

Impact de l'environnement marin sur la dynamique des populations de sardinelles (*Sardinella aurita* et *S. maderensis*) le long de la côte nord-ouest africaine

THIAW M., FAYE S., NGOM SOW F., DIAW B.

modouth@hotmail.fr

Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye
(CRODT)



**Comité Scientifique et
Technique (CST)**

05 au 09 novembre 2012

**Impact of pelagic habitat variability on the
senegalaese dynamics of small pelagic fisheries:
the case of *Sardinella aurita* and *S. maderensis***

PLAN PRESENTATION

1. Contexte scientifique, cas d'étude et objectifs

2. Dynamique des populations de sardinelles

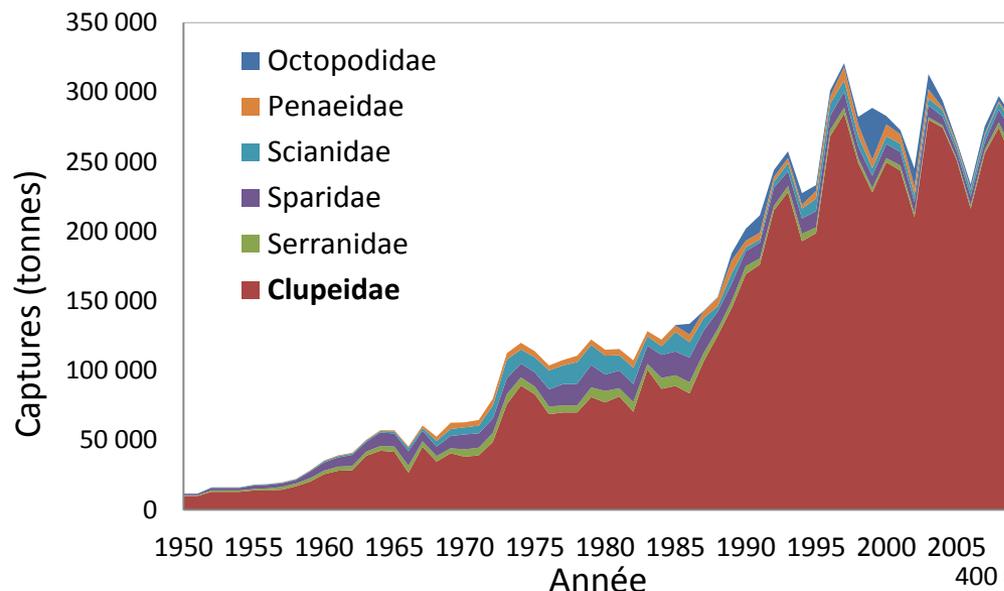
3. Dynamique de l'environnement marin

**4. Impact de l'environnement sur la variabilité de l'abondance
des sardinelles**

5. Conclusion

IMPORTANCE DES PETITS PELAGIQUES

Données (FAO, 2012)

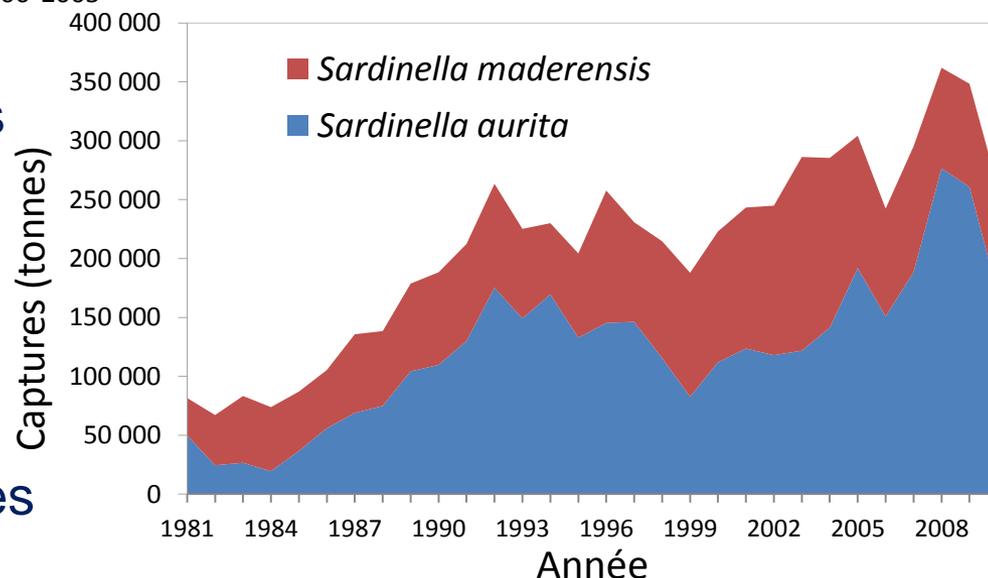


Petits pélagiques, ressources halieutiques de première importance, fortement exploitées en l'Afrique de l'Ouest.

Au Sénégal, petits pélagiques représentent plus de 70% du potentiel halieutique

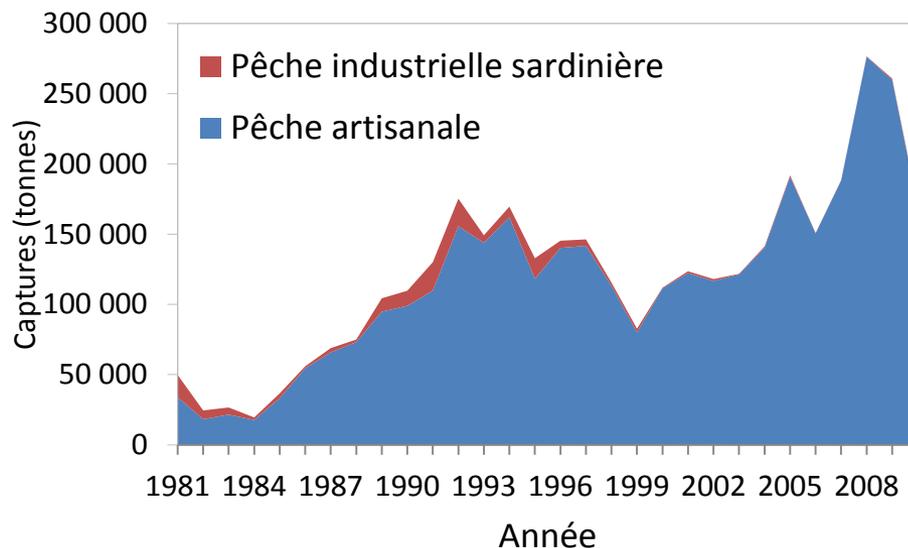
- Forte variabilité interannuelle des captures de sardinelles
- Tendance à la hausse sur la période 1981 - 2010 (surtout pour sardinelle plate)
- Captures de *S. aurita* plus élevées

Données CRODT



PECHERIES DE SARDINELLES

Plus de 80% des captures de sardinelles sont réalisées par la pêche artisanale



Captures de *S. aurita* suivant les pêcheries

Le parc piroguier sénégalais plus important de la sous-région et en forte progression
L'effectif moyen des unités opérationnelles est d'environ **18 000 pirogues** (DPM, 2012).

Pêche artisanale: 02 principaux engins

- Senne tournante (ST)



- Filet maillant encerclant (FME)



PETITS PELAGIQUES AU SENEGAL

■ Espèces à affinité tropicale

Sardinelle ronde « **yaboy meureug** »



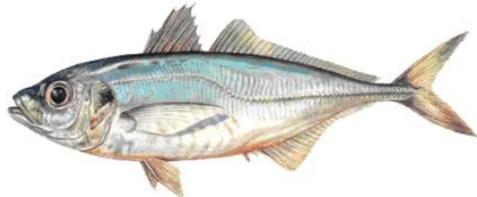
Sardinella aurita

Sardinelle plate « **yaboy tass** »



Sardinella aurita

Chinchard jaune



Decapterus rhoncus

Chinchard noir



Trachurus trachurus

Chinchard noir



Trachurus trecae

Maquereau



Scomber japonicus

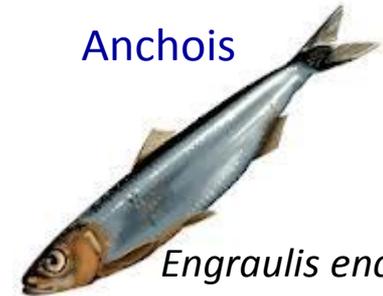
■ Espèces à affinité tempérée

Sardine



Sardina pilchardus

Anchois



Engraulis encrasicolus

Ceinture



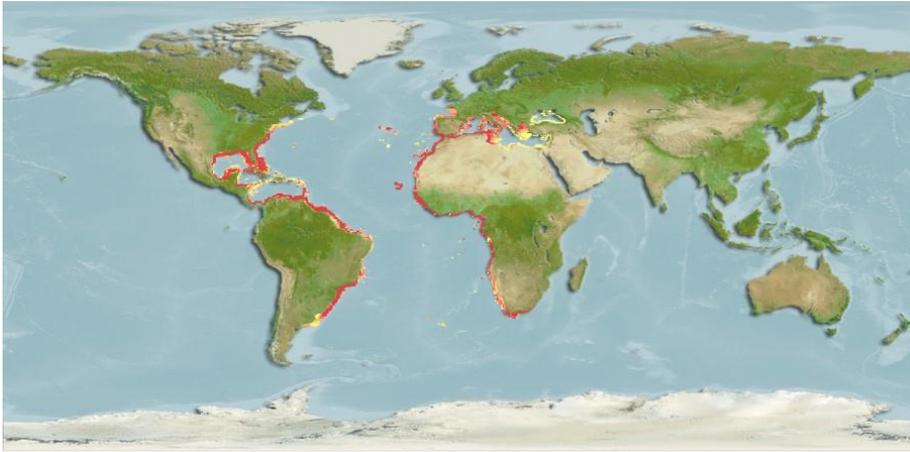
Trachurus lepturus

BIOÉCOLOGIE DES SARDINELLES

- ✓ Forte variabilité de l'abondance des sardinelles
- ✓ Reproduction continue avec un maximum de juin à septembre
- ✓ Un décalage de six mois des cycles de reproduction des sardinelles entre la cohorte adulte et leurs descendants;
- ✓ *S. aurita* et *S. maderensis* exploiteraient donc l'écosystème de manière optimale en évitant la compétition entre leurs descendances.
- ✓ Espèces grégaires, croissance rapide, longévité relativement courte (environ 05 ans) et fort taux de mortalité naturelle surtout des larves et juvéniles de sardinelles
- ✓ Elles effectuent des migrations trophiques et de reproduction liées aux variations des conditions du milieu marin.

BIOÉCOLOGIE DES SARDINELLES

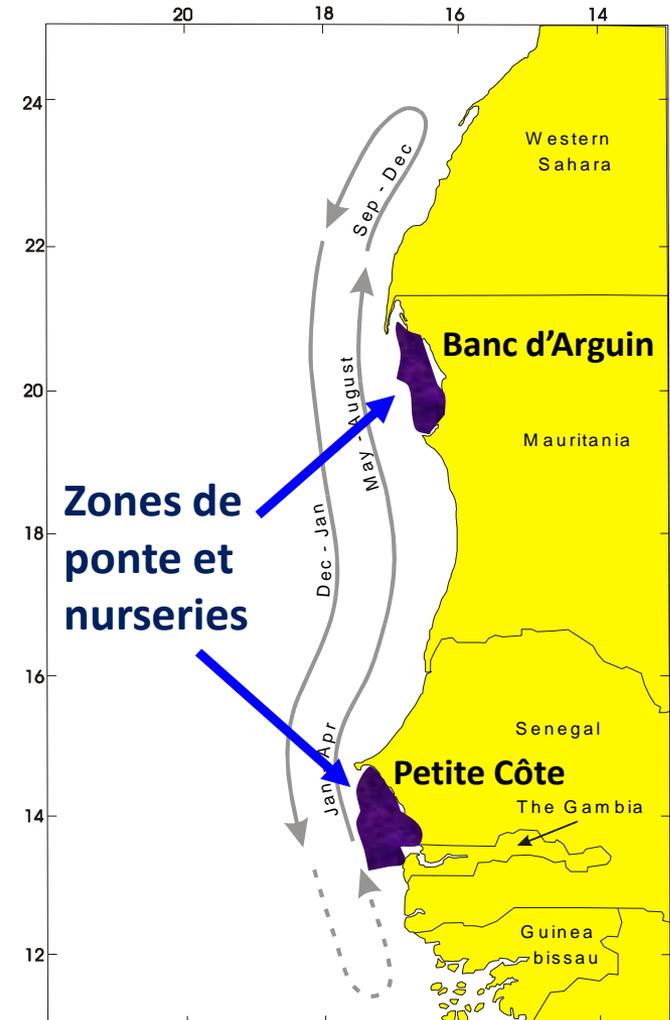
■ Répartition géographique de *S. aurita*



■ Répartition géographique de *S. maderensis*



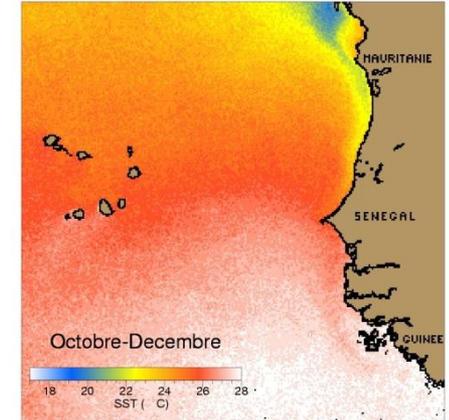
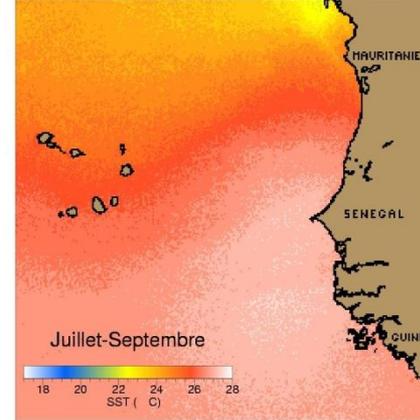
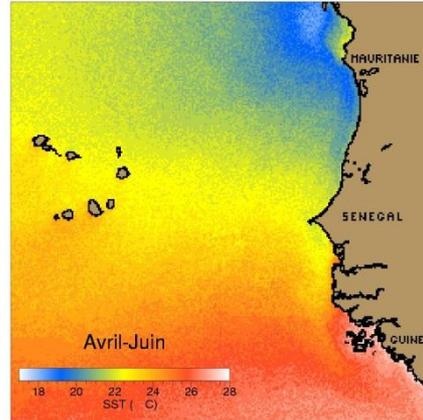
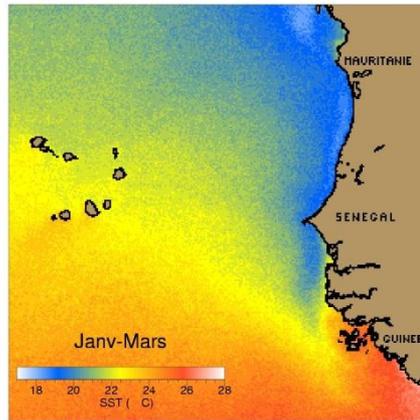
■ Migration de *S. aurita* dans la sous région



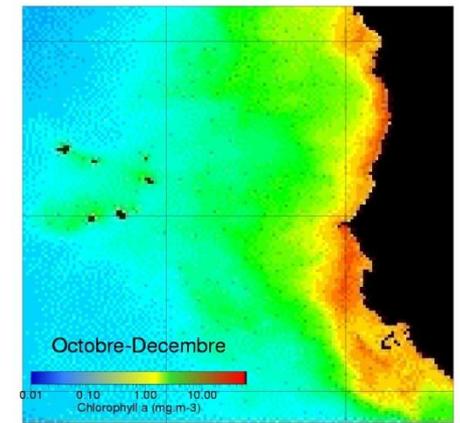
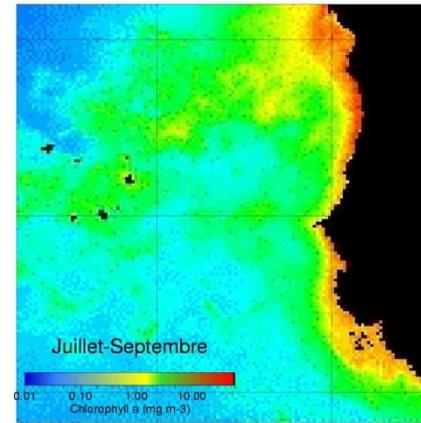
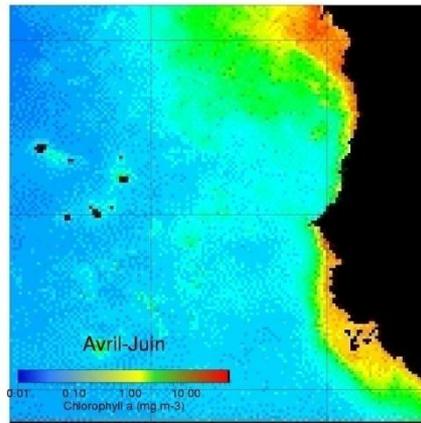
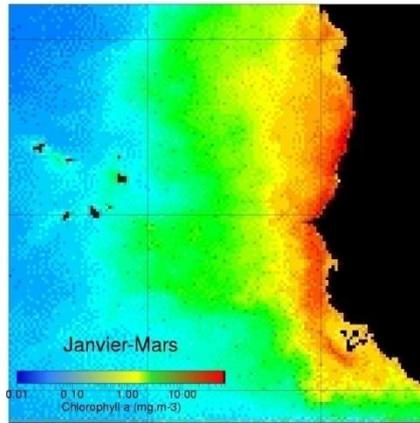
CONTEXTE SCIENTIFIQUE

- ✓ Stocks de sardinelles présentent des dynamiques rapides et instables
 - Stocks de sardinelles sont dans une **situation de surexploitation**
 - Leur potentiel de production varie fortement d'une année à une autre, en liaison notamment avec l'influence du climat sur leur recrutement.
- ✓ En Afrique de l'Ouest, l'influence de l'environnement sur les ressources halieutiques est de plus en plus observée au cours de ces dernières décennies.
- ✓ La compréhension des mécanismes hydroclimatiques qui déterminent la dynamique spatio-temporelle des sardinelles est d'un grand intérêt pour une gestion durable de ces ressources.

AFRIQUE DE L'OUEST, UNE DES ZONES LES PLUS PRODUCTIVES AU MONDE



SST (données satellites METEOSAT)



Chlorophylle a (données satellites SeaWiFS)

- Conditions climatiques favorables dues à la présence de l'upwelling côtier (Roy, 1989)

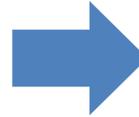
PRINCIPAL OBJECTIF

Comprendre la dynamique spatio-temporelle des populations de sardinelles en vue de consolider les bases scientifiques d'un plan d'aménagement adapté pour cette pêcherie.

POINTS ESSENTIELS

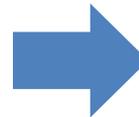
03 questions scientifiques

Quelle est la dynamique des populations de sardinelles exploitées le long de la côte nord ouest africaine?



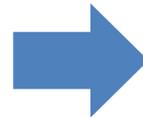
Estimation des indices d'abondance par le modèle Linéaire généralisé (GLM)

Quelle est la dynamique de l'environnement marin dans la ZEE Sénégalaise?



Analyse en composantes principales - Séries temporelles – décomposition saisonnière

Quel est l'impact de l'environnement sur la variabilité saisonnière et interannuelle de l'abondance des sardinelles?



Corrélations & modélisation GLM

PLAN PRESENTATION

1. Contexte scientifique, cas d'étude et objectifs

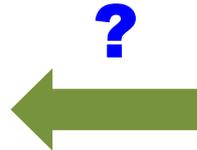
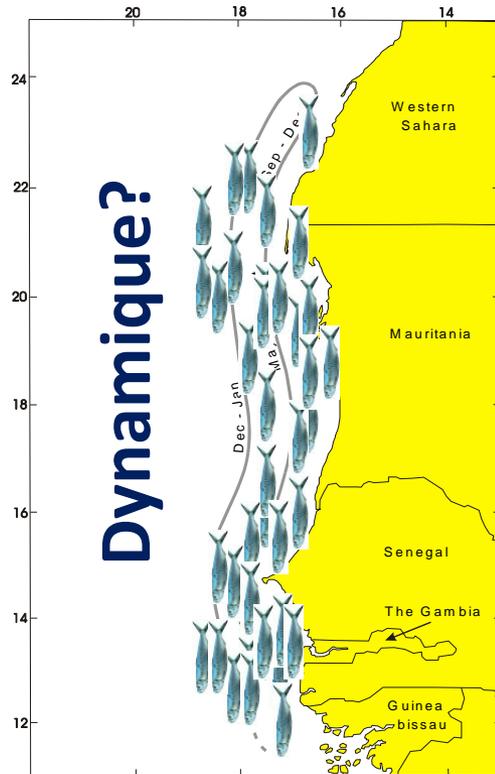
2. Dynamique des populations de sardinelles

3. Dynamique de l'environnement marin

4. Impact de l'environnement sur la variabilité de l'abondance des sardinelles

5. Conclusion

2. DYNAMIQUE DES POPULATIONS



■ Données commerciales



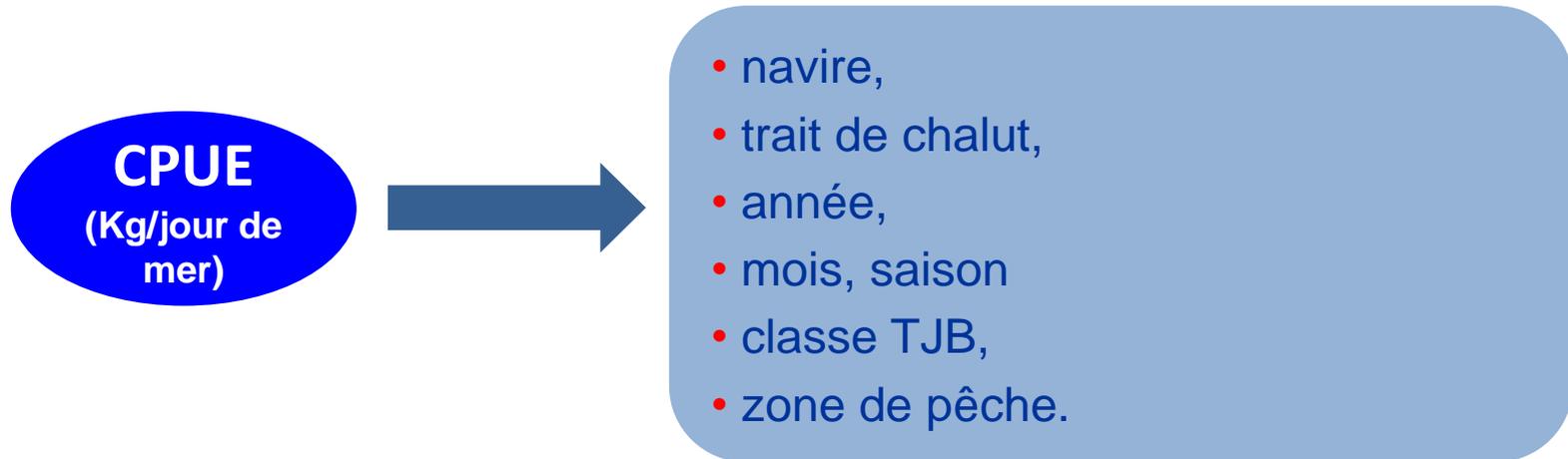
Pirogue motorisée

- Les abondances annuelles du stock estimées par GLM permettent de:
- suivre l'abondance des sardinelles (indicateur de l'état du stock)
 - estimer l'effort de pêche théorique (variable entrée modèles globaux)

2. DYNAMIQUE DES POPULATIONS

Données utilisées pour l'estimation des indices d'abondance des stocks de sardinelles

Données de la pêche sardinière sénégalaise de 1967-2011



Tenir compte de ces variables explicatives potentielles dans l'estimation des indices d'abondance standardisés.

La modélisation de type GLM décrit la distribution et la variabilité des « CPUE brutes » au regard de certains facteurs mesurables.

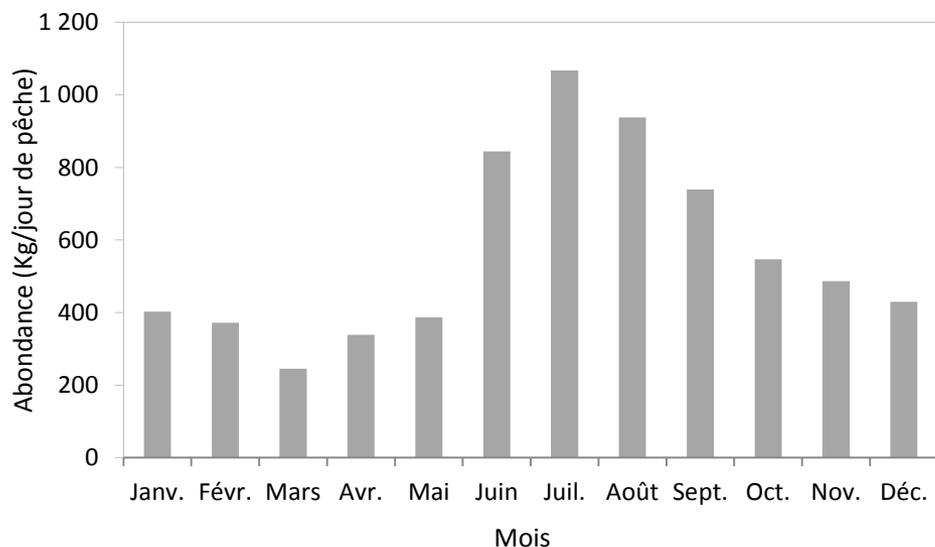
DYNAMIQUE DES SARDINELLES

Forte variabilité saisonnière de l'abondance des sardinelles

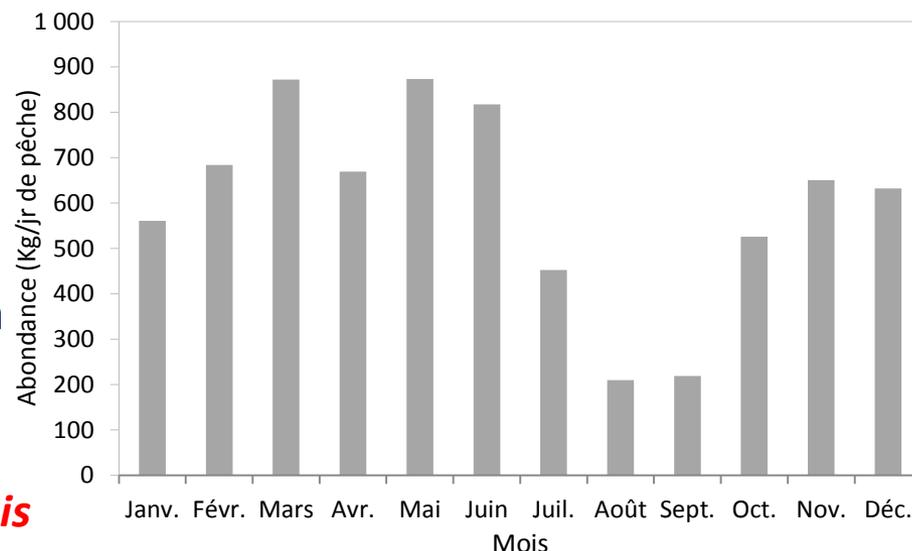
S. aurita est abondant en saison froide, entre octobre et juin.

S. maderensis est abondant en saison chaude, entre mai et octobre.

■ Variabilité saisonnière de *S. maderensis*



■ Variabilité saisonnière de *S. maderensis*

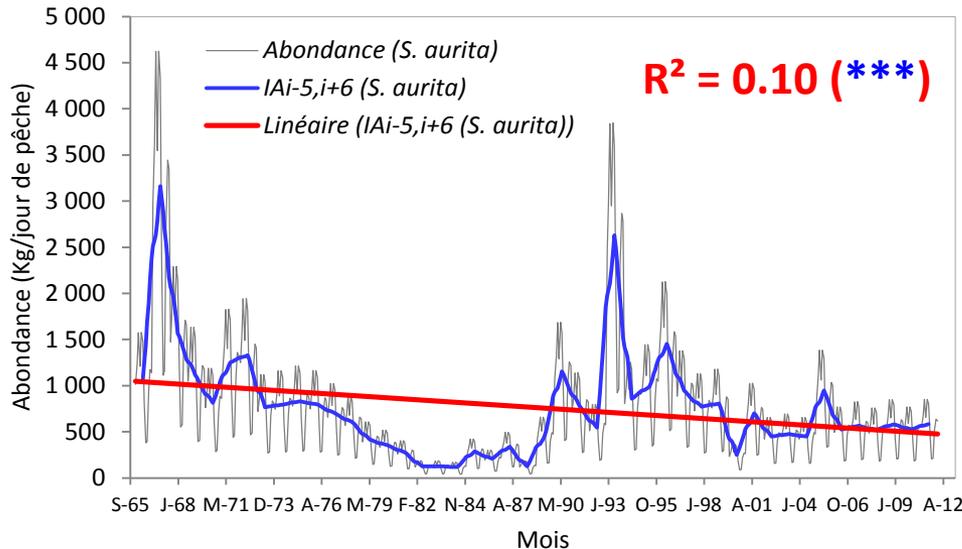


Les populations de *S. aurita* sont rencontrées généralement dans les aires de résurgences saisonnières.

S. maderensis habite toute la zone intertropicale et y accepte toutes les situations hydrologiques.

DYNAMIQUE DES SARDINELLES

■ Abondance de *S. aurita* (1966-2011)

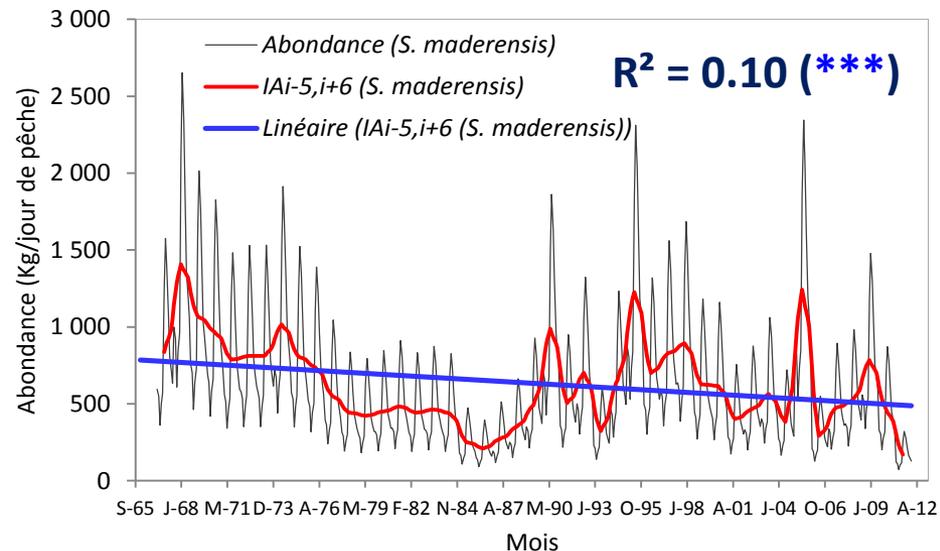


Abondance des sardinelles varie saisonnièrement et d'une année à l'autre avec une tendance à la baisse

Sur les 03 dernières décennies (1980-2010):

- Augmentation de l'abondance de *S. aurita* entre 1987 et 1994 puis une baisse.
- Pour *S. maderensis*, son abondance augmente avec une certaine irrégularité.

■ Abondance de *S. maderensis* (1967-2011)



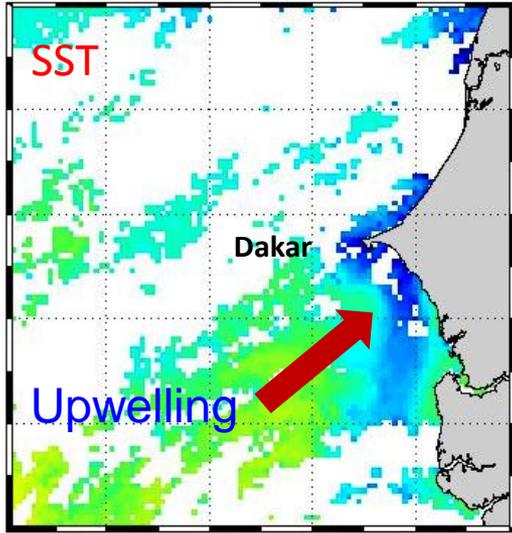
RESUME SUR LA DYNAMIQUE DES SARDINELLES

- ❑ Variabilité interannuelle et diminution de l'abondance des sardinelles
 - L'abondance des sardinelles varie saisonnièrement et d'une année à l'autre, avec une tendance nette à la diminution.
 - *S. aurita* abondant en saison froide et *S. maderensis* abondant en saison chaude.
 - *S. aurita* est rencontré dans les aires de résurgences saisonnières (zones d'upwelling), alors que *S. maderensis* habite toute la zone intertropicale et y accepte toutes les situations hydrologiques.
- ❑ GLM permet d'optimiser l'estimation des indices d'abondance annuels
 - CPUEs résultent de l'abondance du stock dans une région donnée et des pratiques de pêche et de leurs contraintes (réglementation).
- ❑ Relation entre variabilité de l'abondance sardinelles et environnement?
 - Quelle est la part de cette variabilité de l'abondance des sardinelles liée à l'environnement?

PLAN PRESENTATION

1. Contexte scientifique, cas d'étude et objectifs
2. Dynamique des populations de sardinelles
3. Dynamique de l'environnement marin
4. Impact de l'environnement sur la variabilité de l'abondance des sardinelles
5. Conclusion

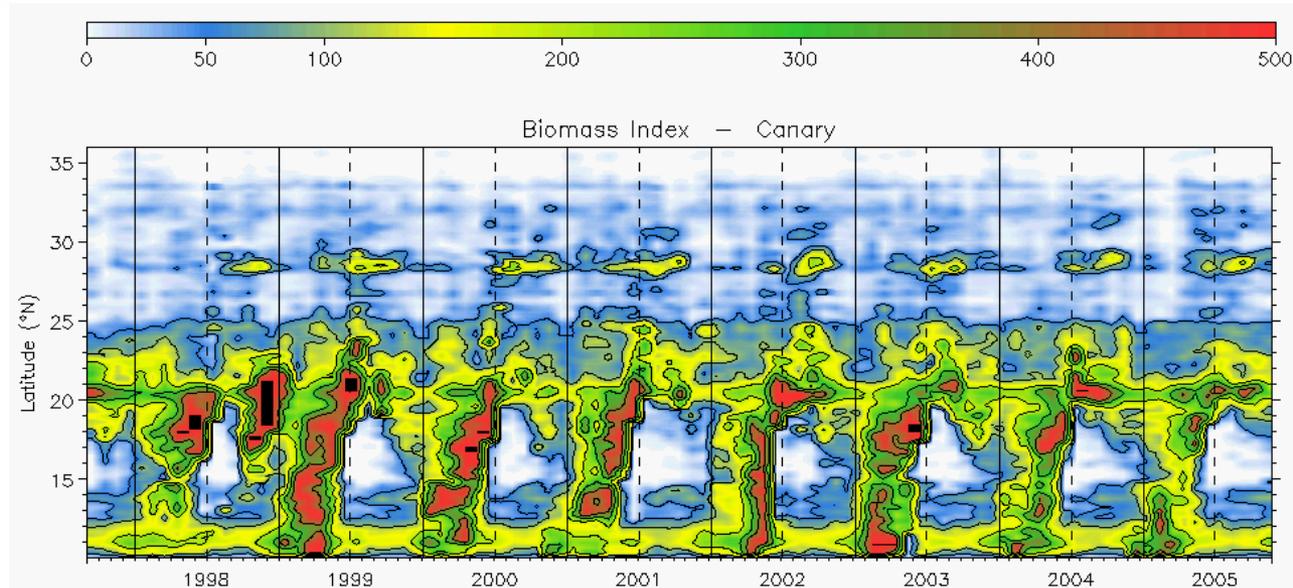
3. VARIABILITE DE L'ENVIRONNEMENT



SST images produced from METEOSAT satellite data : 5 km, 15 days

Variabilité saisonnière et interannuelle de l'upwelling?

Impact potentiel de l'upwelling saisonnier?



3. VARIABILITE DE L'ENVIRONNEMENT

04 variables environnementales

Indice d'upwelling côtier mensuel (CUI, m³/s/m) à partir NOAA website (1967-2011)

Température à la surface de la mer mensuelle (SST, °C) AVHRR satellite data (1982-2011)

Indice d'oscillation de l'Atlantique Nord (NOA, North Atlantic Oscillation index NOAA (USA National Oceanic and Atmospheric Administration) (1950-2011)

Atlantic Multidecadal Oscillation index (AMO, NOAA) (1950-2011)

Décomposition saisonnière (Census II Method, Makridakis et al. 1983)

$$IA_t = p_t + s_t + u_t$$

P_t : Composante tendancielle

S_t : Composante saisonnière

U_t : Anomalies/Résidus (bruit)

Application

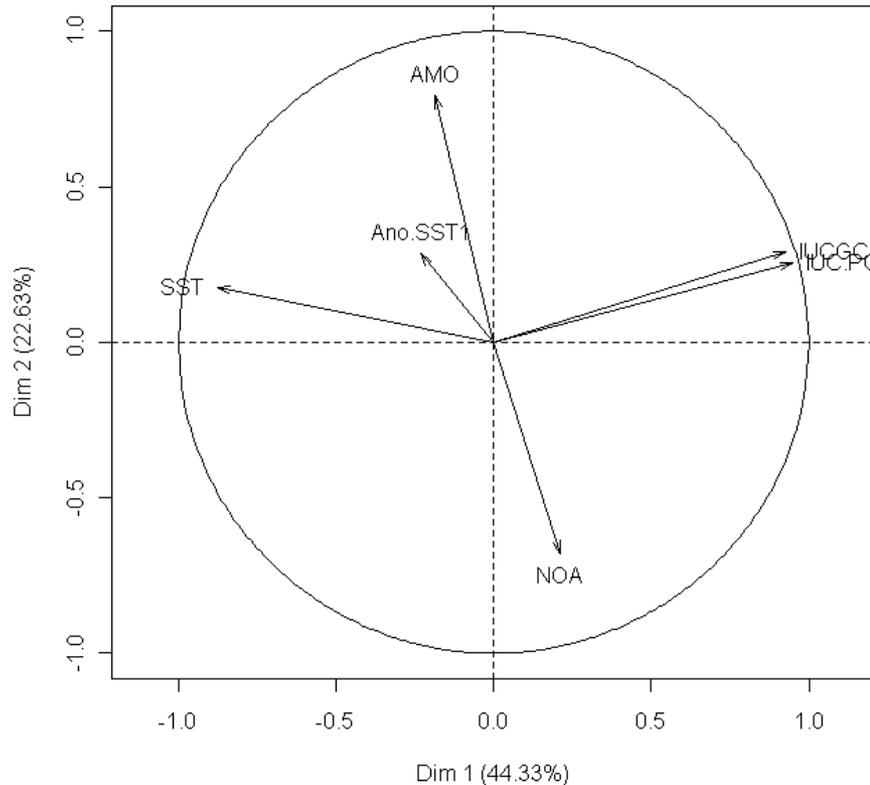
- 1. SST
- 2. IUC
- 3. NOA
- 4. AMO



**Valeurs sans effet
saisonnier**

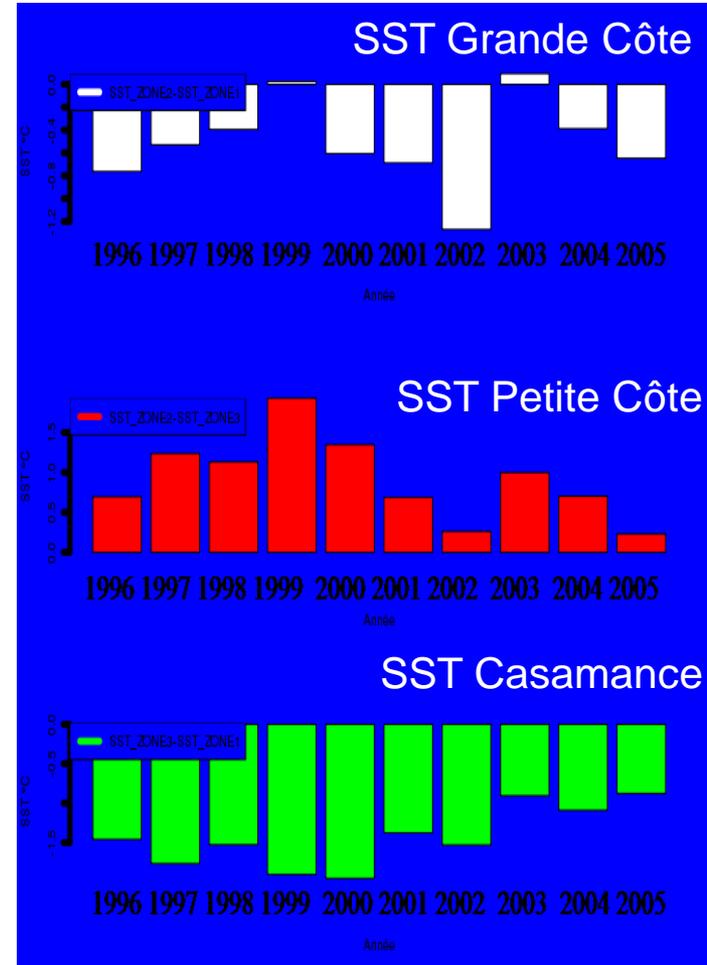
3. VARIABILITE DE L'ENVIRONNEMENT

Variables factor map (PCA)



03 variables essentielles expliquent plus de 60% de la variabilité du milieu.

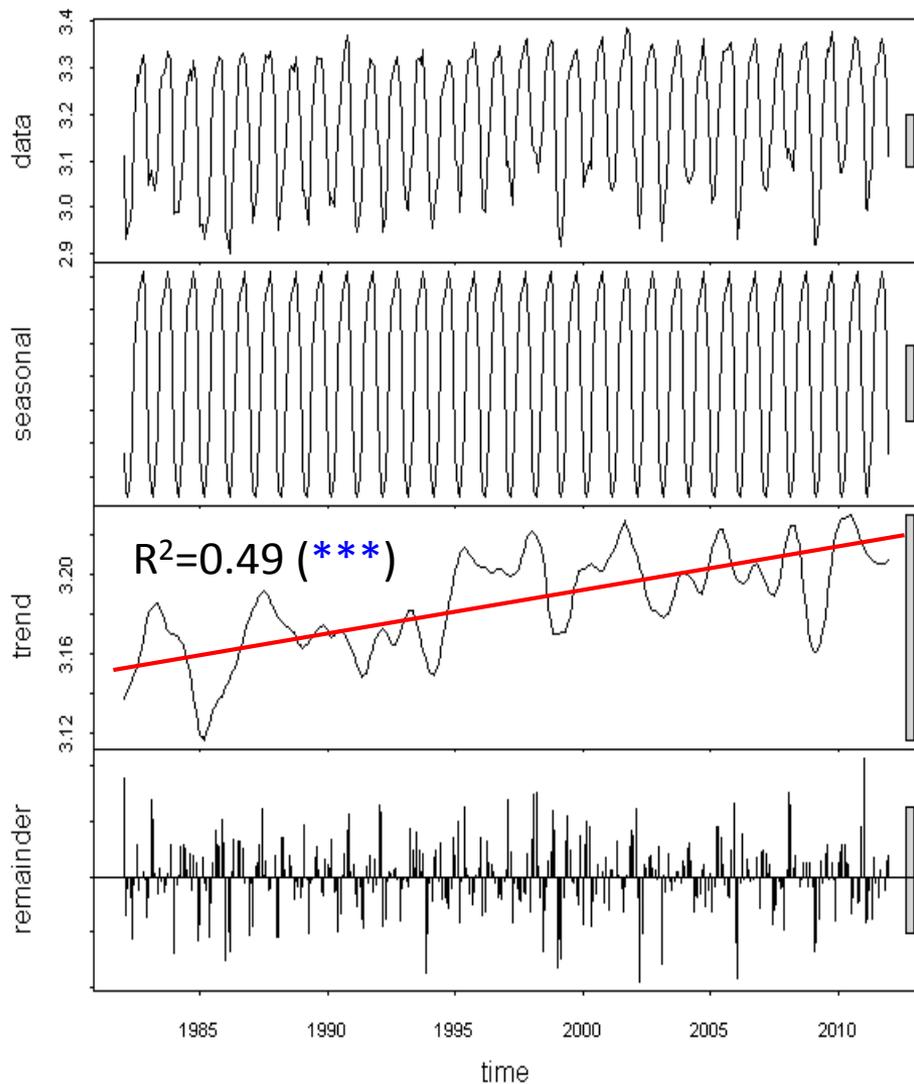
- IUC
- SST
- AMO



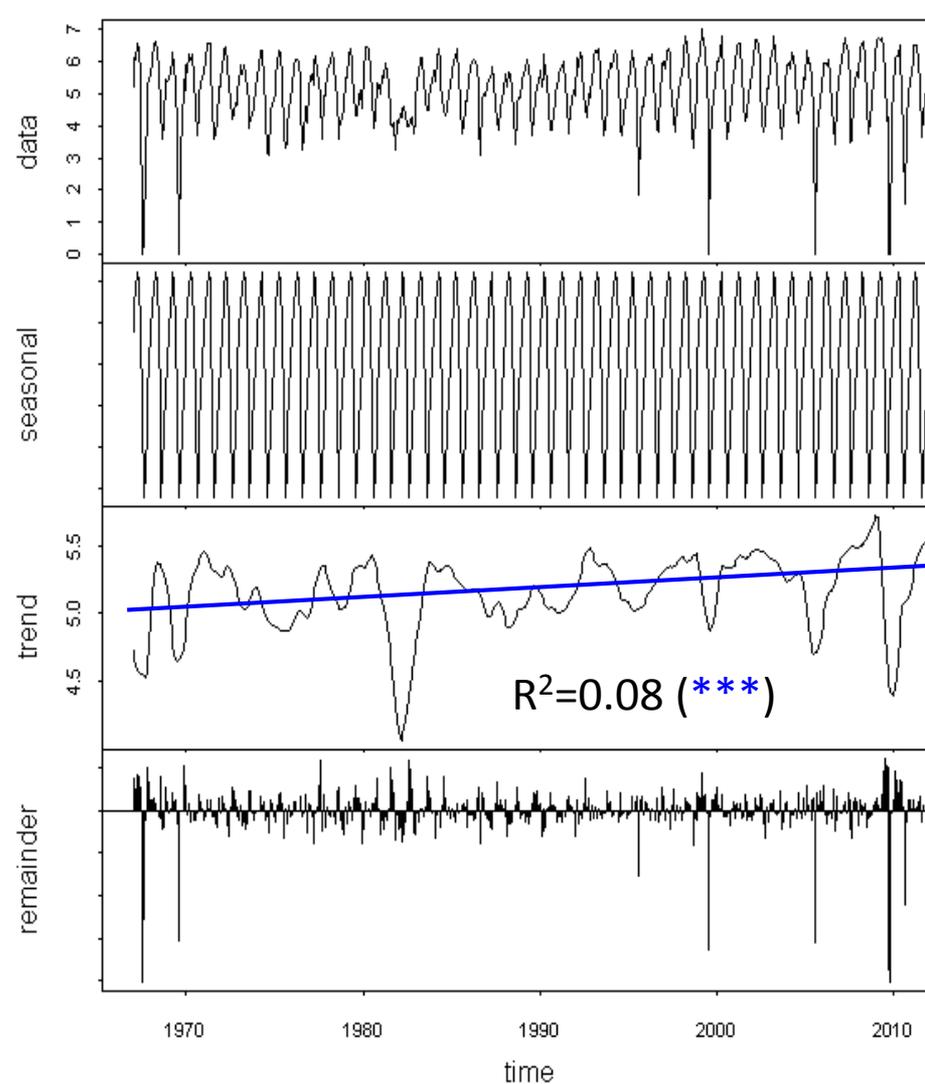
L'upwelling est très intense sur la Petite Côte, zone de rétention côtière (SST élevée).

3. VARIABILITE DE L'ENVIRONNEMENT

■ Température à la surface de la mer (SST)



■ Indice d'upwelling côtier (IUC)



3. RESUME SUR LA VARIABILITE DE L'ENVIRONNEMENT

□ Forte variabilité saisonnière et interannuelle de l'upwelling

- IUC varie saisonnièrement et d'une année à l'autre, avec une tendance à la hausse.
- SST augmente de façon significative sur la période 1982-2010.

□ Forte variabilité de l'environnement & dynamique rapide et instable des populations de sardinelles

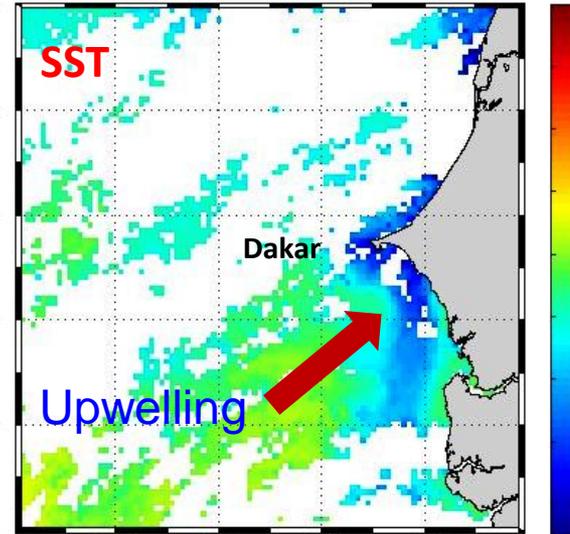
- Quel est l'impact de l'environnement marin sur la dynamique des populations de sardinelles?

PLAN PRESENTATION

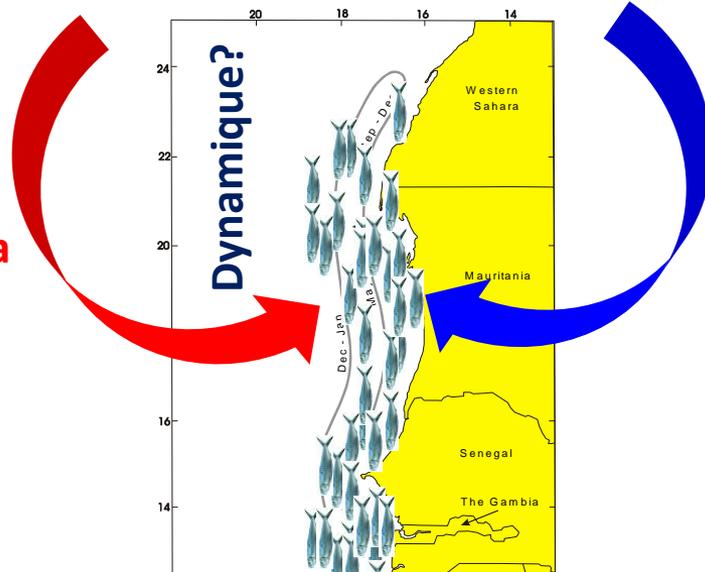
- 1. Contexte scientifique, cas d'étude et objectifs**
- 2. Dynamique des populations de sardinelles**
- 3. Dynamique de l'environnement marin**
- 4. Impact de l'environnement sur la variabilité de l'abondance des sardinelles**
- 5. Conclusion**

4. ENVIRONNEMENT & VARIABILITÉ DE L'ABONDANCE DES SARDINELLES

- Forte pression de pêche de la pêche artisanale
- Impact potentiel de l'upwelling saisonnier



Impact de la pêche?



Impact de l'upwelling?

4. ENVIRONNEMENT & VARIABILITÉ DE L'ABONDANCE DES SARDINELLES

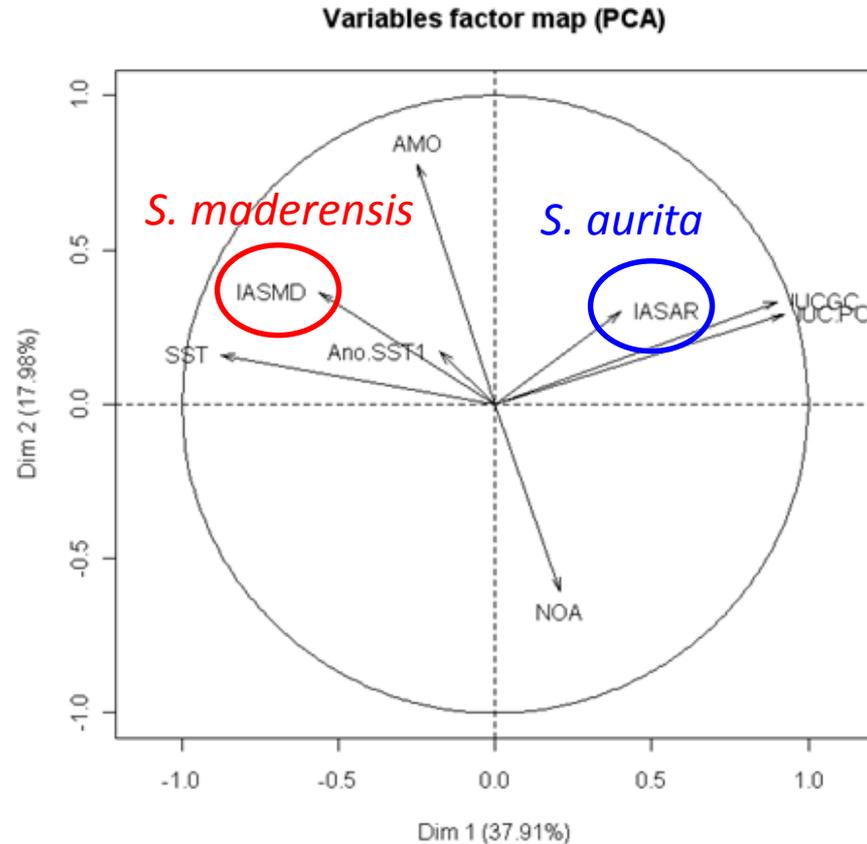
- **Données**

- Indices d'abondance des sardinelles (1966/1967-2011)
- Données environnementales (SST, IUC, NAO, AMO)

- **Méthodes**

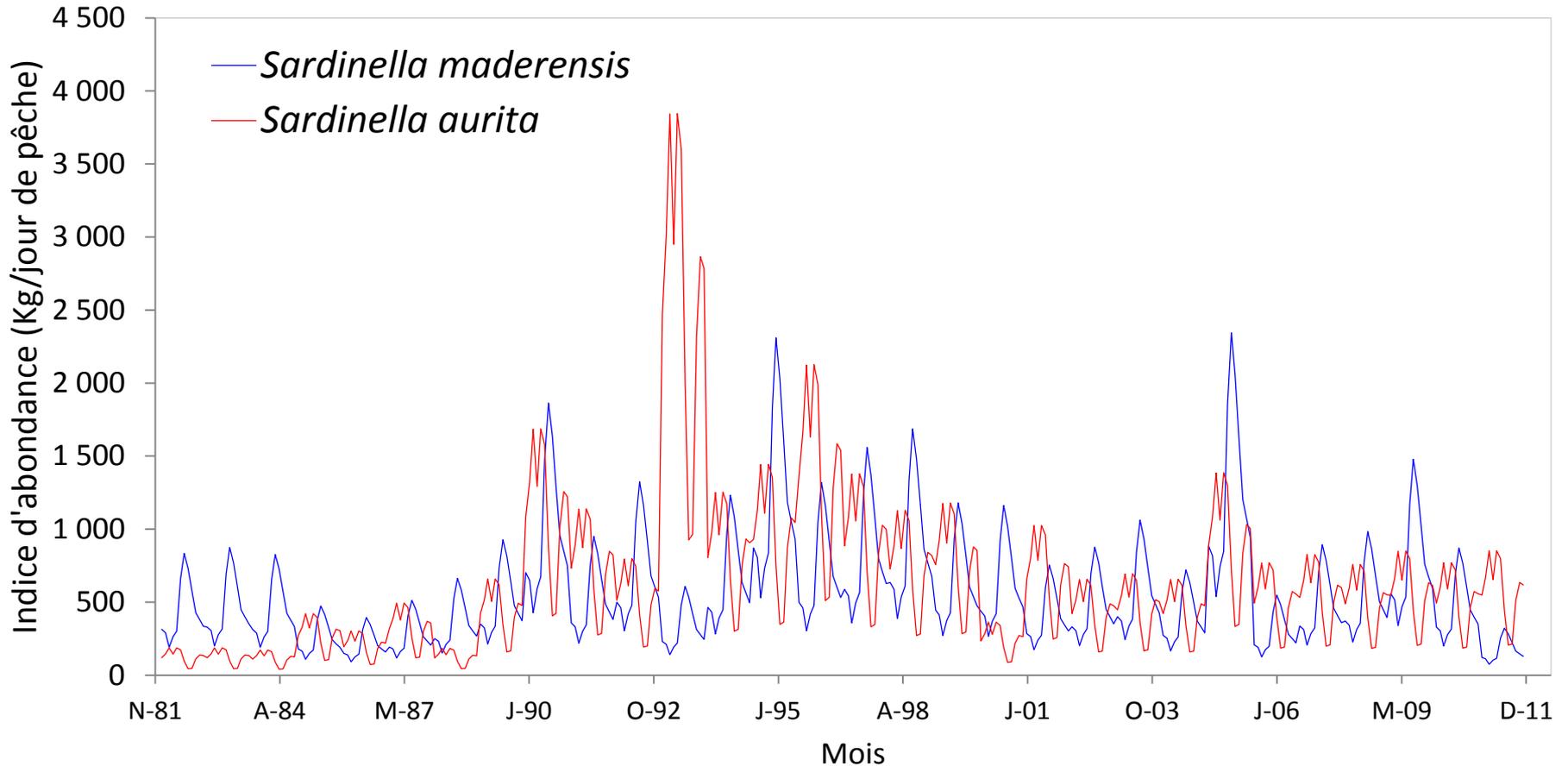
- GLM (estimations IA & relations env./sardinelles)
- Analyse en composantes principales (ACP)
- Décomposition saisonnière de séries temporelles
- Corrélations /auto-corrélations

4. ENVIRONNEMENT & VARIABILITÉ DE L'ABONDANCE DES SARDINELLES



Abondance de *S. aurita* évolue en phase avec l'intensité de l'upwelling, et celle de *S. maderensis* est en phase avec la SST

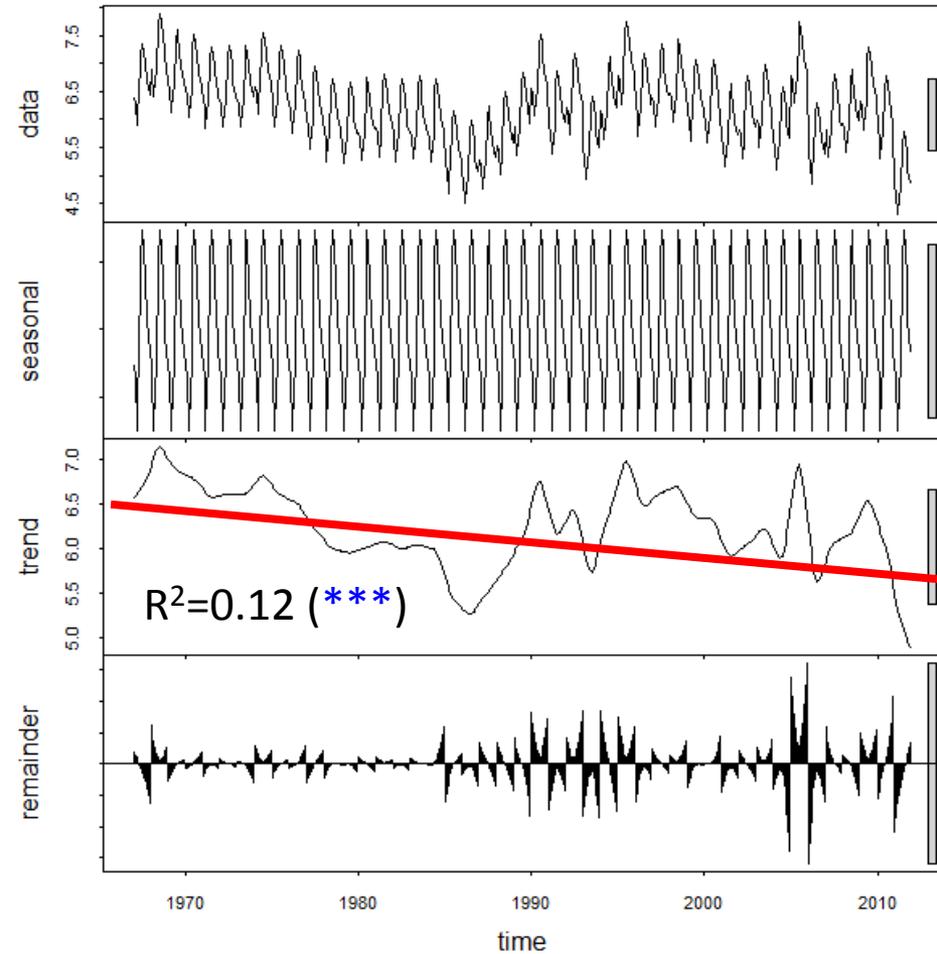
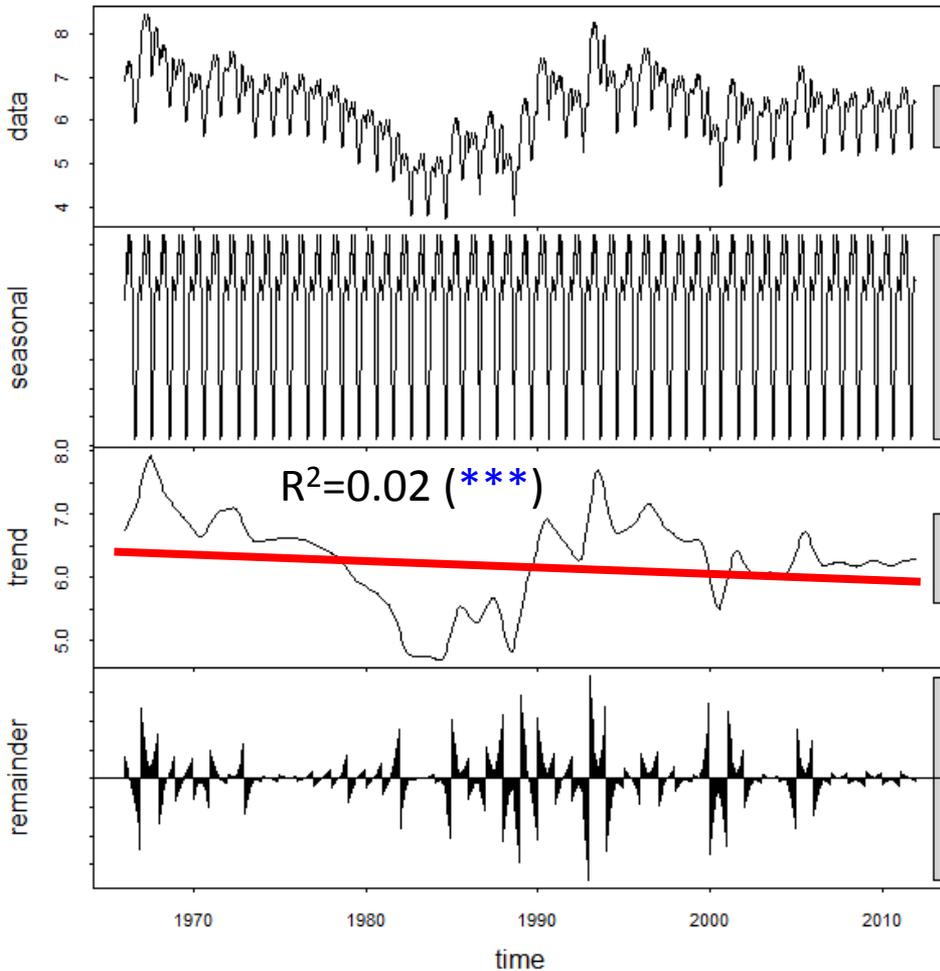
4. ENVIRONNEMENT & VARIABILITÉ DE L'ABONDANCE DES SARDINELLES



Les deux populations de Sardinelles évoluent de manière asynchrone.

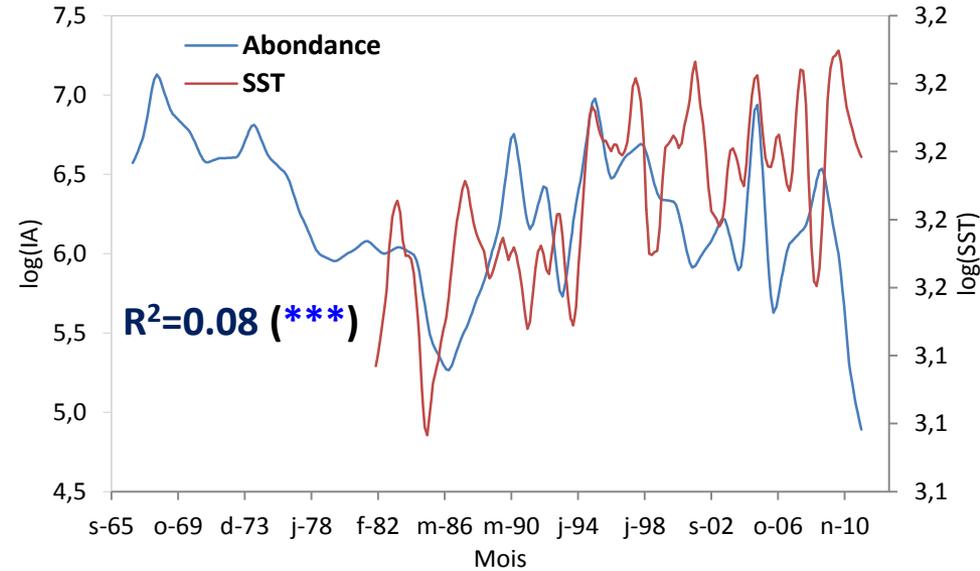
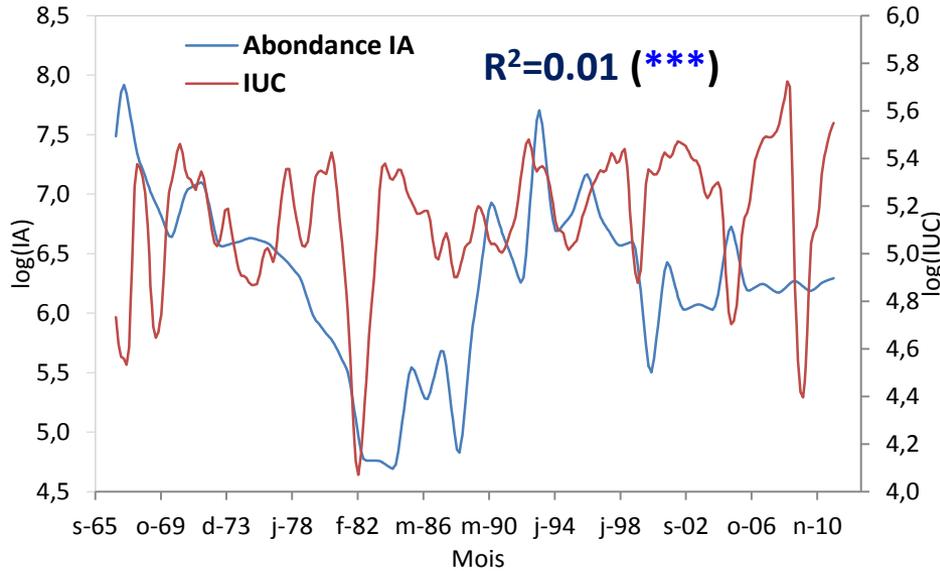
4. ENVIRONNEMENT & VARIABILITÉ DE L'ABONDANCE DES SARDINELLES

- Abondance de *S. aurita* (1966-2011)
- Abondance de *S. maderensis* (1967-2011)



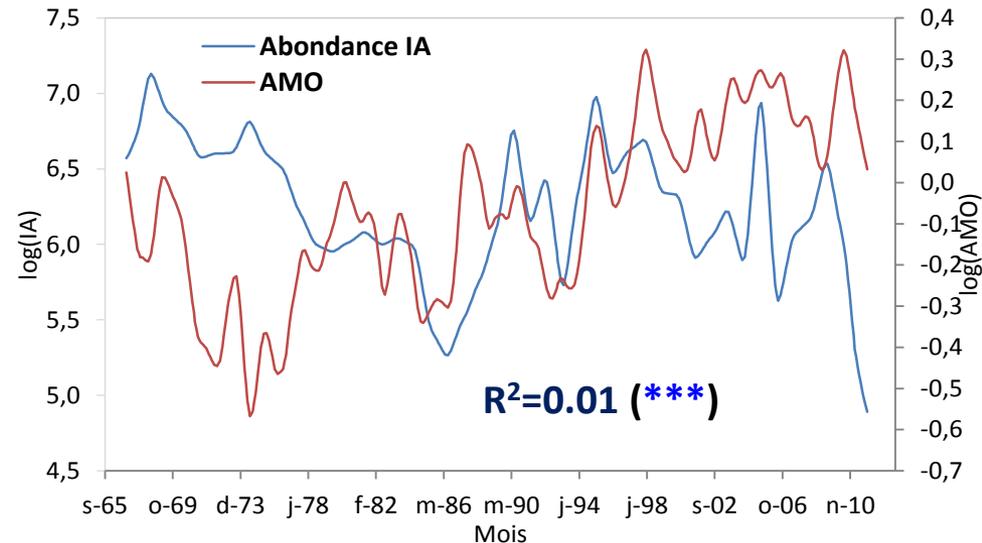
4. ENVIRONNEMENT & VARIABILITÉ DE L'ABONDANCE DES SARDINELLES

- Abondance de *S. aurita* & upwelling
- Abondance de *S. maderensis* & SST et AMO



■ L'abondance de *S. aurita* est significativement corrélée à l'intensité de l'upwelling.

■ L'abondance de *S. maderensis* est significativement corrélée à l'IUC, SST et à l'AMO.



4. ENVIRONNEMENT & VARIABILITÉ DE L'ABONDANCE DES SARDINELLES

❑ Variabilité interannuelle de l'abondance des sardinelles est due à l'environnement

- Le succès du recrutement annuel de *S. aurita* dépend principalement de l'intensité de l'upwelling côtier.
- L'abondance de *S. maderensis* est significativement corrélée à la SST: l'espèce préfère les eaux chaudes.

❑ Quelle serait l'évolution du stock de *S. maderensis* sur le long terme?

- Augmentation significative de la SST sur la période 1982-2011: l'abondance de *S. maderensis* augmente de plus en plus.

PLAN PRESENTATION

1. Contexte scientifique, cas d'étude et objectifs
2. Dynamique des populations de sardinelles
3. Dynamique de l'environnement marin
4. Effets de l'environnement sur la variabilité de l'abondance des sardinelles
5. Conclusion

CONCLUSIONS

- ❑ **Quelle est la dynamique des populations de sardinelles?**
 - Forte variabilité saisonnière et interannuelle de l'abondance des stocks de sardinelles, entraînant ainsi une forte variabilité interannuelle des captures.
 - *S. aurita* est abondant en saison froide et *S. maderensis* abondant en saison chaude.
 - Diminution de l'abondance des sardinelles sur la période 1967-2011
 - Cependant, tendance à la hausse sur la période 1980-2011.

- ❑ **Quelle est la part de cette variabilité de l'abondance des sardinelles liée à l'environnement (upwelling)?**
 - Les stratégies démographiques des sardinelles sont liées aux conditions d'upwelling du milieu.
 - L'abondance de *S. aurita* dépend de l'intensité de l'upwelling et celle de *S. maderensis*, de la SST et de l'AMO.

- ❑ **Conséquences pour l'aménagement des pêcheries de petits pélagiques?**
 - Nécessité de prendre en compte l'environnement, la pêche et la dynamique des populations, composantes indispensables à la mise en place de plans d'aménagement durable des pêcheries de sardinelles

PERSPECTIVES

❑ Amélioration de l'échantillonnage des captures artisanales

- Collecte de données (débarquements, effort et longueur) par région et par trimestre
- Correction des données d'effort de pêche en raison de l'accroissement de la capacité de pêche des embarcations/pirogues
- Comparaison des distributions de taille des sardinelles entre différents sites de débarquement

❑ Développement de méthodes pour l'évaluation des stocks et pour l'estimation du recrutement de sardinelles

- Décomposition des distributions de longueur en groupes d'âge, en utilisant la meilleure information disponible sur la croissance
- Application de modèles structurés par âge pour l'estimation de la mortalité par pêche des différentes flottilles et du recrutement
- Estimation des recrutements à partir d'évaluations acoustiques

❑ Analyse de la chaîne de valeur et du système de gouvernance des pêcheries de petits pélagiques

- Obtenir des informations sur la chaîne de valeur en vue de proposer une organisation des professionnelles beaucoup plus adaptée.

Laissez moi le
temps de
grandir...



Merci de votre attention!

Impact de l'environnement marin sur la dynamique des populations de sardinelles (*Sardinella aurita* et *S. maderensis*) le long de la côte nord-ouest africaine

THIAW M., FAYE S., NGOM SOW F., DIAW B.

modouth@hotmail.fr

Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye
(CRODT)



Comité Scientifique et Technique (CST)

05 au 09 novembre 2012