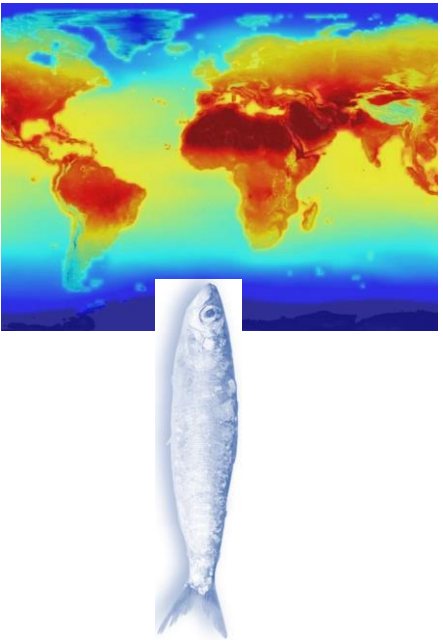
Institut National de Recherche Halieutique



Quelques Explorations de cas de variabilité des petits pélagiques et de changement climatique

J.Bensbai, J.Chioua, S.Kifani et A.Faraj

Atelier FARFISH sur les petits pélagiques et le changements climatiques dans la zone COPACE

Par Visio-conférence, le 29 juin 2021

INTRODUCTION

Démarche

Relations et liens clairs entre les conditions climatiques et la dynamique des petits pélagiques

Grâce à un monitoring étroit du milieu et des ressources qui alimente un réseau Océanographique/Halieutique performant qui a mis à la disposition des scientifiques des données importantes.

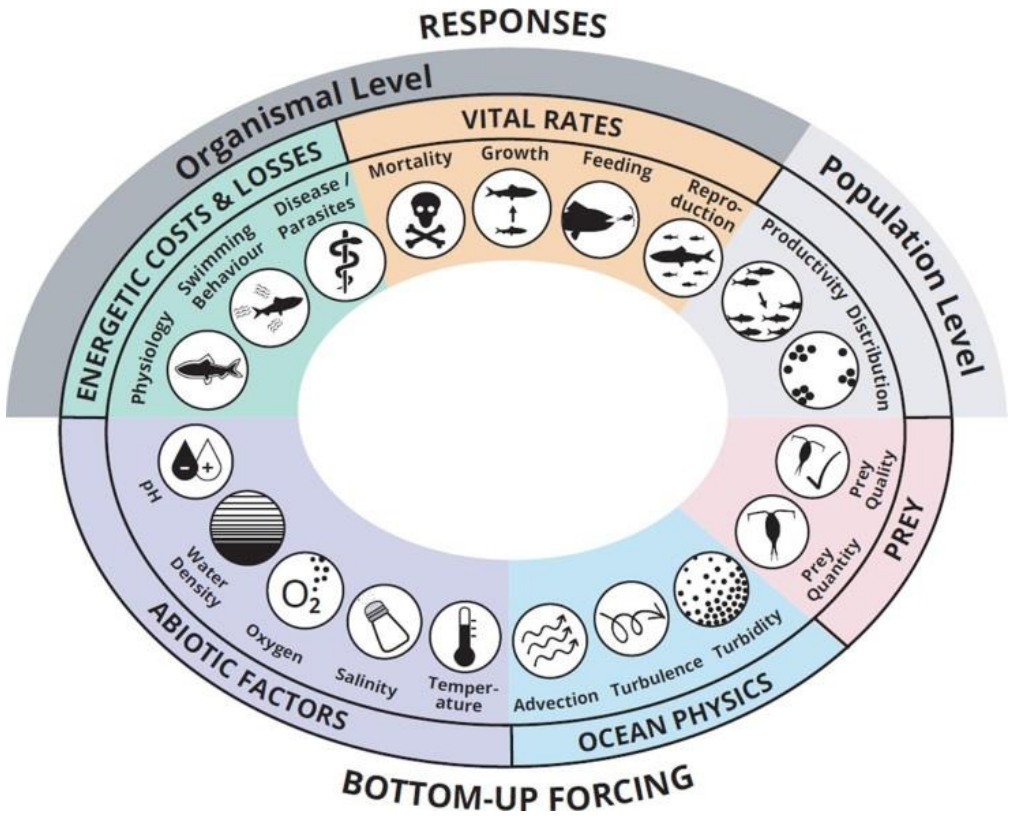
L'INRH est entrain d'étudier les relations complexes entre les ressources et l'environnement et les expliquer par des modèles qui captent les changements hydrodynamique observés en vue d'approfondir l'impact du changement climatique sur les petits pélagiques

L'objectif de cette présentation est d'exposer quelques résultats exploratoires obtenus à l'échelle de certaines zones restreintes dans les perspectives de l'étendre à grande échelle et appréhender les effets du changement climatique sur les PP

SOURCES DE VARIABILITÉ ?

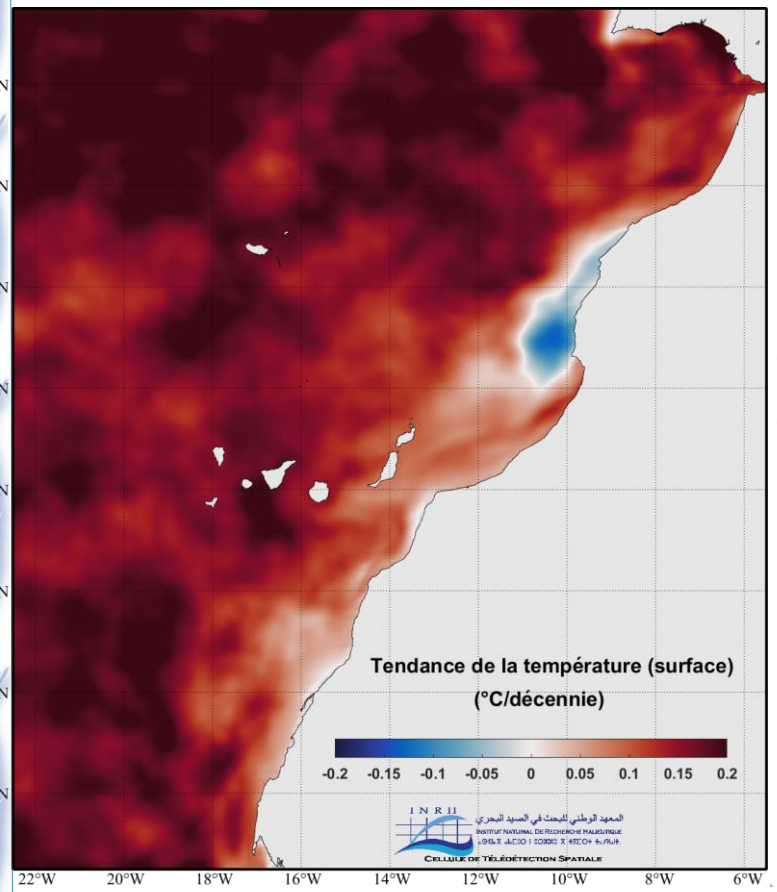
- **Variabilité naturelle :**
  - **Processus** : Météo, climat, upwelling, hydrodynamique, propriétés physico-chimiques des masses d'eau, production planctonique, composition spécifique, stratégie bioénergétique des espèces, survie des œufs et larves, distribution, etc.
  - **Échelles de variabilité** : petite échelle à l'échelle océanique

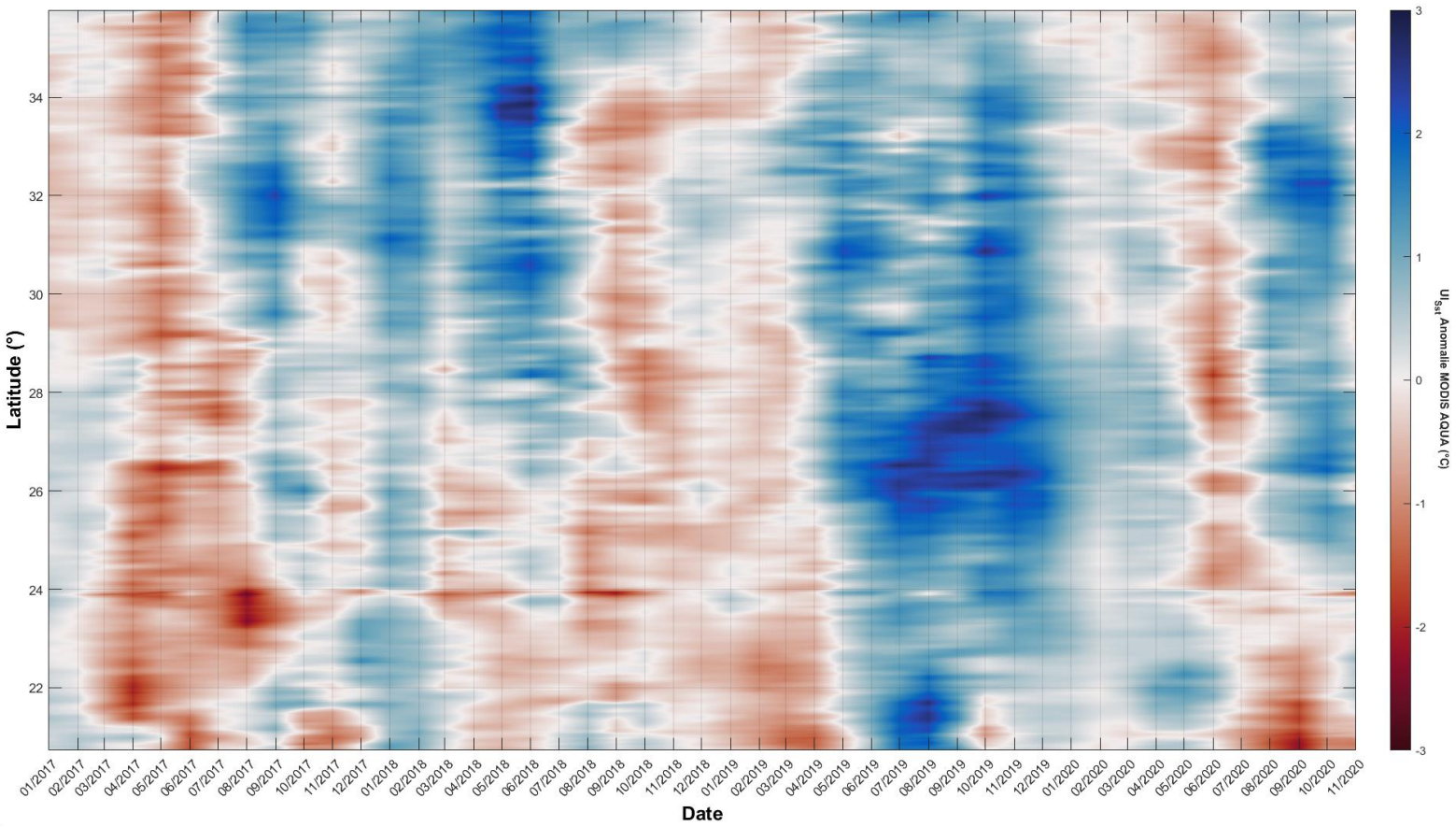
- **Changement climatique :**
  - **Quels changements attendus ?**
    - Réchauffement
    - Activité de l'upwelling
    - Circulation et nature des masses d'eaux
    - Carbonates, CO2, pH
    - Oxygène
    - Etc.
  - **A quoi l'attribuer ? Variabilité naturelle ou CC ?**
  - **A quel niveau s'opère l'impact sur les espèces ?**
    - Abondance
    - Physiologie
    - Cycles de vie
    - Etc.



Peck et al. 2021

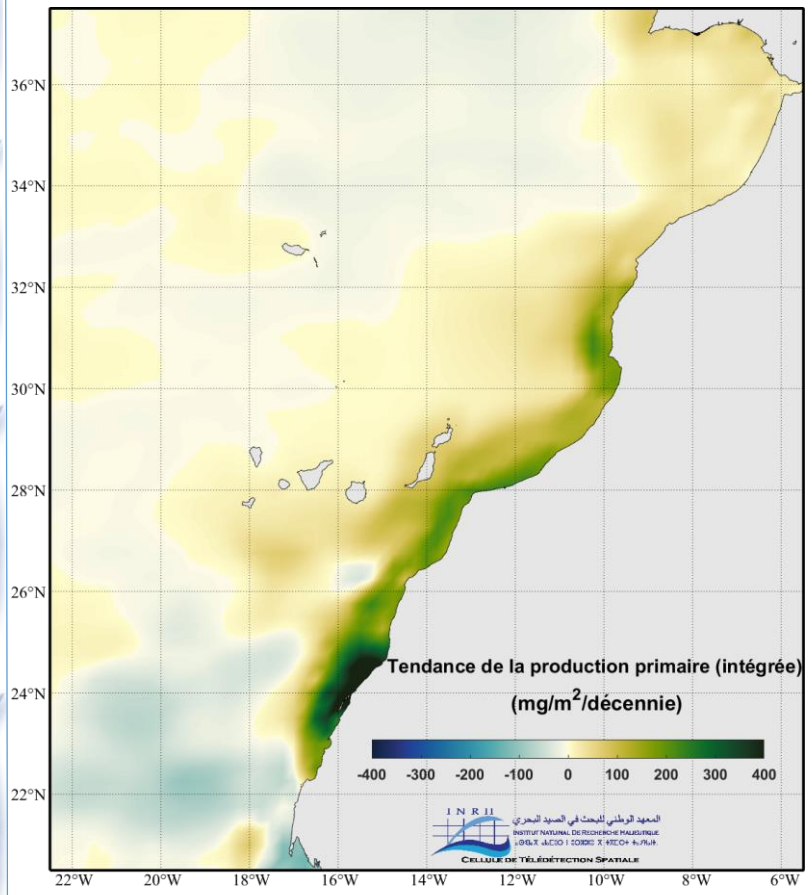
CONDITIONS HYDRO-CLIMATIQUES



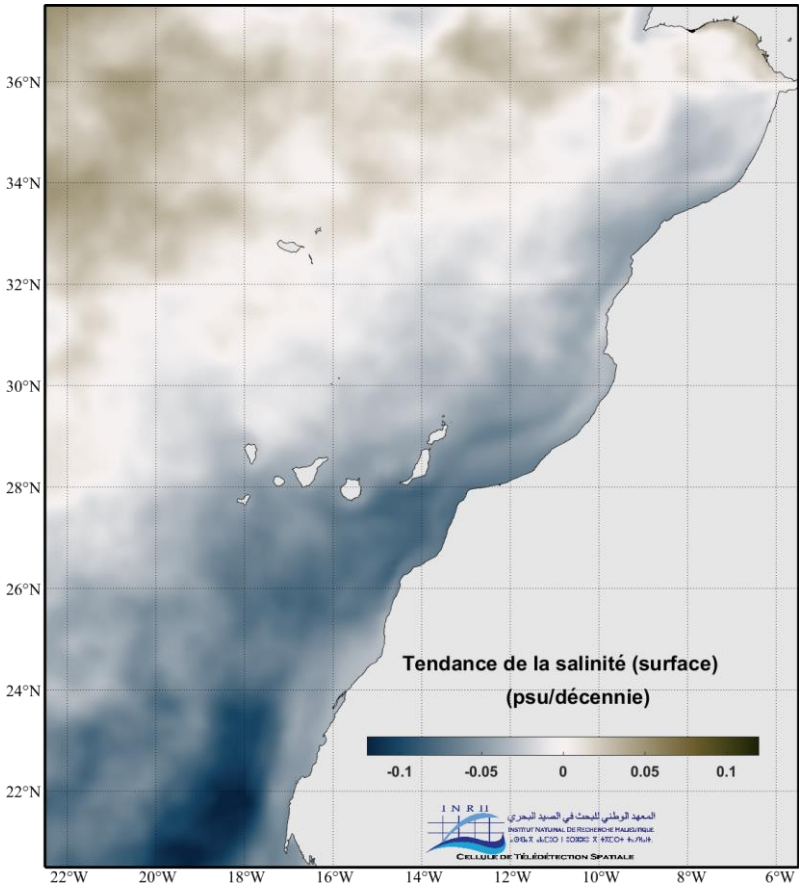


- Réchauffement du bassin océanique et une intensification de l'Upwelling
- 2020 a enregistré un record mondial en termes des anomalies positives de température.
- Les forçages et les impacts de ces changements sur les ressources est à appréhender!!
- A quel niveau s'opère l'impact : sur [**Abondance**], [**la dynamique**] ou [**Cycles de vie**] ?

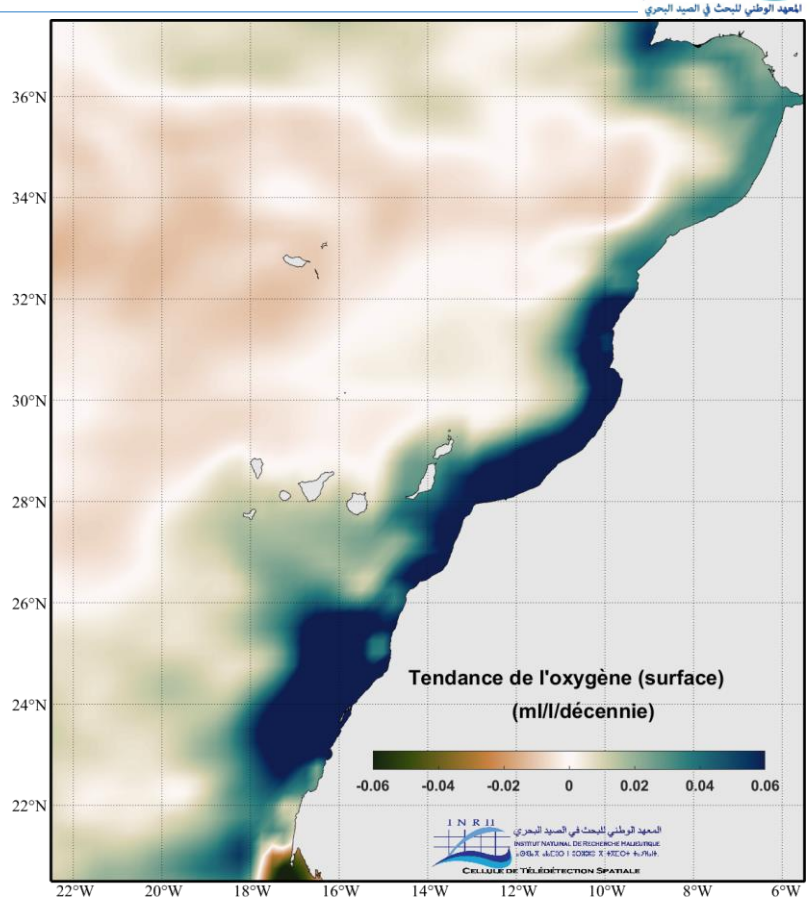
CONDITIONS HYDRO-CLIMATIQUES



La production primaire est en accroissement dans le zone centrale et sud.



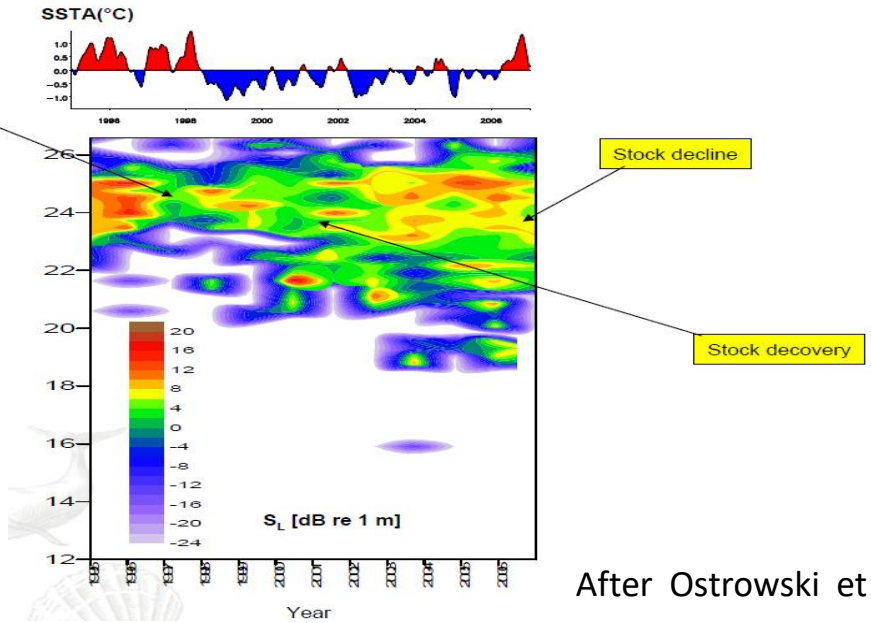
La tendance de la salinité est de diminution dans la zone côtière et d'augmentation vers le large

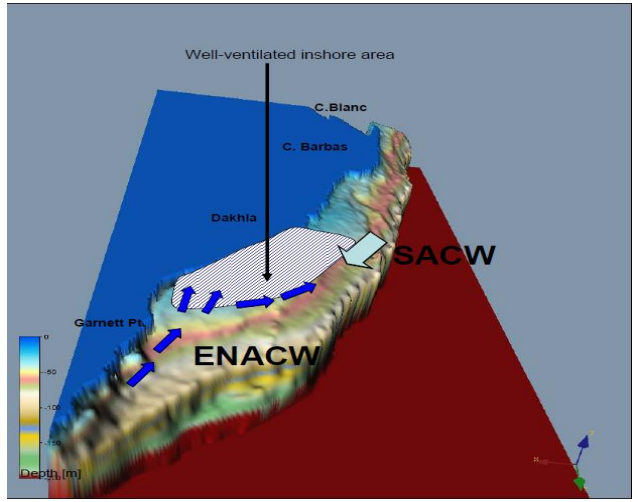


Taux d'oxygène dissous augmente excepté au niveau du Cap Blanc Cependant, des variations interannuelles sont observées. En 2020, les anomalies de l'oxygène et de la production primaires ont été clairement négatives.

The meridional contraction and expansion of S. pilchardus stock vs. SSTA off Dakhla (1995-2006)

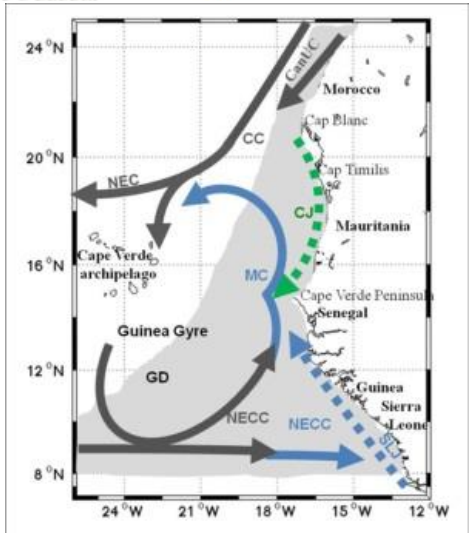
p of sampling localities with the geographic distribution of sardine from FAO (http://www.fao.org/figis/geoserve

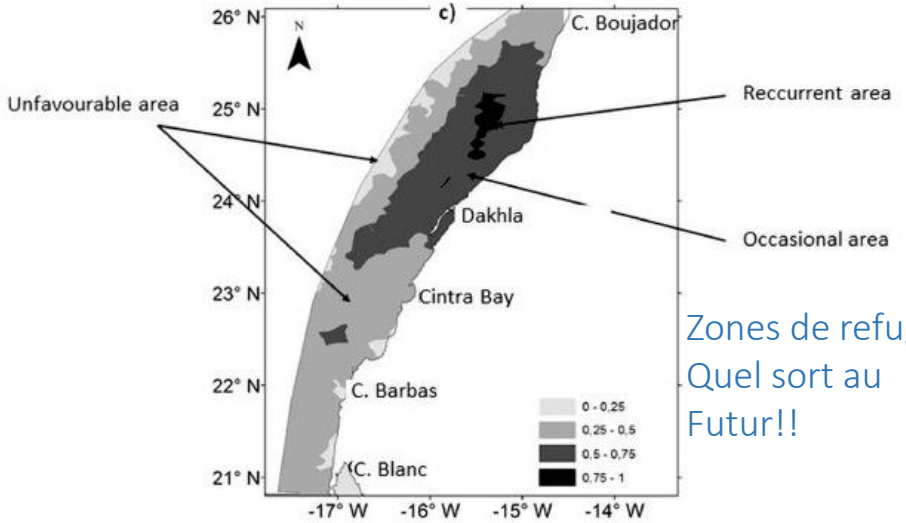




North Atlantic Central Water (ENACW)
South Atlantic Central Water (SACW)

After Ostrowski et al. 2008.





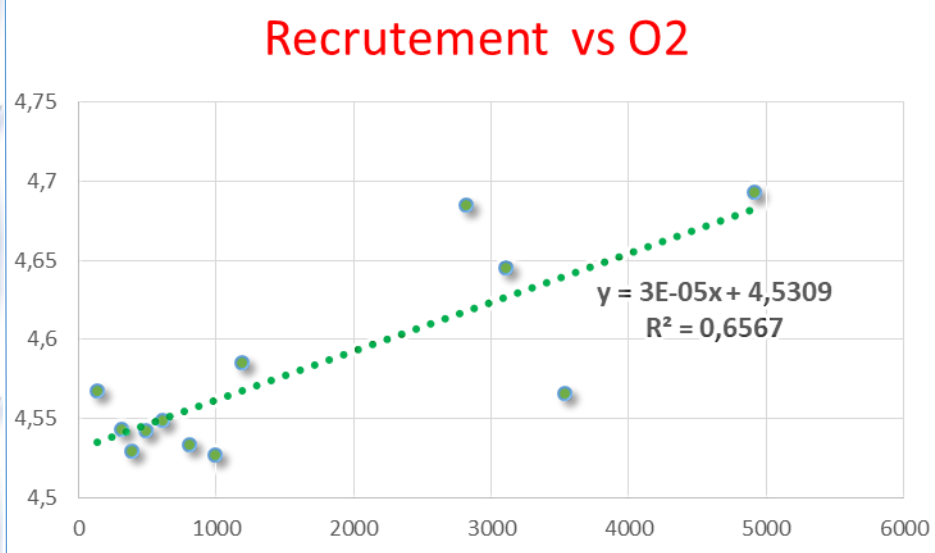
H. Abdelouahhab et al. 2020.

Extension de la sardine vers la mer du nord et fluctuations au sud éventuellement en lien avec les changements des masses d'eau

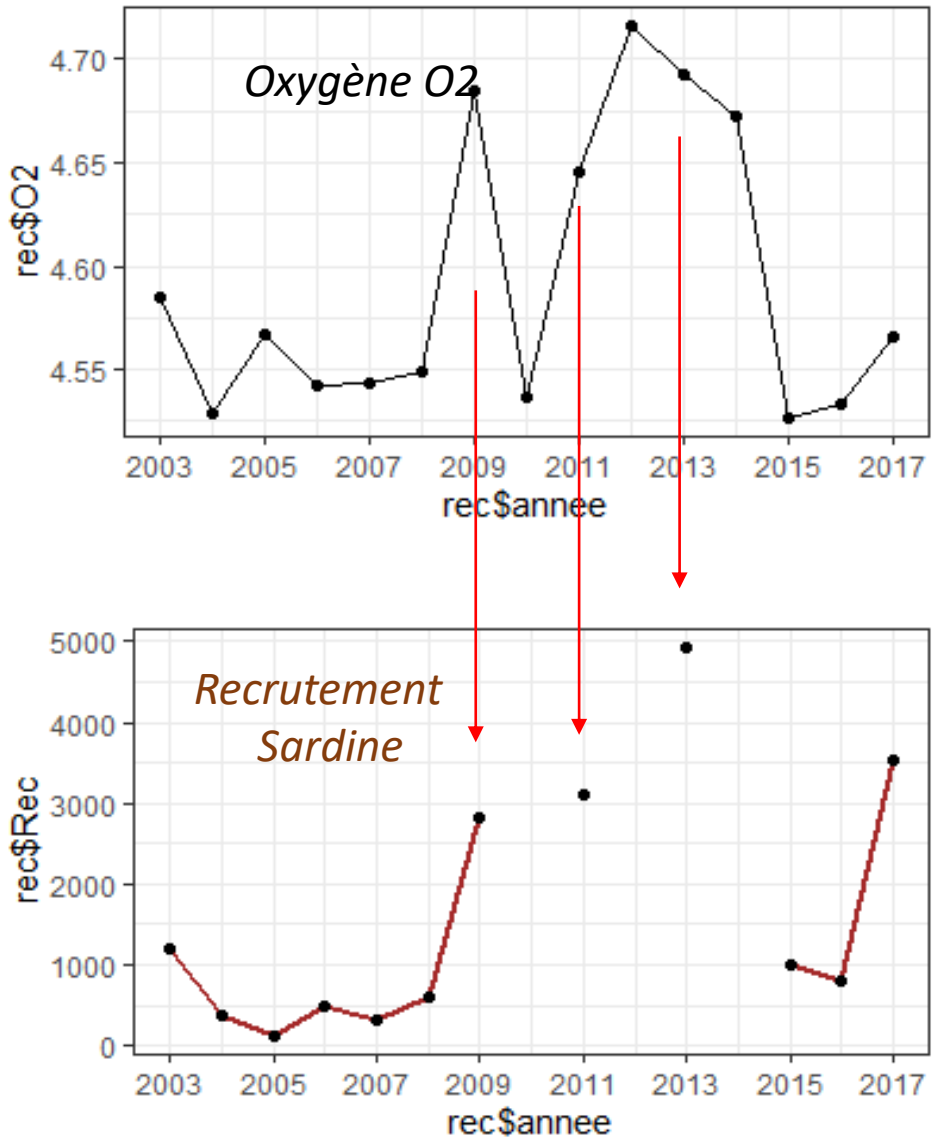
Zones de refuge : Quel sort au Futur!!

1ÈRE ETUDE DE CAS : O2 VS RECRUTEMENT DE LA SARDINE

```
Call:
lmrob(formula = rec$Rec ~ rec$T + rec$O2 + rec$PO4)
 \--> method = "MM"
Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-1095.04  -274.97    61.69   388.36   578.17

Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -324026.0    42958.9  -7.543 6.65e-05 ***
rec$T          4548.0      880.6   5.165 0.000859 ***
rec$O2        46934.8     5246.1   8.947 1.94e-05 ***
rec$PO4       47936.3     9996.6   4.795 0.001364 **
---
Signif. codes:  0 ◆***◆ 0.001 ◆**◆ 0.01 ◆*◆ 0.05 ◆.◆ 0.1 ◆ ◆ 1

Robust residual standard error: 556.8
  (3 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.8936,    Adjusted R-squared:  0.8537
Convergence in 10 IRWLS iterations
```



- Corrélations positives recrutement-Oxygène
- Effet de succès de recrutement étroitement lié aux conditions climatiques
- A quel niveau s'opère l'effet : Œufs/Larves?
- Y'a-t-il un effet masqué d'autres paramètres ex. courant et transport qui est corrélé à l'oxygène?

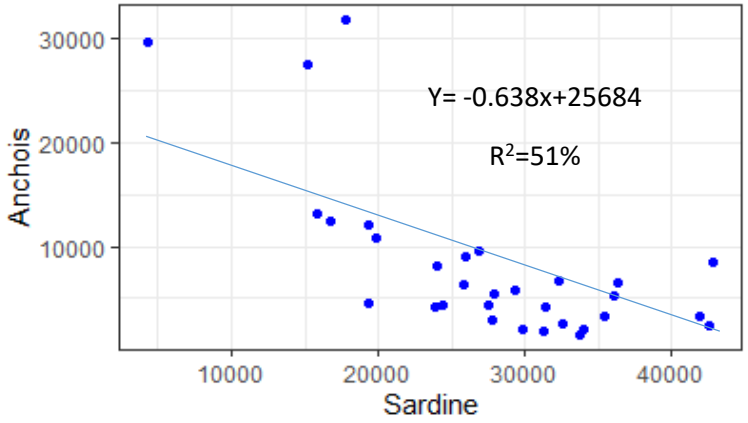


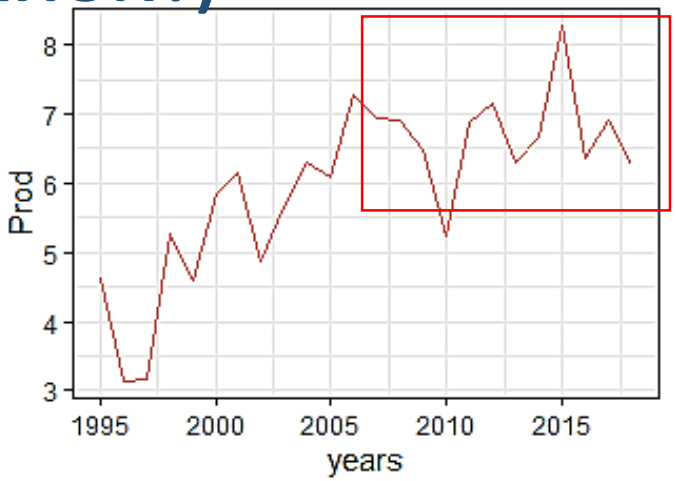
2ÈME ETUDE DE CAS : SARDINE-ANCHOIS (QUELLE RELATION?)

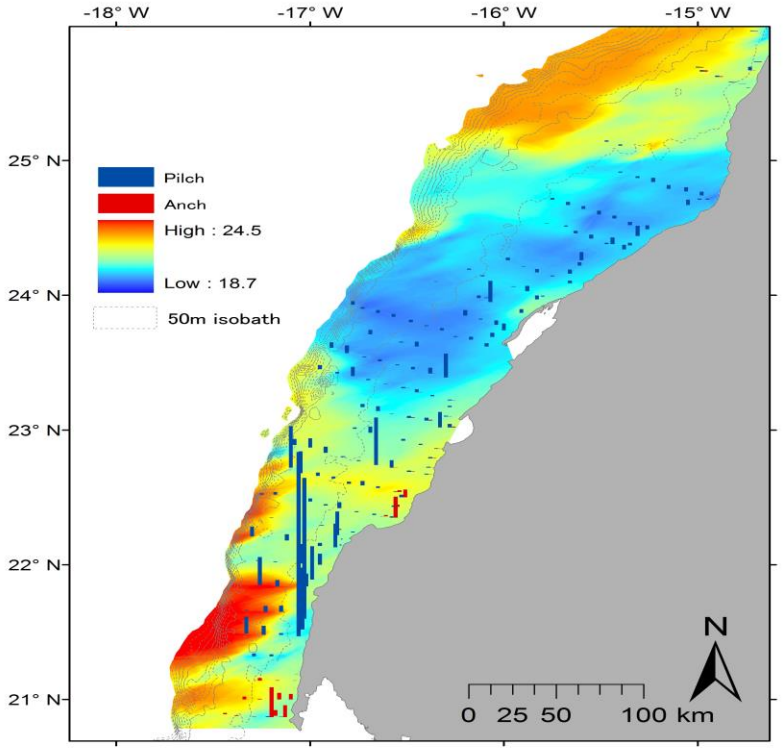
L'évolution de la biomasse de la sardine en zone C en fonction de la productivité primaire est un exemple.

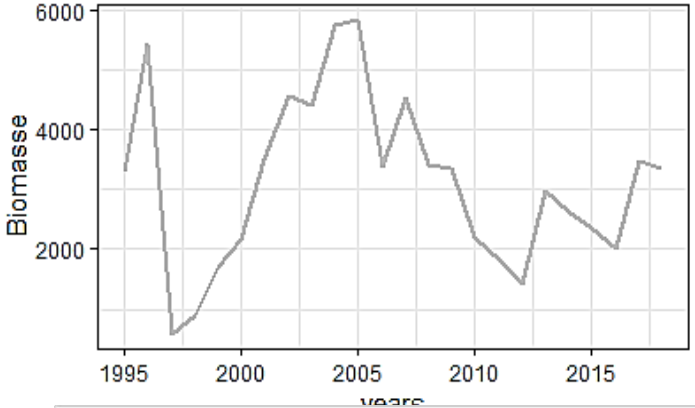
Généralement, l'apparition de l'anchois est associée à une baisse des captures de la sardine :

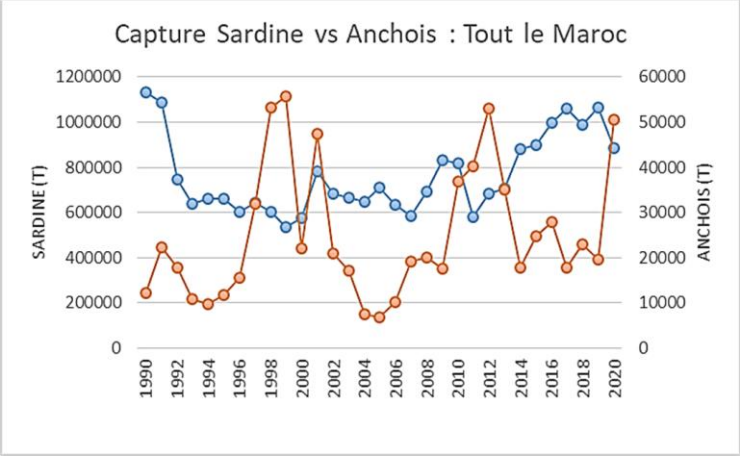
- S'agit t il d'un phénomène biologique ou c'est lié à des enjeux environnementaux?
- S'agit t il d'un glissement des populations côtières d'anchois vers le large?
- Quel est la part de l'effet du changement climatique?









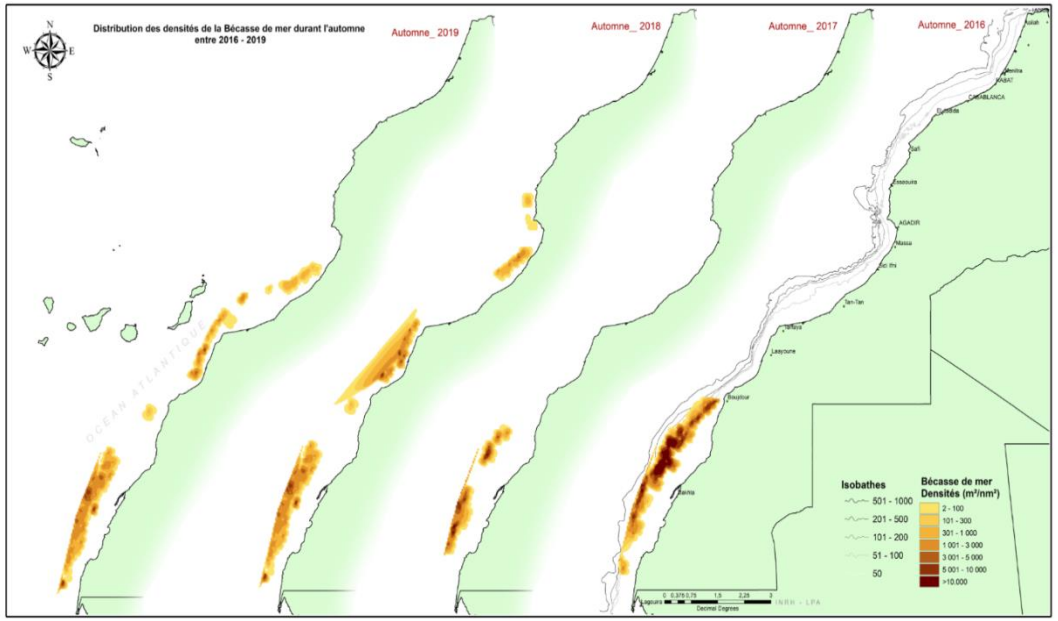


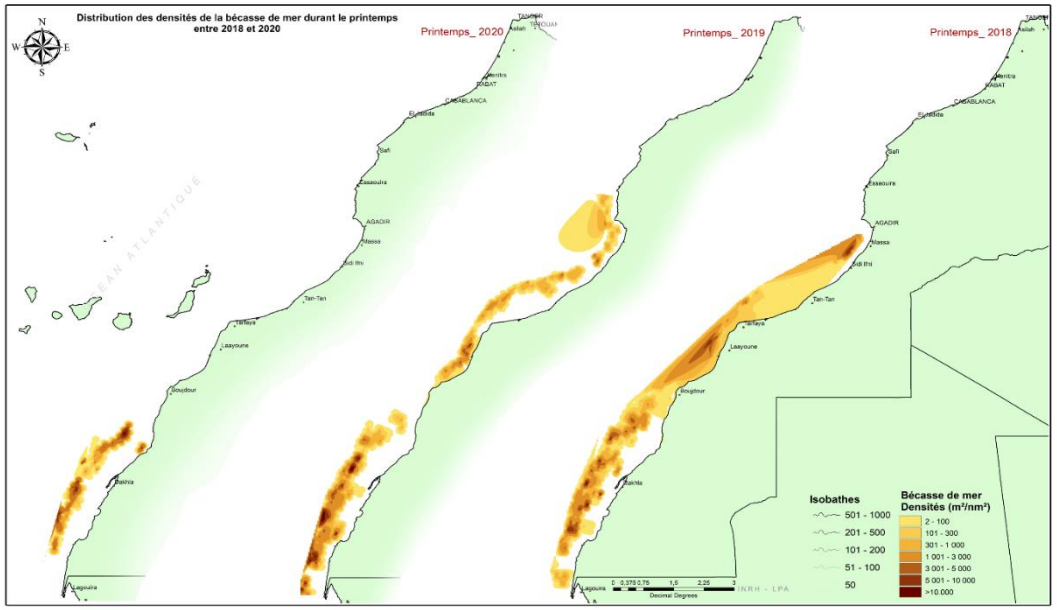
3ÈME ETUDE DE CAS : APPARITION DE LA BÉCASSE DANS L'ÉCOSYSTÈME!

QUEL MESSAGE?

Enjeux écologiques
Bécasse de mer/Sanglier : Indicateurs de changement ?!!!

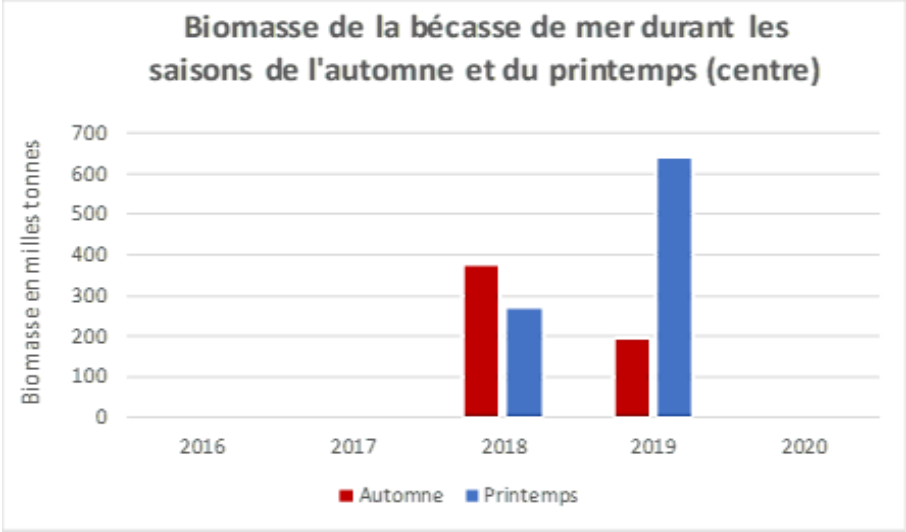
- La bécasse de mer historiquement présente au Maroc entre les années soixante-dix et les années quatre-vingt, est réapparue en très fortes densités dans nos côtes depuis l'année 2016
- En termes de saisonnalité, les agrégations de bécasse de mer rencontrée en printemps sont plus continues et étalées par rapport à l'automne.
- Bécasse abonde dans l'écosystème depuis 2016. L'espèce dominante est le *Macroramphosus gracilis.*

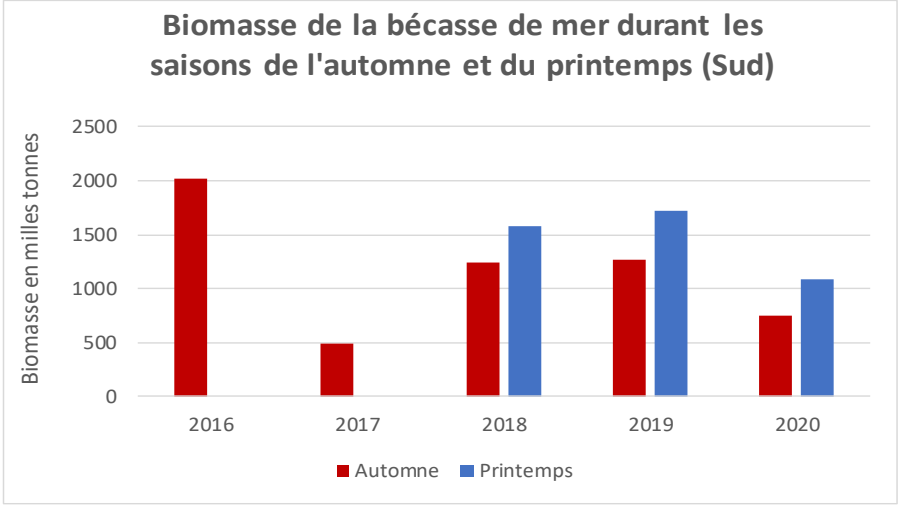




3ÈME ETUDE DE CAS : APPARITION DE LA BÉCASSE DANS L'ÉCOSYSTÈME! QUEL MESSAGE?

Evolution des biomasses de la bécasse de mer





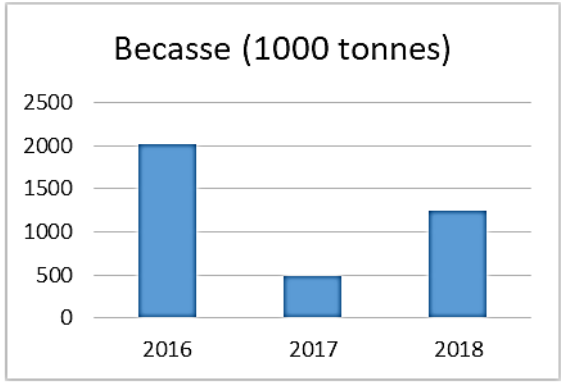
Raison de cette extension en cours d'étude.

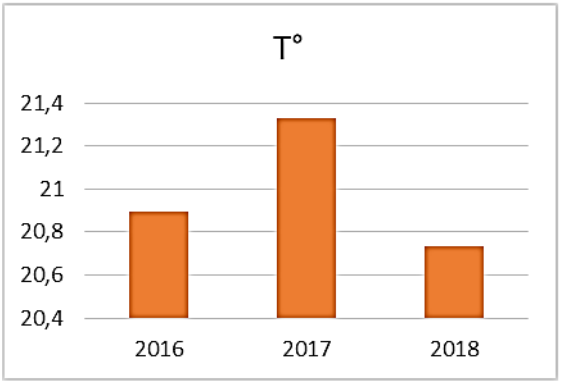
Mais constats :

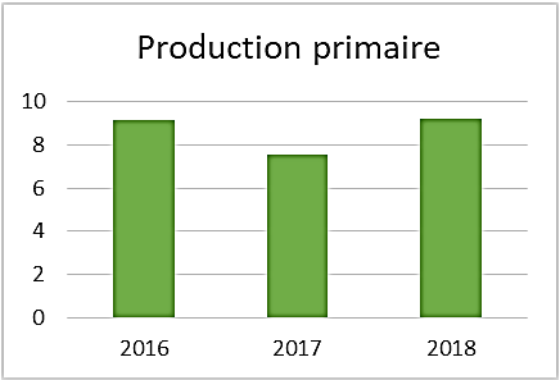
- Corrélation positive avec la productivité du milieu!
- Corrélation négative avec la température!

Question justifiée

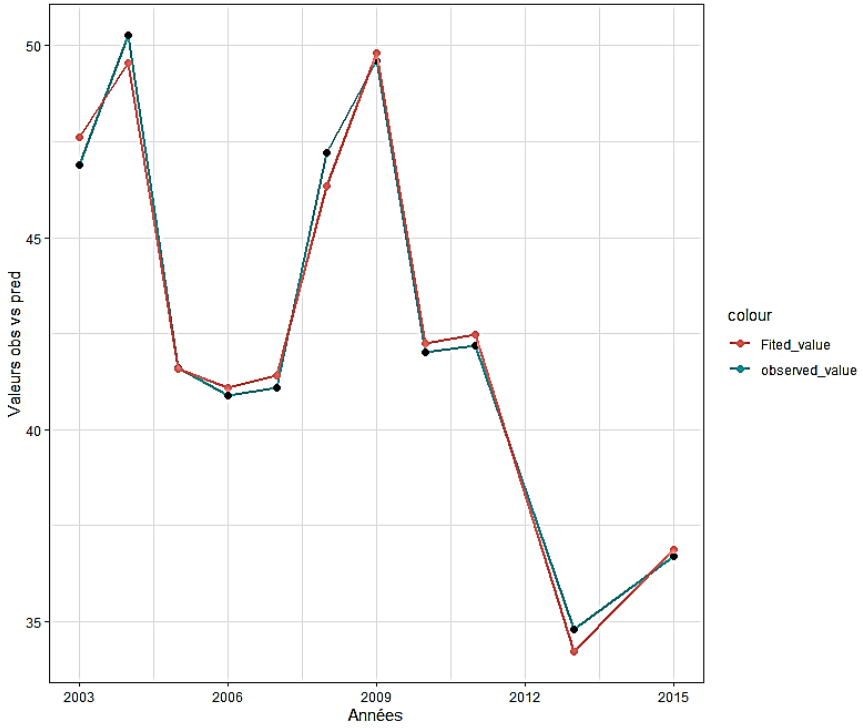
- Quelle est l'effet d'autres facteurs de l'environnement sur ces apparitions ?

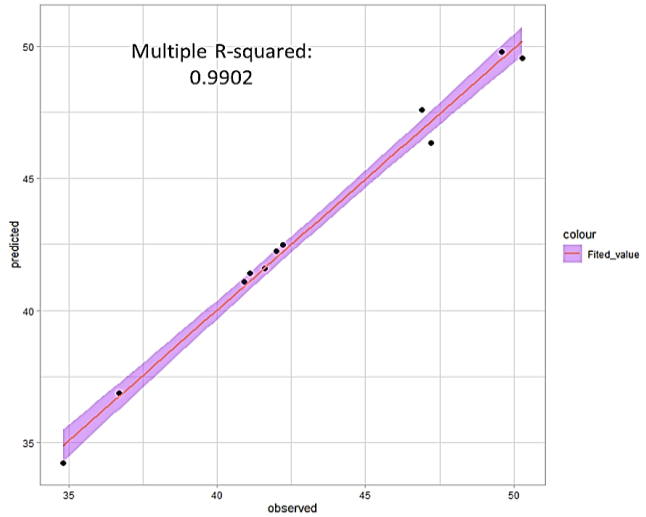






4ÈME ETUDE DE CAS : PÊCHE AUX MAQUEREAUX ET ENVIRONNEMENT





CPUEs standardisées Chalutiers pélagiques de la Russie

```
Call:
lmrob(formula = rec$Rec1 ~ rec$T + rec$O2 + rec$PO4 + rec$Prod + rec$NO3
    rec$Sal)
 \--> method = "MM"
Residuals:
        1         2         3         4         5         6         7
-0.704390  0.729685  0.006508 -0.196293 -0.320322  0.849716 -0.195798 -0

Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 2202.9035   159.3238  13.827 0.000159 ***
rec$T        -34.5018     2.1467 -16.072 8.77e-05 ***
rec$O2      -266.7781    13.9614 -19.108 4.42e-05 ***
rec$PO4     -929.0025    43.1713 -21.519 2.76e-05 ***
rec$Prod       6.5407     0.6237  10.487 0.000467 ***
rec$NO3       28.2327     3.1885   8.855 0.000898 ***
rec$Sal       -2.2585     2.2816  -0.990 0.378252
---
Signif. codes:  0 ***0.001 **0.01 *0.05 .0.1  1

Robust residual standard error: 0.9099
Multiple R-squared:  0.9885,    Adjusted R-squared:  0.9711
Convergence in 8 IRWLS iterations
```

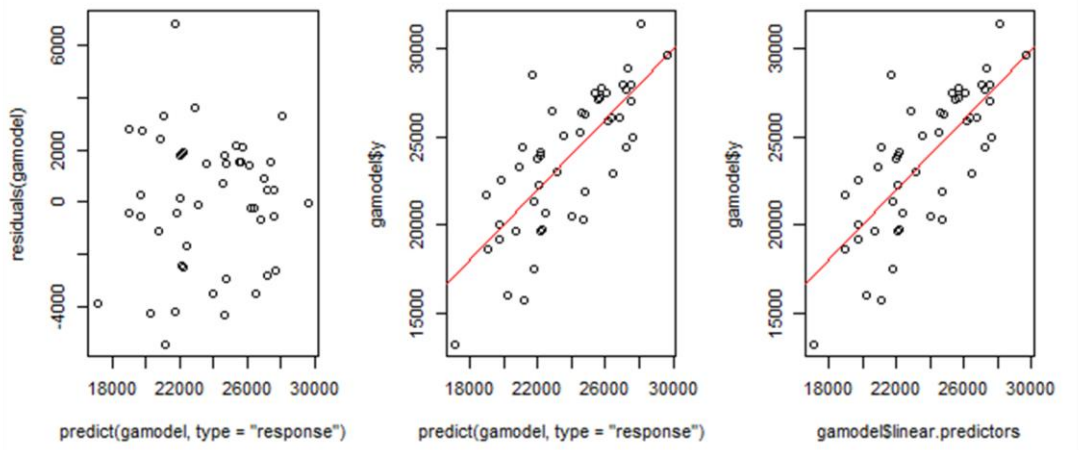
Fortes corrélations des rendements standardisés en pêche de maquereau et les paramètres climatiques : T/O2/Production primaire!

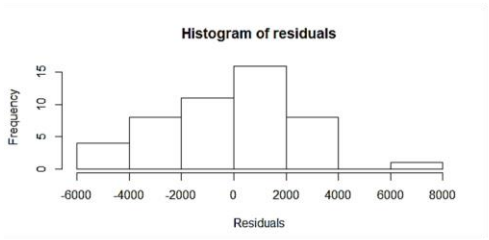
Est-ce les effets régissent l'abondance ou les agrégations et concentrations du poisson en fonction de ces conditions?

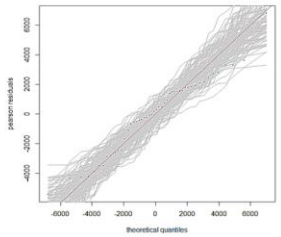
5ÈME ETUDE DE CAS : PÊCHE À LA SARDINE ET ENVIRONNEMENT

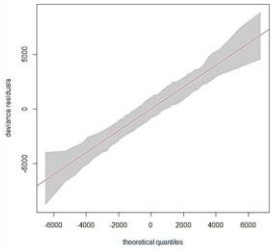
```
captures$cpue ~ s(captures$T, k = 3) + s(captures$NAO, k = 6) +
    s(captures$Sal, k = 3) + s(captures$Prod, k = 3) + s(captures$O2,
    k = 3) + s(captures$NO3, k = 3) + s(captures$PO4, k = 3) +
    s(captures$U, k = 3) + s(captures$Precip, k = 3) + s(captures$V,
    k = 3)

Parametric coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  23733.5      425.9   55.73   <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ***  0.001 **  0.01 *  0.05 .  0.1    1

Approximate significance of smooth terms:
                    edf Ref.df     F p-value
s(captures$T)     1.000  1.000 5.990  0.0194 *
s(captures$NAO)   1.000  1.000 0.418  0.5221
s(captures$Sal)   1.919  1.993 7.964  0.0018 **
s(captures$Prod)  1.000  1.000 1.169  0.2870
s(captures$O2)    1.000  1.000 2.022  0.1637
s(captures$NO3)   1.786  1.954 1.760  0.1674
s(captures$PO4)   1.000  1.000 0.985  0.3277
s(captures$U)     1.000  1.000 1.863  0.1808
s(captures$Precip) 1.241  1.424 0.068  0.8209
s(captures$V)     1.000  1.000 1.269  0.2676
---
Signif. codes:  0 ***  0.001 **  0.01 *  0.05 .  0.1    1

R-sq.(adj) =  0.454   Deviance explained = 59.3%
```

CPUEs Chalutiers pélagiques type RSW au sud

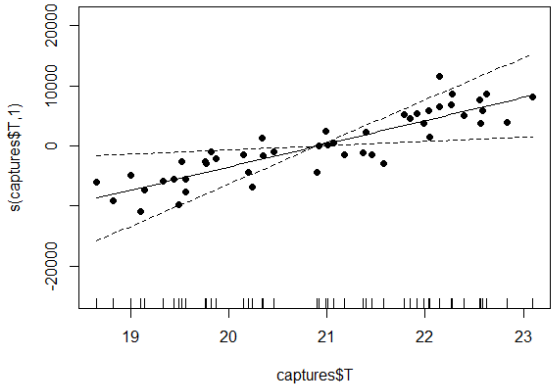




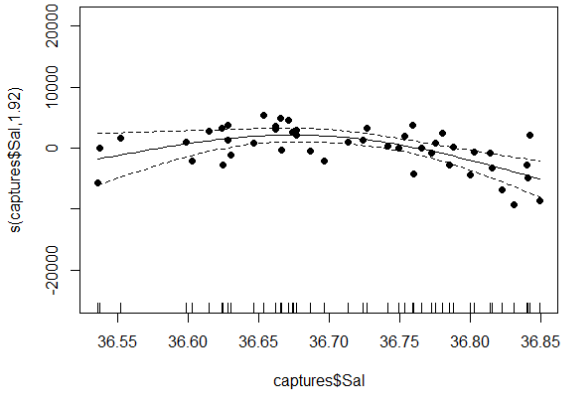




Température



Salinité

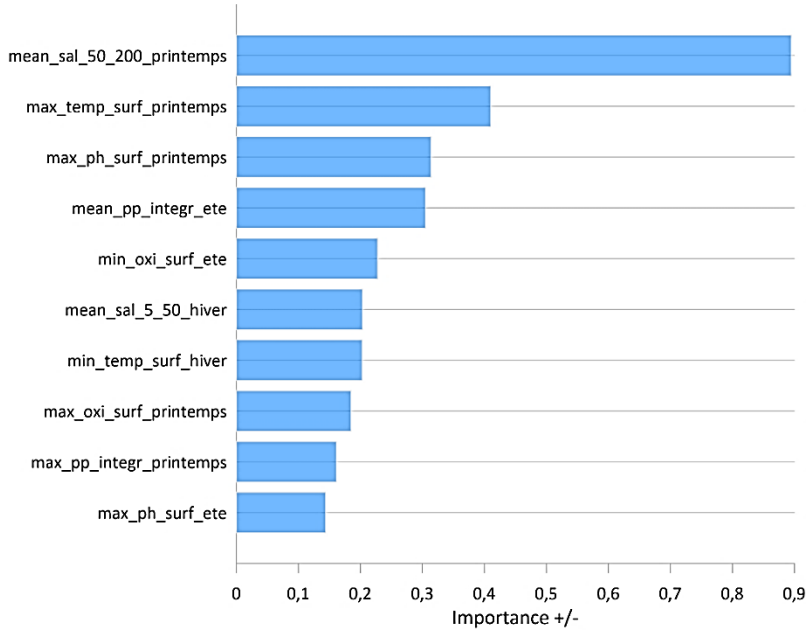


- Corrélation positive avec la T°
- CPUEs augmentent progressivement avec les taux de salinité inférieure à 36,7 psu
- Pas de corrélation avec les autres variables

6ÈME ETUDE DE CAS : PÊCHE À LA SARDINE ET ENVIRONNEMENT

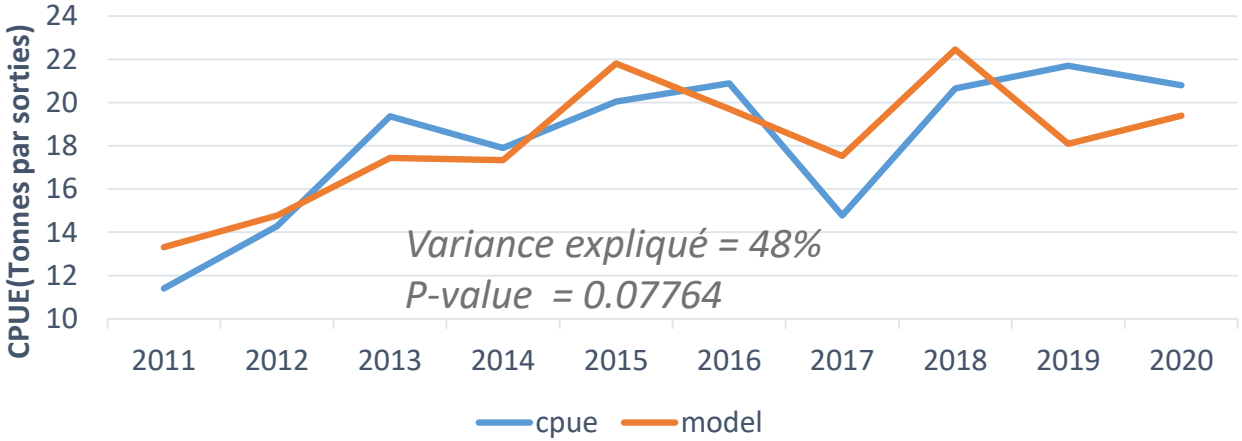
CPUEs senneurs côtiers au sud

Parametres	Estimate	cond. variance Nb	Models	Importance +/-	(alpha=0.05)
max_ph_surf_ete	-1,83E+07	7,18E+09	19	0,143868	2,08E+08
max_pp_integr_printemps	8,48E+01	5,18E-01	21	0,1613449	1,76E+03
max_oxi_surf_printemps	1,04E+06	8,40E+06	22	0,1851392	7,11E+06
min_temp_surf_hiver	-2,54E+05	4,59E+05	24	0,202884	1,66E+06
mean_sal_5_50_hiver	-2,08E+06	2,64E+07	24	0,2035861	1,26E+07
min_oxi_surf_ete	7,97E+05	3,60E+06	24	0,2276251	4,65E+06
mean_pp_integr_ete	2,17E+03	3,99E+01	32	0,304657	1,55E+04
max_ph_surf_printemps	-7,27E+07	2,00E+10	28	0,3141056	3,47E+08
max_temp_surf_printemps	-1,30E+06	4,67E+06	43	0,4101614	5,30E+06
mean_sal_50_200_printemps	-3,50E+07	4,98E+08	84	0,8950498	5,47E+07



CPUE_Sardine_senneurs ~ max_temp_surf_printemps + mean_sal_50_200_printemps + max_ph_surf_printemps

Validation du modèle contre la CPUE réelle



- **La réponse de la CPUE nominale est similaire au niveau des deux flottilles,**
- **Mais à quel niveau l'effet est opéré : Abondance ou les agrégations et concentrations du poisson en fonction de ces conditions??**

VERS UNE PERCEPTION DE L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RESSOURCES DES PETITS PÉLAGIQUES EN AFRIQUE DE L'OUEST

ATTOUTS

NAVIRE OCÉANOGRAPHIQUE **AL HASSAN AL MARRAKCHI**

VEDETTE OCÉANOGRAPHIQUE **AL BAHIT**

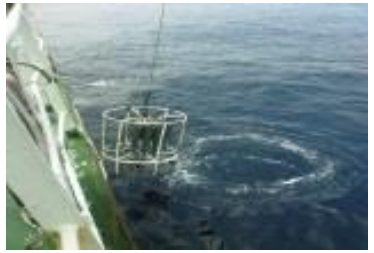
AL AMIR MOULAY ABDELLAH

Plateformes modernes d'observation en mer équipés d'instrumentation scientifique de prospection et de mesure de paramètres océanographiques

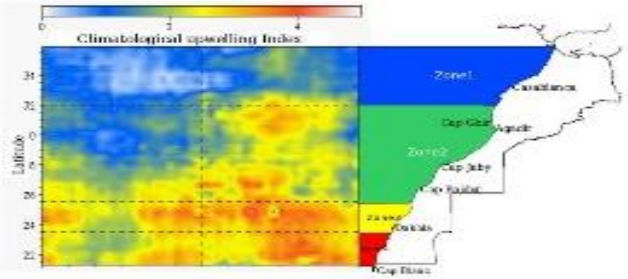
Bouée océanographique

ROV

Données in-situ à partir des campagnes océanographiques saisonnières



Données issues de la télédétection et des modèles numériques

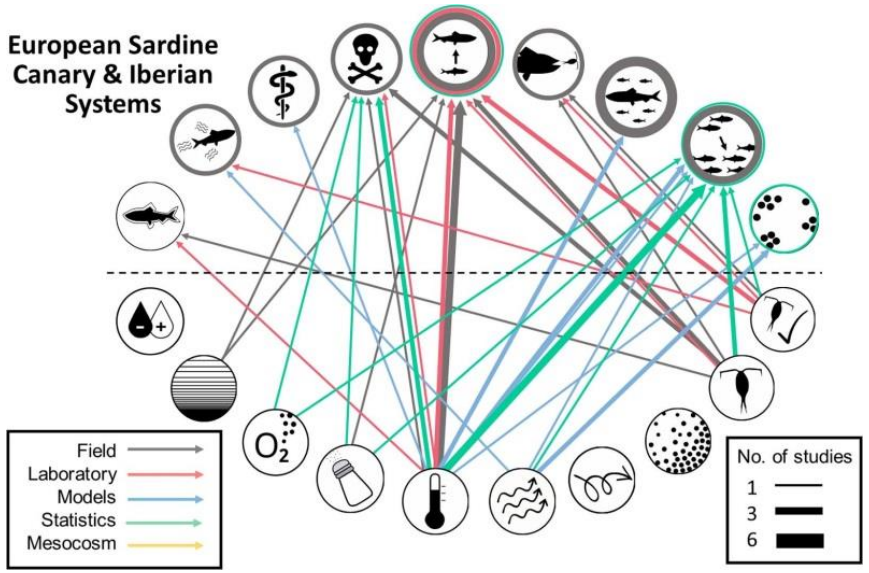


Expertise

- *Analyse de données*
- *Modélisation statique*
- *Modélisation hydro-dynamique*

INRH a mis en place un réseau intégré Océanographie/Halieutique performant. C'est une plateforme performante de collecte de données qui nous accompagnera vers la compréhension de la dynamique des petits pélagiques face au changements climatiques.

VERS UNE PERCEPTION DE L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RESSOURCES DES PETITS PÉLAGIQUES EN AFRIQUE DE L'OUEST



Peck et al. 2021

01

Lacunes de connaissances

- Liens entre les principaux processus océanographiques et les cycles bioécologiques des petits pélagiques
- Facteurs influençant la productivité primaire et secondaire dans le milieu marin

02

Les besoins en données

Développer davantage le réseau d'observation en temps réel dans les zones importantes pour le cycle de vie des petits pélagiques

03

Besoins en :

- Renforcement de capacité en modélisation écosystémique et géochimiques
- Renforcement des recherches en Ecologie fondamentale
- Outils de modélisation

04

Complexité des processus aux niveaux micro et macro-échelle et défis d'appréhender la dynamique des petits pélagiques sud ces deux niveaux face aux changements climatiques

05

Petits pélagiques sont des ressources très dynamiques représentants des stocks partagés ce qui complique d'avantage l'étude de l'impact des changements