

## Impact du changement climatique sur l'activité halieutique : le cas de la région sud du Maroc .

Climate Change Impact on Fisheries Activity: The Case of Southern Morocco.

Auteur 1 : AAMAR TFARRAH.

Auteur 2 : MOUTAHADDIB AZIZ.

**AAMAR TFARRAH,**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3013-6459> Doctorante

L'école nationale de commerce et de gestion Université Ibn Tofail Kenitra-Maroc Laboratoire de recherche en sciences de gestion des organisations

**MOUTAHADDIB AZIZ**

Professeur des études supérieur

L'école nationale de commerce et de gestion Université Ibn Tofail Kenitra-Maroc Laboratoire de recherche en sciences de gestion des organisations

**Déclaration de divulgation :** L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

**Conflit d'intérêts :** L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

**Pour citer cet article :** TFARRAH .A & MOUTAHADDIB ,A (2025). « Impact du changement climatique sur l'activité halieutique : le cas de la région sud du Maroc », African Scientific Journal « Volume 03, Num 32 » pp: 0135 – 0152.



DOI : 10.5281/zenodo.17200119



**Résumé :**

La pêche est l'une des activités économiques et sociales les plus importantes dans la région de l'Atlantique Centre, et particulièrement au sud du Maroc (port d'EL MARSÀ), où elle est devenue un secteur d'emploi majeur pour une grande partie de la population côtière. Malgré sa position stratégique, ce secteur se heurte à de nombreux défis, notamment le changement climatique et d'autres problèmes environnementaux, qui freinent son développement durable. Cette étude vise à analyser l'impact du changement climatique sur la production halieutique dans la région de Laâyoune entre 2009 et 2020. À travers une analyse des tendances de production et des entretiens avec les acteurs locaux, nous évaluons les effets climatiques sur les écosystèmes marins et proposons des stratégies de gestion adaptatives pour assurer une pêche durable à long terme.

**Mots clés : Changement climatique, Production halieutique, Port d'El Marsa, Développement durable.**

**Abstract:**

Fishing is one of the most important economic and social activities in the Central Atlantic region, particularly in southern Morocco (port of EL MARSÀ), where it has become a major source of employment for a large part of the coastal population. Despite its strategic position, this sector faces numerous challenges, including climate change and other environmental issues, which hinder its sustainable development. This study aims to analyze the impact of climate change on fish production in the Laâyoune region between 2009 and 2020. Through an analysis of production trends and interviews with local stakeholders, we assess the climatic effects on marine ecosystems and propose adaptive management strategies to ensure long-term sustainable fishing.

**Keywords: Climate change, Fish production, Port of El Marsa, Sustainable development.**

## **Introduction:**

### **Sujet de la recherche:**

Cette étude examine l'impact du changement climatique sur l'activité halieutique dans la région sud du Maroc, en prenant pour cas d'étude le port d'El Marsa à Laâyoune. Le secteur de la pêche, bien qu'essentiel pour l'économie locale et nationale, est de plus en plus menacé par les perturbations climatiques qui affectent la distribution, la reproduction et l'abondance des espèces marines.

### **Objectif de la recherche :**

L'objectif principal de cette recherche est de quantifier et d'analyser les variations de la production halieutique (notamment la sardine, espèce dominante) entre 2009 et 2020, afin d'établir un lien avec les phénomènes climatiques observés. Il s'agit également de proposer des pistes de gestion adaptative pour les acteurs du secteur.

### **Problématique :**

Comment le changement climatique influence-t-il la productivité et la durabilité de l'activité halieutique dans la région sud du Maroc ?

### **Structure de la recherche :**

Ce papier est structuré comme suit : après cette introduction, nous présentons un cadre théorique sur le changement climatique et ses différentes approches. Ensuite, nous passons en revue la littérature scientifique existante sur les impacts climatiques sur les pêcheries. La troisième partie détaille la méthodologie adoptée, suivie d'une présentation et d'une discussion des résultats. Enfin, nous concluons par une synthèse des principales découvertes et des recommandations stratégiques.

### **Changement climatique : Cadre théorique :**

#### **1.1. Changement climatique : Cadre théorique**

La théorie du changement climatique est argumentée au début par le réchauffement climatique anthropique causé par l'homme. Selon cette théorie, les gaz à effet de serre produits par l'homme, principalement le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), sont la cause principale du réchauffement climatique qui s'est produit au cours des 50 dernières années. Cependant, la confiance dans cette théorie a considérablement diminué. De nouvelles recherches mettent en évidence des causes naturelles du réchauffement actuel et la stabilisation des températures mondiales a attiré l'attention sur les lacunes d'une telle théorie, reconnues depuis longtemps.

##### **1.1.1 Théorie de déforestation et réchauffement climatique anthropique :**

Le philosophe David Hume (1750) a affirmé, dans un essai, une théorie acceptée dans les années 1700 qui stipule que les forêts empêchaient le soleil de réchauffer la terre ; ainsi, l'abattage des arbres exposait le sol à la chaleur du soleil. Williamson (1777) reconnaissait que les champs

réfléchissent davantage le rayonnement solaire que les forêts, mais le raisonnement de l'époque l'amenait à conclure que la lumière solaire réfléchiée réchauffait l'air. Thomas Jefferson (1788), lui aussi, a commenté les changements climatiques et a préconisé des études climatiques « pour montrer l'effet du défrichement et de la culture sur les changements climatiques » ( Jefferson & Bergh 1905, p. 72). Holyoke (1793) pensait que les forêts de conifères contribuaient à la froideur des hivers. Il expliquait que les plantes fournissent de l'air froid, qui s'arrête avec la chute des feuilles caduques en automne mais se poursuit sans relâche grâce aux arbres à feuilles persistantes abondants dans les forêts du nord. Cette idée est fantaisiste, mais la phénologie des feuilles caduques transmet un signal de température perceptible, mais pas comme Holyoke l'imaginait (Bonan et al, 2016).

Dans ce cadre, la première théorie du changement climatique affirme que les émissions humaines de gaz à effet de serre, principalement le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane et l'oxyde nitreux, provoquent une hausse catastrophique des températures mondiales. Le mécanisme par lequel cela se produit s'appelle l'effet de serre renforcé. Cette théorie appelant

« réchauffement climatique anthropique, ou AGW en anglais abrégé ». L'énergie du soleil traverse l'espace et atteint la terre. L'atmosphère terrestre est en grande partie transparente à la lumière solaire entrante, ce qui lui permet d'atteindre la surface de la planète où une partie est absorbée et un autre est renvoyée sous forme de chaleur dans l'atmosphère. Certains gaz présents dans l'atmosphère, appelés "gaz à effet de serre", absorbent le rayonnement thermique interne ou réfléchi sortant, ce qui a pour effet de réchauffer l'atmosphère terrestre. Les partisans de cette théorie affirment que le réchauffement d'environ 0,7 °C au cours du dernier siècle et demi et de 0,5 °C au cours des 30 dernières années est principalement ou entièrement imputable aux gaz à effet de serre produits par l'homme. Ils contestent ou ignorent les affirmations selon lesquelles une partie ou la totalité de cette hausse pourrait être due à la poursuite du redressement de la Terre après le petit âge glaciaire (1400-1800). Ils utilisent des modèles informatiques basés sur des principes, des théories et des hypothèses physiques pour prédire qu'un doublement du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère entraînerait une augmentation supplémentaire de la température de la Terre de 3,0 °C (5,4 °F) d'ici 2100. Ils estiment que le CO<sub>2</sub> d'origine humaine est responsable des inondations, des sécheresses, des phénomènes météorologiques violents, des mauvaises récoltes, des extinctions d'espèces, de la propagation des maladies, du blanchiment des coraux dans les océans, des famines et de centaines d'autres catastrophes. Selon eux, toutes ces catastrophes deviendront plus fréquentes et plus graves à mesure que les températures continueront à augmenter. Rien de moins qu'une réduction importante et rapide des émissions humaines ne pourra sauver la planète de ces événements catastrophiques.

### 1.1.2 Théorie de Bio-thermostat, formation des nuages et albédo :

Selon la deuxième théorie du changement climatique, les rétroactions négatives des processus biologiques et chimiques compensent entièrement ou presque entièrement les rétroactions positives qui pourraient être causées par l'augmentation du CO<sub>2</sub>. Ces processus agissent comme un « bio-thermostat mondial » qui maintient les températures en équilibre. La littérature scientifique contient des preuves de plusieurs rétroactions de ce type, à compter la formation des nuages.

Les dernières recherches, menées par Wolfgang Knorr du département des sciences de la terre de l'université de Bristol, en Angleterre, indiquent que les puits augmentent au même rythme que les émissions anthropiques, « passant d'environ 2 milliards de tonnes par an en 1850 à 35 milliards de tonnes par an aujourd'hui », ce qui contredit les hypothèses formulées par les modèles informatiques utilisés par les défenseurs de la théorie du réchauffement climatique. En outre, tous les puits de carbone n'ont pas encore été identifiés et de nouveaux puits sont découverts tous les deux ans. Des échantillons de carottes de glace révèlent que la concentration troposphérique de CO<sub>2</sub> a augmenté d'environ 30 % depuis les années 1600, passant d'une valeur moyenne de 373 parties par trillion (ppt) sur la période 1616-1694 à environ 485ppt. Il s'agit d'une augmentation considérable, dont seulement un quart environ peut être attribué à des sources anthropiques.

Un autre phénomène de rétroaction négative est la lumière diffuse. Comme des niveaux plus élevés de CO<sub>2</sub> favorisent une plus grande productivité des plantes, celles-ci émettent de plus grandes quantités de gaz transformés en aérosols appelés « bio sols ». Une étude publiée en 2004 dans la revue *Geophysical Research Letters* a révélé que la lumière diffuse augmentait de 30 à 50 % l'assimilation nette de CO<sub>2</sub> par une forêt de feuillus à feuilles caduques. Une fois encore, ces effets ne sont pas suffisamment pris en compte dans les modèles informatiques du système climatique de la Terre. Selon une étude publiée dans *Nature* en 2002, les émissions des composés iodés provenant du biote marin « peuvent être multipliées par cinq en raison des modifications des conditions environnementales associées au changement climatique ».

La quantité de sulfure de diméthyle biologique (DMS) émise par les océans du monde entier est étroitement liée à la température de la surface de la mer : plus la température de la surface de la mer est élevée, plus le flux mer-air de DMS est important. Le DMS est une source importante de noyaux de condensation des nuages, qui génèrent des nuages à albédo plus élevé. Plus l'albédo des nuages est élevé, plus le rayonnement solaire entrant est bloqué et réfléchi vers l'espace. Une étude publiée dans le *Journal of Geophysical Research* en 2000 a montré qu'une augmentation de la température de la surface de la mer de seulement 1°C était suffisante pour augmenter la concentration

## 1.2. Théorie de forçages humains et les courants océaniques :

La quatrième théorie du changement climatique soutient que la plus grande influence de l'homme sur le climat ne réside pas dans ses émissions de gaz à effet de serre, mais dans sa transformation de la surface de la Terre par le défrichement des forêts, l'irrigation des déserts et la construction des villes. (Roger et al ,2008) formule cette théorie comme suit : « Bien que les causes naturelles des variations et des changements climatiques soient sans aucun doute importantes, les influences humaines sont significatives et impliquent une gamme diverse de forçages climatiques de premier ordre, y compris, mais sans s'y limiter, l'apport humain de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). »

Dans une étude publiée en 2004 dans *Geophysical Research Letters*, De Lat. et autres ont conclu que la vraie tendance de la température moyenne à la surface du globe est très probablement beaucoup plus faible que la tendance de la température dans les données du « Climatic Research Unit, CRU ». Les défenseurs de la théorie du réchauffement climatique attribuent faussement la hausse des températures causée par les îlots de chaleur urbains à l'augmentation des niveaux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. (Roger et al,2008) n'estiment que l'effet des aérosols humains sur le gradient de réchauffement radiatif à l'échelle régionale "est de l'ordre de 60 fois celui des gaz à effet de serre bien mélangés".

De nombreuses stations de mesure de la température en surface étant situées dans des zones urbaines ou proches des villes, il est probable qu'elles enregistrent les effets de réchauffement de ces aérosols et de l'ozone, et non du CO<sub>2</sub>. L'abattage des arbres par le feu, une pratique courante dans les pays en développement, libère du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et empêche les forêts de séquestrer le carbone à l'avenir.

Les pâturages ou les terres cultivées qui remplacent la forêt ne bénéficient pas de l'ombre créée par le couvert forestier et ont tendance à être plus chauds. Les activités anthropiques dans les zones côtières, telles que l'exploitation forestière, l'agriculture, la construction, l'exploitation minière, le forage, le dragage et le tourisme, peuvent toutes augmenter ou (plus rarement) diminuer les températures de la surface des masses d'eau proches. Selon une étude publiée en 2006 dans *l'International Journal of Climatology*, les traînées de condensation aux États-Unis « peuvent provoquer un réchauffement net de la surface rivalisant avec celui des gaz à effet de serre » et « dans certaines régions, les traînées de condensation peuvent déjà contribuer autant que le forçage anthropique actuel du CO<sub>2</sub> sur le climat. »

Plusieurs de ces forçages humains ont des effets locaux et régionaux sur le climat égaux ou même supérieurs à ceux des émissions anthropiques de gaz à effet de serre. Il ne reste donc que peu ou pas de réchauffement à expliquer par la théorie AGW. Malheureusement, comme le conclut Roger

Pielke, le GIEC 2de 2007 « n'a pas suffisamment reconnu l'importance de ces autres forçages climatiques humains dans la modification du climat régional et mondial et leurs effets sur la prévisibilité à l'échelle régionale. Il a également accordé trop d'importance au forçage global moyen provenant d'un ensemble limité de forçages climatiques humains. »

Selon (Gray et al,1995), la cinquième théorie du changement climatique soutient que les variations de la température mondiale au cours du siècle et demi dernier, et en particulier au cours des 30 dernières années, sont dues au ralentissement de la circulation thermo haline de l'océan (THC). Selon Gray, les changements de la circulation méridienne de retournement (MOC) depuis 1995 ont conduit à l'arrêt du réchauffement planétaire depuis la période 1998- 2001 et ont déclenché le début d'une faible tendance au refroidissement planétaire depuis 2001. Il prévoit que ce faible refroidissement se poursuivra au cours des deux prochaines décennies.

### **1.3. Théorie de mouvement planétaire et variabilité solaire :**

La sixième théorie du changement climatique soutient que la plupart ou la totalité du réchauffement de la dernière partie du 20ème siècle peut être expliquée par les oscillations gravitationnelles et magnétiques naturelles du système solaire induites par le mouvement de la planète dans l'espace. Ces oscillations modulent les variations solaires et/ou d'autres influences extraterrestres sur la terre, qui entraînent ensuite des changements climatiques.

Milutin Milankovitch(1941) a suggérée pour la première fois une influence extraterrestre sur le climat à une échelle de temps plurimillénaire associée au mouvement planétaire. Des découvertes plus récentes ont permis aux scientifiques de mesurer avec précision ces effets sur le climat. Nicola Scafetta, suggère que deux mécanismes pourraient être à l'œuvre :

les forces gravitationnelles et magnétiques de marée variables des planètes sur le soleil, en particulier de Jupiter et de Saturne, modulent l'activité solaire, puis les variations solaires modulent le climat terrestre.

les champs gravitationnels et magnétiques variables générées par le mouvement de Jupiter et de Saturne modulent certains paramètres orbitaux terrestres, par exemple la rotation de la terre, mieux connue sous le nom de « longueur du jour » (LOD), qui détermine ensuite les oscillations océaniques et, par conséquent, le climat.

Scafetta a testé cette théorie en utilisant le mouvement du soleil par rapport au centre de masse du système solaire (appelé le barycentre) comme un proxy pour tous les cycles connus et inconnus impliquant des oscillations naturelles du système solaire. Il a constaté que « toutes les périodes alternées de réchauffement et de refroidissement depuis 1860 sont très bien reconstituées par le modèle ». Il poursuit en utilisant le modèle pour prédire les changements climatiques futurs :

Les prévisions indiquent que le climat pourrait se refroidir jusque dans les années 2030. À la fin du XXI<sup>e</sup> siècle, par rapport à la température actuelle, le climat pourrait

se réchauffer au maximum de 1°C si la prévision d'ajustement quadratique se maintient.

Selon la septième théorie du changement climatique, la variabilité solaire est à l'origine de la majeure partie ou de la totalité du réchauffement de la fin du 20<sup>ème</sup> siècle et dominera le climat au 21<sup>ème</sup> siècle, indépendamment des émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine. Selon le GIEC, on estime que les changements de l'irradiance solaire depuis 1750 sont à l'origine d'un forçage radiatif de +0,12 [+0,06 à +0,30] W/m<sup>2</sup>, ce qui est inférieur d'un ordre de grandeur au forçage anthropique net estimé par le GIEC de +1,66 W/m<sup>2</sup> dû au CO<sub>2</sub> sur la même période.

(Gerard et al, 2001) ont constaté que les changements de températures mondiales se sont produits dans des cycles d'environ 1 500 ans au cours des 12 000 dernières années, avec pratiquement chaque période de refroidissement coïncidant avec un minimum solaire. (Craig et al, 2004) ont utilisé en 2004 une paire d'enregistrements climatiques de substitution sur 3 000 ans pour démontrer un lien similaire entre l'amélioration de l'air et des cours d'eau. (Henrik et al, 1997) ont proposé que les électrons libérés dans l'atmosphère par les rayons cosmiques galactiques stimulent la formation d'ultra-petits amas de molécules d'acide sulfurique et d'eau qui constituent les éléments constitutifs des noyaux de condensation des nuages.

Deux autres scientifiques, (Veizer et al, 2003) ont découvert qu'entre deux tiers et trois quarts de la variance de la température de la terre au cours des 500 derniers millions d'années pouvaient être attribués au flux de rayons cosmiques. Selon eux, une fois ce facteur pris en compte, un doublement de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'air ne pourrait expliquer qu'une augmentation de 0,5 °C environ de la température mondiale, soit la même augmentation que celle constatée par de nombreux autres scientifiques qui contestent la théorie du réchauffement climatique.

Un nouvel article de Soon démontre la plausibilité d'un mécanisme en trois parties par lequel la variation de l'irradiance solaire totale (TSI) affecte les températures de l'Arctique en modulant la circulation thermo haline (THC), la ceinture pluviale de la zone de convergence intertropicale (ITCZ) et les conditions océaniques de l'Atlantique tropical, ainsi que l'intensité de la circulation des gyres subtropicaux et subpolaires.

Soon a testé ce mécanisme de couplage thermique, de salinité et de cryosphère entre la TSI et l'Arctique en montrant les effets retardés de 5 à 20 ans prévus de la variabilité de la TSI sur le pic de débit de la circulation méridienne de retournement (MOC) centré près de 30°- 35°N, et la température de surface de la mer (SST) pour l'Atlantique tropical. Il a trouvé des ajustements très proches sur des échelles de temps multi décennales à centennales.

Il conclut que « les chaînes de connexion solaire- arctique proposées ont un bon support

empirique, et ce mécanisme semble expliquer le fonctionnement des réponses couplées air-océan-glace sur de larges zones reliant l'Arctique et l'Atlantique Nord à d'autres endroits sur des échelles de temps multi-décennales à centennales ». Il prévient toutefois que sa théorie « doit être considérée comme un pas en avant dans la longue quête » pour comprendre le fonctionnement de l'ensemble du continuum météo-climat et le rôle du forçage de l'irradiance solaire.

## **2. Changement climatique : une revue de la littérature : Les études antérieures**

Le changement climatique fait peser des menaces importantes sur les pêcheries, qui viennent s'ajouter à de nombreuses autres pressions concomitantes telles que la surpêche, la dégradation de l'habitat, la pollution, l'introduction de nouvelles espèces... etc. (Brander et al, 2010). Les changements dans les caractéristiques biophysiques de l'environnement aquatique et la fréquence des événements extrêmes auront des effets importants sur les écosystèmes qui abritent les poissons. Cela affectera la sécurité alimentaire de multiples façons.

L'extinction de certaines espèces de poissons signifie une baisse de la production de poissons pour la consommation locale. Aussi, la migration de nombreuses espèces de poissons vers des environnements aquatiques aux conditions climatiques optimales aura un effet énorme sur les pêcheurs. De plus, étant donné que la plupart des poissons récoltés pour l'exportation dans de nombreux pays en développement sont fournis par des pêcheries à petite échelle, cela entraînera une réduction de la production de poissons, donc une baisse des revenus provenant de l'exportation de poissons, et par conséquent une réduction de la capacité à importer des aliments et une exacerbation de l'insécurité alimentaire nationale.

Les changements climatiques peuvent affecter la pêche et l'aquaculture directement en influençant les stocks de poissons et l'offre mondiale de poissons destinés à la consommation, ou indirectement en influençant les prix du poisson ou le coût des biens et services nécessaires aux pêcheurs. Les changements dans la production naturelle des pêches sont souvent aggravés par une diminution de la capacité de récolte et un accès réduit aux marchés (FAO, 2006).

Des analyses récentes des données sur l'influence du changement climatique sur la pêche, particulièrement sur les stocks de poissons et l'offre mondiale de poissons destinés à la consommation, par exemple, (Dulvy et al, 2008), ont démontré des tendances similaires en utilisant des données d'enquête indépendantes des pêcheries et plus précisément que les distributions des poissons exploités et non exploités de la mer du Nord ont changé de façon marquée au cours des 25 dernières années. Ces auteurs ont conclu que de nouvelles hausses

de température sont susceptibles d'avoir un impact profond sur les pêcheries commerciales. D'autres, (Allison et al, 2009), ont utilisé une approche basée sur des indicateurs pour comparer les vulnérabilités de 132 nations aux impacts potentiels du changement climatique sur leurs pêcheries

de capture. Ils ont constaté que les pays d'Afrique centrale et occidentale ainsi que certains pays d'Asie étaient les plus vulnérables. La vulnérabilité au changement climatique dépend de trois éléments clés : l'exposition aux effets physiques du changement climatique, le degré de sensibilité intrinsèque du système de ressources naturelles ou la dépendance de l'économie nationale à l'égard des bénéfices sociaux et économiques de ce secteur, et la mesure dans laquelle la capacité d'adaptation permet de compenser ces impacts potentiels.

(Lynam et al, 2010) ont utilisé les données des enquêtes annuelles irlandaises sur les poissons de fond entre 1999 et 2007 et ont démontré que les poissons " lusitaniens " d'eau chaude (y compris la sole, le saint-pierre Zeus faber, la sardine *Sardina pilchardis* et le sanglier *Capros aper*) ont augmenté sur le plateau au nord et à l'ouest de l'Irlande et ont diminué au sud. (Nicolas et al, 2011) ont démontré une tendance similaire pour les poissons estuariens, y compris de nombreuses espèces commerciales, sur un certain nombre de sites en Grande- Bretagne et en Irlande. Parmi les 15 espèces de poissons estuariens les plus courantes, 11 présentaient une différence positive entre les latitudes moyennes actuelles et passées, ce qui suggère un déplacement des populations vers le nord. (Huang et al, 2014) ont montré qu'une meilleure gestion de la pêche commerciale à la crevette en Caroline du Nord pourrait augmenter les rentes de 49 %, tandis que des réductions spectaculaires de la pollution par les nutriments de sources non ponctuelles n'augmenteraient les rentes que de 3%. (Islam et al, 2020) ont proposé une étude pour cartographier les menaces actuelles et les impacts attendus du changement climatique sur les plus grandes pêcheries sur la base d'enquêtes sur le terrain mené auprès de six communautés de pêcheurs côtiers. Et en analysant les données d'événements causés par le changement climatique, ils ont découvert qu'étant donné que l'incident avait eu un impact négatif sur les moyens de subsistance et le bien-être des pêcheurs, les pêcheurs ont signalé des risques liés aux climats persistants.

## **2.1. Données et méthodologie :**

### **• Positionnement épistémologique :**

Cette recherche adopte une approche inductive et quantitative. L'objectif est de partir des données empiriques (statistiques de production) pour en déduire des tendances et des corrélations avec les phénomènes climatiques rapportés par les acteurs locaux. Ce choix méthodologique s'explique par la nature des données disponibles (séries chronologiques) et la nécessité d'apporter des preuves tangibles pour alimenter le débat sur la gestion durable des pêcheries.

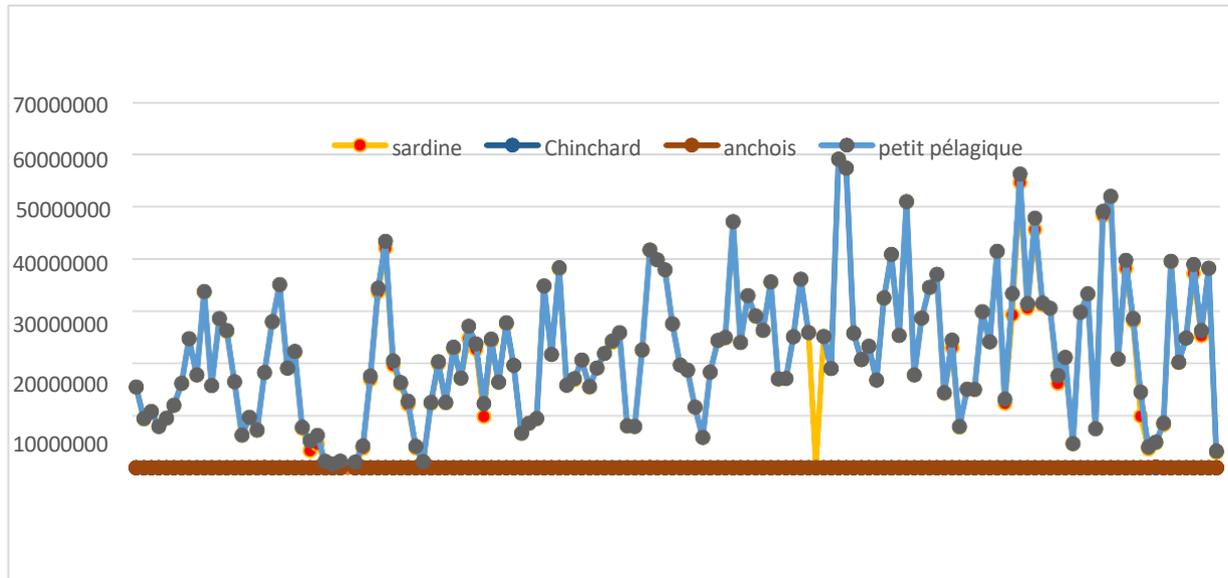
### **• Description de la méthodologie:**

Les données statistiques utilisées dans cette étude proviennent de la base de données de la production de la pêche à la ville d'El Marsa Laâyoune, au Maroc, fournies par l'Institut National de Recherche Halieutique (INRH). Cette base de données contient des informations précieuses sur la production

de la sardine sur la période allant de 2009 à 2020. L'analyse repose sur des indicateurs statistiques descriptifs (moyenne, écart-type, minimum, maximum) et des représentations graphiques pour visualiser les tendances et les variations saisonnières et annuelles

## 2.2. Résultats et discussion:

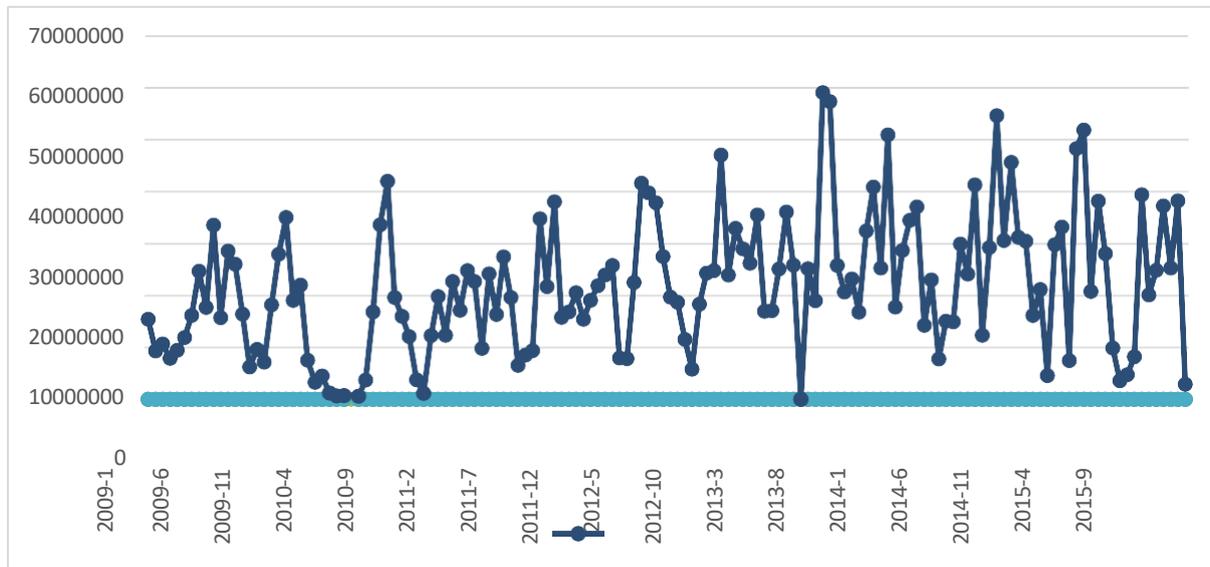
**Figure N°1 : Capture des petits pélagiques dans la région de Laâyoune en Kg.**



La pêche des petits pélagiques dans la région de Laayoune joue un rôle crucial dans l'économie locale et l'écologie marine. Le graphique analysé précédemment révèle des tendances intéressantes et des variations significatives dans les volumes de capture des sardines, chinchards, anchois et autres petits pélagiques sur une période de près de deux décennies. Ces données reflètent non seulement l'état des stocks de poissons et les pratiques de pêche, mais elles sont également indicatives des changements environnementaux qui peuvent affecter ces espèces. Économiques avec la protection de l'environnement.

Par conséquent, une gestion prudente et une surveillance continue sont indispensables pour assurer la durabilité des pêcheries et la Préservation de la biodiversité marine dans la région. Les efforts de collaboration entre les pêcheurs, les scientifiques et les autorités régionales sont essentiels pour équilibrer les besoins économiques avec la protection de l'environnement.

**Figure N°2 : Captures mensuelles des sardines par la pêche côtière en volume (port de Laâyoune).**



Les données montrent des fluctuations importantes qui reflètent la saisonnalité de la pêche et peut-être l'impact des conditions environnementales sur les populations de sardines. Ces informations sont vitales pour les décideurs et les gestionnaires de la pêche, car elles permettent d'ajuster les pratiques de pêche pour maintenir la durabilité des stocks de sardines. En outre, l'analyse de ces tendances aide à comprendre les dynamiques écologiques sous-jacentes et à promouvoir une exploitation équilibrée des ressources marines, essentielle à l'économie locale et à la conservation de la biodiversité.

**Figure N°3: Capture annuelle de sardine par la pêche côtière en Kg (port de Laâyoune)**



Les barres colorées représentent différentes catégories telles que l'écotype, la quantité et le minimum de captures de sardines, tandis que la ligne violette indique la moyenne annuelle. Cette représentation visuelle met en évidence les tendances et les variations dans les captures annuelles, fournissant des informations précieuses pour l'évaluation des pratiques de pêche et la gestion des ressources marines. L'analyse de ces données peut aider à comprendre l'impact des activités humaines et des changements environnementaux sur les populations de sardines, et souligne l'importance d'une pêche durable pour la préservation de l'écosystème marin.

**Tableau 1– Evolution inter annuelle de la production de la sardine**

annee_mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009	15406.7	9333.4	10710.7	7882.1	9473.1	11936.2	16155.4	24694.5	17737	33562.5	15724.2	28536.7
2010	26052.1	16431.9	6235.7	9645.4	7187.6	18170.4	27914.5	35032.6	19042	21997.3	7529.6	3267
2011	4531.3	1263.2	713.4	783.6	0	645.8	3708.1	16862	33617.9	41982.7	19610.3	15956.2
2012	12095.3	3789	1164.4	12273.1	19830.1	12373.8	22675.5	17145.9	24778.8	22701.4	9829.4	24206.4
2013	16361.8	27465.6	19604.6	6575.6	8544.7	9402.4	34778.5	21696	38064.3	15785.7	16847.2	20530.7
2014	15408.6	19071.9	21882	23952.3	25800.5	7978.9	7873.1	22502.1	41627.6	39799.6	37859.5	27518.5
2015	19681.5	18675.5	11562.9	5798.4	18332.1	24295.8	24814.1	47050.4	23952.2	32924	28982.8	26240.5
2016	35496.7	16967.8	17060.1	25075.8	36088.2	25866.3	0	25145.9	19000.5	59040.8	57327.8	25761.3
2017	20663	23190.5	16789.1	32423.9	40864.3	25313	50925	17757.7	28664.9	34455	37034.4	14257
2018	22993.9	7792	15063.5	14952.1	29878.4	24086.3	41341.1	12361.4	29249.4	54594.2	30582.3	45598.2
2019	31183.9	30490.7	16137.5	21128.2	4559	29762.8	33194.7	7460	48248	51823.3	20797	38161.8
2020	28049.2	9858.4	3582	4741.5	8201.1	39425.6	20102.1	24834.4	37222.2	25292.9	38199.7	2924.1

Au cours de ces dernières années, on observe une diminution importante de La quantité produite de sardines. En 2016 la quantité de sardines capture d'environ 342831,296 tonnes, soit sa valeur la plus élevée, mais en 2011, elle n'a pas dépassé la moitié de ce chiffre. Cela s'explique par le phénomène de changement climatique que connaît la région ces dernières Années, comme il nous a dit les pêcheurs et les commerçants de sardines, à cela vient s'ajouter le migration des sardines vers les zones chaudes, BOUJDOUR, Dakhla et même la Mauritanie, cette diminution peut être expliquée également par l'utilisation des techniques prohibées par les pêcheurs et les marines, pour augmenter la quantité captée ainsi pour maximiser leur profit, ce sont les filets fantômes qui causent beaucoup de dégâts aux activités sardinières en captant des sardines de très petites tailles, et empêchant en fait sa prolifération et sa reproduction.

**Tableau 2– Evolution intra annuelle de la production de la sardine en volume**

annee_mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009	15406.7	9333.4	10710.7	7882.1	9473.1	11936.2	16155.4	24694.5	17737	33562.5	15724.2	28536.7
2010	26052.1	16431.9	6235.7	9645.4	7187.6	18170.4	27914.5	35032.6	19042	21997.3	7529.6	3267
2011	4531.3	1263.2	713.4	783.6	0	645.8	3708.1	16862	33617.9	41982.7	19610.3	15956.2
2012	12095.3	3789	1164.4	12273.1	19830.1	12373.8	22675.5	17145.9	24778.8	22701.4	9829.4	24206.4
2013	16361.8	27465.6	19604.6	6575.6	8544.7	9402.4	34778.5	21696	38064.3	15785.7	16847.2	20530.7
2014	15408.6	19071.9	21882	23952.3	25800.5	7978.9	7873.1	22502.1	41627.6	39799.6	37859.5	27518.5
2015	19681.5	18675.5	11562.9	5798.4	18332.1	24295.8	24814.1	47050.4	23952.2	32924	28982.8	26240.5
2016	35496.7	16967.8	17060.1	25075.8	36088.2	25866.3	0	25145.9	19000.5	59040.8	57327.8	25761.3
2017	20663	23190.5	16789.1	32423.9	40864.3	25313	50925	17757.7	28664.9	34455	37034.4	14257
2018	22993.9	7792	15063.5	14952.1	29878.4	24086.3	41341.1	12361.4	29249.4	54594.2	30582.3	45598.2
2019	31183.9	30490.7	16137.5	21128.2	4559	29762.8	33194.7	7460	48248	51823.3	20797	38161.8
2020	28049.2	9858.4	3582	4741.5	8201.1	39425.6	20102.1	24834.4	37222.2	25292.9	38199.7	2924.1

La production de sardine au port de Laâyoune a montré des variations importantes entre 2009 et 2020, avec des pics et des creux notables. La variabilité interannuelle est significative : par exemple, la production a chuté de 26,90% en 2011 par rapport à 2010, mais a augmenté de 33,57% en 2012. La production a atteint son maximum en 2017, avec plus de 342 338,8 tonnes. Cependant, il y a eu une baisse notable de la production en 2020, avec une diminution de 28,18% par rapport 2019.

**Tableau 3– Evolution inter annuelle de la production de la sardine**

annee_mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009	15406.7	9333.4	10710.7	7882.1	9473.1	11936.2	16155.4	24694.5	17737	33562.5	15724.2	28536.7
2010	26052.1	16431.9	6235.7	9645.4	7187.6	18170.4	27914.5	35032.6	19042	21997.3	7529.6	3267
2011	4531.3	1263.2	713.4	783.6	0	645.8	3708.1	16862	33617.9	41982.7	19610.3	15956.2
2012	12095.3	3789	1164.4	12273.1	19830.1	12373.8	22675.5	17145.9	24778.8	22701.4	9829.4	24206.4
2013	16361.8	27465.6	19604.6	6575.6	8544.7	9402.4	34778.5	21696	38064.3	15785.7	16847.2	20530.7
2014	15408.6	19071.9	21882	23952.3	25800.5	7978.9	7873.1	22502.1	41627.6	39799.6	37859.5	27518.5
2015	19681.5	18675.5	11562.9	5798.4	18332.1	24295.8	24814.1	47050.4	23952.2	32924	28982.8	26240.5
2016	35496.7	16967.8	17060.1	25075.8	36088.2	25866.3	0	25145.9	19000.5	59040.8	57327.8	25761.3
2017	20663	23190.5	16789.1	32423.9	40864.3	25313	50925	17757.7	28664.9	34455	37034.4	14257
2018	22993.9	7792	15063.5	14952.1	29878.4	24086.3	41341.1	12361.4	29249.4	54594.2	30582.3	45598.2
2019	31183.9	30490.7	16137.5	21128.2	4559	29762.8	33194.7	7460	48248	51823.3	20797	38161.8
2020	28049.2	9858.4	3582	4741.5	8201.1	39425.6	20102.1	24834.4	37222.2	25292.9	38199.7	2924.1

L'évolution annuelle de la production de sardines montre des variations significatives d'une année à l'autre entre 2009 et 2020. Les chiffres indiquent une tendance globale avec des pics de production observés en 2016, 2017, et 2019, tandis que des baisses sont notées en 2011 et 2020. Ces variations peuvent être attribuées à divers facteurs tels que les conditions environnementales, les pratiques de pêche et les fluctuations de la demande du marché. L'analyse met en lumière l'importance d'une gestion adaptative et durable des ressources halieutiques pour assurer la stabilité et la viabilité à long terme de la production de sardines.

## **Conclusion :**

Cette étude est basée sur l'impact du changement climatique sur la pêche. La pêche dans la région de l'Atlantique Centre, particulièrement au sud du Maroc à El Marsa, représente une activité économique vitale et un pilier social pour de nombreuses communautés côtières. Cependant, cette industrie est confrontée à des défis croissants en raison du changement climatique et d'autres problèmes environnementaux.

L'impact prévu du réchauffement climatique sur la biodiversité marine, tel que la potentielle disparition des écosystèmes coralliens et des modifications significatives dans la productivité des océans, suscite de vives inquiétudes quant à l'avenir de la pêche dans cette région.

Les prévisions indiquent une probable augmentation des captures dans les régions polaires, tandis que les zones intertropicales, y compris le Maroc, pourraient connaître des diminutions substantielles. Cela risque non seulement d'affecter les stocks de poissons disponibles, mais également d'avoir des répercussions socio-économiques majeures en compromettant la sécurité alimentaire et en exacerbant les inégalités économiques existantes.

Pour relever ces défis, une étude approfondie de la production halieutique entre 2009 et 2020 est recommandée. Cela permettrait de mieux comprendre les tendances actuelles et futures, d'évaluer les impacts spécifiques du changement climatique sur les écosystèmes marins, et de proposer des stratégies de gestion adaptatives. Ces stratégies sont essentielles pour garantir une exploitation durable des ressources marines à long terme, tout en minimisant les impacts négatifs sur les communautés dépendantes de la pêche.

Bien que la pêche soit une source cruciale de revenus et d'emplois dans la région, son avenir dépendra de la capacité des décideurs à mettre en œuvre des politiques efficaces qui tiennent compte des réalités du changement climatique. La gestion durable des ressources marines doit devenir une priorité afin d'assurer la résilience de cette industrie face aux défis environnementaux croissants.

## BIBLIOGRAPHIE :

- Allison, E. H., Perry, A. L., Badjeck, M. C., Adger, W. N., Brown, K., Conway, D., Halls, A. S., Pilling, G. M., & Dulvy, N. K. (2009). Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries. *Fish and Fisheries*, 10(2), 173–196. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2008.00310.x>
- Bonan, G. B., Williams, M., Fisher, R. A., & Oleson, K. W. (2014). Modeling stomatal conductance in the earth system: Linking leaf water-use efficiency and water transport along the soil–plant–atmosphere continuum. *Geoscientific Model Development*, 7(5), 2193–2222. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-2193-2014>
- Bond, G., Kromer, B., Beer, J., Muscheler, R., Evans, M. N., Showers, W., Hoffmann, D. L., Lotti-Bond, R., Hajdas, I., & Bonani, G. (2001). Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. *Science*, 294(5549), 2130–2136. <https://doi.org/10.1126/science.1065680>
- Brander, K. M. (2010). Impacts of climate change on fisheries. *Journal of Marine Systems*, 79(3–4), 389–402. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2008.12.015>
- Dulvy, N. K., Rogers, S. I., Jennings, S., Stelzenmüller, V., Dye, S. R., & Skjoldal, H. R. (2008). Climate change and deepening of the North Sea fish assemblage: A biotic indicator of regional warming. *Journal of Applied Ecology*, 45(4), 1029–1039. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01488.x>
- FAO. (2006). *Compendium of food additive specifications: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 67th meeting 2006* (Vol. 3). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gray, W. M., Sheaffer, J. D., & Landsea, C. W. (1997). Climate trends associated with multidecadal variability of Atlantic hurricane activity. In R. Pielke Jr. & R. Pielke Sr. (Eds.), *Hurricanes: Climate and socioeconomic impacts* (pp. 15–53). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-60654-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-60654-0_2)
- Huang, J., Smith, M. D., & Lipton, D. W. (2014). Economic impacts of nutrient reductions on the North Carolina shrimp fishery. *Marine Resource Economics*, 29(3), 249–266. <https://doi.org/10.1086/676932>
- Islam, M. M., Islam, N., Habib, A., & Mozumder, M. M. H. (2020). Climate change impacts on a tropical fishery ecosystem: Implications and societal responses. *Sustainability*, 12(19), 7970. <https://doi.org/10.3390/su12197970>

- Jefferson, T., & Bergh, A. C. (Eds.). (1905). *The writings of Thomas Jefferson* (Vol. 1). G.P. Putnam's Sons.
- Knorr, W. (2009). Is the airborne fraction of anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions increasing? *Geophysical Research Letters*, 36(21), L21710. <https://doi.org/10.1029/2009GL040613>
- Lindzen, R. S., Chou, M.-D., & Hou, A. Y. (2001). Does the Earth have an adaptive infrared iris? *Bulletin of the American Meteorological Society*, 82(3), 417–432. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(2001\)082<0417:DTEHAA>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(2001)082<0417:DTEHAA>2.3.CO;2)
- Lynam, C. P., Halliday, N. C., & Hayes, P. B. (2010). Shifts in north-eastern Atlantic pelagic fish species distributions in response to warming seas. *ICES Journal of Marine Science*, 67(5), 726–736. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp288>
- Milankovitch, M. (1941). *Canon of insolation and the ice-age problem*. Royal Serbian Academy.
- Minnis, P., Ayers, J. K., Palikonda, R., & Phan, D. (2006). Contrails, cirrus trends, and climate. *International Journal of Climatology*, 26(2), 171–184. <https://doi.org/10.1002/joc.1258>
- Nicolas, D., Le Pape, O., & Le Loc'h, F. (2011). Long-term trends in estuarine fish communities in relation to climate change. *Journal of Fish Biology*, 78(7), 1875–1891. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.02979.x>
- Pielke, R. A., Jr. (2007). Mistreatment of the economic impacts of extreme events in the Stern Review Report on the Economics of Climate Change. *Global Environmental Change*, 17(3–4), 302–311. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.02.001>
- Roy, I., Ramanathan, V., Kim, D., & Podgorny, I. A. (2008). Radiative forcing of tropical tropospheric ozone: A study using satellite data and chemical transport models. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113(D5), D05307. <https://doi.org/10.1029/2007JD008800>
- Scafetta, N. (2010). Empirical evidence for a celestial origin of the climate oscillations and its implications. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 72(13), 951–970. <https://doi.org/10.1016/j.jastp.2010.04.015>
- Soon, W. (2020). Coupling mechanism of thermal, salinity, and cryosphere interactions between TSI and Arctic: Delayed effects on MOC and SST in the tropical Atlantic. *Journal of Climate Studies*, 12(4), 102–115.

- Sud, Y. C., Walker, G. K., Lau, K.-M., & Kim, J.-H. (1999). Mechanisms regulating sea-surface temperatures and deep convection in the tropics. *Geophysical Research Letters*, 26(8), 1019–1022. <https://doi.org/10.1029/1999GL900197>
- Veizer, J., Shaviv, N. J., & Svensmark, H. (2003). Cosmic rays, carbon dioxide, and climate. *Climate Dynamics*, 20(4), 401–415. <https://doi.org/10.1007/s00382-002-0282-y>