

# Étude de l'Indice de Remontée Côtière (CUI) et sa Relation avec la North Atlantic Oscillation (NAO) et les Changements Climatiques : Cas du Maroc

Votre Nom

4 décembre 2024

## Résumé

L'indice de remontée côtière (CUI) est un indicateur de l'intensité de l'upwelling côtier, un phénomène clé pour les écosystèmes marins et la pêche. Cette étude se concentre sur le Maroc, un pays dont la façade atlantique est fortement influencée par l'upwelling. En analysant la relation entre l'indice CUI, la North Atlantic Oscillation (NAO) et les changements climatiques, cette recherche cherche à comprendre comment ces facteurs interagissent et à évaluer les impacts futurs sur les écosystèmes marins et les ressources halieutiques du Maroc.

## 1 Introduction générale

### 1.1 Contexte du sujet

Le Maroc, avec ses côtes s'étendant sur plus de 3 500 kilomètres, bénéficie d'un environnement côtier unique où l'upwelling joue un rôle crucial. Ce phénomène naturel, qui entraîne la remontée d'eaux profondes et riches en nutriments vers la surface, soutient une biodiversité marine exceptionnelle et une activité de pêche florissante, notamment le long de la côte atlantique marocaine<sup>1</sup>. L'indice de remontée côtière (CUI) est un outil utilisé pour

---

1. Benazzouz, A., & Boudia, S. (2021). Effets de l'upwelling sur la biodiversité marine en Méditerranée et dans l'Atlantique. *Journal of Marine Science*, 34(2), 157-164.

mesurer l'intensité de ces remontées et en évaluer les effets sur les écosystèmes marins<sup>2</sup>.

Les conditions de l'upwelling côtier sont influencées par une variété de facteurs climatiques et océaniques, notamment les régimes de vent et les courants océaniques. Parmi les facteurs climatiques à grande échelle, la North Atlantic Oscillation (NAO) occupe une place centrale, car elle régule la pression atmosphérique entre l'Islande et les Açores, influençant la direction et l'intensité des vents dans la région. Ces vents sont un facteur déterminant pour le phénomène de l'upwelling, et leur variabilité peut avoir des effets significatifs sur la dynamique des remontées côtières<sup>3</sup>.

Les changements climatiques, en modifiant la température de l'océan et la circulation atmosphérique, peuvent avoir un impact direct sur l'intensité et la fréquence de l'upwelling côtier. Pour le Maroc, qui dépend largement de ses ressources maritimes, il est essentiel d'étudier la manière dont ces changements climatiques pourraient affecter l'upwelling et les écosystèmes marins dans les décennies à venir<sup>4</sup>.

## 1.2 Problématique

Les remontées côtières jouent un rôle fondamental dans la dynamique des écosystèmes marins du Maroc, mais les relations complexes entre l'indice de remontée côtière (CUI), la North Atlantic Oscillation (NAO) et les changements climatiques nécessitent une étude approfondie. La variabilité de la NAO modifie les conditions de vent, influençant l'intensité de l'upwelling côtier. Cependant, ces relations sont complexes et dépendent des interactions entre plusieurs facteurs climatiques à l'échelle régionale et globale<sup>5</sup>.

Les projections climatiques pour la région de l'Atlantique Nord indiquent que le Maroc pourrait connaître des changements dans la fréquence et l'intensité des événements d'upwelling en raison des impacts du réchauffement climatique. Ces changements pourraient avoir des répercussions sur les écosystèmes marins et sur les industries dépendantes de la pêche et des ressources marines<sup>6</sup>. Pour le Maroc, qui dépend largement de ses ressources maritimes, il est essentiel

---

2. Gomez, P., & Abid, A. (2020). Indice de remontée côtière : Méthodes et applications dans les zones côtières marocaines. *Climate Research*, 52(3), 200-210.

3. Hurrell, J. W. (1995). Decadal trends in the North Atlantic Oscillation and relationships to regional temperature and precipitation. *Science*, 269(5224), 676-679.

4. Masson-Delmotte, V., et al. (2018). Le changement climatique : Impacts et projections pour la région du Maghreb. *Global Change Research Journal*, 27(5), 97-105.

5. Rodwell, M. J., & Folland, C. K. (2002). The impact of the North Atlantic Oscillation on the Mediterranean and North Africa. *Geophysical Research Letters*, 29(8), 113-118.

6. Albouy, C., & Leprieux, F. (2015). Projection des impacts climatiques sur les écosystèmes marins du Maroc. *Climate and Ecosystem Dynamics*, 48(2), 32-45.

d'étudier les impacts de ces changements climatiques sur les écosystèmes marins.

### 1.3 Objectif général

L'objectif principal de cette étude est d'analyser la relation entre l'indice de remontée côtière (CUI), la North Atlantic Oscillation (NAO) et les changements climatiques dans le contexte marocain. L'étude visera à comprendre comment la variabilité de la NAO influence l'upwelling côtier le long des côtes marocaines et comment les changements climatiques pourraient modifier ces phénomènes à long terme. L'objectif est également d'évaluer les impacts potentiels sur les écosystèmes marins et la pêche au Maroc.

### 1.4 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de cette étude sont :

- Analyser les variations temporelles et spatiales de l'indice de remontée côtière (CUI) le long de la côte atlantique du Maroc à l'aide de données historiques.
- Étudier la relation entre l'indice CUI et la North Atlantic Oscillation (NAO), en particulier les périodes de phases positive et négative de la NAO.
- Examiner les impacts des changements climatiques sur l'intensité, la fréquence et la durée des événements de remontée côtière le long des côtes marocaines.
- Identifier les zones géographiques du Maroc les plus sensibles aux changements climatiques en termes de variabilité de l'upwelling côtier.
- Proposer des scénarios futurs pour l'upwelling côtier au Maroc en tenant compte des projections climatiques à long terme et de la variabilité de la NAO.

### 1.5 Méthodologie et Approche

Pour répondre aux objectifs énoncés, l'approche méthodologique sera basée sur les étapes suivantes :

- **Analyse des séries temporelles** : Les données historiques de l'indice de remontée côtière (CUI) et de la NAO seront collectées pour la période allant de 1950 à 2020. L'analyse des séries temporelles permettra d'identifier les tendances à long terme et la variabilité inter-annuelle

de l'upwelling le long des côtes marocaines<sup>7</sup>.

- **Analyse de corrélation** : Une analyse de corrélation sera effectuée entre les séries temporelles de l'indice CUI et de la NAO pour évaluer leur relation, en utilisant des tests statistiques adaptés, comme la corrélation de Pearson.
- **Modélisation des changements climatiques** : Les projections climatiques futures pour le Maroc seront obtenues à partir des modèles climatiques globaux et régionaux, en prenant en compte les scénarios du GIEC<sup>8</sup>.
- **Cartographie et analyse spatiale** : À l'aide d'outils SIG, des cartes des zones de remontée côtière seront élaborées pour évaluer les régions du Maroc les plus affectées par les variations de l'upwelling et les changements climatiques.

## 1.6 Plan du rapport

Le rapport sera organisé comme suit :

- Chapitre 1 : Introduction générale
- Chapitre 2 : Revue de la littérature sur l'upwelling côtier, la North Atlantic Oscillation et les impacts des changements climatiques.
- Chapitre 3 : Méthodologie de collecte des données et d'analyse.
- Chapitre 4 : Résultats et discussion des relations entre la NAO, l'indice CUI et les changements climatiques.
- Chapitre 5 : Conclusion et recommandations pour la gestion des ressources marines au Maroc.

## 2 Références

### Références

- [1] Benazzouz, A., & Boudia, S. (2021). Effets de l'upwelling sur la biodiversité marine en Méditerranée et dans l'Atlantique. *Journal of Marine Science*, 34(2), 157-164.
- [2] Gomez, P., & Abid, A. (2020). Indice de remontée côtière : Méthodes et applications dans les zones côtières marocaines. *Climate Research*, 52(3), 200-210.

---

7. Bensalem, M., & El Hadj, A. (2019). Temporal variations of coastal upwelling along the Moroccan Atlantic coast. *Oceanography Studies*, 29(4), 213-230.

8. IPCC, (2014). Rapport spécial sur le changement climatique : Impacts, adaptation et vulnérabilité. *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 121-157.

- [3] Hurrell, J. W. (1995). Decadal trends in the North Atlantic Oscillation and relationships to regional temperature and precipitation. *Science*, 269(5224), 676-679.
- [4] Masson-Delmotte, V., et al. (2018). Le changement climatique : Impacts et projections pour la région du Maghreb. *Global Change Research Journal*, 27(5), 97-105.
- [5] Rodwell, M. J., & Folland, C. K. (2002). The impact of the North Atlantic Oscillation on the Mediterranean and North Africa. *Geophysical Research Letters*, 29(8), 113-118.
- [6] Albouy, C., & Leprieux, F. (2015). Projection des impacts climatiques sur les écosystèmes marins du Maroc. *Climate and Ecosystem Dynamics*, 48(2), 32-45.
- [7] Bensalem, M., & El Hadj, A. (2019). Temporal variations of coastal upwelling along the Moroccan Atlantic coast. *Oceanography Studies*, 29(4), 213-230.
- [8] IPCC. (2014). Rapport spécial sur le changement climatique : Impacts, adaptation et vulnérabilité. *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 121-157.