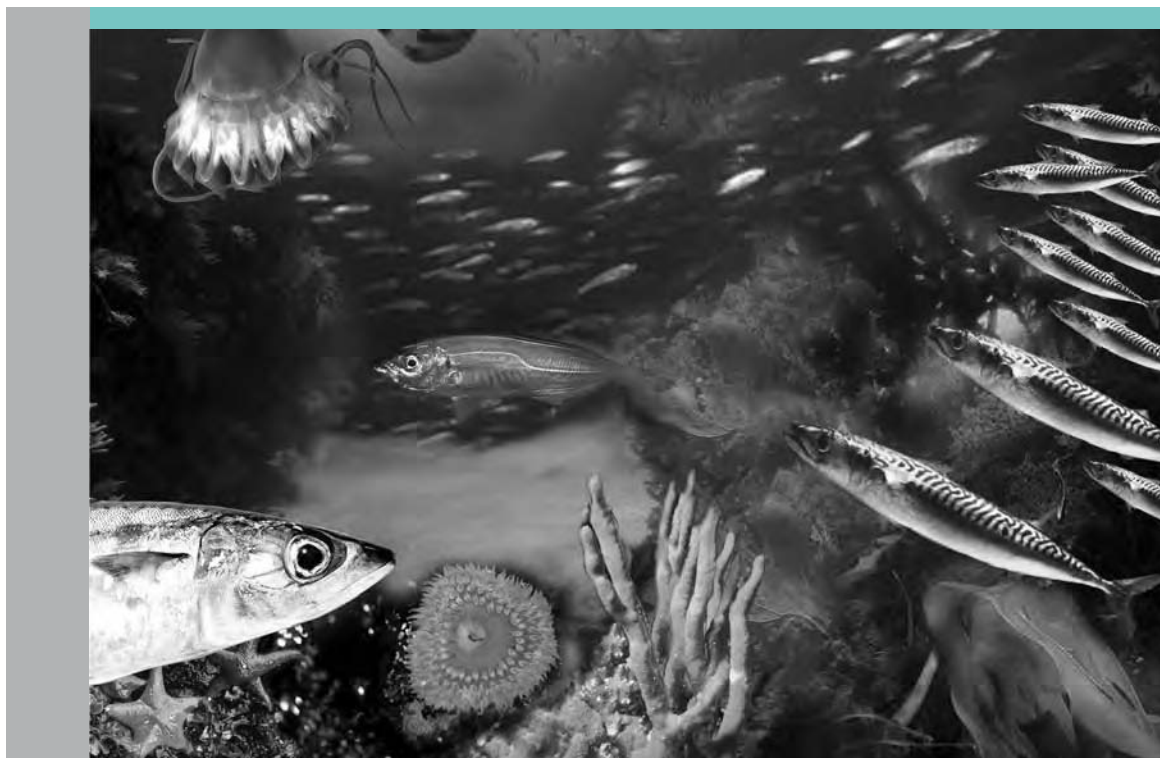


# Science and management of small pelagics/ Science et aménagement des petits pélagiques

Symposium on Science and the Challenge of Managing Small Pelagic Fisheries on Shared Stocks in Northwest Africa/Symposium sur la science et le défi de l'aménagement des pêcheries de petits pélagiques sur les stocks partagés en Afrique nord-occidentale

11–14 March/mars 2008  
Casablanca, Morocco/Maroc



*Cover illustration:* Emanuela D'Antoni

---

**Copies of FAO publications can be requested from**

SALES AND MARKETING GROUP  
Publishing Policy and Support Branch  
Office of Knowledge Exchange, Research and Extension  
FAO, Viale delle Terme di Caracalla 00153 Rome, Italy

**E-mail:** [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org)

**Fax:** +39 06 57053360

**Web site:** [www.fao.org/icalog/inter-e.htm](http://www.fao.org/icalog/inter-e.htm)

# Science and Management of Small Pelagics/ Science et aménagement des petits pélagiques

**Symposium on Science and the Challenge of Managing Small Pelagic Fisheries on Shared Stocks in Northwest Africa/Symposium sur la science et le défi de l'aménagement des pêcheries de petits pélagiques sur les stocks partagés en Afrique nord-occidentale**

**11–14 March/mars 2008  
Casablanca, Morocco/Maroc**

Edited by/Édité par

**Serge Garcia**  
Consultant  
Rome, Italy/Italie

**Merete Tandstad**  
Fishery Resources Officer/Fonctionnaire des pêches  
Marine and Inland Fisheries Service/Service de la pêche marine et continentale  
Fisheries and Aquaculture Resources Use and Conservation Division/Division de l'utilisation et de la conservation des ressources des pêches et de l'aquaculture  
FAO Fisheries and Aquaculture Department/Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO  
Rome, Italy/Italie

**Ana Maria Caramelo**  
Consultant  
Lisbon/Lisbonne, Portugal

The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO in preference to others of a similar nature that are not mentioned.

The views expressed in this information product are those of the authors and do not necessarily reflect the views of FAO.

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement celles de la FAO.

ISBN 978-92-5-007104-6

All rights reserved. FAO encourages reproduction and dissemination of material in this information product. Non-commercial uses will be authorized free of charge, upon request. Reproduction for resale or other commercial purposes, including educational purposes, may incur fees. Applications for permission to reproduce or disseminate FAO copyright materials, and all queries concerning rights and licences, should be addressed by e-mail to [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org) or to the Chief, Publishing Policy and Support Branch, Office of Knowledge Exchange, Research and Extension, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy.

Tous droits réservés. La FAO encourage la reproduction et la diffusion des informations figurant dans ce produit d'information. Les utilisations à des fins non commerciales seront autorisées à titre gracieux sur demande. La reproduction pour la revente ou à d'autres fins commerciales, y compris à des fins didactiques, pourra être soumise à des frais. Les demandes d'autorisation de reproduction ou de diffusion de matériel dont les droits d'auteur sont détenus par la FAO et toute autre requête concernant les droits et les licences sont à adresser par courriel à l'adresse [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org) ou au Chef de la Sous-Division des politiques et de l'appui en matière de publications, Bureau de l'échange des connaissances, de la recherche et de la vulgarisation, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie.

<b>THEME 2: DYNAMICS AND VARIABILITY OF PELAGIC FISH POPULATIONS AND ENVIRONMENTAL INFLUENCES/DYNAMIQUE ET VARIABILITÉ DES POPULATIONS DE POISSONS PÉLAGIQUES ET INFLUENCES DE L'ENVIRONNEMENT</b>	<b>451</b>
<b>Variabilité hydrologique des zones d'upwelling pendant les saisons d'automne et d'été de 2003 à 2007/Hydrological variability of the upwelling areas along the Moroccan Atlantic coast from 2003 to 2007</b> (French only/En français seulement)	
A. Makaoui, A. Orbi, J. Larissi, A. Benaazouz, A. Agouzouk, K. Hilmi and M. Talbi	453
<b>The incidence of SST and SSTA on the small pelagics catches from the Canary Islands/L'incidence des SST et SSTA sur les captures des petits pélagiques aux îles Canaries</b> (English only/En anglais seulement)	
L.J. López Abellán, M.T.G. Santamaría, J.F. González, A. Barrera, E. Balguerías and M.E. Quintero	457
<b>Length and recruitment analysis of small pelagics off the Canary Islands/Analyse de la longueur et recrutement des petits pélagiques aux îles Canaries</b> (English only/En anglais seulement)	
J.F. González, M.T.G. Santamaría, L.J. López Abellán, A. Barrera, M.E. Quintero, E. Balguerías, J.A. Díaz Cordero, C. López and C. Presas	461
<b>L'Oscillation nord-atlantique (NAO) et la dynamique des pêcheries au Sénégal: cas des petits pélagiques/The North Atlantic oscillation (NAO) and fisheries dynamics in Senegal: the small pelagics case</b> (French only/En français seulement)	
B. Samb, C. Meiners, L. Fernandez and T. García	467
<b>Influence des conditions océanologiques sur la formation du recrutement chez le chinchard (<i>Trachurus trachurus</i>) au large des côtes de l'Afrique du nord-ouest/Influence of oceanological conditions on Atlantic horse mackerel (<i>Trachurus trachurus</i>) recruitment formation off the coast of Northwest Africa</b> (French only/En français seulement)	
R.A. Kuderskaya and S.K. Kudersky	475
<b>THEME 3: METHODS AND MODELS FOR ASSESSING SMALL PELAGIC FISH STOCKS/MÉTHODES ET MODÈLES POUR L'ÉVALUATION DES STOCKS DE PETITS POISSONS PÉLAGIQUES</b>	<b>487</b>
<b>An aggregate biomass model: the search for tradeoffs/Un modèle global de biomasse: la recherche de compromis</b> (English only/En anglais seulement)	
R.J. Gamble, H. Moustahfid, M.C. Tyrrell, B.E. Smith and J.S. Link	489
<b>Distribution and abundance of the main pelagic fish stocks in the Western gulf of Guinea (Benin, Togo, Ghana and Côte d'Ivoire)/Distribution et abondance des principaux stocks de poissons pélagiques dans l'ouest du golfe de Guinée (Bénin, Togo, Ghana et Côte d'Ivoire)</b> (English only/En anglais seulement)	
A. Aziabile, K. Sedzro, S. Quatey, P. Bannermann, T. Joanny, S. Mehl, O. Alvheim, A.M. Caramelo and M. Tandstad	493
<b>THEME 4: MANAGEMENT OF FISHERIES ON SHARED RESOURCES/AMÉNAGEMENT DES RESSOURCES PARTAGÉES</b>	<b>503</b>
<b>Assessment and management advice for small pelagic fish off Northwest Africa/Conseils pour l'évaluation et l'aménagement des petits poissons pélagiques au large de l'Afrique du nord-ouest</b> (English only/En anglais seulement)	
M. Tandstad and A.M. Caramelo	505

# L'Oscillation nord-atlantique (NAO) et la dynamique des pêcheries au Sénégal: cas des petits pélagiques

The North Atlantic oscillation (NAO) and fisheries dynamics in Senegal: the small pelagics case  
(French only/En français seulement)

**B. Samb<sup>1</sup>, C. Meiners<sup>2</sup>, L. Fernández<sup>3</sup> et T. García<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Centre de Recherches Océanographiques, Dakar, Sénégal

<sup>2</sup> Universidad Veracruzana, Veracruz, Mexico

<sup>3</sup> Instituto Español de Oceanografía, Málaga, Spain

<sup>4</sup> Instituto Español de Oceanografía, Tenerife, Spain

**Samb, B., Meiners, C., Fernandez, L. et García, T.** 2012. L'oscillation nord-atlantique (NAO) et la dynamique des pêcheries au Sénégal: Cas des petits pélagiques. In/Dans S. Garcia, M. Tandstad and A.M. Caramelo (eds.). Science and Management of Small Pelagics. Symposium on Science and the Challenge of Managing Small Pelagic Fisheries on Shared Stocks in Northwest Africa, 11–14 March 2008, Casablanca, Morocco/Science et aménagement des petits pélagiques. Symposium sur la science et le défi de l'aménagement des pêcheries de petits pélagiques sur les stocks partagés en Afrique nord-occidentale, 11-14 mars 2008, Casablanca, Maroc. *FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings/FAO Comptes rendus des pêches et de l'aquaculture*. No. 18. Rome, FAO. pp. 467–473.

## RÉSUMÉ

Ces dernières années, les travaux relatifs aux impacts de l'environnement sur les ressources halieutiques ont connu un important développement dans le monde. Le cas de la côte nord-ouest africaine est fortement sensible en raison de l'importante activité de pêche internationale dans cet écosystème soumis à un upwelling induit par les vents. L'activité de pêche et les données statistiques en relation avec les séries chronologiques écologiques constituent des outils appropriés pour étudier l'effet du système climatique sur la dynamique des ressources. Afin de contribuer à la discussion sur l'effet de climat, le but de ce travail est de conduire une analyse exploratoire pour examiner la contribution possible de la variabilité climatique sur la pêche des poissons pélagiques côtiers au Sénégal.

Les indices d'abondance de *Sardinella aurita*, *Sardinella maderensis*, *Sardina pilchardus* sont corrélés avec les indices NAO pour différentes périodes dépendantes de la longueur des séries de données. Il a été déterminé des relations quadratiques pour tous les cas, mais la relation est positive pour *S. maderensis* et négative pour *Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita*. La variabilité d'abondance expliquée par l'indice NAO durant la même année de l'activité de la pêche varie entre 15 et 42 pour cent. La relation entre le climat et la pêche n'est pas surprenante, mais le fait de déterminer le type de relation et le quantifier est utile afin de considérer les facteurs climatiques comme des variables dans les modèles analytiques. En même temps, les relations de type différentiel constituent des aspects importants en terme écologique, du fait précisément qu'elles nous montrent un effet différentiel sur des espèces soumises à une pression de pêche dans la même région.

## ABSTRACT

In recent years, studies regarding the climate-environment effect on fish populations has been growing worldwide. The case of the Northwest African coast is highly sensitive due to the large-scale international fishing activity in this ecosystem supported by an important wind induced upwelling system. The fishing activities and their statistics in this area provide us with proxies of ecological time series, suitable for studying the impact of the climatic system on the resource dynamics. In order to contribute with to the climate effects discussion, the aim of this work was to perform an explorative analysis to test the possible contribution of climatic system variability to the small pelagic fisheries carried out in Senegal.

Catch-based indices of *Sardinella aurita*, *Sardinella maderensis*, *Sardina pilchardus* were correlated with NAO indexes for different time windows, depending on the length of data series. A squared relationship was determined for all the cases, but for *S. maderensis* the relationship was positive, and for *Sardina pilchardus* and *Sardinella aurita* the relationship was negative (inverse). The abundance variability explained by the NAO index of the same year of the fishery activity varied between 15 and 42 percent. The relationship between fisheries and climate is not a surprise, but the fact of determining the type of relationship and quantifying it, is useful in order to consider climate factors as state variables in predictive and functional fishery models. At the same time, the differential type of relationship is an important feature in ecological terms because it shows us a differential effect over species under fishing pressure in the same region.

## 1. INTRODUCTION

Les eaux côtières de la région nord-ouest africaine bénéficient de conditions hydro-climatiques favorables en raison d'un upwelling. Parmi les ressources halieutiques, les poissons pélagiques côtiers sont les plus abondants et les mieux partagés entre les pays. Les clupéidés comme la sardine, *Sardina pilchardus*, et les sardinelles, *Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*, constituent des espèces ciblées par les pêcheries artisanales et industrielles. En terme de tonnage, ces espèces peuvent représenter près de 80 pour cent des captures réalisées dans les pays comme le Maroc et le Sénégal. En dehors de l'exploitation, l'abondance de ces espèces est fortement tributaire des conditions hydroclimatiques. Cette étude présente les résultats des corrélations entre l'abondance de ces trois espèces de clupéidés et l'indice environnemental NAO (*North Atlantic Oscillation*). Cet indice décrit l'oscillation de la masse atmosphérique entre les centres de la pression d'Islande (basse) et d'Açores (haute) et est en relation aussi bien avec les températures de l'atmosphère et la surface de la mer qu'avec l'intensité et la direction des vents dominants (Fromentin et Planque, 1996; Dickson, 1999).

## 2. MATÉRIELS ET MÉTHODE

Les indices d'abondance utilisés résultent de différentes séries de captures et d'effort. Il s'agit des CPUE de sardinelles des filets tournants de la pêche artisanale sénégalaise et des CPUE de sardines de la flottille des senneurs espagnoles au sud de 26° N. La série la plus longue de 1981 à 2005 concerne la sardinelle ronde (*Sardinella aurita*). Pour la sardinelle plate (*Sardinella maderensis*) la série porte sur la période 1990–2005. La période étudiée est de 1990 à 1999 pour la sardine (*Sardina pilchardus*) (FAO, 2006). L'indice hivernal NAO est extrait de la page web de la *Division of the National Center for Atmospheric Research* (NCAR) <<http://www.cdg.ucar.edu/cas/climind/nao>>. Cet indice est basé sur la différence de pression au niveau de la mer entre Lisbonne (Portugal) et Stykkisholmur/Reykjavik (Islande) (Hurrell, 1995) et il a été utilisé comme un simple paramètre, mais responsable de la majorité de la variabilité climatique dans le bassin Atlantique de l'hémisphère nord (Barnston et Livezey, 1987). Les rendements annuels de ces espèces pélagiques sont utilisés comme variables dépendant dans les analyses des corrélations avec l'indice NAO. Cet indice est ramené à des moyennes mobiles sur trois années pour réduire le bruit des séries.

### 3. RÉSULTATS

Pour *Sardinella aurita*, la même tendance est observée entre la CPUE, la CPUE résiduelle et l'indice NAO de la même année (figure 1). Les résiduels de la CPUE pour *Sardinella aurita* ont été utilisés en raison de la longue série (25 années) et pour éviter les fausses corrélations. Dans le cas de *S. maderensis* et *S. pilchardus*, le log de la CPUE a été utilisé, parce que les séries ne sont pas suffisamment longues pour la comparaison avec les résiduels. Dans tous les cas, une équation de dépendance quadratique entre l'abondance et l'indice NAO a été trouvée dans la même année. La relation est inverse (négative) pour *S. aurita* et *S. pilchardus* (figures 2a et 2c) et positive pour *S. maderensis* (figure 2b). La figure 3 montre l'évolution des valeurs hivernales de l'indice NAO entre 1900 et 2006. Il est à noter que pendant la période analysée, soit la période de 1981 à 2006, on trouve les valeurs de NAO+ plus fortes de tout le siècle passé.

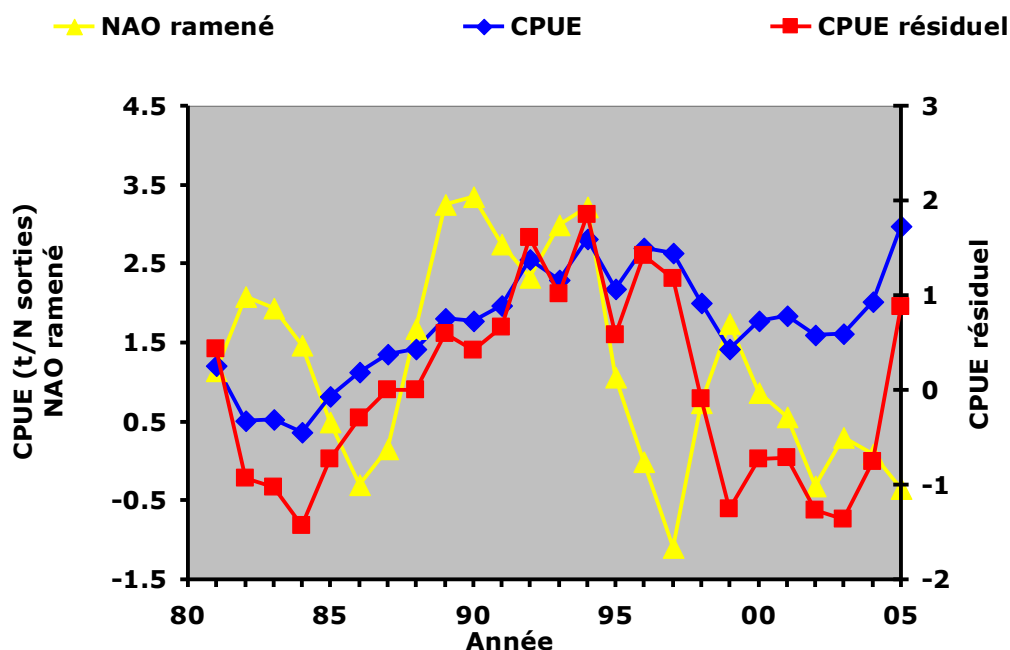
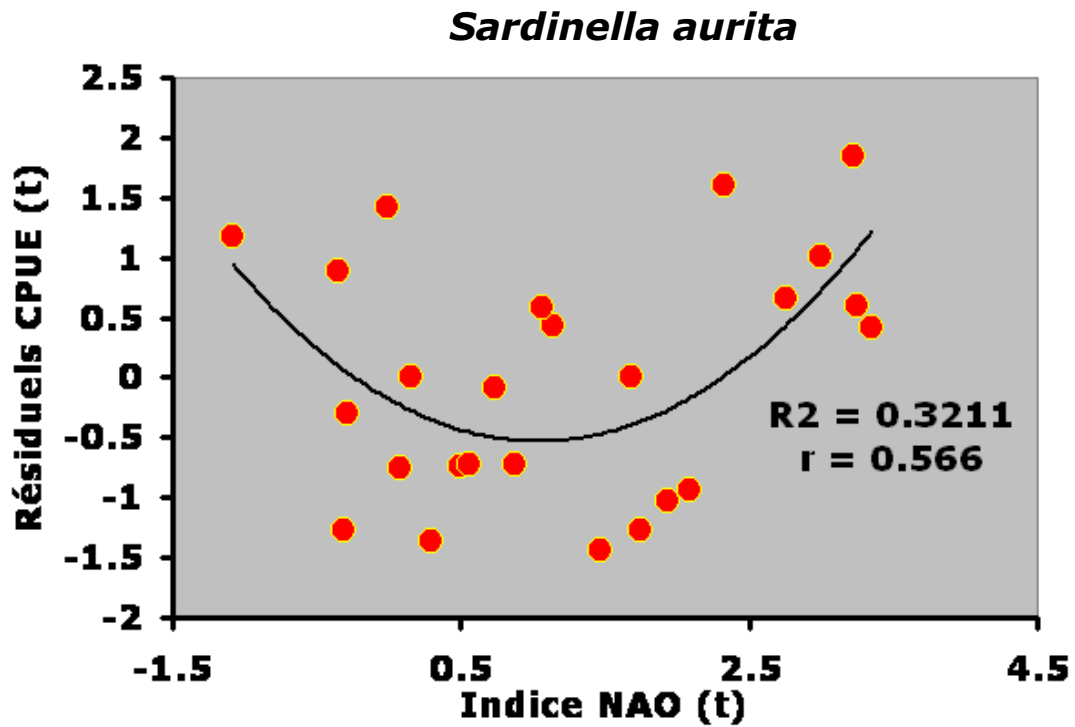
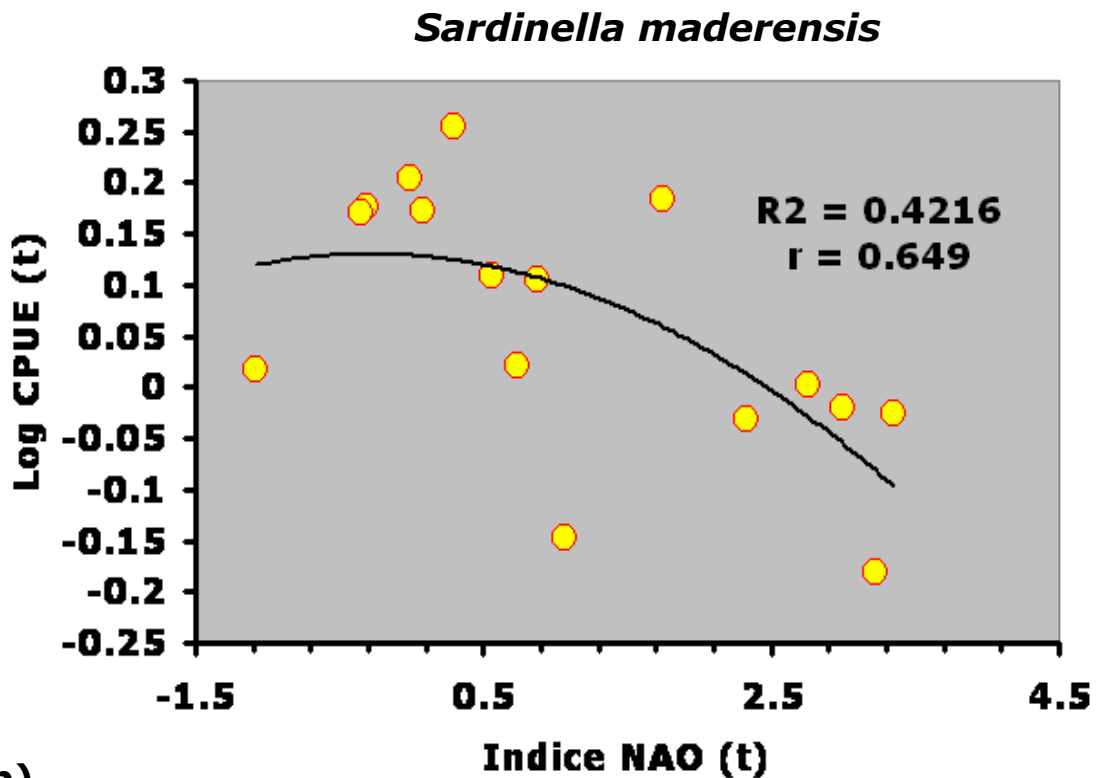


Figure 1: Comparaison CPUE, CPUE résiduel de *S. aurita* et l'indice NAO de la même année





a)



b)

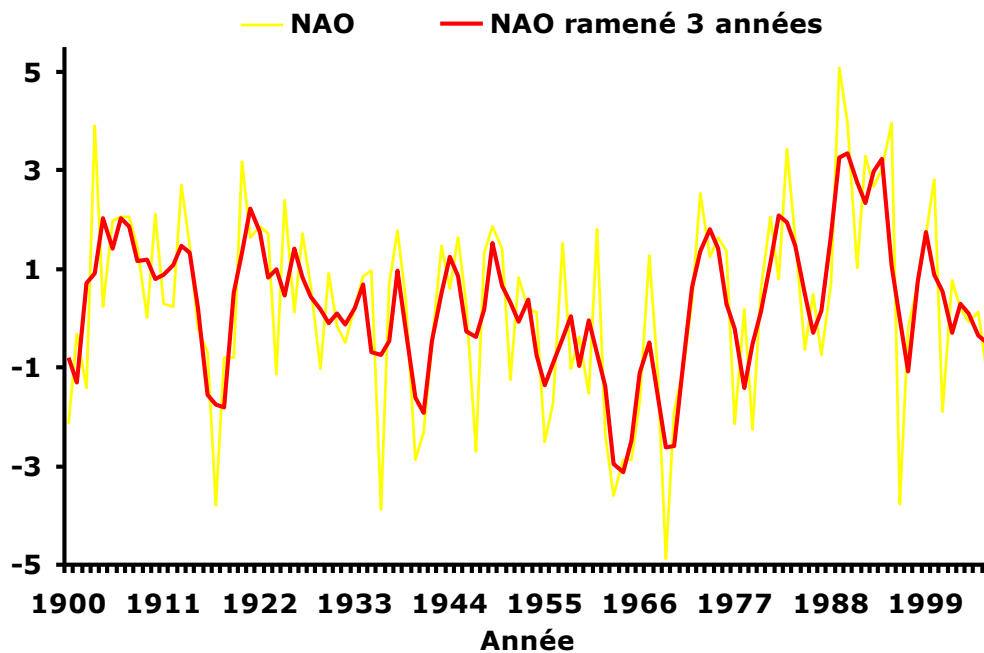
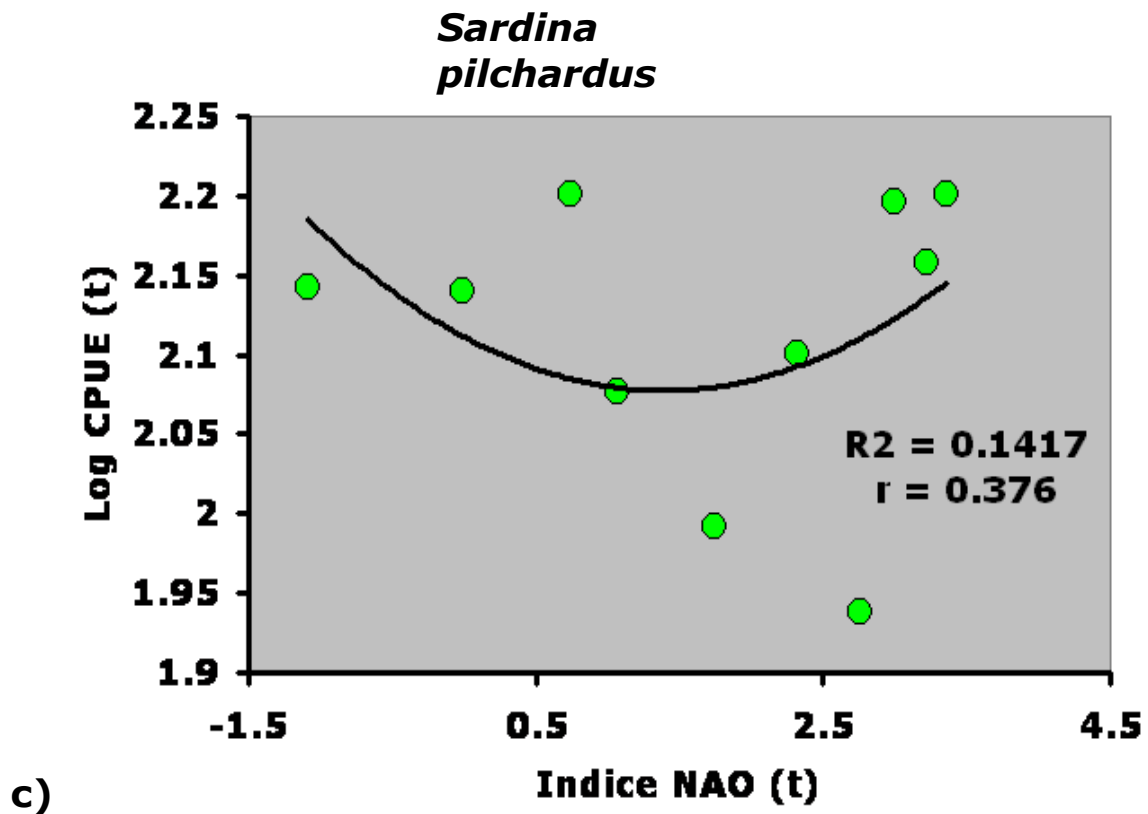


Figure 3: Évolution de l'indice NAO entre 1900 et 2006

#### 4. DISCUSSION

L'indice NAO représente un «paquet climatique» qui permet de mettre en évidence les effets écologiques des fluctuations du climat (Stenseth *et al.*, 2003). Sur la côte nord-occidentale africaine, l'indice NAO décrit, d'une façon robuste et persistente, la variabilité environnementale (Meiners, 2007) et son impact sur les variations de l'abondance des merlus dans cette zone (Meiners, 2007; Meiners *et al.*, 2010). D'autre part, il y a des études sur la sardine de l'Atlantique nord qui montrent sa forte dépendance avec les conditions océanographiques (Guisande *et al.*, 2004; Santos, Borges et Groom, 2001). La réponse opposée des sardinelles à l'indice NAO peut être un mécanisme d'efficacité du comportement écologique des deux espèces vis-à-vis de la variabilité climatique. D'autre part, la similitude entre la sardine et la sardinelle ronde implique une fonction écologique homologue, d'une côte à l'autre des zones océanographiques de l'upwelling permanent. La réponse quadratique veut dire qu'ils ont des «fenêtres environnementales» définies et plus larges dans le cas de *S. aurita*. Alors que pour *S. maderensis* les valeurs de NAO entre 0 et 1.7 sont bonnes, pour les deux autres espèces, cette fenêtre n'est pas favorable, sinon qu'elles concourent mieux dans les extrêmes des valeurs. Néanmoins, la série de la sardine n'est pas assez longue pour conduire à des résultats concluants. La réponse de ces espèces aux variations des valeurs hivernales de l'indice NAO devrait être immédiate, du fait qu'elles sont à croissance rapide.

#### 5. CONCLUSIONS

Il existe une dépendance entre les variations de l'abondance des ces espèces et l'indice NAO, lequel permet de caractériser, en grande partie, la variabilité océanographique de la zone. Ce travail constitue une approche préliminaire. A partir des résultats obtenus, il s'avère nécessaire d'approfondir l'analyse et la quantification de ces relations. La tentative d'utiliser l'indice NAO comme variable d'état dans les modèles stock-recrutement est à même de conférer plus de pertinence à l'étude de la dynamique de ces populations et de fournir un outil empirique en vue d'améliorer la gestion halieutique des stocks pélagiques dans cette région.

#### 6. RÉFÉRENCES

- Barnston A.G. & Livezey, R.E.** 1987. Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Month. Weather Rev.*, 115: 1083–1126.
- Dickson, R.R.** 1999. All change in the Arctic. *Nature*, 397: 389–391.
- FAO.** 2006. Rapport du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique nord-occidentale. Banjul, Gambie, 2-11 mai 2006. FAO, Rapport sur les Pêches N° 811. 192 p.
- Fromentin, J.M. & Planque, B.** 1996. *Calanus* and environment in the eastern North Atlantic. 2. Influence of the North Atlantic Oscillation on *Calanus finmarchicus* and *C. helgolandicus*. *Marine Ecology Progress Series*, 134: 111–118.
- Guisande, C., Vergara, A.R., Riveiro, I. & Cabañas, J.M.** 2004. Climate change and abundance of the Atlantic Iberian sardine (*Sardina pilchardus*). *Fisheries Oceanography*, 13: 91–101.
- Hurrell, J.W.** 1995. Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: Regional temperatures and precipitation. *Science*, 269: 676–679.
- Meiners, C.** 2007. Importancia de la variabilidad climática en las pesquerías y biología de la merluza europea (*Merluccius merluccius*) de la costa Noroccidental Africana. Ph.D. Thesis. Universitat Politècnica de Catalunya. 206 pp.
- Meiners, C., Fernández, L., Salmeron, F. & Ramos, A.** 2010. Climate variability and fisheries of black hakes (*Merluccius polli* and *Merluccius senegalensis*) in NW Africa: A first approach. *Journal of Marine Systems*, 80: 243–247.
- Santos, A.M.P., Borges, M.F. & Groom, S.** 2001. Sardine and horse mackerel recruitment and upwelling off Portugal. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 589–596.

**Stenseth, N., Ottersen, G., Hurrell, W., Mysterud, A., Lima, M., Chan, K., Yoccoz, N., & Ådlandsvik, B.** 2003. Proceedings. *Royal Society of London*, 1–10.