait que la ressource halieutique subit une forte pression de pêche impactant en même temps les communautés qui vivent de la pêche (Jönsson, 2022). Le manque de contrôle sur l'effort de pêche exercé sur les ressources fait qu'on assiste à une surpêche dans les eaux sénégalaises. Cette dernière a fini par mettre la ressource dans une situation de surexploitation (Diedhiou, 2019). En plus des agressions humaines par le biais de l'exercice de la pêche et de la pollution (Jönsson, 2022), la ressource halieutique n'échappe toutefois pas aux dommages causés par le changement climatique et ces composantes (Diankha et al., 2015).

D'ailleurs, le phénomène des températures extrêmes, qu'elles soient excessivement chaudes ou froides, a des conséquences notables sur divers secteurs économiques, et l'activité de pêche ne fait pas exception. En effet, certaines espèces se trouvent en situation de migration vers d'autres zones pour bénéficier de meilleures conditions écologiques (Diankha et al., 2015). Cette situation impacte entre autres les quantités de poissons débarqués dans les ports de pêche à travers le pays.

Cependant, aux vues de la revue de littérature réalisée, les études ne se sont pas penchées sur la relation entre la variation des températures et les quantités des débarquements de toute la pêche maritime sénégalaise ainsi que des valeurs de ces dernières. Les études se sont concentrées sur des aspects écologiques liés à la ressource, l'effort de pêche et sur les aspects sociaux impliquant les communautés de pêcheurs et l'exercice de l'activité de pêche dans la plus part (Ba et Ngom, 2022; Diankha et al., 2015; Diouf et al., 2020; Sakho et Dial, 2010; Thomas et Diouf, 2023).

L'objectif principal de cette recherche est d'examiner l'impact des variations de températures extrêmes sur l'activité de pêche au Sénégal. Elle permettra éventuellement de faire des suggestions de politiques publiques permettant d'amoindrir les répercussions du changement climatique sur les activités de pêche au Sénégal.

CHAPITRE 2

CADRE CONCEPTUEL

Ce chapitre propose une exploration et une synthèse des travaux existants concernant les concepts clés et les impacts des températures extrêmes ainsi que du changement climatique sur les activités de pêche, tant à l'échelle mondiale que dans le contexte sénégalais. Le changement climatique, se manifestant par des mutations substantielles des conditions climatiques globales, engendre des variations de température ayant un impact direct sur les écosystèmes marins, la biodiversité aquatique, les stocks des espèces halieutiques, la répartition des espèces marines et les pratiques de pêche. Dans la suite il convient de clarifier les notions de températures extrêmes, de changement climatique et de pêche, afin de poser les bases théoriques sur lesquelles repose ce mémoire. Un accent sera mis sur les effets des variations de températures sur la pratique de pêche, en particulier sur les répercussions observées dans la pêche au Sénégal, tout en mettant en évidence l'impact sur les stocks des espèces halieutiques. Ce pays, étroitement tributaire des activités halieutiques sur le plan économique et pour les moyens de subsistance de ses populations, constitue un cadre d'analyse idéal pour comprendre les impacts locaux du changement climatique. Cette revue de la littérature permet ainsi de mieux cerner les enjeux actuels et les défis à venir pour les communautés de pêcheurs dans un contexte de réchauffement global.

2.1 DÉFINITION DES CONCEPTS CLÉS

Une clarification conceptuelle est plus qu'indispensable en amont de ce travail. Il apparaît ainsi nécessaire d'énoncer et de définir les principaux termes qui structurent le sujet, afin d'éviter toute potentielle confusion. Dans l'optique de clarification, une attention particulière sera accordée aux notions de températures extrêmes, de changement climatique et de pêche, qui seront ici explicitement définies et contextualisées.

2.1.1 Températures extrêmes

Durant les dernières décennies, plusieurs variations ont été observées sur les paramètres climatiques et météorologiques. Ces variations provoquent des températures très chaudes dans certaines zones du globe entraînant des sécheresses et des vagues de canicules extrêmes. Il apparaît une augmentation des températures de surface des continents et des océans (Cattiaux, 2011). L'augmentation des températures de surface des océans et des mers fait que la circulation océanique se trouve être perturbée. Dans certaines zones du globe, les températures sont inférieures à celles habituellement observées, causant des épisodes de froid et des vagues de fraîcheur. Les événements météorologiques extrêmes se multiplient un peu partout sur la planète (NOAA, 2024b). À l'échelle continentale, des épisodes de feux de forêt, d'inondations, de pluies acides, de sécheresses et de fortes chaleurs se répètent à cause de l'augmentation des températures atmosphériques et des épisodes de chaleurs extrêmes (Guivarch et Taconet, 2020). En effet, selon l'IRDR (2014) et dans son glossaire, l'expression température extrême renvoie à des « variations de température au-dessus (chaleur extrême) ou en dessous (froid extrême) des conditions normales » (p.14). D'après le Gouvernement du Québec, l'attribution de l'expression chaleur extrême à une température ou à une gamme de température dépend de la zone où le phénomène s'est produit (Gouvernement du Québec, 2023). De même que pour la chaleur extrême, Santé Canada (2021), confirme que la définition de froid extrême est intimement liée à la localité dont il est question. Entre autres, une température froide peut-être extrême dans une localité et ne pas l'être dans une autre. D'après l'Organisation mondiale de la météorologie (WMO), une vague de chaleur désigne une période prolongée où les températures demeurent exceptionnellement élevées pendant au moins deux jours successifs, tandis qu'une vague de froid se caractérise par une chute brusque et significative des températures, entraînant des conditions de froid extrême qui perdurent également pendant un minimum de deux jours d'affilée (WMO, 2023).

Dans cette perspective, les études récentes montrent que ces extrêmes thermiques ne se limitent pas à des perturbations environnementales, mais affectent également les activités

économiques. Kabore et Rivers (2023) démontrent que les journées de chaleur ou de froid extrême réduisent significativement la performance du secteur manufacturier au Canada : chaque journée où la température moyenne est inférieure à -18°C ou supérieure à 24°C diminue la production annuelle d'un établissement manufacturier, entraînant une baisse moyenne nationale de 2,2 % de la production par année. Les auteurs montrent que ces pertes s'expliquent principalement par une baisse de la productivité du travail et du nombre d'heures travaillées, montrant ainsi que les variations extrêmes de température ont des répercussions économiques immédiates sur les secteurs sensibles à la présence humaine et aux conditions de travail (Kabore et Rivers, 2023). L'étude de Deschenes et Greenstone (2007) s'intéresse à l'impact économique du changement climatique sur l'agriculture américaine. À partir d'un vaste panel de données couvrant des comtés agricoles aux États-Unis, les auteurs exploitent les variations annuelles aléatoires de température et de précipitations pour mesurer leurs effets sur les profits agricoles, évitant ainsi les biais liés aux méthodes hédoniques traditionnellement utilisées. Leur analyse montre que des années plus chaudes et plus humides n'engendrent pas de pertes significatives pour le secteur : au contraire, leurs estimations indiquent une hausse annuelle moyenne des profits agricoles d'environ 1,3 milliard \$US, soit +4 %. Les résultats soulignent que les modifications de température peuvent être compensées par l'adaptation des pratiques agricoles, et que l'évaluation économique du climat doit tenir compte simultanément des variations de température et de précipitations. Les auteurs concluent que, dans le cadre des projections climatiques utilisées, le réchauffement n'aurait qu'un effet faible sur la rentabilité agricole globale, même si des différences régionales importantes demeurent (Deschenes et Greenstone, 2007).

La dernière décennie a enregistré les années et les mois les plus chauds depuis le début du XXI^e siècle (NOAA, 2024b). Selon les études du programme d'observation de la Terre de l'Union européenne (Copernicus) et celle de l'Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique (NOAA), l'année 2024 et particulièrement le mois de juillet détient le record du jour le plus chaud de la planète avec une température moyenne de $17,16^{\circ}\text{C}$ (Copernicus, 2024; NOAA, 2024b). En somme, les températures extrêmes peuvent être définies comme des événements climatiques qui, en raison de leur intensité, de leur durée

et de leur fréquence accrues, font subir de graves conséquences à la biodiversité, les écosystèmes et les sociétés humaines (IPCC, 2021).

2.1.2 Changement climatique

Les activités humaines sont, la majeure partie du temps, dirigées vers la recherche de capitaux et de bien-être économique et financier. Une croissance fulgurante du PIB dans différents pays dans les cinq continents a été notée dans les dix dernières années (Guivarch et Taconet, 2020). Ainsi, plusieurs révolutions et avancées ont eu lieu dans différents secteurs et domaines d'activité. Ces avancées ont propulsé l'industrie, le transport, le commerce et la science à des niveaux supérieurs, permettant ainsi à des industriels et même des nations de se sortir de situations économiques défavorables. Cependant, ces prouesses ne sont pas exemptes de conséquences. En effet, l'essor de l'industrialisation et la valorisation des ressources naturelles (mines, pétrole, charbon, gaz) ont fait que la nature en subit les dégâts et sans doute, l'Homme aussi. Comme conséquence, la planète se réchauffe à un rythme alarmant. L'industrialisation massive des pays depuis la révolution industrielle, accompagnée de la combustion incessante de combustibles fossiles très polluants, fait que les gaz à effet de serre (GES) sont massivement libérés dans l'atmosphère (NASA, 2023). L'amplification de la libération de CO₂ et d'autres gaz dans l'atmosphère ainsi que les perturbations naturelles des mouvements océaniques et de la circulation des fluides font que de désastreuses conséquences climatiques peuvent subvenir (Environnement et Changement climatique Canada, 2009). La température atmosphérique et celle des océans ne font qu'accroître ces dernières années (NASA, 2023). L'industrialisation massive et tout le cocktail des activités humaines font que la température mondiale a augmenté de 1 °C comparé à avant le développement industriel et la mondialisation (Currie, 2020). La littérature scientifique converge aujourd'hui vers une reconnaissance quasi unanime du rôle central des activités humaines dans les bouleversements climatiques contemporains. Le GIEC (2021), dans son sixième rapport d'évaluation, affirme de manière explicite qu'« il est sans équivoque que l'influence humaine a réchauffé l'atmosphère, l'océan et les terres » (p.04). L'accroissement des températures à l'échelle planétaire est largement attribuable aux

concentrations croissantes de gaz à effet de serre, issus de la déforestation, de l'agriculture intensive et de la combustion des combustibles fossiles (GIEC, 2021). Les modélisations du climat passées et futures, combinées aux observations instrumentales, montrent que les seules causes naturelles (comme les variations solaires ou les éruptions volcaniques) ne suffisent pas à expliquer les tendances observées depuis le milieu du XX^e siècle (GIEC, 2021). Les travaux de Reidmiller et al. (2017) publiés par l'US Global Change Research Program soulignent que « Les activités humaines, notamment les émissions de gaz à effet de serre, sont la cause dominante du réchauffement observé depuis le milieu du XX^e siècle. » (p.1444). Les simulations climatiques incluant uniquement les forçages naturels échouent à reproduire les hausses de température observées, alors que celles intégrant les forçages anthropiques produisent des hausses de température avec précision (Reidmiller et al., 2017). L'étude de Cook et al. (2013), qui a analysé plus de 11 000 publications, montre que plus de 97 % des travaux publiés entre 1991 et 2011 confirment le rôle anthropique dans le réchauffement climatique. L'analyse menée par ces auteurs contribue à objectiver le niveau de convergence de points de vue parmi les scientifiques du climat et à invalider l'idée d'un débat encore ouvert au sein de la communauté scientifique.

Plusieurs études démontrent que les variations climatiques dues aux activités anthropiques représentent un facteur déterminant sur l'apparition et l'intensification des températures extrêmes (vagues de chaleur et vagues de froid). D'après les rapports de GIEC (2021) et IPCC (2023), les activités humaines responsables de l'émissions des GES, sont responsable du réchauffement global de la planète. Ce dernier fait augmenter la fréquence d'apparition, la durée et la sévérité des événements extrêmes. Dans leur étude sur « augmentation des événements extrêmes dans un monde qui se réchauffe », Coumou et Rahmstorf (2012) ont montré qu'un simple réchauffement amplifie la probabilité d'apparition d'épisodes de chaleur extrême. Avec l'étude de l'épisode de la forte chaleur qui s'est passé en Europe en 2003, Stott et al. (2005) ont mené une étude quantitative montrant la relation existante entre le changement climatique et l'apparition des températures extrêmes. Cette étude a été basée sur des simulations climatiques comparant des scénarios avec et sans forçages anthropiques qui ont permis aux auteurs d'estimer avec un niveau de

confiance plus de 90 %, la possibilité que la canicule se produise a été au moins doublée par l'influence humaine. Dans une étude récente, Perkins-Kirkpatrick et Lewis (2020) ont confirmé que les vagues de chaleur sont devenues plus fréquentes, plus longues et plus intenses dans nombreuses régions du monde, à cause du réchauffement climatique. Les températures extrêmes ne peuvent plus être prises comme des phénomènes juste aléatoires, mais doivent être prises comme des manifestations directes du dérèglement climatique (Coumou et Rahmstorf, 2012; Perkins-Kirkpatrick et Lewis, 2020). L'émission de carbone et la pollution, causées par l'activité anthropique, contribuent au réchauffement de la planète (Environnement et Changement climatique Canada, 2009). Selon le GIEC, le changement climatique est considéré comme un processus de modification du climat pendant une longue durée découlant de variations internes et externes du système climatique et des activités anthropiques (GIEC, 2021). Récemment, s'intensifient et se répètent, sous l'effet du changement climatique, des épisodes de chaleur extrême dont le déplacement tend à se ralentir. De cette lenteur accrue naît une recrudescence des dômes de chaleur, à la fois plus persistants et plus intenses (Bratu et al., 2022; IPCC, 2023b).

Le niveau des océans augmente sans précédent et les glaces fondent à une vitesse très inquiétante. Les effets de ces changements se font déjà sentir tant sur le plan socio-économique qu'environnemental (Environnement et Changement climatique Canada, 2009; Guivarch et Taconet, 2020). Le sixième rapport d'évaluation du GIEC expose que les communautés résidentes des zones côtières dans les pays en développement subissent les impacts des variations climatiques (IPCC, 2023a). Les écosystèmes marins et l'agriculture sont constamment agressés par le dérèglement climatique (IPCC, 2023a). Les rapports du GIEC, particulièrement le sixième rapport d'évaluation, alertent sur la fréquence d'apparition et sur le niveau d'amplification des événements climatiques extrêmes que sont les vagues de chaleur, les sécheresses, l'augmentation du niveau des mers et les épisodes d'inondations (GIEC, 2021; IPCC, 2021, 2023 b). Le rapport du GIEC sur le réchauffement climatique met aussi l'accent sur l'ampleur des différentes répercussions d'un réchauffement climatique de 1,5 °C et de 2 °C (GIEC, 2022). Ce rapport montre qu'une élévation de 1,5 °C de la température pourrait entraîner la disparition de 70 à 90 % des récifs coralliens tropicaux, ainsi

qu'un déplacement significatif des ressources halieutiques vers des latitudes plus élevées, avec des conséquences socio-économiques majeures pour les pays tropicaux (GIEC, 2022). Ce travail démontre l'urgence de limiter le réchauffement global en deçà de ce seuil critique pour éviter des pertes irréversibles dans les systèmes océaniques (GIEC, 2022). En Afrique, le rapport du GIEC (2014) donne un aperçu de la vulnérabilité climatique du continent et montre la façon dont les perturbations climatiques impactent de façon différente et inégale les systèmes agricoles, hydriques et sanitaires. Les auteurs soulignent que les impacts du changement climatique en Afrique subsaharienne sont amplifiés par l'incapacité des structures à s'y adapter (GIEC, 2014). Les conséquences du changement climatique couvrent un large spectre. En effet, Barange et al. (2018), à travers le rapport de la FAO portant sur les pêches et l'aquaculture, décrivent les effets du changement climatique sur la productivité des pêches et de l'aquaculture. Ces auteurs mettent en exergue la redistribution des stocks halieutiques, une baisse des rendements dans les zones tropicales, ainsi qu'une acidification croissante des océans affectant les chaînes trophiques marines. La dégradation des pêcheries mondiales sous l'effet conjoint de la surpêche et du changement climatique est également exposée dans l'étude de Pauly et Zeller (2016). En reconstituant les données de captures marines globales à partir de multiples sources, ces chercheurs révèlent que les captures effectives sont bien plus élevées que celles rapportées officiellement, mais en déclin marqué depuis les années 1990. Ce déclin s'explique en partie par des facteurs climatiques, notamment la hausse des températures marines qui altère la distribution des espèces et réduit leur biomasse exploitable (Pauly et Zeller, 2016).

2.1.3 Pêche

La pêche renvoie à un lot de pratiques mises en œuvre pour prélever des organismes aquatiques vivants tels que les poissons, crustacés ou mollusques dans leur habitat naturel, que ce soit en mer, en zone côtière ou en eau douce. D'un point de vue étymologique et fonctionnel, la pêche renvoie à l'acte de « prélever » les ressources vivantes aquatiques dans leurs écosystèmes (FAO, 2022). Elle englobe un large éventail de pratiques et d'activités allant de la capture proprement dite à la manutention, à la valorisation, à la distribution et à

la vente des produits, et peut répondre à des objectifs variés (Cury et Miserey, 2008; FAO, 2022). En effet l'activité de pêche peut être exercée à des fins professionnelles (pêche commerciale), pour le loisir (pêche sportive ou récréative), ou encore pour répondre à des besoins alimentaires essentiels dans un contexte de subsistance (FAO et DANIDA, 1999).

Historiquement, la pêche était strictement associée à la capture directe d'espèces sauvages dans leur environnement naturel. Cependant, cette définition a évolué pour prendre en compte les dimensions technologiques, économiques et écologiques du secteur. Ainsi, la mariculture (élevage en milieu marin) et l'aquaculture (élevage contrôlé en milieu aquatique, marin ou d'eau douce) sont désormais souvent incluses dans le champ plus large des « pêches et aquaculture » (Bostock et al., 2010; FAO, 2022), même si elles s'en distinguent techniquement par leur caractère d'élevage plutôt que de capture. Selon Naylor et al. (2021), l'assimilation de la notion de « pêches et aquaculture » dans les politiques publiques et statistiques internationales est justifiée par les interactions étroites entre les ressources halieutiques sauvages et cultivées, notamment en matière de gestion durable, de nutrition, et d'économie bleue. Selon l'orientation, la forme et les moyens mis en œuvre, la pratique de pêche peut être subdivisée en quatre types de pêche différents : la pêche industrielle, la pêche artisanale, la pêche de subsistance et la pêche récréative.

2.1.3.1 Pêche industrielle

Cette pêche pratiquée avec des navires motorisés disposant d'un équipement technologique de dernière génération et pouvant capturer et stocker de grandes quantités de poissons et d'autres espèces. Elle est destinée à la commercialisation dans les marchés partout dans le monde (Pauly et Zeller, 2016). Cette pêche à grande échelle cause souvent beaucoup de dégâts dans les milieux aquatiques comme la dégradation des habitats marins.

2.1.3.2 Pêche artisanale

La pêche artisanale est un type de pêche qui fait appel à des moyens de capture traditionnels et souvent non sécuritaires avec un capital humain considérable. Elle est

pratiquée avec des embarcations avec une petite capacité de stockage. Autrement dit les acteurs font usage de pirogues motorisées (faible dans la majorité) ou non motorisées. Elle assure une fonction essentielle dans le maintien de l'apport en protéine animale, la création d'emploi et représente un élément omniprésent dans la culture des communautés côtières, notamment dans les pays en développement (Jentoft, 2015).

2.1.3.3 Pêche de subsistance

Ce type de pêche est pratiqué en majorité en milieu rural dans l'objectif de répondre aux besoins nutritionnels. C'est une pratique de pêche destinée uniquement à la consommation dans les ménages et non pas à la recherche de profit. Cette activité est essentielle pour l'autonomie alimentaire et la résilience des populations vulnérables (FAO, 2005).

2.1.3.4 Pêche récréative

La pêche récréative aussi appelée pêche sportive est une pêche de loisir. Les espèces capturées sont aussitôt relâcher dans l'eau ou dans certains cas garder pour des besoins personnels de consommation. Bien que souvent marginalisée dans les statistiques de captures mondiales, elle peut avoir un impact local significatif sur les ressources, notamment dans les zones côtières fréquentées (Cooke et Cowx, 2006).

2.2 IMPACTS DES TEMPÉRATURES SUR LES ACTIVITÉS DE PÊCHE

Dans un contexte de changement climatique dont les répercussions se manifestent à l'échelle mondiale sous des formes variées (GIEC, 2022 ; IPCC, 2021, 2023a ; Pêches et Océans Canada, 2024), l'une des expressions les plus préoccupantes de ce phénomène réside dans les variations soudaines des températures. Ces fluctuations se traduisent, selon les régions, par des épisodes de chaleur ou de froid extrême. Il est donc primordial d'examiner, dans la suite de ce travail, l'impact de ces variations thermiques sur les activités de pêche à travers le monde, avec un accent particulier porté sur le cas du Sénégal.

2.2.1 Impacts des températures sur les activités de pêche dans le monde

La biodiversité aquatique subit une dégradation croissante sous l'effet combiné de la pollution des océans et des mers, de la surpêche intensive et des changements climatiques (Pêches et Océans Canada, 2024). Ces pressions anthropiques ont entraîné une détérioration notable de plusieurs écosystèmes marins (Pêches et Océans Canada, 2024). Outre le raclage répété des fonds marins, des habitats essentiels tels que les mangroves et les récifs coralliens ont déjà disparu dans certaines zones, tandis que d'autres restent gravement menacés par l'élévation des températures océaniques (IPCC, 2021).

L'accroissement des températures des eaux de surface engendre un déplacement géographique de nombreuses espèces et la disparition progressive d'autres espèces (Faye, 2017). Ce phénomène entraîne une reconfiguration des équilibres écologiques, comme l'a démontré une étude de Liang et al. (2018) portant sur trois mers de Chine, qui fait état d'une modification de la croissance et de la composition des espèces en lien avec le réchauffement des milieux marins. L'acidification des océans représente un facteur de stress supplémentaire pour certaines espèces. Dans le golfe d'Alaska, il a été observé que des crustacés connaissent une mortalité importante lorsque le pH de l'eau diminue de manière prolongée (Long et al., 2013).

Les effets de ces perturbations écologiques s'étendent aux sociétés humaines, en particulier aux communautés dont la subsistance repose sur les ressources marines. Les fluctuations climatiques affectent différemment les territoires, avec des impacts plus marqués dans les pays en développement (Noblet et al., 2018). Néanmoins, certaines économies avancées, fortement dépendantes des revenus issus de la pêche, demeurent également vulnérables face à l'instabilité climatique (Lam et al., 2016). Les conséquences de ces transformations environnementales ne se limitent pas à la biodiversité marine. Des mouvements de population sont observés, notamment dans le nord du Canada, où la fonte des glaces contraint certaines communautés à se déplacer, souvent dans des conditions fragiles et avec moins d'accès aux ressources essentielles voire même indispensables (Currie,

2020). La perte d'un moyen de subsistance à l'échelle communautaire et les perturbations économiques régionales ou nationales figurent parmi les conséquences indirectes et majeures du réchauffement climatique.

Les projections relatives aux impacts économiques de ces phénomènes sont particulièrement préoccupantes. D'ici 2050, une baisse de 35 % des revenus mondiaux générés par la pêche pourrait être enregistrée à cause de la pression excessive exercée par les changements environnementaux sur les stocks halieutiques (Lam et al., 2016). Par ailleurs, une diminution des captures dans les zones tropicales est anticipée à l'horizon 2055, accentuant ainsi la vulnérabilité des populations déjà exposées à l'insécurité alimentaire et à la précarité économique (Liang et al., 2018). L'ensemble de ces éléments souligne l'ampleur des défis posés par la transformation rapide des écosystèmes marins et appelle à une réflexion approfondie sur les stratégies d'adaptation à mettre en œuvre.

En Afrique de l'Ouest, l'étude de Moussa et al. (2022) au Niger montre une baisse des captures de poissons, une augmentation des prix du poisson et une baisse du revenu des pêcheurs, causées par l'élévation des températures atmosphériques. L'accroissement des températures implique une surexploitation de la ressource et une disparition de certaines espèces qui résistent moins à l'élévation de la température de l'eau dans la même zone (Topeur, 2023).

2.2.2 Contexte du Sénégal

Le Sénégal est un pays situé dans la partie ouest-africaine et demeure en même temps une des grandes économies de la région. Il dispose d'une ouverture dans l'océan Atlantique et d'une diversité ethnique, culturelle et religieuse. Le pays est composé d'une population active et très jeune. Cette population est en perpétuelle croissance. En 2018, la population s'élevait à 15 726 037 habitants selon l'Agence nationale de la statistique et de la démographie (ANSD) (ANSD, 2019a). Selon les différents rapports de ANSD, la population est passée de 16 209 125 habitants en 2019 à 18 593 258 habitants en 2024 (ANSD, 2020a, 2025). Cette population sénégalaise reste toutefois très jeune, avec 75 % de personnes âgées

de 0 à 35 ans (soit 13 892 643 habitants sur un total de 18 593 258) et près de 34 % de personnes âgées de 15 à 35 ans. Il est judicieux de préciser que 11 928 186 habitants du Sénégal, soit 64 % de la population totale du pays, résident dans des régions (Dakar, Saint-Louis, Fatick, Kaolack, Thiès, Ziguinchor, Louga) où la pratique de pêche ainsi que l'accès à la mer sont possibles (ANSD, 2024, 2025).

2.2.2.1 Présentation de la zone économique exclusive du Sénégal

La zone économique exclusive (ZEE) du Sénégal couvre un espace maritime d'environ 200 000 km² incluant un plateau continental de 28 700 km², de largeur variable, où se déroulent les opérations de pêche (Marine nationale Sénégal, 2024; Mbengue et al., 2007). Elle s'étend sur 718 km de côtes entre les latitudes 12° 30 N et 16° 30 N. Elle est limitée au nord par les eaux contigües de l'embouchure du fleuve Sénégal, par la frontière de la Guinée-Bissau dans la partie sud et au large, à l'ouest, par les eaux internationales au-delà des 200 milles marins. Elle est interrompue sur une cinquantaine de kilomètres dans sa partie sud par les eaux gambiennes (Diatta et al., 2001). La côte sénégalaise est subdivisée en différentes zones : une côte nord, une zone centre et une côte sud. Ainsi en partant du sud vers le nord en passant le centre, la façade maritime sénégalaise se distingue d'abord par la côte sud correspondant à la Casamance comprise entre 13° N et 12° 30 N (entre la Gambie et la Guinée-Bissau). Dans cette zone le plateau continental va jusqu'à 87 nautiques (Laurans, 2005; Ndoeye, 2016).

Ensuite vient la petite côte ou zone centre. Cette zone qui se trouve entre 15° N et 13° 30 N (de Dakar à la frontière gambienne). Grâce à la richesse en phytoplancton de cette zone, la capture de poisson se fait en tout temps. La particularité de cette zone vient du fait d'une faible turbulence des eaux de surface, de l'apport en nutriments des flux provenant du fleuve sine-saloum et de la présence du phénomène régulier d'upwelling dans la zone (Demarcq et Samb, 1991; Niang, 2009).

Enfin tout au nord du pays, entre 16° N et 15° N (entre Mauritanie et Dakar), la côte nord ou grande côte se développe le long d'un littoral rectiligne à dominante sableuse, reliant

Dakar à Saint-Louis. Cette portion côtière s'identifie par la présence d'un canyon à Cayar, des houles très intenses et d'un plateau continental réduit. Abritant de grandes communautés de pêcheurs et des conditions écologiques favorables pour la survie de la ressource halieutique, Cayar, de Fass-Boye et de Saint-Louis représentent des zones de pêche importantes de la Grande Côte (Niang, 2009).

Les fonds des côtes sénégalaises présentent plusieurs particularités. En effet selon Domain (1977), les embouchures des fleuves Sénégal et Casamance présentent des sédiments vaseux, encadrés de zones à substrats rocheux ou sableux selon Lhomme et Garcia (1984). La pêche chalutière est relativement développée dans la ZEE avec des fonds sableux et un relief globalement plat (Domain, 1980). Cependant un creux à hauteur de Cayar et la présence de la presqu'île du Cap-Vert limitent les migrations saisonnières des espèces halieutiques (Domain et Champagnat, 1978).

2.2.2.2 Situation de la pêche au Sénégal

Au Sénégal, les politiques et les mesures de gestion de l'État destinées aux pêches artisanale et industrielle sont assurées par la Direction des Pêches maritimes (DPM) du ministère des Pêches et l'Économie maritime. Cette direction coordonne la collecte, le traitement et la publication des données. Pour la pêche artisanale, les données proviennent des différents services déconcentrés des pêches. Et pour la pêche industrielle, les données sont collectées sur les journaux de pêche renseignés par les capitaines de navires (DPM, 2022).

D'après les recherches archéologiques, la pêche au Sénégal existait depuis les temps les plus reculés. À cette époque, la pêche dans les estuaires, les lagunes, les lacs et les baies était dominante par rapport à la pêche en mer (Chauveau, 1985). La pêche peut être pratiquée à petite échelle (pêche artisanale) ou grande échelle (pêche industrielle). La pêche artisanale se pratiquait depuis l'antiquité et c'est vers les années 1950 seulement que la pêche industrielle est apparue (Garcia et al., 1977). Les deux catégories de pêche sont devenues essentiellement commerciales avec environ 20 000 pirogues pour la pêche artisanale

(Belhabib, Koutob, Lam, et al., 2014; Belhabib, Koutob, Sall, et al., 2014) et environ 200 bateaux pour la pêche industrielle (Gueye, 2018). Selon l'étude sur les pêcheries artisanales de Deme et al. (2019), au Sénégal, la pêche artisanale, avec environ 60 000 pêcheurs et acteurs actifs, domine le secteur halieutique, avec des captures annuelles avoisinant les 450 000 tonnes, pour seulement environ 50 000 tonnes pour la pêche industrielle. La pêche artisanale est pratiquée par les communautés traditionnelles, les « lébous » sur la grande côte, les « sérères niominka » et les « socés » sur la petite côte et les « diolas » au sud (Chauveau, 1985). Le secteur de la pêche reste l'un des principaux pourvoyeurs d'emplois. En effet, il génère jusqu'à 600 000 emplois directs et indirects (Le Roux et Noël, 2007).

Les mauvaises pratiques de pêche (artisanales et industrielles) conduisent à une surexploitation de la ressource et causent des dommages irréversibles. L'effort jumelé de ces deux types de pêche a fait qu'un bon nombre d'espèces ont vu leurs biomasses être réduites dans les pêcheries ouest-africaines (Mora, 2012). Au Sénégal, le Mérou blanc se trouve dans une situation où l'effort de pêche est excessif (Mora, 2012). Une exploitation des rapports statistiques sur la pêche au Sénégal fait ressortir qu'en moins d'une décennie, les quantités des débarquements issus de la pêche maritimes sont passées de 426 106 tonnes en 2014 à 533 479 tonnes en 2019, pour des valeurs commerciales respectives de 136 milliards de francs CFA et 272,602 milliards de FCFA (ANSD, 2017; DPM, 2022). Les engins de pêche utilisés impactent souvent négativement l'écosystème, la biodiversité et la biomasse des stocks halieutiques (Wright, 1998). La pêche à l'explosif a un impact négatif sur la population adulte d'espèces halieutiques, mais aussi sur les œufs et les petits individus (Wright, 1998). Les ondes provoquées par les dynamites détruisent les œufs et aussi perturbe l'habitat. Les mammifères marins et les coraux sont aussi menacés par ce type de pêche très destructeur (Wright, 1998).

En 2019, les débarquements de la pêche s'élevaient à 533 479 tonnes dont 440 603 tonnes étaient attribuées à la pêche artisanale et 92 876 tonnes attribuées à la pêche industrielle (DPM, 2018, 2022). La valeur commerciale s'élevait à 193,726 milliards de

FCFA pour la pêche artisanale et de 78,876 milliards de FCFA pour la pêche industrielle (DPM, 2022).

2.2.2.3 Pêche artisanale et de subsistance au Sénégal

La pêche artisanale occupe une place importante au Sénégal. Elle est pratiquée à bord de pirogues de pêche avec des moyens de pêche moins sophistiqués. Elle apporte un chiffre d'affaires de 305 millions d'euros à l'économie sénégalaise (E. hadj B. Deme et al., 2019). L'importance de la pêche artisanale ne se limite pas au point de vue économique, elle est aussi culturelle et sociale. En ce qui concerne la branche non commerciale de la pêche artisanale, la pêche de subsistance, est souvent pratiquée par les communautés côtières sénégalaises, et est un pilier majeur de la sécurité alimentaire. Plusieurs études soulignent son rôle essentiel dans la dynamique socio-économique des populations locales. Un peu plus de 300 000 personnes sont impliquées dans la pêche de subsistance au Sénégal (Wabnitz et Harper, 2023). La quantité de produits halieutiques débarquée par la pêche de subsistance est estimée à plus de 10 000 tonnes (Wabnitz et Harper, 2023). Ce type de pêche emploie environ 84 000 personnes et est à 50 % constitué de femmes (Wabnitz et Harper, 2023).

Le secteur artisanal pourvoit jusqu'à près de 290 000 tonnes de poissons (Lansac, 2023) et contribue à hauteur de 75 % à l'apport de protéines. Ce type de pêche regroupe différentes communautés et ethnies de pêcheurs à travers tout le pays. Selon la zone, une ethnie est mieux représentée que les autres. Ces dernières sont entre autres les wolofs, les diolas, les peuls, les sérères et les lébous. Le parc piroguier compte un peu plus de 20 000 pirogues immatriculées ou non (ANSD, 2020b; Belhabib, Koutob, Lam, et al., 2014) et un peu plus de 11 000 pirogues actives (ANSD, 2020b). En prenant en compte l'ensemble des quantités débarquées par la pêche artisanale, plus de 93 % étaient constitués de poissons, qui dominaient les débarquements en 2015. Les mollusques et les crustacés totalisaient respectivement 5,4 % et 0,7 % des débarquements la même année (ANSD, 2018). La pêche artisanale sénégalaise auparavant très informelle devient peu à peu mieux structurée avec la cogestion, l'implantation de plusieurs conseils locaux de pêche artisanale (CLPA) tout au

long des zones côtières, l'obligation de détention de permis de pêche et d'une immatriculation de pirogue (ICSF, 2006). Les CLPA sont répartis dans presque toutes les zones de pêche et permettent aux différents acteurs et parties prenantes de la pêche artisanale sénégalaise de participer activement à la gestion des ressources (Dème et al., 2022). Cependant, la pêche artisanale est la première cause de pêche illicite, non déclarée, non réglementée (INN) dans les eaux sénégalaises (Le Roux et Noël, 2007). L'utilisation d'un engin de pêche appelé « monofilament » est un des facteurs de surpêche dans les pêcheries au Sénégal.

2.2.2.4 Pêche industrielle au Sénégal

Au Sénégal, la pêche industrielle est moins pratiquée que la pêche artisanale. Néanmoins, elle reste une activité très lucrative. En effet, le secteur industriel participe activement à la création de devises par les échanges commerciaux. D'après les rapports statistiques au Sénégal, rien qu'en 2019, les débarquements de la pêche industrielle étaient de 106 118 tonnes et comptaient 94,5 % de poissons pour une valeur commerciale de 74,5 milliards de FCFA (ANSD, 2020 b, 2022). L'impopularité de ce type de pêche est dans une certaine mesure liée à des contraintes financières des nationaux et non pas à un manque de volonté de leur part à s'y lancer (E. hadj B. Deme et al., 2019). Ainsi elle est majoritairement pratiquée par des navires étrangers qui ne sont pas toujours irréprochables du point de vue des pratiques non conventionnelles. La pêche industrielle contribue également à la surexploitation des ressources halieutiques dans les eaux sous juridiction sénégalaise et aussi à la dégradation des écosystèmes par l'usage d'engins de pêche prohibés. Outre les nationaux qui pêchent dans les aires marines protégées (AMP), les navires étrangers procèdent dans certains cas à des pratiques de pêche illégale (Reporterre, 2018). Le rapport du EJF (2023) soutient qu'au Sénégal, le chalutage intensif perturbe gravement les fonds marins, en remuant continuellement les sédiments, ce qui stresse les espèces qui y vivent et libère du CO₂. Il détruit également les coraux, essentiels à l'équilibre des écosystèmes marins, car ils servent d'abris, de zones d'alimentation et participent activement à la régulation du climat (EJF, 2023).

Les acteurs de la pêche artisanale sénégalaise se retrouvent fréquemment impactés par la pêche industrielle, souvent pratiquée dans leurs zones de pêche. Selon Cannon (2020), 6 % de l'activité de pêche industrielle se déroule dans les zones dédiées aux acteurs de pêche artisanale dans une trentaine de pays africains. Cette situation est source de conflit selon Belhabib et al. (2014), pour qui l'activité de pêche illicite pratiquée par certains des navires industriels est le principal moteur de ces contentieux.

2.2.2.5 Pêche récréative au Sénégal

En Afrique de l'Ouest, la pêche récréative ne représente pas une activité très pratiquée et sa contribution aux économies est estimée comme étant nulle (Belhabib et al., 2016; Cisneros-Montemayor et Sumaila, 2010). De plus, l'impact de ce type de pêche sur les écosystèmes n'est toutefois pas mesuré (Belhabib et al., 2016; Cisneros-Montemayor et Sumaila, 2010).

2.2.3 Sites de débarquement

Disposant de côtes très poissonneuses et dominées par la pêche artisanale, le Sénégal compte plusieurs zones de pêche stratégiques. Les principales zones de pêche incluent Dakar, Mbour, Joal, Cayar, Saint-Louis, les îles du Saloum et Ziguinchor.

2.2.3.1 Dakar

Située à l'extrémité ouest de l'Afrique, sur la presqu'île du Cap-Vert, Dakar constitue le principal centre de la pêche artisanale et industrielle du Sénégal. Les eaux côtières y sont influencées par les remontées d'eaux froides du courant des Canaries, qui les enrichissent en nutriments et favorisent une productivité biologique élevée (FAO, 2008; USDA, 2022). Le plateau continental y est relativement étroit et en pente marquée, ce qui contribue à concentrer les activités de pêche à proximité du littoral. Les sites de Hann, Soumbédioune et Yoff sont parmi les plus actifs, avec des débarquements dépassant chacun 2500 tonnes par an (FAO, 2008). Ces sites disposent d'infrastructures de mareyage, de conservation et de

transformation de produits halieutiques. En complément de ces sites de pêche, le Port autonome de Dakar (PAD) joue un rôle central comme principale plateforme logistique d'importation et d'exportation des produits issus de la pêche industrielle. Avec les ports de pêches secondaires, il accueille chaque année une partie des 40000 tonnes de débarquements de la pêche maritime (UEMOA, 2017).

2.2.3.2 Saint – Louis

Située à l'embouchure du fleuve Sénégal, la zone de pêche de Saint-Louis est marquée par un plateau continental étroit et des courants côtiers puissants. L'apport en nutriments du fleuve soutient une productivité primaire élevée, favorable aux petits pélagiques comme *Sardinella aurita* et *Ethmalosa fimbriata* (Binet et al., 2012). Toutefois, ce secteur est fortement exposé aux risques côtiers. En effet, la Langue de Barbarie subit une érosion marquée, ainsi que des inondations récurrentes et des épisodes de submersion marine qui dégradent les habitats et fragilisent les infrastructures (World bank, 2013).

2.2.3.3 Cayar

La zone de Cayar, située sur la Grande Côte, est l'une des plus productives du Sénégal en raison de la présence du canyon sous-marin de Kayar. Ce relief favorise la remontée d'eaux profondes riches en nutriments, ce qui stimule la productivité biologique et attire une grande diversité d'espèces (Diankha et al., 2018). Les pêcheries artisanales y dominent, avec des débarquements avoisinant 3000 tonnes par an à l'image de ceux de Dakar (FAO, 2008). Les principales espèces capturées sont les petits pélagiques comme *Sardinella maderensis* et *Engraulis encrasicolus*, ainsi que des espèces démersales telles que le rouget-barbet et la dorade grise. Une Aire Marine Protégée (AMP) y a été instaurée afin de préserver les zones de reproduction et les habitats sensibles (Drame et Sambou, 2013). Néanmoins, la surexploitation et la pollution liée aux usines de farine de poisson représentent des menaces croissantes (Reichling, 2024).

2.2.3.4 Joal

Joal-Fadiouth, à l'extrémité sud de la Petite Côte, se trouve dans un complexe lagunaire et estuarien composé de vasières et de mangroves. Ces milieux constituent des frayères et des zones de croissance essentielles pour de nombreuses espèces marines (Drame et Sambou, 2013). Le site est considéré comme le plus grand port de pêche artisanale d'Afrique de l'Ouest, avec des débarquements dépassant 100 000 tonnes par an (FAO, 2008). Toutefois, la surexploitation et la dégradation des mangroves fragilisent les habitats côtiers (EJF, 2024; RAMPAO, 2008).

2.2.3.5 Mbour

La ville de Mbour, située sur la Petite Côte, bénéficie d'un plateau continental large et de fonds sableux favorables à la pêche côtière. L'upwelling saisonnier pendant la période froide accroît la disponibilité des poissons, notamment des petits pélagiques, des céphalopodes et des poissons démersaux (Ba et al., 2016). La transformation artisanale du poisson (fumage, séchage et salage) y est particulièrement développée, mobilisant surtout des femmes dans la filière (Deme et al., 2022). Cependant, les écosystèmes côtiers de la zone sont exposés à une forte pression causée par l'expansion urbaine et touristique (Diombera, 2017).

2.2.3.6 Ziguinchor et les Îles du Saloum

Les zones de Ziguinchor des îles du Saloum s'inscrivent dans un vaste système estuarien dominé par les mangroves et les bolongs. Ces deux représentent les principales zones de pêche estuariennes au Sénégal. Elles offrent une variété d'espèces exploitables avec des captures de crustacés dépassant les 1500 tonnes par année rien qu'en Ziguinchor (FAO, 2008). Les mangroves y offrent des habitats de reproduction pour de nombreuses espèces de poissons et de crustacés (IISD, 2025). La transformation (fumage et séchage) constitue une activité économique centrale, menée en grande partie par des femmes (USAID, 2021).

Cependant, la déforestation des mangroves, les variations de salinité et la pollution des bolongs menacent la durabilité des ressources (Mbaye et al., 2022).

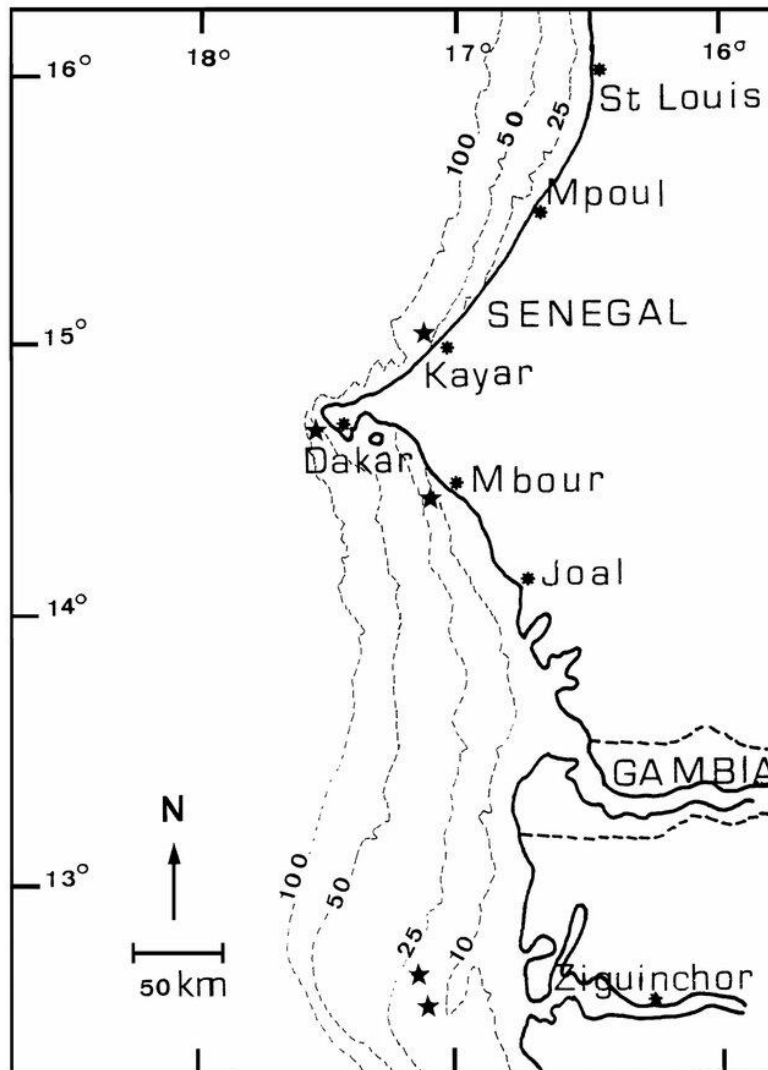


Figure 1. Principales zones de débarquement de la pêche au Sénégal (Diatta et al., 2008).

2.2.4 Impacts des températures sur les activités de pêche au Sénégal

Dans le domaine des pêcheries, les fluctuations de température ont un impact direct sur les stocks de poissons et, par conséquent, sur les activités de pêche. En effet, les fréquentes variations de température de la mer influencent la distribution de nombreuses espèces marines et peuvent perturber les schémas migratoires des poissons. Les travaux de Diankha et al. (2015) montrent que l'accroissement de la température de surface de la mer (TSM) a un impact positif sur l'abondance des sardinelles dans les eaux sénégalaises. L'étude de Balde et al. (2019) montre une forte augmentation des mises à terre de sardinelles rondes avec une hausse de 62 % de 2012 à 2014. L'effort de pêche accru sur deux espèces pélagiques (Ethmalose et Sardinelle ronde), l'augmentation des opérations de pêche passant de 22 553 sorties à 30 513 sorties en mer de 2013 à 2014 en plus de l'accord de pêche entre le Sénégal et la Mauritanie signé en 2018, exposent les espèces à une surexploitation (Balde et al., 2019).

Cette espèce, qui constitue une source importante de protéines pour la population locale et un produit essentiel pour l'exportation, bénéficie de l'élévation de la température dans certaines zones de pêche. Cependant, ces effets positifs peuvent être compensés par des risques associés à d'autres espèces marines qui migrent ou se déplacent vers des zones moins accessibles, ce qui perturbe l'équilibre des pêcheries. Ces changements peuvent également affecter la rentabilité des activités de pêche en fonction des zones de pêche disponibles et de l'accès aux ressources halieutiques.

En somme, le changement climatique représente un défi majeur pour plusieurs secteurs au Sénégal, notamment l'agriculture et la pêche, qui sont directement influencés par les variations climatiques. Les impacts du réchauffement global sont multiples et affectent tant la sécurité alimentaire que les activités économiques, rendant les populations et les régions vulnérables à ces phénomènes. Le pays se trouve ainsi confronté à la nécessité d'adopter des stratégies d'adaptation face à ces enjeux croissants pour préserver la stabilité économique et la sécurité des populations.

2.3 OBJECTIF DE L'ÉTUDE

Malgré la diversité des travaux existants, la littérature révèle un manque d'études ayant abordé de manière globale la relation entre les variations de température et les volumes, ainsi que la valeur économique, des débarquements de la pêche maritime sénégalaise. La plupart des recherches se sont davantage concentrées sur les dimensions écologiques, en analysant la dynamique des ressources halieutiques et l'effort de pêche, ou encore sur les aspects sociaux et économiques touchant les communautés de pêcheurs et leurs modes de subsistance (Ba et Ngom, 2022; Diankha et al., 2015; Diouf et al., 2020; Sakho et Dial, 2010; Thomas et Diouf, 2023). Peu d'études ont donc appréhendé le secteur halieutique dans son ensemble pour établir un lien explicite entre les fluctuations thermiques et l'activité de pêche. Celles qui s'y sont intéressées se sont généralement limitées à l'analyse de quelques espèces spécifiques, en particulier certaines espèces sensibles aux variations environnementales telles que *Ethmalosa fimbriata* ou les *Sardinella spp.* (Diankha et al., 2013; Thiaw et al., 2017).

Parallèlement, dans d'autres secteurs économiques, des travaux ont montré que les variations de température peuvent influencer directement la performance économique : Deschenes et Greenstone (2007) démontrent par exemple que les fluctuations climatiques affectent la rentabilité agricole aux États-Unis, tandis que Kabore et Rivers (2023) établissent que les températures extrêmes réduisent significativement la production manufacturière au Canada. Toutefois, aucune étude ne transpose encore cette logique au secteur de la pêche maritime sénégalaise, ce qui met en évidence un manque dans la littérature et justifie l'intérêt de cette étude qui vient combler cette lacune. Ainsi l'objectif principal de cette recherche est d'examiner l'impact des variations de températures extrêmes sur l'activité de pêche au Sénégal grâce à un ensemble d'éléments incluant les types de pêche, les quantités débarquées, les différents types de température, les valeurs de captures.

Plus précisément, l'étude vise spécifiquement à :

- Analyser l'impact que les températures ont sur les volumes et les valeurs des débarquements;

- Mettre en lumière les sous-secteurs de la pêche les plus exposés aux conséquences des températures.

Ainsi la question de recherche est de savoir : quels effets peuvent avoir les variations de températures sur les volumes et les valeurs des débarquements de poissons dans le secteur de la pêche au Sénégal ?

CHAPITRE 3

DONNÉES

Ce chapitre présente les données essentielles pour analyser l'effet des variations climatiques sur les activités de pêche au Sénégal. Un premier volet sera consacré à l'examen du contexte géographique, économique et environnemental du Sénégal, en mettant en lumière les défis et opportunités liés aux activités maritimes. Ensuite, une attention particulière sera portée sur la Zone économique exclusive (ZEE) du Sénégal, en détaillant ses spécificités et les ressources qu'elle abrite ainsi que sur l'état actuel de la pêche, secteur vital pour l'économie nationale. L'importance de la pêche sera mise en évidence en tant que pilier économique et alimentaire pour les populations locales et les industries liées. Une description des sites de débarquement de la pêche, à la fois du point de vue de leurs répartitions géographiques et de leurs rôles dans la chaîne de valeur, viendra compléter cette première analyse.

Par ailleurs, ce chapitre discutera les données scientifiques utilisées dans cette étude, qui comprennent à la fois des données climatiques (températures) et des données spécifiques aux activités de pêche (données sur les volumes et valeurs de captures). Ces données, issues de différentes sources officielles et scientifiques, constitueront la base sur laquelle reposera cette analyse.

3.1 SOURCES ET DESCRIPTION DES DONNÉES

Dans le cadre de la recherche quantitative, les données sur la pêcherie et sur les températures au Sénégal ont été collectées. Les données sur la pêcherie viennent de la plateforme Sea Around Us (Pauly et al., 2020) et des données climatiques qui proviennent du jeu de données Global Historical Climatology Network Daily (GHCN-Daily), produit par

la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Ce jeu de données, accessible via la plateforme Climate Data Online (CDO) du National Centers for Environmental Information (NCEI), rassemble les observations quotidiennes issues d'un vaste réseau de stations météorologiques terrestres (NOAA, 2024a). GHCN-Daily fournit, entre autres, les séries de températures maximales (TMAX), minimales (TMIN) et moyennes journalières (TAVG) (NOAA, 2024a).

La plateforme CDO constitue l'interface publique permettant de consulter et télécharger différentes bases de données climatiques de la NOAA, dont GHCN-Daily. Elle offre également l'accès à d'autres variables météorologiques telles que les précipitations, la vitesse du vent et les normales climatiques sur 30 ans, disponibles à différentes résolutions temporelles. CDO garantit la traçabilité des données, notamment grâce aux métadonnées associées aux stations, ce qui en fait une ressource de référence pour l'analyse des variations climatiques régionales (NOAA, 2024a).

La plateforme Sea Around Us est une base de données mondiale qui compile, reconstitue et diffuse des informations sur les captures de pêche depuis 1950. Hébergée par l'Université de la Colombie-Britannique, elle vise à fournir des données fiables sur les débarquements, les efforts de pêche et les impacts écologiques afin de soutenir la recherche scientifique et la gestion durable des ressources marines (Sea Around Us, 2024).

Les données de pêche et les données climatiques couvrent respectivement les périodes 1950-2019 et 1960-2024. Toutefois, les données de température sont plus complètes sur l'intervalle 2000-2022. En effet, entre 1960 et 2000 de nombreuses informations manquent pour tous les mois de janvier à décembre, ce qui rend l'utilisation de cette période non pertinente pour cette analyse. En revanche, de 2000 à 2022, les données climatiques sont disponibles pour l'ensemble des mois, bien que certaines journées restent incomplètes. Quant aux données de pêche, elles couvrent la période de 1950 à 2019. Afin d'harmoniser le traitement et faire une bonne analyse des données, les informations météorologiques et halieutiques ont été restreintes à la période commune de 2000 à 2019.

Cette limitation vise à éviter l'impact des données manquantes et à garantir une cohérence entre les deux bases. Ainsi, pour permettre leur exploitation conjointe, un travail d'harmonisation et de correction a été nécessaire, depuis l'importation des données issues des différentes plateformes jusqu'à leur traitement final.

3.1.1 Données climatiques

L'étude nécessite des données climatiques précises. Elles proviennent du jeu de données GHCN-Daily de la NOAA, accessible depuis la plateforme CDO, qui couvre un vaste réseau de stations météorologiques à travers le monde. Toutefois, il apparaît qu'il y a une absence d'informations sur les précipitations pour la zone et la période considérées. Seules les données relatives aux températures étaient disponibles et exploitables et ont alors été retenues dans le cadre de cette étude. Ces données comportent les variables température moyenne, température maximale et température minimale. La température moyenne est la moyenne arithmétique de la température maximale journalière et de la température minimale journalière conformément à la documentation de la NOAA (NOAA, 2024a). Dans le but d'avoir le plus d'informations possible, les températures journalières en degré Celsius (°C) ont été collectées dans certaines régions du Sénégal, car l'information n'existe pas pour toutes les régions. Ensuite, la moyenne de la température journalière a été calculée pour l'ensemble des régions disponibles incluant les régions de Dakar, Saint-Louis et Ziguinchor. Certaines journées présentaient des données manquantes qui ont été complétées par l'utilisation d'une **extrapolation linéaire**. Ce travail de réajustement s'est limité aux températures moyennes quotidiennes parce que pour les températures minimales et maximales, il y avait trop d'informations manquantes. De 2000 à 2019, le pourcentage de données manquant est de 0,0137 % pour les températures moyennes tandis qu'il est de 42,61 % et 28,62 % respectivement pour les températures minimales et maximales.

Dans le cadre de cette étude, les températures ont été regroupées en cinq intervalles :]19 °C ; 23 °C [, [23 °C ; 25 °C [, [25 °C ; 27 °C [, [27 °C ; 29 °C [et [29 °C ; 32 °C [, exprimés en degrés Celsius. Cette classification vise à faciliter l'analyse de la distribution

des températures selon des seuils définis, en vue d'une meilleure interprétation de leurs effets potentiels sur les variables étudiées. Ce genre de regroupement est commun dans l'analyse des effets des températures extrêmes (Kabore et Rivers, 2023). À l'aide du logiciel Excel, chaque observation thermique enregistrée entre 2000 et 2019 a été attribuée à l'intervalle correspondant pour chacune des années. Ceci a permis de comptabiliser, pour chaque année, le nombre de fois que la température journalière se trouve dans les intervalles de température prédéfinis (figure 2).

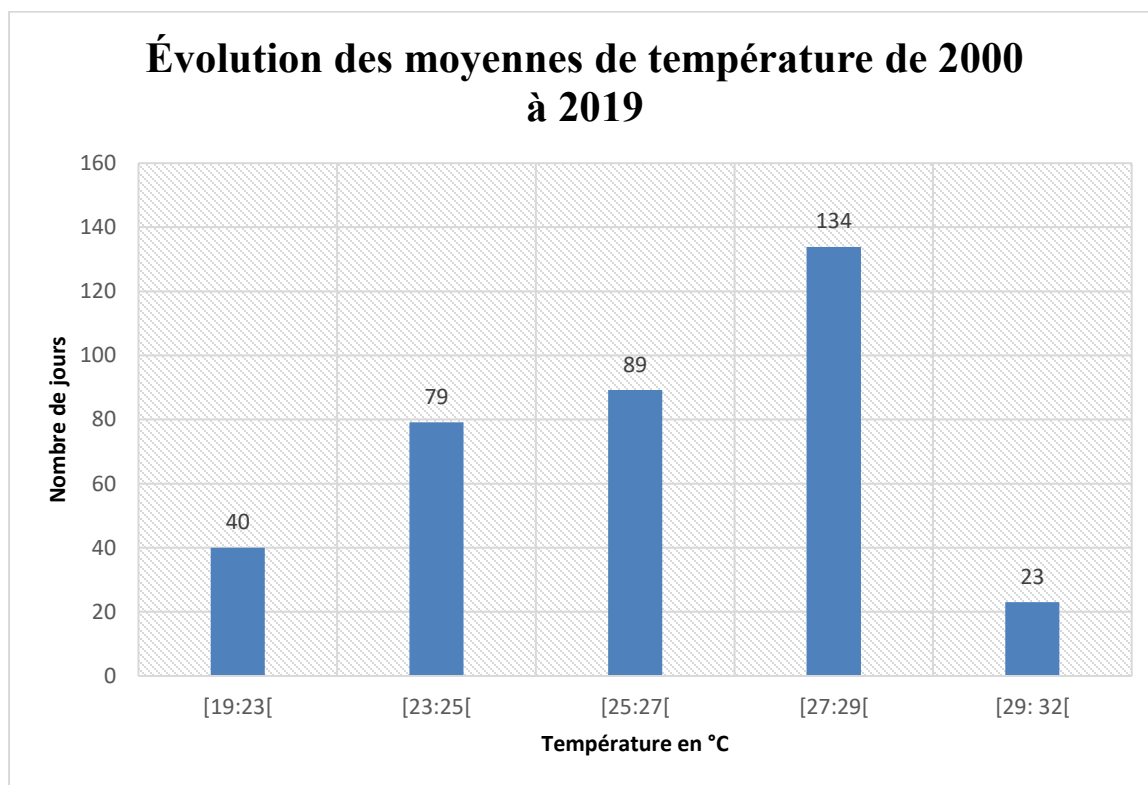


Figure 2. Évolution des intervalles de température de 2000 à 2019

La figure 2 représente une distribution annuelle moyenne des températures au Sénégal sur la période 2000 à 2019. Sur cette période, les températures inférieures à 23 °C sont de 40 jours en moyenne chaque année. En moyenne, pendant 79 jours dans l'année les températures moyennes sont comprises entre 23 °C et 25 °C. La température moyenne se trouve entre 25 °C et 27 °C durent environ 89 jours. L'intervalle de température variant entre 27 °C et 29 °C compte le plus grand nombre de jours par année avec une moyenne de

134 jours. Dans cette distribution, il est observé au Sénégal que le mode de la distribution se situe entre 27 °C et 29 °C, indiquant qu'il est plus fréquent que la température moyenne soit dans cet intervalle. Ces données offrent une vue détaillée de la répartition des températures moyennes pour une année typique. Ainsi il y a 84,8 % ($100 * [79 + 89 + 134] / 365$) de chance que la température se situe dans l'intervalle 23 °C à 29 °C dans une année typique (365 jours).

3.1.2 Données de pêche

Cette étude vise à comprendre l'impact des températures extrêmes sur les activités de pêche. Il est donc impératif d'avoir des informations sur la pêche en plus des données climatiques. Dans ce sens, un ensemble de données sur la pêche a été collecté et va constituer la base de données sur la pêche.

Les informations de pêche concernent les prises provenant de la zone économique exclusive du Sénégal et viennent de la plateforme Sea Around Us (Pauly et al., 2020). Les données collectées sur la pêcherie renferment plusieurs informations importantes telles que la zone de pêche, l'année de pêche, le type de pêche, l'engin de pêche utilisé, la finalité des captures, le nom des espèces débarquées, la valeur et la quantité des captures, etc. Les données originales couvrent la période 1950 à 2019. Afin d'arrimer cette information aux données climatiques décrites plus haut, la période 2000 à 2019 a été considérée. Il convient toutefois de souligner qu'à partir des données disponibles, la pêche artisanale regroupe cent soixante et onze espèces, la pêche industrielle en compte trois cent trente et une, la pêche de subsistance en dénombre trois, tandis que la pêche récréative ne repose que sur une seule espèce.

Au Sénégal, quatre types de pêche sont principalement pratiqués : la pêche artisanale, la pêche industrielle, la pêche de subsistance et la pêche récréative. Chacun de ces types de pêche a ses spécificités.

La pêche artisanale, pratiquée à petite échelle par des pêcheurs locaux à l'aide de techniques traditionnelles telles que les pirogues et les filets, vise principalement à satisfaire les besoins alimentaires locaux et à soutenir les communautés côtières. Cette activité, historiquement la plus répandue au Sénégal, connaît toutefois une tendance à la baisse continue entre 2000 et 2019. Elle totalise tout de même cent soixante et onze espèces débarquées sur la période étudiée. La baisse des mises à terre est particulièrement marquée après 2014, comme l'indique le graphique associé (figure 3). Les baisses de débarquements sur la période 2000 et 2019 dans le secteur artisanal seraient causées par une modification dans les habitudes de pêche de certains pêcheurs qui mettent l'accent sur d'autres espèces moins accessibles (Thiaw et al., 2017). La diminution des débarquements observée entre 2000 et 2010, en particulier pour l'espèce *Epinephelus aeneus*, pourrait s'expliquer par la surpêche et la surexploitation des ressources halieutiques de manière générale (Ndiaye et al., 2013).

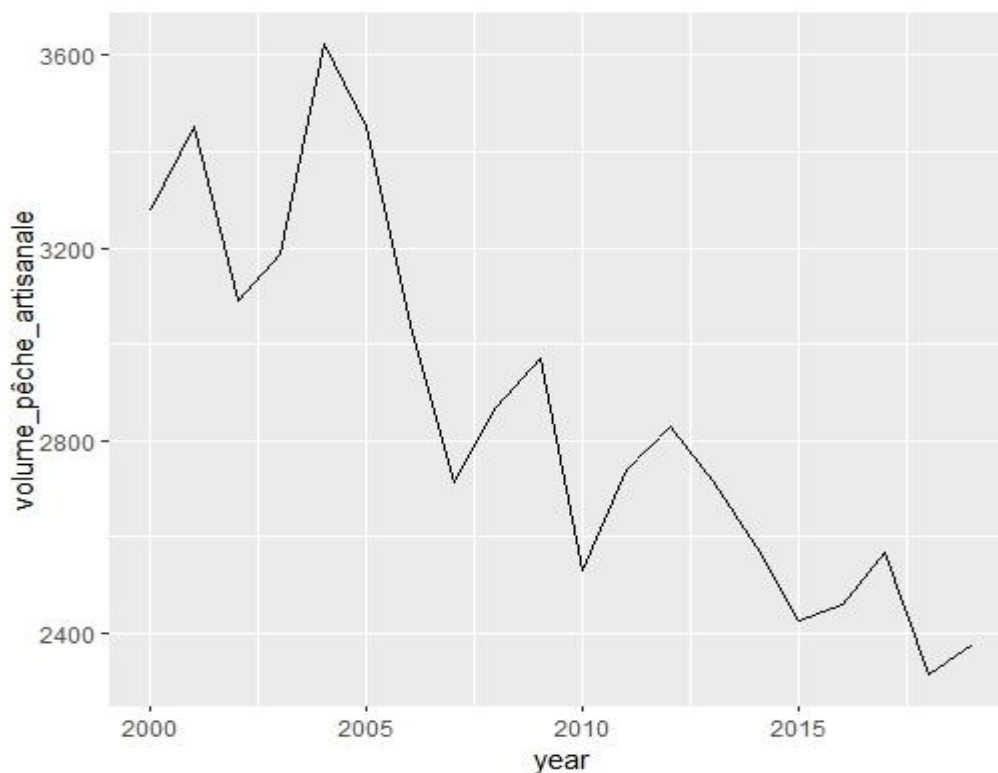


Figure 3. Volume annuel moyen par espèce de la pêche artisanale de 2000 à 2019

La pêche industrielle, quant à elle, caractérisée par l'utilisation de navires de grande taille et de technologies sophistiquées, a pour objectif principal de capturer de grandes quantités de poissons destinées à l'exportation, notamment le thon et les poissons pélagiques. Bien qu'étant un pilier stratégique pour l'économie nationale, cette activité présente également une baisse significative des captures entre 2000 et 2019 avec trois cent trente et une espèces présentes dans les débarquements (figure 4).

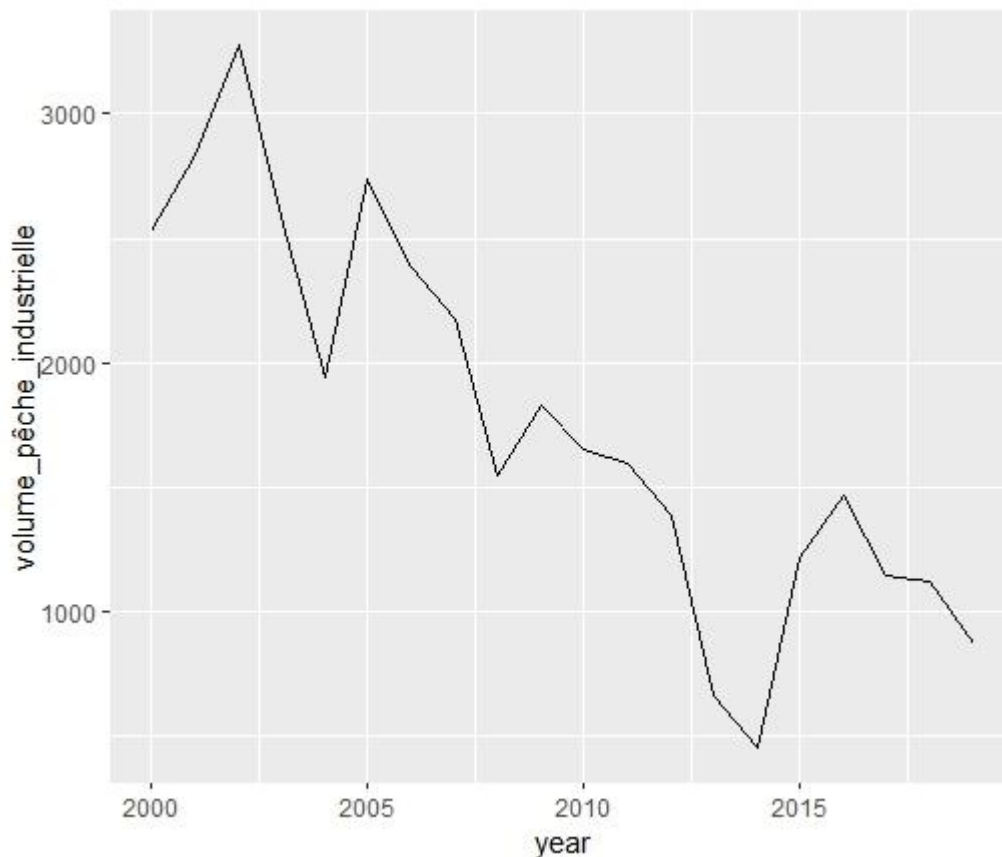


Figure 4. Volume annuel moyen par espèce de la pêche industrielle de 2000 à 2019

La pêche de subsistance, pratiquée principalement par les communautés les plus vulnérables, repose sur des méthodes simples et peu destructrices pour l'environnement, visant à subvenir aux besoins alimentaires des populations. Néanmoins, l'évolution des captures (avec trois espèces débarquées) au cours de la période étudiée à l'image de la pêche artisanale et celle industrielle montre une baisse progressive de cette activité (figure 5).

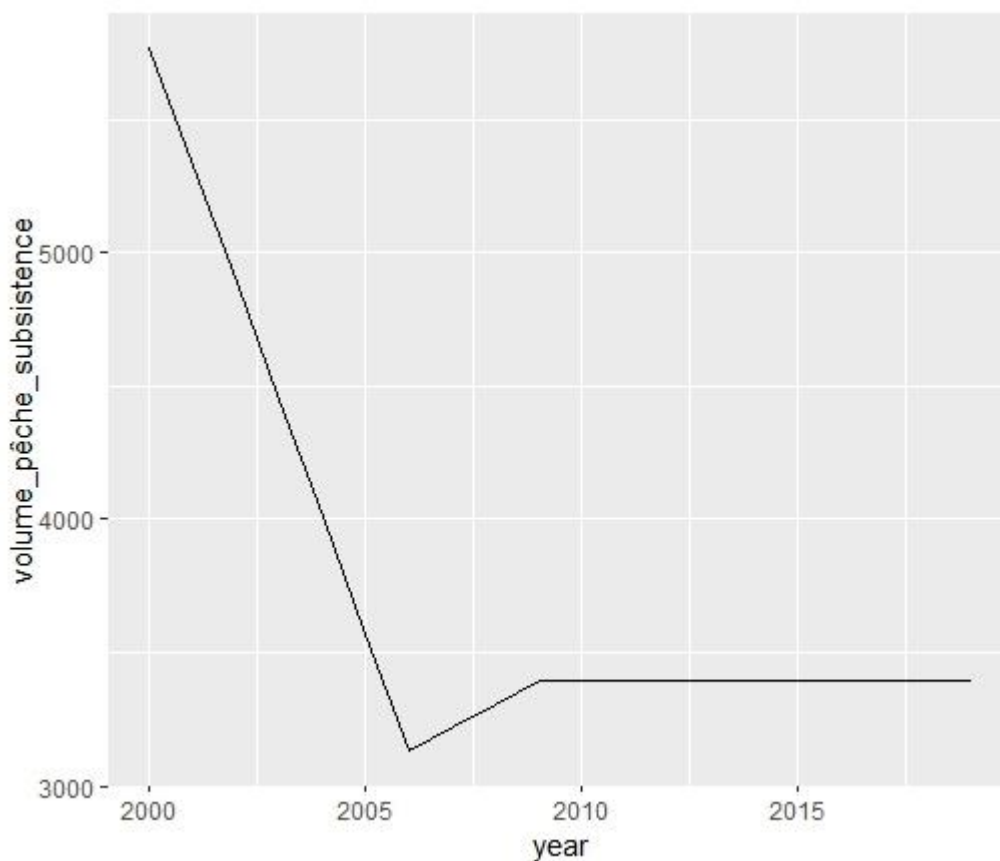


Figure 5. Volume annuel moyen par espèce de la pêche de subsistance de 2000 à 2019

À l'inverse des autres formes de pêche, la pêche récréative, définie comme une activité pratiquée principalement à des fins de détente, a connu une croissance fulgurante au Sénégal entre 2000 et 2019, avec une seule espèce débarquée. Les touristes et les pêcheurs amateurs, séduits par la diversité des espèces marines et la beauté des côtes sénégalaises, se tournent de plus en plus vers cette pratique, respectueuse de l'environnement. Bien que représentant une petite portion des captures totales, la pêche récréative joue un rôle important dans la diversification de l'offre touristique et dans la préservation des écosystèmes marins. En effet, les effets environnementaux de cette forme de pêche sont bien moins notables comparés à ceux de la pêche industrielle ou artisanale. L'essor de la pêche récréative s'explique par la montée en puissance du tourisme écologique, lequel bénéficie de l'amélioration des

infrastructures et des services spécialisés, tels que les guides de pêche ou les compétitions sportives (figure 6).

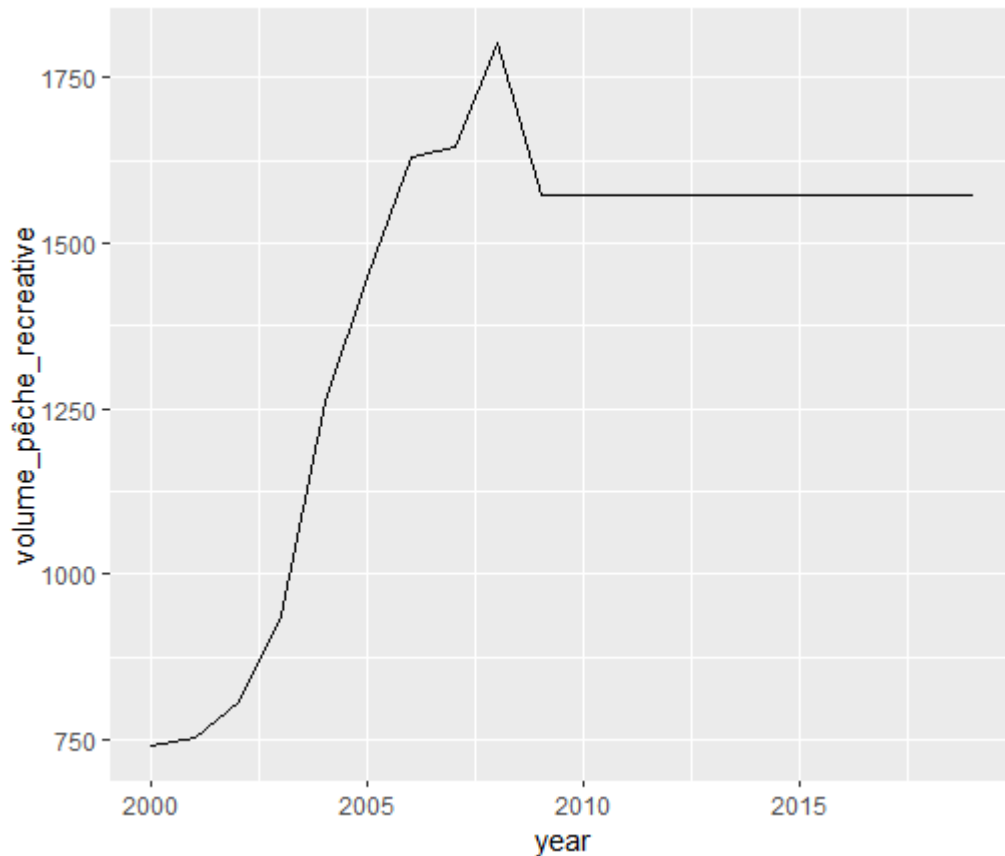


Figure 6. Volume annuel moyen par espèce de la pêche récréative de 2000 à 2019

Au regard de l'ensemble des données disponibles et du fait qu'il existe un nombre très limité d'observations annuelles pour la pêche récréative et celle de subsistance, avec respectivement seulement 20 et 60 observations sur la période 2000-2019, il devient difficile de formuler des conclusions fiables et représentatives concernant ces segments de la pêche. Par conséquent, pour le reste de l'analyse, il convient de se concentrer sur la pêche artisanale et la pêche industrielle, qui sont mieux documentées et fournissent un ensemble de données plus substantiel, permettant ainsi une exploration plus approfondie des tendances et des dynamiques observées. Cette approche permettra d'examiner de manière plus détaillée

l'évolution de ces deux formes de pêche, lesquelles représentent les secteurs de la pêche les plus significatifs tant d'un point de vue économique que social pour le Sénégal.

3.1.3 Mise en commun des données et hypothèses

Le travail repose sur l'exploitation de deux bases de données, une base de données qui mesure les températures atmosphérique (ou terrestre) au Sénégal de 2000 à 2019 et une seconde base de données qui rassemble les captures de la pêche artisanale, de la pêche industrielle, de la pêche récréative et de la pêche de subsistance pour l'ensemble du Sénégal et non pas par zone de débarquement.

Pour mener à bien cette étude, la base de données de la température a été associée à celle de la pêche par année. L'unité d'analyse est les différentes espèces de poissons pêchés dans le temps. Le reste de l'analyse a été faite à partir de l'utilisation du logiciel R version 4.3.2.

Une série d'hypothèses a été effectuée afin de mener à bien cette étude. Une première hypothèse, sous-jacente, à cette analyse, est que les données de température sont représentatives de toutes les zones de pêche au Sénégal. La deuxième hypothèse considère que les espèces de poissons sont équitablement distribuées dans toutes les zones de pêche au Sénégal. Les températures atmosphériques vont constituer la base de données climatiques étant donné que les températures océaniques ne sont pas disponibles. Ainsi l'hypothèse selon laquelle les températures terrestres sont fortement corrélées aux températures océaniques a été privilégiée.

3.2 ANALYSE DESCRIPTIVE

La pêche de subsistance constitue le secteur avec la plus grande quantité de poissons capturés par espèce, s'élevant à 3751,5 tonnes en moyenne, suivie par la pêche artisanale (2862,3 tonnes), la pêche récréative (1416,8 tonnes) et la pêche industrielle (1777,2 tonnes). Cela s'explique notamment par le fait que très peu d'espèces sont dans la catégorie de pêche

de subsistance. En revanche, bien que la pêche industrielle ait un volume de captures relativement faible, elle présente un écart-type particulièrement élevé (12 920,2 tonnes), indiquant une grande variabilité dans les prises. Ce fort écart-type dans plusieurs secteurs, en particulier pour la pêche industrielle et artisanale, suggère que les quantités capturées varient de manière significative au fil des années. La pêche industrielle totalise à son compte un nombre plus élevé d'espèces débarquées. Sur le total d'espèces de 506 pour tous les types de pêche, la pêche industrielle compte 331 espèces, soit plus de 50 % des espèces débarquées. La pêche artisanale, elle aussi, compte une variété d'espèces (171 espèces) dans les débarquements à l'image de la pêche industrielle. Cependant, la pêche de subsistance et la pêche récréative totalisent respectivement trois variétés d'espèces et une seule variété d'espèces.

Tableau 1

Tableau descriptif des données de pêche et des données climatiques

1

Nom des variables	Type de pêche	Moyenne	Écart-type standard	Nombre d'espèces
]19 °C ; 23 °C [		40,0	17,16	-
[23 °C ; 25 °C [		79,1	17,45	-
[25 °C ; 27 °C [		89,2	13,49	-
[27 °C ; 29 °C [		133,9	15,47	-
[29 °C ; 32 °C [		23,1	13,64	-
Quantité pêchée	Tous les types de pêche	2451,946	6 979,627 6	506
	Industrielle	1777,179	12 920,2	331
	Artisanale	2862,295	12 614,02	171
	Récréative	1416,784	327,762 4	1
	Subsistance	3751,526	2056,528	3
Valeur de la pêche	Tous types de pêche	3 311 812,5	11 667 167,83	506
	Industrielle	2 431 293	21 822 596	331
	Artisanale	4 182 250	21 139 924	171
	Récréative	1 357 124	408 822,3	1
	Subsistance	5 276 583	3 297 329	3

D'un point de vue économique, la pêche de subsistance génère la plus grande valeur en moyenne, estimée à 5 276 583 \$ US par espèce, suivie de près par la pêche artisanale (4 182 250 \$ US par espèce) et la pêche récréative (1 357 124 \$ US par espèce). À l'inverse, bien que la pêche industrielle soit soumise à des régulations strictes, elle génère une valeur plus modeste, de 2 431 293 \$ US par espèce, comparée aux autres formes de pêche. L'écart-

¹ Les quantités sont en tonne (t) et les valeurs sont en dollars US (\$ US)

type le plus important est observé dans la pêche artisanale, avec un montant atteignant 21 139 924 \$ US, ce qui reflète une grande disparité dans les revenus générés par ce secteur.

Il apparaît clairement que la pêche de subsistance domine en termes de volumes de captures et de valeur économique, mettant en évidence son rôle fondamental dans l'approvisionnement alimentaire et l'économie locale. Les écarts-types élevés dans plusieurs secteurs témoignent de la variabilité des captures et des revenus, qui peuvent être influencés par des éléments externes comme les variations saisonnières ou les spécificités géographiques des zones de pêche. Comme c'est mentionné plus haut, dû au faible nombre d'espèces dans la catégorie pêche de subsistance et pêche récréative, le reste de l'analyse va se focaliser sur les pêches artisanale et industrielle.

CHAPITRE 4

MÉTHODOLOGIE

La présente section expose les instruments d'analyse mobilisés pour l'examen rigoureux des données collectées. Dans cette partie se fera la présentation des méthodes d'analyse utilisées. Ces dernières sont entre autres la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO), permettant de tester des hypothèses et d'estimer les relations entre les variables, ainsi que la méthode à effets fixes, servant à neutraliser l'effet des caractéristiques inobservables et invariantes dans le temps et propre à chaque entité observée, afin de les comparer aux autres entités.

Enfin, une analyse de robustesse des résultats obtenus, sous la forme d'une analyse de sensibilité, sera conduite. Cette étape vise à interroger la stabilité des résultats obtenus en modifiant les conditions. Ainsi, les températures seront redistribuées de manière aléatoire dans le temps afin d'évaluer dans quelle mesure les résultats initiaux demeurent valides sous des conditions moins déterministes.

4.1 MÉTHODE DES MOINDRES CARRÉS ORDINAIRES

Les moindres carrés ordinaires (MCO) constituent une méthode classique d'estimation des relations entre variables. Elle représente une des techniques économétriques les plus souvent utilisées dans l'estimation des relations linéaires entre une variable dépendante et un ensemble de variables explicatives. Elle consiste à une minimisation de la somme des carrés des résidus, c'est-à-dire des écarts entre les valeurs observées et celles prévues par le modèle. Elle peut être utilisée avec les données de panel à disposition (Gujarati et Porter, 2009; Kennedy, 2001; Wooldridge, 2016, 2023).

$$Y_{it} = X_{it}\beta + \delta_t + \varepsilon_{it}$$

Y_{it} : Volume de débarquement d'une espèce i à la période t

X_{it} : Variables explicatives : **Temp1, Temp2, Temp3, Temp4, Temp5**

δ_t : Représente l'effet fixe temporel. Autrement dit, cette variable permet de contrôler les variations qui affectent Y_{it} dans le temps.

ε_{it} : Terme d'erreur

La forme de l'équation choisie dans le cadre de ce mémoire est basée sur les études de Deschenes et Greenstone (2007) et Kabore et Rivers (2023). Elle s'écrit comme suit :

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 Temp1 + \beta_2 Temp2 + \beta_3 Temp3 + \beta_4 Temp4 + \beta_5 Temp5 + \delta_t + \varepsilon_{it}$$

L'objectif est d'obtenir des estimateurs linéaires, non biaisés et efficaces sous certaines conditions, notamment la linéarité, l'exogénéité des régresseurs, l'homoscédasticité des erreurs, l'absence d'autocorrélation et l'indépendance des observations (Greene, 2018). La méthode des moindres carrés paraît simple, mais ne convient pas parfaitement aux données de panel utilisées dans ce travail. En effet, cette méthode présente plusieurs limites. L'estimation ne prend pas en compte certains facteurs ou effets pouvant impacter les volumes de débarquement dans le temps d'une espèce i donnée (Wooldridge, 2012, 2023). Les MCO sont particulièrement appropriés dans les analyses de données en coupe transversale ou en séries temporelles simples, lorsque les différences entre unités d'observation ne sont pas significatives ou considérées comme aléatoires (Hsiao, 2014). La validité du coefficient de régression repose sur le respect préalable de la condition de linéarité entre les variables. (Tadjine et Layadi, 2016). La validité des estimations obtenues par la méthode des moindres carrés repose sur l'hypothèse d'une relation linéaire entre les variables explicatives et la variable à expliquer (Gujarati et Porter, 2009). L'omission de variables pertinentes, corrélées aux variables explicatives, peut faire que les estimations soient biaisées. Ce modèle produit aussi des estimations instables dans la mesure où il y a une multi colinéarité. Autrement dit, les impacts des variables explicatives sont difficilement isolables en cas de forte corrélation entre elles (Kennedy, 2001; Verbeek, 2004; Wooldridge, 2010). Les espèces ont des différences tant du point de vue des écosystèmes, des orientations écologiques, de l'alimentation, de la morphologie et de la migration. Ces derniers paramètres, avec une

grande influence sur la disponibilité et les débarquements de poissons, ne sont pas pris en compte par les MCO (Baltagi, 2005). Ainsi il y aura une corrélation des températures à des facteurs non observés. Ceci va biaiser l'estimation des coefficients β et fausser l'interprétation.

La méthode à effets fixes permet de comparer chaque espèce à elle-même et aux autres espèces à travers le temps. Cette approche devient ainsi plus efficace que celle des MCO dans le cas où il existe des facteurs non observables qui ne varient pas dans le temps, spécifiques à chaque espèce qui sont pris en compte. Ces facteurs incluent la physiologie, le comportement migratoire ou des préférences écologiques. Les estimations issues des MCO potentiellement biaisées car ne permettant pas de prendre ces facteurs en compte (Kennedy, 2001). En contrôlant ces effets fixes, le modèle permet de neutraliser cette source de biais et d'éviter une corrélation entre les températures et d'autres variables omises, mais constantes. Par conséquent, en intégrant ces spécificités non observées, la méthode à effets fixes s'impose comme une approche économétrique plus robuste que les MCO, en particulier dans le traitement des données de panel (Cameron et Trivedi, 2005).

4.2 MÉTHODE À EFFETS FIXES

Le modèle de régression linéaire multiple à effets fixes constitue une approche statistique grandement sollicitée dans le but de passer en revue l'effet de plusieurs facteurs explicatifs sur une variable d'intérêt, tout en tenant compte des caractéristiques propres aux unités d'analyse dont les attributs ne varient pas dans le temps. Cette méthodologie est particulièrement utile lorsqu'il s'agit d'évaluer l'impact de variables évolutives sans être biaisé par des éléments structurels immuables propres à chaque individu, entreprise, pays ou espèce (Greene, 2018; Wooldridge, 2012, 2016).

L'introduction d'effets fixes dans un modèle économétrique vise principalement à corriger les biais causés par l'omission de certaines variables et à améliorer la précision des estimations. En neutralisant les différences structurelles entre unités d'analyse, ce procédé permet d'obtenir des résultats plus robustes (Baltagi, 2005; Cameron et Trivedi, 2005). Lors

de l'estimation d'un modèle à effets fixes, une question centrale réside dans le choix entre cette spécification et celle des effets aléatoires.

Ce type de modèle trouve des applications dans divers domaines, allant de l'économie aux sciences sociales, en passant par la finance et l'écologie. Dans le secteur des pêches et de la gestion des ressources maritimes, il est utilisé afin d'analyser les impacts des fluctuations environnementales sur les niveaux de débarquements. Cette approche permet ainsi de prendre en compte les différences inhérentes à chaque espèce étudiée et d'évaluer avec plus de précision les dynamiques en cours (Stock et Watson, 2020).

L'analyse économétrique sera faite en se basant sur la méthode à effets fixes. Il y aura une détermination de l'impact des variations des températures sur le volume de pêche.

Pour cette analyse, l'équation est donnée ci-dessous :

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 Temp1 + \beta_2 Temp2 + \beta_3 Temp3 + \beta_4 Temp4 + \beta_5 Temp5 + \theta_i + \delta_t + \varepsilon_{it}$$

Le volume et la valeur des débarquements correspondant à chaque espèce pour une année donnée sont représentés par la variable Y_{it} . Ces données, de nature continue, ont été transformées en logarithme népérien afin d'améliorer l'analyse statistique. En effet, le logarithme permet d'avoir une relation linéaire entre variables économiques et environnementales (Greene, 2018). Par ailleurs, les distributions de ces variables se caractérisent souvent par une asymétrie marquée, avec une forte concentration de valeurs faibles et la présence de quelques valeurs extrêmes élevées. L'application de la fonction logarithme aide à obtenir une distribution normale avec moins de dispersions dans les valeurs (faibles et élevées) (Wooldridge, 2012). Ce type de transformation permet une interprétation en pourcentage des résultats du modèle (les effets marginaux peuvent être traduits en variations relatives) (Gujarati et Porter, 2009). Il rend plus simple l'interprétation des coefficients estimés dans un modèle linéaire (Gujarati et Porter, 2009). Par exemple, un coefficient (β_1) de 0,04 ou 0,05 représente une augmentation de 4 % ou 5 % de la variable dépendante pour chaque unité supplémentaire de la variable explicative (Gujarati et Porter,

2009; Stock et Watson, 2020). Autrement dit, une valeur de $\beta_1=0,06$ indique, par exemple, qu'une augmentation de 1 % de la variable explicative entraîne une hausse de 6 % de la variable dépendante (Stock et Watson, 2020). En plus de permettre la correction de certains biais, dus à l'instabilité de la variance des erreurs (hétéroscédasticité) (Kennedy, 2001) et de rendre un modèle beaucoup plus robuste (Osborne, 2002), elle permet d'avoir une linéarité dans certaines relations non linéaires (Wooldridge, 2013). En d'autres termes, la transformation en logarithme favorise la stabilisation de la variance, d'améliorer la validité des inférences statistiques et de mieux respecter les hypothèses du modèle de régression linéaire (Kennedy, 2001).

Les variables **Temp1**, **Temp2**, **Temp3**, **Temp4**, **Temp5** représentent les intervalles de températures moyennes ($[19\text{ }^{\circ}\text{C} ; 23\text{ }^{\circ}\text{C}]$, $[23\text{ }^{\circ}\text{C} ; 25\text{ }^{\circ}\text{C}]$, $[25\text{ }^{\circ}\text{C} ; 27\text{ }^{\circ}\text{C}]$, $[27\text{ }^{\circ}\text{C} ; 29\text{ }^{\circ}\text{C}]$ et $[29\text{ }^{\circ}\text{C} ; 32\text{ }^{\circ}\text{C}]$) mesurées pour chaque année de 2000 à 2019. Elles permettent d'examiner l'impact relatif de chaque intervalle de températures sur le volume et la valeur des débarquements.

L'effet fixe spécifique aux espèces, noté θ_i , vise à comparer chaque espèce à elle-même au fil du temps, en tenant compte des variations de température. Ce paramètre contrôle les caractéristiques biologiques et écologiques propres à chaque espèce, telles que la tolérance aux changements thermiques et les stratégies d'adaptation (Cameron et Trivedi, 2005).

Quant à l'effet fixe temporel δ_t , il permet d'intégrer les facteurs qui évoluent au fil des années, mais restent communs à l'ensemble des espèces étudiées. Parmi ces éléments figurent les politiques de gestion des pêches, les dynamiques économiques, les tendances climatiques globales ou encore les évolutions réglementaires en matière environnementale (Cameron et Trivedi, 2005).

Par son pouvoir de neutralisation de l'influence des caractéristiques inobservables et invariables dans le temps propre à chaque espèce (ou unité d'observation), les effets fixes permettent de garantir une meilleure identification des effets des variables climatiques. Les

températures ont été introduites dans le modèle sous forme de variables indicatrices représentant des intervalles de valeurs ($]19^{\circ}\text{C} ; 23^{\circ}\text{C} [$, $[23^{\circ}\text{C} ; 25^{\circ}\text{C} [$, $[25^{\circ}\text{C} ; 27^{\circ}\text{C} [$, $[27^{\circ}\text{C} ; 29^{\circ}\text{C} [$ et $[29^{\circ}\text{C} ; 32^{\circ}\text{C} [$), chaque intervalle étant codé en variable binaire. L'intervalle de référence ($[25^{\circ}\text{C} ; 27^{\circ}\text{C} [$), exclu du modèle, permet d'interpréter les coefficients estimés des autres plages en termes de comparaison relative. En effet, un coefficient positif associé à un intervalle donné indique que, toutes choses égales par ailleurs, les températures se situant dans cette plage sont corrélées à une augmentation relative de la variable dépendante (volume ou valeur des débarquements), par rapport à l'intervalle de référence. Cependant, un coefficient négatif traduit une baisse relative du volume ou de la valeur des débarquements pour cette plage de température, toujours en comparaison avec l'intervalle de référence, et après contrôle des effets fixes propres à chaque espèce. Ce type d'interprétation s'applique dans la mesure où les coefficients sont statistiquement significatifs. Par exemple, un signe négatif associé à l'intervalle $[29^{\circ}\text{C} ; 32^{\circ}\text{C} [$ indiquerait que des températures très élevées tendent à réduire les captures, après élimination des biais liés aux caractéristiques fixes des espèces et vice-versa.

CHAPITRE 5

RÉSULTATS

Dans cette partie, sont exposés les principaux résultats issus de l'analyse économétrique menée selon les procédures méthodologiques décrites précédemment. Afin de permettre une lecture affinée des relations entre les variables étudiées, les estimations obtenues à partir du modèle à effets fixes ont été mobilisées pour l'interprétation des données.

Les résultats des tests de sensibilité sont également présentés, afin d'apprécier la robustesse des estimations face à une redistribution aléatoire des températures dans le temps. Cette approche permet de vérifier si les conclusions initiales résistent à une perturbation de la structure temporelle et d'identifier d'éventuelles fragilités dans le modèle. Elle permet de ce fait une lecture plus nuancée des dynamiques en jeu, indispensable à la construction d'une analyse rigoureuse.

5.1 ANALYSE PRINCIPALE

Cette section présente les résultats principaux de l'estimation avec la méthode à effets fixes. L'analyse porte sur l'impact des variations de température, sur le volume des débarquements, et sur leur valeur économique.

5.1.1 Sur le volume

Cette section présente les résultats obtenus de l'estimation avec la méthode à effets fixes pour analyser l'influence des températures sur les quantités débarquées dans la pêche.

Tableau 2
Analyse de l'impact des températures sur les volumes débarqués de la pêche artisanale et
de la pêche industrielle

Intervalle de température	Volumes (x100)	
	Pêche industrielle	Pêche artisanale
]19 °C ; 23 °C [	Estimate = -0,00681 96 S.E = 0,24835 p-value = 0,9978	Estimate = -0,107709 S.E = 0,178145 p-value = 0,5455
[23 °C ; 25 °C [	Estimate = 0,77955*** S.E = 0,29597 p-value = 0,008477	Estimate = 0,022294 S.E = 0,212624 p-value = 0,9165
[25 °C ; 27 °C [-----	-----
[27 °C ; 29 °C [	Estimate = 0,58960** S.E = 0,29944 p-value = 0,0490	Estimate = 0,117707 S.E = 0,215383 p-value = 0,5848
[29 °C ; 32 °C [	Estimate = 0,58600* S.E = 0,33945 p-value = 0,0844	Estimate = 0,337127 S.E = 0,245707 p-value = 0,1702
Nombre d'observations	4112	2746
Effets fixes espèces	Oui	Oui
Effets fixes années	Oui	Oui

2

Le tableau 2 présente les résultats de régressions réalisées qui montrent l'impact des températures sur le volume de débarquement de la pêche industrielle et de la pêche artisanale. L'intervalle de référence est l'intervalle de température [25 °C ; 27 °C [.

² *, **, et *** représentent respectivement une signification des coefficients au seuil de 10 %, 5 %, et 1 %. L'unité d'observation est chaque espèce. Le volume des débarquements est en tonne.

Pour la pêche industrielle, les résultats indiquent que, par rapport à l'intervalle de température de référence [25 °C ; 27 °C [, les températures inférieures à 23 °C n'ont aucun effet significatif sur le volume débarqué (avec $p = 0,9978$) comparé à l'intervalle de référence. Les températures se situant entre 23 °C et 25 °C ($p = 0,0085$) de même que celles situées entre 27 °C et 29 °C ($p = 0,0490$) ont un effet positif significatif, renvoyant à une augmentation du volume de pêche dans ces intervalles de température comparé à la température de référence. Les températures supérieures à 29 °C ont un effet positif, signifiant une augmentation des captures de 0,5 % comparé à l'intervalle de référence. Les températures au-dessus de 23 °C favorisent une augmentation additionnelle des prises dans le secteur industriel. Ces augmentations varient entre 0,59 % et 0,78 % représentant des captures supplémentaires variant entre 10,5 tonnes et 13,9 tonnes. Contrairement à la pêche industrielle, il n'y a pas de preuves statistiquement significatives selon laquelle les différents intervalles de température ont un impact quelconque sur le volume des débarquements de la pêche artisanale.

Pour la pêche artisanale, aucun intervalle de température ne montre d'effet significatif par rapport à l'intervalle de référence [25 °C ; 27 °C [:

Les intervalles de température Temp23moins, Temp2325, Temp2729 et Temp29plus, ont tous des coefficients non significatifs ($p > 0,17$), indiquant une absence d'effet clair des températures sur le volume de pêche artisanale dans ce modèle.

5.1.2 Sur la valeur

Cette section présente les résultats obtenus de l'estimation avec la méthode à effets fixes pour analyser l'influence des températures sur les valeurs des quantités débarquées dans la pêche.

Tableau 3

Analyse de l'impact des températures sur les valeurs de la pêche artisanale et de la pêche industrielle

	Valeur (x100)	
Intervalles de température	Pêche industrielle	Pêche artisanale
]19 °C ; 23 °C [	Estimate = 0,09021 S.E = 0,25503 p-value = 0,7236	Estimate = -0,310828 S.E = 0,196375 p-value = 0,1136
[23 °C ; 25 °C [	Estimate = 0,78289*** S.E = 0,30375 p-value = 0,0099	Estimate = -0,267923 S.E = 0,234382 p-value = 0,2531
[25 °C ; 27 °C [-----	-----
[27 °C ; 29 °C [	Estimate = 0,88721*** S.E = 0,30760 p-value = 0,0039	Estimate = 0,274278 S.E = 0,237424 p-value = 0,2481
[29 °C ; 32 °C [	Estimate = 0,73246** S.E = 0,34837 p-value = 0,0356	Estimate = 0,050988 S.E = 0,270850 p-value = 0,8507
Nombre d'observations	4112	2746
Effets fixes espèces	Oui	Oui
Effets fixes années	Oui	Oui

Les estimations montrent que plusieurs intervalles de température génèrent des effets positifs significatifs sur la valeur de la pêche industrielle, en comparaison avec l'intervalle de référence [25 °C ; 27 °C [.

Les résultats trouvés dans le tableau 3 sont cohérents avec les résultats du tableau 2. Les températures situées au-dessus de 23 °C, comparativement à l'intervalle de référence,

présentent un impact positif et significatif sur la valeur des débarquements de la pêche industrielle. Ces coefficients varient entre 0,73 % et 0,89 % représentant une augmentation du flux monétaire variant entre 17 748 \$ US et 21 638 \$ US. Ces résultats sont en phase avec l'augmentation supplémentaire des quantités débarquées dans la pêche industrielle. Pour les températures inférieures à 23 °C, il n'y a pas d'effet additionnel, statistiquement significatif, sur la valeur des captures comparées à la température de référence. Vu que dans le tableau 2 les quantités n'ont pas été significativement affectées par les températures de moins de 23 °C, il est logique de s'attendre à ce que les valeurs aussi ne soient pas affectées.

Dans le cas de la pêche artisanale, aucun intervalle de température ne montre un lien significatif quant à la valeur des prises. Les coefficients relatifs aux intervalles plus froids comme plus chauds n'atteignent aucun seuil de signification statistique. Cela suggère que, dans les conditions analysées, la température n'est pas un déterminant majeur de la valeur générée par l'activité artisanale. Ce résultat est en phase avec les résultats du tableau 2 qui ne montrent aucun effet statistiquement significatif des températures sur les volumes de débarquements.

L'analyse des tableaux 2 et 3 montre indirectement les effets des températures sur le prix des espèces de poissons. Il semble que l'effet prix joue un rôle moins important dans la relation entre les températures et les quantités/valeurs des débarquements. Autrement dit, une augmentation additionnelle des quantités de pêche due aux températures élevées n'a aucun effet sur la variation des prix d'achat de la ressource en question. Les résultats semblent indiquer que les débarquements de poissons par espèces sont inélastiques, c'est-à-dire que le prix varie faiblement advenant une modification à la baisse ou à la hausse des prises.

5.2 ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Cet exercice consiste à redistribuer les températures de façon aléatoire dans le temps et estimer la relation entre la température et les volumes des débarquements. Cette analyse est répétée une trentaine de fois et dans la grande majorité des cas, les coefficients estimés devraient être non significatifs. Les figure 7 et figure 8 ci-dessous présentent les résultats de

la simulation pour les volumes des débarquements des secteurs de la pêche artisanale et de la pêche industrielle. Ce sont des histogrammes représentant les résultats de la simulation pour chaque intervalle de température par rapport au coefficient réel. Cette stratégie est la même que celle adoptée dans les travaux de Kabore et Rivers (2023) qui analysent l'impact des températures extrêmes sur la production des entreprises manufacturières au Canada.

5.2.1 Volume des débarquements de la pêche artisanale

Cette sous-section présente les histogrammes des coefficients issus des estimations des relations entre la température et les volumes des débarquements après une distribution aléatoire des températures sur la période 2000 à 2019.

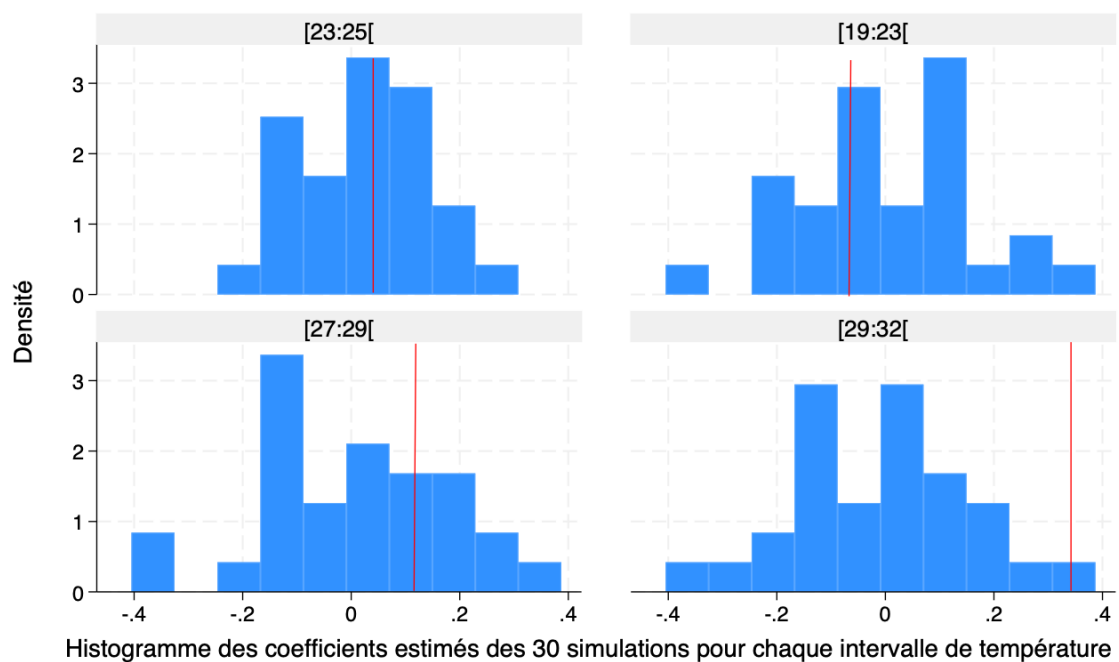


Figure 7. Histogramme d'estimation des coefficients pour la pêche artisanale

La figure 7 montre les résultats des simulations pour chaque intervalle de températures pour la pêche artisanale. Pour l'intervalle [19 °C ; 23 °C [, seul 10 % des coefficients sont significatifs au seuil de 5 % parmi les 30 simulations. Cet intervalle est légèrement distribué

vers la droite tandis que la vraie valeur se trouve à gauche de la distribution. Les coefficients obtenus des 30 simulations sur l'intervalle $[23\text{ }^{\circ}\text{C} ; 25\text{ }^{\circ}\text{C}]$ montrent que 0 % des coefficients est statistiquement significatifs au seuil de 5 %. Pour les intervalles de température $[27\text{ }^{\circ}\text{C} ; 29\text{ }^{\circ}\text{C}]$ et $[29\text{ }^{\circ}\text{C} ; 32\text{ }^{\circ}\text{C}]$, seuls 10 % et 6,66 % des coefficients simulés sont significatifs au seuil de 5 %. La majeure partie de la distribution se retrouve à gauche des coefficients réels. Les résultats de ces simulations montrent que les chances de se tromper restent minimales, suggérant ainsi une certaine robustesse de l'estimation initialement réalisée avec la méthode à effet fixe.

5.2.2 Volume des débarquements de la pêche industrielle

Cette sous-section présente les histogrammes des coefficients issus des estimations des relations entre la température et les volumes des débarquements de la pêche industrielle après une distribution aléatoire des températures.

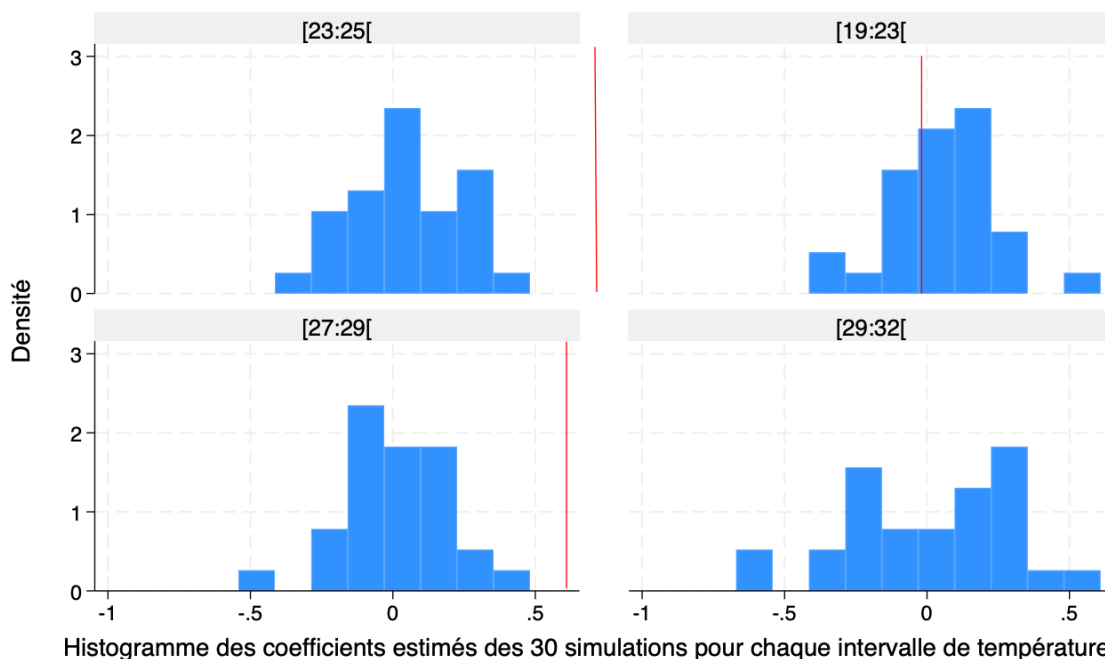


Figure 8. Histogramme d'estimation des coefficients pour la pêche industrielle

La figure 8 présente les résultats des 30 simulations pour chaque intervalle de températures pour la pêche industrielle. Sur les 30 estimations faites pour chaque coefficients, 3,33 % des coefficients sont significatifs pour les intervalles $[19^{\circ}\text{C} ; 23^{\circ}\text{C}]$, $[23^{\circ}\text{C} ; 25^{\circ}\text{C}]$, et $[27^{\circ}\text{C} ; 29^{\circ}\text{C}]$ et 10 % des coefficients sont significatifs pour l'intervalle $[29^{\circ}\text{C} ; 32^{\circ}\text{C}]$. La distribution des coefficients simulés est complètement à gauche du coefficient réel (en rouge) traduisant une divergence entre le coefficient réel et les résultats des simulations. Cependant pour l'intervalle $[19^{\circ}\text{C} ; 23^{\circ}\text{C}]$ la majorité des coefficients simulés sont répartis à droite du coefficient réel. Les coefficients ne sont pas distribués autour du coefficient réel. Ces résultats confirment la fiabilité du modèle utilisé pour l'estimation des relations entre les températures et les volumes des débarquements de la pêche industrielle.

CHAPITRE 6

DISCUSSION

Cette section présente la discussion des différents résultats issus des estimations du modèle à effets fixes et de l'analyse de sensibilité. Elle débute par un petit rappel de l'objectif de l'étude, puis propose une interprétation des résultats en les confrontant aux conclusions d'études antérieures mobilisées dans le cadre de ce travail. Elle énonce également les principaux apports théoriques et pratiques issus de l'analyse. Enfin, les limites de l'étude sont exposées, suivies de suggestions pour orienter les recherches futures.

6.1 RAPPEL DE L'OBJECTIF DE RECHERCHE

L'objectif principal de cette recherche consiste à examiner l'impact des variations de température extrêmes sur l'activité de pêche au Sénégal. Plus précisément, cette étude s'est concentrée sur les effets que ces températures peuvent avoir sur les volumes et les valeurs des débarquements de poissons, en prenant en compte les différents types de pêche pratiqués. L'étude s'est ainsi basée sur des données de pêche renseignant sur les types de pêche, les quantités, les valeurs des débarquements et sur les températures. Les objectifs spécifiques de cette étude sont entre autres :

- Analyser l'impact que les températures ont sur les volumes et les valeurs des débarquements;
- Mettre en lumière les sous-secteurs de la pêche les plus exposés aux conséquences des températures.

Cette étude permettra éventuellement de faire des suggestions de politiques publiques permettant d'atténuer les impacts des changements climatiques sur les activités de pêche au Sénégal.

6.2 INTERPRÉTATIONS DES RÉSULTATS

L'analyse montre que l'activité de pêche industrielle est significativement influencée par les variations de température, notamment dans les intervalles supérieurs à 23 °C. Comparativement à l'intervalle de référence [25 °C ; 27 °C [, les températures comprises entre 23 °C et 25 °C, celles entre 27 °C et 29 °C de même que celles supérieures à 29 °C provoquent une augmentation des volumes débarqués dans la pêche industrielle. À l'inverse, les températures inférieures à 23 °C n'ont aucun impact sur la performance de la pêche industrielle. Ceci suggère que la pêche industrielle s'adapte parfaitement aux variations thermiques élevées.

Ces tendances observées au niveau des volumes sont renforcées par les résultats relatifs à la valeur monétaire des débarquements. En effet, les températures situées au-dessus de 23 °C entraînent une augmentation de la valeur des captures. Ce résultat suggère que les températures plus élevées, en favorisant l'augmentation des quantités débarquées, contribuent également à accroître les revenus générés, sans entraîner de baisse sensible des prix unitaires. Cette relative inélasticité-prix indique que les hausses de production ne se traduisent pas par une dévalorisation de la ressource sur le marché, probablement en raison de mécanisme de régulation, de la stabilité de la demande ou de la valorisation des espèces ciblées par le segment industriel.

Contrairement à la pêche industrielle, les résultats concernant la pêche artisanale ne révèlent aucun effet significatif des températures sur les performances de pêche, que ce soit en termes de volumes ou de valeurs. Aucun des intervalles de température, qu'il s'agisse des températures inférieures à 23 °C, de celles comprises entre 23 °C et 25 °C, de celles allant de 27 °C à 29 °C, ou encore des températures supérieures à 29 °C, n'exerce d'effet significatif sur les volumes ni sur les valeurs des débarquements de la pêche artisanale, en comparaison avec l'intervalle de référence. Cela montre que la température ne constitue pas un facteur déterminant de la variation des captures ou des revenus dans le segment artisanal.

Cette stabilité apparente peut s'expliquer par le fait qu'il y a une moindre mobilité ou flexibilité des pirogues artisanales, une variabilité moins marquée dans les zones de pêche, ou encore un effort de pêche relativement constant, peu influencé par les conditions environnementales. De plus, la valeur des débarquements artisanaux ne semble pas réagir aux variations de température, ce qui confirme que l'effort de pêche et la composition spécifique des captures restent inchangés, quelles qu'en soient les conditions thermiques.

Pour autant, l'absence de coefficients significatifs dans le modèle ne doit pas être interprétée comme la preuve que le climat serait sans effet sur la pêche artisanale. Elle pourrait renvoyer plutôt à l'existence de mécanismes d'ajustement qui contribueraient à amortir l'impact des fluctuations de température dans les données disponibles. Les pêcheurs artisanaux disposent, en effet, de marges d'adaptation fines : ils peuvent modifier leurs horaires de départ, se repositionner sur des zones de pêche très localisées, ajuster leurs techniques ou cibler d'autres espèces en fonction des conditions rencontrées en mer. Ces ajustements, guidés par l'expérience et les savoirs écologiques locaux, permettraient ainsi de maintenir des niveaux de captures et de revenus relativement stables, même lorsque le contexte thermique évolue.

Par ailleurs, le caractère multi spécifique des pêches artisanales contribue à atténuer l'impact des fluctuations de température sur les indicateurs agrégés. Lorsqu'une espèce devient moins accessible ou se déplace, il est possible pour les pêcheurs de se réorienter vers d'autres ressources disponibles. De ce fait, les variations observées à l'échelle de chaque espèce ne se traduisent pas nécessairement par des fluctuations visibles dans les volumes ou les valeurs agrégés. Des effets de la température peuvent donc exister à des niveaux plus fins par espèce, par sous-zone ou par saison sans apparaître clairement dans les indicateurs annuels utilisés pour l'analyse économétrique.

En somme, les résultats mettent en lumière une réactivité contrastée des deux segments de la pêche face aux variations de température. En effet, la pêche industrielle apparaît plus sensible et plus productive dans des conditions thermiques plus élevées, tandis que la pêche artisanale reste globalement insensible à ces variations climatiques dans le cadre de ce

modèle. Ces observations soulèvent des enjeux différenciés en matière de vulnérabilité, de gestion de l'effort et d'adaptation aux changements climatiques selon le type de pêche. Toutefois les résultats concernent les volumes et les valeurs des débarquements pour l'ensemble des espèces. Cependant, pour certaines espèces spécifiques, la dynamique température-débarquement pourrait être différente.

D'ailleurs, les résultats de cette étude s'écartent de ceux de Diankha et al. (2013), qui ont identifié une corrélation négative entre la SST et les débarquements d'*Ethmalosa fimbriata* au Sénégal. Utilisant des données satellitaires de SST et de chlorophylle-a (1999–2009) et des modèles de régression linéaire, les auteurs montrent que les températures plus basses, associées à l'upwelling, favorisent les captures, tandis que la chaleur accrue coïncide avec un déclin des débarquements. Cette divergence pourrait venir de la spécificité des espèces ciblées parmi les nombreuses espèces qui se trouvent dans la pêche artisanale.

De façon similaire, Diankha et al. (2015) ont observé, à partir de modèles additifs généralisés (GAMs), une forte sensibilité thermique de la sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) et de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*), avec des abondances maximales autour de 22,3 °C — 22,7 °C. Contrairement à leurs conclusions, les résultats de ce mémoire pour la pêche artisanale ne révèlent aucun lien significatif, en moyenne, entre les températures et les volumes débarqués ainsi que leurs valeurs. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que ces résultats s'appliquent à toutes les espèces recensées et pas une seule espèce particulière comme dans les travaux de Diankha et al. (2015).

D'autres travaux menés dans des contextes géographiques différents confirment également l'importance des facteurs thermiques dans la dynamique des petits pélagiques. En effet, Mfilinge (2025), à partir d'une série temporelle (2011 – 2024) collectée sur la côte sud de la Tanzanie, montre que les débarquements d'anchois sont fortement expliqués par la productivité primaire (chlorophylle-a) et par la SST. Leur étude révèle que les captures augmentent lorsque la chlorophylle-a est élevée, alors qu'une hausse de la SST conduit à une diminution significative des débarquements. Contrairement aux résultats obtenus dans ce mémoire où aucune relation claire ne se dégage en moyenne, leurs conclusions suggèrent que

les petits pélagiques réagissent très rapidement aux variations environnementales, particulièrement lorsque l'analyse porte sur une espèce ciblée plutôt qu'un ensemble multi-spécifique.

De manière analogue, les travaux de Ñiquen et Bouchon (2004) sur l'anchoveta au Pérou dans le système d'upwelling du courant de Humboldt montrent que les épisodes de réchauffement anormal des eaux (El Niño) entraînent un effondrement de la biomasse et une chute drastique des captures, accompagnée d'une modification de la structure et de la distribution spatiale des populations. Ces résultats confirment qu'une élévation soutenue de la SST peut modifier la disponibilité des petits pélagiques et réduire leur accessibilité à la pêche.

Enfin, Thiaw et al. (2017) confirment l'importance de la température dans l'abondance des petits pélagiques, révélant une relation négative entre la SST et les captures artisanales, en lien avec l'intensité de l'upwelling. Autrement dit, lorsque la température de surface augmente, la quantité de poissons capturés diminue. De plus quand l'upwelling faiblit, les températures de surfaces deviennent plus chaudes. Les résultats du mémoire, en revanche, suggèrent que les variations thermiques n'exercent aucun effet mesurable sur la pêche artisanale, possiblement en raison de facteurs humains ou logistiques dominants, ou de mécanismes d'adaptation qui masquent l'influence des conditions environnementales dans les données de débarquement. Toutefois, ces résultats ne s'appliquent pas spécifiquement aux poissons petits pélagiques mais à l'ensemble des espèces débarquées par la pêche artisanale.

Par ailleurs, les écarts observés peuvent également découler de différences liées à la nature des données et aux choix méthodologiques. Les études citées s'appuient principalement sur des séries temporelles longues et structurées par espèce (Diankha et al., 2013, 2015; Mfilinge, 2025; Ñiquen et Bouchon, 2004), ce qui permet de caractériser la réponse écologique d'un stock particulier aux variations de la SST et de la productivité primaire. À l'inverse, les données mobilisées dans ce mémoire proviennent de débarquements multi-espèces, issus à la fois de la pêche artisanale et industrielle, dont la

composition spécifique fluctue selon les opportunités de capture, les saisons, la stratégie des pêcheurs et les marchés. De plus, l'échelle temporelle diffère. En effet, les études antérieures utilisent des données mensuelles ou saisonnières, ce qui favorise la détection des fluctuations environnementales, tandis que les données de ce mémoire sont agrégées annuellement, ce qui peut atténuer ou lisser les effets des variations thermiques. Enfin, plusieurs de ces travaux recourent à des approches statistiques ciblant les comportements individuels (modèles additifs généralisés, analyses par espèce), alors que le modèle à effets fixes utilisé ici capture une tendance moyenne pour l'ensemble des captures. Dans ces conditions, il est plausible que la relation entre la SST et les captures existe bel et bien pour certaines espèces sensibles aux variations environnementales, mais qu'elle soit masquée par l'agrégation multi-espèces.

6.3 CONTRIBUTIONS THÉORIQUES ET PRATIQUES

Ce mémoire permet de comprendre la relation existante entre les différentes températures et l'activité de pêche au Sénégal à travers l'utilisation des données existantes. Il enrichit également la littérature limitée sur les impacts des changements climatiques au Sénégal.

Il ressort des données de ce mémoire que les températures au-dessus de 23 °C ont tendance à favoriser une augmentation du volume de la pêche industrielle, ce qui se traduit par une augmentation de la valeur de ces débarquements. Étant donné que sur 100 jours, les 89 jours comptabilisent des températures supérieures à 23 °C, les débarquements issus de la pêche industrielle seront grandement affectés. Cette trouvaille montre l'importance de sensibiliser et d'accompagner les acteurs de la pêche industrielle afin de prévenir de la surexploitation des ressources maritimes au détriment des générations futures et de l'environnement marin.

Quant à la pêche artisanale, il n'y a aucune preuve montrant une relation quelconque statistiquement significative avec l'évolution des températures. La surpêche dans la pêche artisanale telle que documentée dans certains articles ne semble pas être expliquée par le changement des températures.

Afin d'atténuer l'impact des températures, voire du changement climatique, sur la ressource maritime, les autorités publiques devraient porter leur attention sur la pêche industrielle. Des politiques adéquates en matière de pêche industrielle pourraient bénéficier à la gestion durable de la pêche maritime au Sénégal.

6.4 LIMITES ET PISTES DE RECHERCHE

Bien que cette étude mette de l'avant des conclusions intéressantes, quelques limites sont à souligner. Ces limites concernent principalement la disponibilité des données, le type de données, la portée des variables analysées, ainsi que l'absence d'approches complémentaires, tant quantitatives que qualitatives.

Il convient d'abord de souligner que l'analyse aurait pu être plus approfondie si certaines variables environnementales clés avaient été accessibles. La disponibilité des données sur la salinité, les vents, ou encore le niveau d'oxygène dissous dans l'eau auraient permis de mieux mettre en contexte l'effet des températures sur les dynamiques halieutiques. L'absence de ces dernières représente un réel manquement. En effet, ces paramètres sont en parfaite interaction avec la température dans la structuration des écosystèmes marins et océaniques de même que dans le comportement des espèces.

Un autre point à souligner est la non-intégration dans l'analyse de la relation entre température et effort de pêche, tout comme la dimension saisonnière des activités halieutiques. Ces éléments conditionnent dans une certaine mesure la réponse des pêcheurs face aux variations climatiques. Ils influencent donc indirectement les volumes des captures observés. L'absence de ces facteurs réduit la capacité du modèle à saisir la complexité des interactions entre conditions climatiques et l'activité des pêcheurs.

D'ailleurs, plusieurs limites importantes ont été rencontrées dans la collecte des données relatives à la température et à l'activité de pêche. Ces limites sont susceptibles d'influencer la qualité et la précision des analyses. En effet, certaines variables climatiques jugées essentielles, telles que l'humidité et les précipitations, n'étaient pas disponibles. Cette

absence reste un manque notable, car ces paramètres peuvent jouer un rôle non négligeable dans les dynamiques écosystémiques et les comportements des ressources halieutiques. Certains biais pourraient être introduits dans l'estimation des effets climatiques sur la pêche avec l'omission de ces paramètres. Il a été aussi constaté, l'indisponibilité des données relatives aux températures marines et océaniques, alors qu'elles représentent des indicateurs majeurs de l'environnement aquatique. Ces températures influencent directement la répartition et l'abondance des espèces marines. Ainsi, leur manque réduit considérablement les aptitudes à évaluer avec précision l'impact des températures extrêmes sur les ressources halieutiques. La base de données utilisées est constituée de températures terrestres.

En somme, ces limites doivent être prises en compte dans l'interprétation des résultats. Elles soulignent l'importance de renforcer les systèmes de collecte de données environnementales et halieutiques afin de permettre des analyses plus robustes et intégrées à l'avenir.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Ce mémoire a exploré la relation entre le changement climatique et les activités de pêche au Sénégal. Pour ce faire, la problématique était de savoir les effets que pourraient avoir les températures extrêmes sur les volumes et valeurs des débarquements de la pêche artisanale et de la pêche industrielle.

Dans un premier temps, une définition des concepts clés a été faite dans le but de faire comprendre les notions de base entourant cette recherche et permettant d'avoir un aperçu sur les implications des changements climatiques. Ces concepts clés sont, entre autres, le changement climatique, les températures extrêmes et la pêche. Un accent particulier a été mis sur la pêche pour montrer son importance au Sénégal.

Les résultats de l'étude ont permis de voir dans l'ensemble comment les variations des températures affectaient l'activité de pêche selon le type de pêche considéré. Ainsi pour en arriver à ces observations, certaines analyses ont été réalisées. En effet, une estimation des relations entre les variables a été faite en utilisant la méthode de régression à effets fixes suivie d'une analyse de sensibilité pour vérifier et la fiabilité et la robustesse des résultats obtenus de l'estimation.

Les résultats de l'analyse ont montré que, quelle que soit la variation de la température, les débarquements de la pêche artisanale ainsi que leurs valeurs ne sont pas impactés. En revanche, la tendance n'est pas identique pour la pêche industrielle. En effet, les températures supérieures à 23 °C entraînent une augmentation des débarquements de la pêche industrielle et de leurs valeurs. En d'autres termes, ces températures contribuent à encourager la surexploitation des ressources halieutiques par la pêche industrielle.

En somme, les résultats de cette étude suggèrent que les décideurs politiques devraient trouver des mécanismes et stratégies d'adaptation aux impacts du changement climatique en mettant un accent particulier sur la pêche industrielle. En effet, des politiques de contrôle et

limitation des captures de la pêche industrielle pourraient aider à mieux gérer la pêche industrielle au regard des changements climatiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANSD. (2017). *Situation économique et sociale du Sénégal 2014*, 13.
- ANSD. (2018). *Situation économique et sociale du Sénégal en 2015*.
- ANSD. (2019a). *La population du Sénégal 2018*.
- ANSD. (2019b). *Situation économique et sociale du Sénégal*.
- ANSD. (2020a). *Population du Sénégal 2019*.
- ANSD. (2020b). *Situation économique et sociale du Sénégal 2017-2018*, 16.
- ANSD. (2022). *Situation économique et sociale du Sénégal 2019*, 17.
- ANSD. (2024). *Atlas démographique*. <https://www.ansd.sn/Indicateur/donnees-de-population>
- ANSD. (2025). *Population du Sénégal 2024*.
- Ba, A. (2017, 5 mai). *Analyse microéconomique et modélisation bioéconomique de la pêche artisanale de sardinelles au Sénégal* [phdthesis, Université Cheikh Anta Diop de Dakar]. <https://theses.hal.science/tel-01710807>
- Ba, A. A. et Ngom, A. (2022). *Changement climatique, migrations interne et internationale des pêcheurs artisanaux de Saint- Louis du Sénégal*. *African Review of Migration and Environment African Review of Migration and Environment*, 6(2), pp.200. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7297014>

- Ba, K., Thiaw, M., Lazar, N., Sarr, A., Brochier, T., Ndiaye, I., Faye, A., Sadio, O., Panfili, J., Thiaw, O. T., Brehmer, P., Lazar, N., Sarr, A., Brochier, T., Ndiaye, I., Faye, A., Sadio, O., Panfili, J., Thiaw, O. T. et Brehmer, P. (2016). *Resilience of Key Biological Parameters of the Senegalese Flat Sardinella to Overfishing and Climate Change. Plos One, 11*(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156143>
- Balde, B., Diadhiou, H., Sow, F., Fall, M. et Brehmer, P. (2019). *Dynamique du Yabóy mërëg et du Cobo au Sénégal dans un contexte de changement climatique : diagnostic et synthèse bioécologiques.*
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data, 317.*
- Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M. C. M., Cochrane, K. L., Funge-Smith, S. et Poulain, F. (2018). *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture.* FAO ; <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i9705en>
- Belhabib, D., Campredon, P., Lazar, N., Sumaila, U. R., Baye, B. C., Kane, E. A. et Pauly, D. (2016). *Best for pleasure, not for business: evaluating recreational marine fisheries in West Africa using unconventional sources of data. Palgrave Communications, 2*(1), 15050. <https://doi.org/10.1057/palcomms.2015.50>
- Belhabib, D., Koutob, V., Lam, V., Mathews, C., Lazar, N., Ndiaye, V., Tobey, J. et Pauly, D. (2014). *Beyond the unseen: a first collaborative model towards estimating illegal, unreported, and unregulated catches off Senegal, 22.*
- Belhabib, D., Koutob, V., Sall, A., Lam, V. W. Y. et Pauly, D. (2014). *Fisheries catch misreporting and its implications: The case of Senegal. Fisheries Research, 151,* 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2013.12.006>

- Binet, T., Failler, P. et Thorpe, A. (2012). *Migration of Senegalese fishers: a case for regional approach to management. Maritime Studies*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.1186/2212-9790-11-1>
- Bostock, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K., Little, D., Ross, L., Handisyde, N., Gatward, I. et Corner, R. (2010). *Aquaculture: global status and trends. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2897-2912. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0170>
- Bratu, A., Card, K. G., Closson, K., Aran, N., Marshall, C., Clayton, S., Gislason, M. K., Samji, H., Martin, G., Lem, M., Logie, C. H., Takaro, T. K. et Hogg, R. S. (2022). *The 2021 Western North American heat dome increased climate change anxiety among British Columbians: Results from a natural experiment. The Journal of Climate Change and Health*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100116>
- Cameron, A. C. et Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics : Methods and Applications*, 1058.
- Cannon, J. (2020, 3 février). *Illegal industrial fishing hampers small-scale African fisheries*. Mongabay Environmental News. <https://news.mongabay.com/2020/02/illegal-industrial-fishing-hampers-small-scale-african-fisheries/>
- Cattiaux, J. (2011). *Extrêmes de température en Europe: mécanismes et réponses au changement climatique*.
- Cenozo. (2022, 19 juillet). *Lutte contre la pêche illégale au Sénégal : entre investissements payants et mauvaises pratiques des autorités*. <https://cenozo.org/lutte-contre-la->

peche-illegale-au-senegal-entre-investissements-payants-et-mauvaises-pratiques-des-autorites/

Chauveau, J.-P. (1985). *Bibliographie historique du littoral sénégalais et de la pêche maritime (Milieu du XV^e E, Debut du XX^e E Siècle)* (n° 92).
https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers18-05/17014.pdf

Cisneros-Montemayor, A. M. et Sumaila, U. R. (2010). *A global estimate of benefits from ecosystem-based marine recreation: potential impacts and implications for management. Journal of Bioeconomics*, 12(3), 245-268.
<https://doi.org/10.1007/s10818-010-9092-7>

Claudet, J., Cury, P., Gascuel, D. D. et Hubard, R. (2021). *Les impacts de la pêche et du changement climatique sur les ressources halieutiques: quels enjeux pour demain?*

Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S. A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., Way, R., Jacobs, P. et Skuce, A. (2013). *Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. Environmental Research Letters*, 8(2), 8.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024024>

Cooke, S. J. et Cowx, I. G. (2006). *Contrasting recreational and commercial fishing: Searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments. Biological Conservation*, 128(1), 93-108.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.019>

Copernicus. (2024, 25 juillet). *New record daily global average temperature reached in July 2024.* <https://climate.copernicus.eu/new-record-daily-global-average-temperature-reached-july-2024>

- Coumou, D. et Rahmstorf, S. (2012). *A Decade of Weather Extremes. Nature Climate Change*, 2, 7. <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE1452>
- Currie, J. (2020). *Rapport planète vivante Canada 2020 • Espèces en péril*, 96.
- Cury, P. et Miserey, Y. (2008). *Une mer sans poissons*. Calmann-Lévy.
- Demarcq, H. et Samb, B. (1991). *Influence des variations de l'upwelling sur la répartition des poissons pélagiques au Sénégal*, 18.
- Deme, E. H. B., Dia, N., Failler, P., Licette, L. et Sow, E. hadji. (2022). *Women and small-scale processing of pelagic fish in Senegal: a sector out of breath*, 20.
- Deme, E. hadj B., Ricard, D. et Brehmer, P. (2019). *Dynamiques et mutations dans la gestion des pêcheries artisanales sénégalaises : de la gestion centralisée des ressources aux dynamiques participatives et durables. Norois. Environnement, aménagement, société*, (252), 55-72. <https://doi.org/10.4000/norois.9354>
- Dème, E. hadj, Brehmer, P. et Failler, P. (2022). *La pêche artisanale sénégalaise à l'épreuve de la cogestion : le local désormais utilisé comme échelle de planification des politiques de pêche. Revue Gouvernance / Governance Review*, 19(2), 25-50. <https://doi.org/10.7202/1094075ar>
- Deschenes, O. et Greenstone, M. (2007). *The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather. THE AMERICAN ECONOMIC REVIEW*, 97(1), 354-385.
- Diankha, O., BA, F., Sarr, A., Diadhiou, H., Diop, M. et Saliou, N. (2018). *Preliminary Study of Fish Assemblage Structure of the Marine Protected Area of Cayar in Senegal*.

- Journal of Marine Biology & Oceanography*, 2018, 7:1, 13.
<https://doi.org/10.4172/2324-8661>
- Diankha, O., Sow, B. A., Thiaw, M. et Gaye, A. T. (2013). *Seasonal variability of sea surface temperature, chlorophyll-a and Ethmalosa fimbriata abundance off the coast of Senegal. Revista de Gestão Costeira Integrada*, 13(4), 491-497.
<https://doi.org/10.5894/rgci421>
- Diankha, O., Thiaw, M., Sow, B. A., Brochier, T., Gaye, A. T. et Brehmer, P. (2015). *Round sardinella (Sardinella aurita) and anchovy (Engraulis encrasicolus) abundance as related to temperature in the Senegalese waters.*
- Diatta, Y., Clotilde-Ba, F. et Capapé, C. (2001). *Le régime alimentaire du poulpe commun, Cuvier, 1797 (Cephalopoda, Octopodidae) de la côte du Sénégal (Atlantique Oriental Tropical)*, 12.
- Diatta, Y., Seck, A., Reynaud, C., Guélorget, O. et Capapé, C. (2008). *New biological observations on the sandbar shark Carcharhinus plumbeus (Chondrichthyes: Carcharhinidae) from the coast of Senegal (Eastern Tropical Atlantic). Cahiers de Biologie Marine*, 49, 103-111.
- Diedhiou, I. (2019, 24 mai). *SOCIO-ECONOMIC SITUATION AND MANAGEMENT OF OCTOPUS (OCTOPUS VULGARIS) AND DEEP-WATER PINK SHRIMP (PARAPENAEUS LONGIROSTRIS) FISHERIES IN SENEGAL* [doctoral dissertation, SHANGHAI OCEAN UNIVERSITY].
https://www.researchgate.net/publication/351913720_Socio-

economic_situation_and_management_of_octopus_Octopus_vulgaris_and_deep-
water_pink_shrimp_Parapenaeus_longirostris_fisheries_in_Senegal

Diombera, M. (2017). *Le développement touristique et l'occupation des espaces littoraux :
quelles enjeux pour les territoires de la Petite Côte sénégalaise ? Études caribéennes*,
(36). <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.10778>

Diouf, N. S., Ouedraogo, I., Zougmore, R. B. et Niang, M. (2020). *Fishers' Perceptions and
Attitudes toward Weather and Climate Information Services for Climate Change
Adaptation in Senegal. Sustainability*, 12(22), 16.
<https://doi.org/10.3390/su12229465>

Domain, F. (1977). *Carte sédimentologique du plateau continental sénégalais : extension
à une partie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée Bissau*, 27.

Domain, F. (1980). *Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du
plateau continental sénégal-mauritanien : les ressources démersales dans le
contexte général du golfe de Guinée* [Université de Paris VI].
<https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:00307>

Domain, F. et Champagnat, C. (1978). *Migrations des poissons démersaux le long des côtes
ouest-africaines de 10 à 24° de latitude nord*, 23.

DPM. (2018). *Résultats Généraux de la Pêche Maritime: 2018*, 97.

DPM. (2022). *Résultats généraux des pêches maritimes*.
[https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/42516/Rapport%20statistiques%202019
.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/42516/Rapport%20statistiques%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Drame, A. et Sambou, P. B. (2013). *The vulnerability of communities around the marine protected areas of Bamboung, Cayar and Joal-Fadiouth in Senegal: places of adaptation to climate change. PARKS*, 19(2), 33-46.
<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2013.PARKS-19-2.AD.en>
- EJF. (2023). *Comment le chalutage de fond précipite l'effondrement de la pêche artisanale au Sénégal.*
- EJF. (2024). *The deadly route to Europe - How illegal fishing and overfishing in Senegal is driving migration.*
- Environnement et Changement climatique Canada. (2009, 4 août). *Causes des changements climatiques* [éducation et sensibilisation]. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/causes.html>
- FAO (dir.). (2005). *Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2008). *VUE GÉNÉRALE DU SECTEUR DES PÊCHES NATIONAL*.
https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/fcp/fr/FI_CP_SN.pdf
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. FAO.
<https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- FAO et DANIDA (dir.). (1999). *Guidelines for the routine collection of capture fishery data: prepared at the FAO/DANIDA expert consultation Bangkok, Thailand, 18 - 30 May 1998*. FAO.
- FAO et IPC. (2025). *L'IPC au Sénégal*. <https://www.fao.org/in-action/coastal-fisheries-initiative/activities/west-africa/senegal/fr/>

- Faye, S. (2017). *Les enjeux d'une gouvernance de l'estuaire du Saloum dans la perspective d'une préservation durable des patrimoines de la Réserve de la Biosphère du Delta du Saloum (Sénégal), zone d'interface homme-nature en dégradation, dans un contexte de réchauffement climatique.*, 444.
- Garcia, S., Lhomme, F., Chabanne, J. et Franqueville, C. (1977). Appendix 9: *La pêche démersale au Sénégal: historique et potentiel* (S. Garcia, F. Lhomme, J. Chabanne et C. Franqueville). <https://www.fao.org/3/x6585e/x6585e0o.htm>
- GIEC. (2014). *Africa. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1199-1265.*
- GIEC. (2021). *Changement climatique 2021 - Les bases scientifiques physique.*
- GIEC. (2022). *Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems. Dans Global Warming of 1.5°C: IPCC Special Report on Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-industrial Levels in Context of Strengthening Response to Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty* (p. 175-312). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.005>
- GIZ. (2022). *Climate Risk Profile: Senegal.* https://www.pik-potsdam.de/en/institute/departments/climate-resilience/projects/project-pages/agrica/crp_senegal_en_20220602
- Gouvernement du Québec. (2023, septembre). *Chaleur extrême.* Gouvernement du Québec. <https://www.quebec.ca/securite-situations-urgence/urgences-sinistres-risques-naturels/quoi-faire-avant-pendant-apres-urgence-sinistre/chaleur-extreme>

- Greene, W. (2018). *Econometric analysis* (Eighth edition). Pearson.
- Gueye, N. (2018). *Intégration de l'ODD 14 dans les politiques de pêche au Sénégal*.
https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/14080/Gueye_Nassirou_ME_nv_2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Guivarch, C. et Taconet, N. (2020). *Inégalités mondiales et changement climatique. Revue de l'OFCE*, N° 165(1), 35-70. <https://doi.org/10.3917/reof.165.0035>
- Gujarati, D. N. et Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5th ed). McGraw-Hill Irwin.
https://ucanapplym.s3.ap-south-1.amazonaws.com/RGU/notifications/E_learning/Online_study/Basic-Econometrics-5th-Ed-Gujarati-and-P.pdf
- Hsiao, C. (2014). *Analysis of Panel Data* (3^e éd.). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781139839327>
- ICSF. (2006). *Pêche artisans au Sénégal : État des lieux de la pêche artisanale du point de vue des communautés côtières*. International Collective in Support of Fishworkers (ICSF). <https://www.icsf.net/wp-content/uploads/2006/09/930.ICSF056.pdf>
- IISD. (2025, 26 mars). *Subventions à la pêche et durabilité : Quels enjeux pour le Sénégal ?*
<https://www.iisd.org/fr/articles/policy-analysis/fisheries-subsidies-sustainability-senegal>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (1^{re} éd.). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781009157896>

- IPCC. (2023a). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (1^{re} éd.). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- IPCC (dir.). (2023b). *Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. Dans Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (p. 1513-1766). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781009157896.013>
- IRDR. (2014). *Peril classification and hazard glossary (IRDR DATA Publication No. 1)*.
https://www.researchgate.net/publication/280938471_Integrated_Research_on_Disaster_Risk_2014_Peril_Classification_and_Hazard_Glossary
- Jentoft, S. (2015). *Interactive Governance for Small-Scale Fisheries. MARE publication series*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17034-3>
- Jönsson, J. H. (2022). *Overfishing, social problems, and ecosocial sustainability in Senegalese fishing communities. Dans Ecosocial Work in Community Practice*. Routledge.
- Kabore, P. et Rivers, N. (2023). *Manufacturing output and extreme temperature: Evidence from Canada. Canadian Journal of Economics/Revue Canadienne d'économie*, 56(1), 191-224. <https://doi.org/10.1111/caje.12633>
- Kennedy, P. (2001). *A guide to econometrics* (4. ed., 2. print). MIT Press.

- Lam, V. W. Y., Cheung, W. W. L., Reygondeau, G. et Sumaila, U. R. (2016). *Projected change in global fisheries revenues under climate change*. *Scientific Reports*, 6(1), 32607. <https://doi.org/10.1038/srep32607>
- Lansac, J.-P. (2023, 22 avril). *Les pêches artisanales au Sénégal*. *Teranga Découvertes*. <https://teranga-decouvertes.com/les-peches-artisanales-au-senegal/>
- Laurans, M. (2005, 1 janvier). *Ressources et exploitations " démersales " en Afrique de l'ouest : évaluation des stocks, dynamique des populations et approche écosystémique* [these de doctorat, Rennes, Agrocampus Ouest]. <https://theses.fr/2005NSARH057>
- Le Roux, S. et Noël, J. (2007). *Mondialisation et conflits autour des ressources halieutiques*. *Ecologie & politique*, N°34(1), 69. <https://doi.org/10.3917/ecopo.034.0069>
- Lhomme, F. et Garcia, S. (1984). *Biologie et exploitation de la crevette pénaeide au Sénégal*, 36.
- Liang, C., Xian, W. et Pauly, D. (2018). *Impacts of Ocean Warming on China's Fisheries Catches: An Application of "Mean Temperature of the Catch" Concept*. *Frontiers in Marine Science*, 5, 26. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00026>
- Long, W. C., Swiney, K. M., Harris, C., Page, H. N. et Foy, R. J. (2013). *Effects of Ocean Acidification on Juvenile Red King Crab (*Paralithodes camtschaticus*) and Tanner Crab (*Chionoecetes bairdi*) Growth, Condition, Calcification, and Survival*. *PLoS ONE*, 8(4), e60959. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060959>

- Marine nationale sénégal. (2024). *La géographie maritime du Sénégal et de la presqu'île du Cap Vert | Marine nationale*. <https://marinenationale.gouv.sn/coin-du-marin/la-geographie-maritime-du-senegal-et-de-la-presquile-du-cap-vert>
- Mballo, I. (2025). *Dynamiques climatiques en milieu sahélien sénégalais : perceptions locales et facteurs socioéconomiques associés dans le nord du Sénégal*. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*. <https://doi.org/10.4000/13kvd>
- Mbaye, A., Lefèvre, G., Sarr, A., Sambou, C., Gueye, A., Gueye, F., Khady, Y., Sarr, A., Araba, C., Gaye, C. A. B. et Gaye, M. (2022). *A Situational Analysis of Small-Scale Fisheries in Senegal: From Vulnerability to Viability Challenges and Opportunities for Fisheries Governance*.
- Mbengue, Y., Diop, M., Konaté, M. et Fall, O. (2007). *L'approche du programme girmac pour la gestion de la biodiversité et des ressources environnementales transfrontières dans le delta du fleuve sénégal*. https://www.academia.edu/3113416/Lapproche_du_programme_girmac_pour_la_gestion_de_la_biodiversite_et_des_ressources_environnementales_transfrontieres_dans_le_delta_du_fleuve_senegal
- Mfilinge, P. L. (2025). *The influence of chlorophyll-a and sea surface temperature on anchovy catch trends (2011-2024) in Kilwa, Tanzania*. *Tanzania Journal of Science*, 51(3), 16. <https://doi.org/10.65085/2507-7961.1046>
- Mora, J.-S. (2012). *Ravages de la pêche industrielle en Afrique*. *Monde-diplo-nov2012.pdf*, 4.

- Moussa, B. Y., Mousa, Y., Saqalli, M., Laffly, D. et Chapron, E. (2022). *Pratiques de pêche de poissons et changement climatique sur le fleuve Niger à Niamey, Niger*, 16.
- NASA. (2023, 7 août). *Météo extrême - NASA Science*. <https://science.nasa.gov/climate-change/extreme-weather/>
- Naylor, R. L., Hardy, R. W., Buschmann, A. H., Bush, S. R., Cao, L., Klinger, D. H., Little, D. C., Lubchenco, J., Shumway, S. E. et Troell, M. (2021). A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature*, 591(7851), 551-563. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03308-6>
- Ndiaye, W., Thiaw, M., Diouf, K., Thiaw, O. et Panfili, J. (2013). *Changes in population structure of the white grouper *Epinephelus aeneus* as a result of long-term overexploitation in Senegalese waters*. *African Journal of Marine Science*, 35, 465-472. <https://doi.org/10.2989/1814232X.2013.847495>
- Ndoye, S. (2016, 11 mars). *Fonctionnement dynamique du centre d'upwelling Sud-Sénégalais : approche par la modélisation réaliste et l'analyse d'observations satellite de température de surface de la mer* [phdthesis, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI; Université Cheikh Anta Diop (Dakar, Sénégal; 1957-....)]. <https://theses.hal.science/tel-01481384>
- Niang, N. A. (2009, 1 janvier). *Dynamique socio-environnementale et développement local des régions côtières du Sénégal : l'exemple de la pêche artisanale* [these de doctorat, Rouen]. <https://theses.fr/2009ROUEL021>

- Ñiquen, M. et Bouchon, M. (2004). *Impact of El Niño events on pelagic fisheries in Peruvian waters. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 51(6), 563-574. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2004.03.001>
- NOAA. (2024a). *Climate Data Online (CDO) | National Climatic Data Center (NCDC)*. <https://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/search;jsessionid=6A73C0EF7F8E2674A0E3E4610638A543>
- NOAA. (2024b). *Monthly Global Climate Report for Annual 2023*. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202313>
- Noblet, M., Seck, A., Faye, A., Sadio, M., Camara, I. et Bah, A. (2018). *Etat des lieux des connaissances scientifiques sur les changements climatiques pour les secteurs des ressources en eau, de l'agriculture et de la zone côtière au Sénégal*.
- Ocean Wise. (2021). *Canada's Changing Oceans: Impacts Of Climate Change*.
- OFB. (2023). *Conséquences du changement climatique sur les poissons migrateurs en métropole*. Drupal. <https://www.ofb.gouv.fr/actualites/consequences-du-changement-climatique-sur-les-poissons-migrateurs-en-metropole>
- Parlons science. (2022, 24 janvier). *Quelles sont les conséquences des changements climatiques sur la pêche? - Parlons sciences*. <https://parlonssciences.ca/ressources-pedagogiques/documents-dinformation/quelles-sont-les-consequences-des-changements>
- Pauly, D. et Zeller, D. (2016). *Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. Nature Communications*, 7(1), 9. <https://doi.org/10.1038/ncomms10244>

- Pauly, D., Zeller, D. et Palomares, M. L. D. (2020). *Sea Around Us | Fisheries, Ecosystems and Biodiversity*. <https://www.seaaroundus.org/data/#/eez/686?chart=catch-chart&dimension=taxon&measure=tonnage&limit=10>
- Pêches et Océans Canada. (2024, 26 mars). *Rapport sur « Ce que nous avons entendu » : Adapter les pêches canadiennes aux changements climatiques*. <https://www.dfo-mpo.gc.ca/about-notre-sujet/publications/fisheries-peches/adaptingfisheries-adapterpeches/index-fra.html>
- Perkins-Kirkpatrick, S. et Lewis, S. (2020). *Increasing trends in regional heatwaves*. *Nature Communications*, 11, 9. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16970-7>
- RAMPAO. (2008). *Plan de gestion de l'aire marine protégée de Joal-Fadiouth 2009-2013*.
- Reichling, Y. (2024, 1 octobre). *Senegalese community mobilises against the harmful fishmeal industry*. *Foodrise EU*. <https://foodrise.eu/senegalese-community-mobilises-against-the-harmful-fishmeal-industry/>
- Reidmiller, D. R., Avery, C. W., Easterling, D. R., Kunkel, K. E., Lewis, K. L. M., Maycock, T. K. et Stewart, B. C. (2017). *Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II*, 1513. <https://doi.org/doi:10.7930/NCA4.2018>
- Reporterre. (2018, 29 mai). *Surexploitation et changement climatique : au Sénégal, la pêche est en danger !* <https://www.aprapam.org/publication/presse/surexploitation-et-changement-climatique-au-senegal-la-peche-est-en-danger>
- Sakho, P. et Dial, F. (2010). *Migration clandestine féminine : Etude de cas de Dakar et sa banlieue* (n° CARIM ASN 2010/56).

- Santé Canada. (2021, 19 octobre). *Froid extrême* [éducation et sensibilisation].
<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/vie-saine/votre-sante-vous/environnement/froid-extreme.html>
- Sea Around Us. (2024). *About Sea Around Us*. Sea Around Us.
<https://www.seaaroundus.org/about-2/>
- SECK, M. (2025, 6 février). *L'Économie du Sénégal : Croissance, Défis et Opportunités - TerraCom Group*. <https://terracomgroup.com/2025/02/06/leconomie-du-senegal-croissance-defis-et-opportunites/>
- Stock, J. H. et Watson, M. W. (2020). *Introduction to econometrics* (Fourth edition, global edition). Pearson.
- Stott, P., Stone, D., Allen, M. et Hawkins, M. (2005). *Human Contribution to the European Heatwave of 2003*. *Nature*, 432, 2. <https://doi.org/10.1038/nature03089>
- Tadjine, A. et Layadi, K. (2016). *Apports et limites de l'approche statistique*. *Journal de Réadaptation Médicale : Pratique et Formation en Médecine Physique et de Réadaptation*, 36(4), 197-202. <https://doi.org/10.1016/j.jrm.2016.10.001>
- Thiaw, M., Auger, P.-A., Ngom, F., Brochier, T., Faye, S., Diankha, O. et Brehmer, P. (2017). *Effect of environmental conditions on the seasonal and inter-annual variability of small pelagic fish abundance off North-West Africa: The case of both Senegalese sardinella*. *Fisheries Oceanography*, 26(5), 583-601.
<https://doi.org/10.1111/fog.12218>
- Thomas, Y. et Diouf, M. (2023). *Chapitre 6. Pêche artisanale, changement climatique et défis scientifiques pour soutenir la planification spatiale marine*. Dans M. Bonnin et

- S. Lanco Bertrand (dir.), *Planification spatiale marine en Atlantique tropical*. IRD Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.44708>
- Topeur, B. (2023, 26 janvier). *Trois essais sur l'impact socio-économique du changement climatique en Afrique subsaharienne* [phdthesis, Université Clermont Auvergne]. <https://theses.hal.science/tel-04165005>
- UEMOA. (2012). *Sénégal*. <https://sirs.agrocampus-ouest.fr/prostat/wiki/index.php/S%C3%A9n%C3%A9gal.html>
- UEMOA. (2017). *Sénégal — UEMOA_STAT*. https://sirs.agrocampus-ouest.fr/prostat/wiki/index.php/S%C3%A9n%C3%A9gal.html?utm_source=chatgpt.com
- USAID. (2021). *Participatory Assessment of Shellfisheries in the Estuarine and Mangrove Ecosystems of Senegal*.
- USDA. (2022). *Fisheries and Aquaculture in Senegal* ([Fishery Products] n° SG2022-0015).
- Verbeek, M. (2004). *A Guide to Modern Econometrics*.
- Wabnitz, C. C. C. et Harper, S. J. M. (2023). *Gender and Fisheries – The Republic of Senegal*. Ocean Risk and Resilience Action Alliance (ORRAA).
- WMO. (2023). *Guidelines on the Definition and Characterization of Extreme Weather and Climate Events*.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*.
- Wooldridge, J. M. (2012). *Introductory Econometrics: A Modern Approach*.
- Wooldridge, J. M. (2013). *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. South-Western Cengage Learning.

- Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory Econometrics: A Modern Approach*.
https://books.google.com/books/about/Introductory_Econometrics_A_Modern_Approach.html?hl=fr&id=_9qpCgAAQBAJ
- Wooldridge, J. M. (2023). *Introduction à l'économétrie: une approche moderne* (3e édition; traduit par M. Beine, S. Béreau, M. de La Rupelle, J.-Y. Gnabo, C. Heuchenne, M. Leturcq, M. Petitjean et J. M. Wooldridge). De Boeck Supérieur.
- World bank. (2013). *Economic and Spatial Study of the Vulnerability and Adaptation to Climate Change of Coastal Areas in Senegal*.
- Wright, D. G. (1998). *Lignes directrices concernant l'utilisation d'explosifs à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche canadiennes*, 39.

