Changements abrupts et modifications phénologiques dans l'estuaire de la Gironde

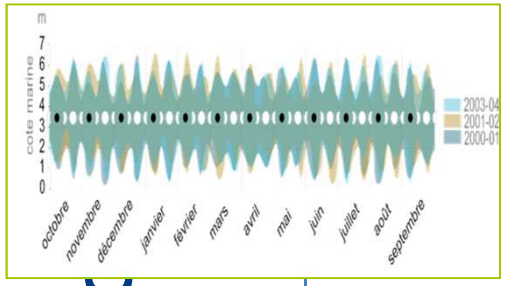
30 ans de changements …. et maintenant ?

X. Chevillot, H. Drouineau, P. Lambert, B. Sautour, J. Lobry
Irstea, Centre de Bordeaux
UMR EPOC - OASU

Projet TRAJEST
ANR
adapt'eau
ANR-11-CEPL-008

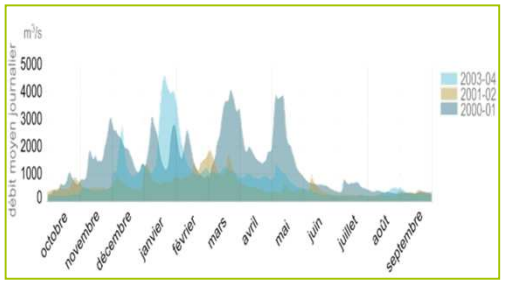
Introduction

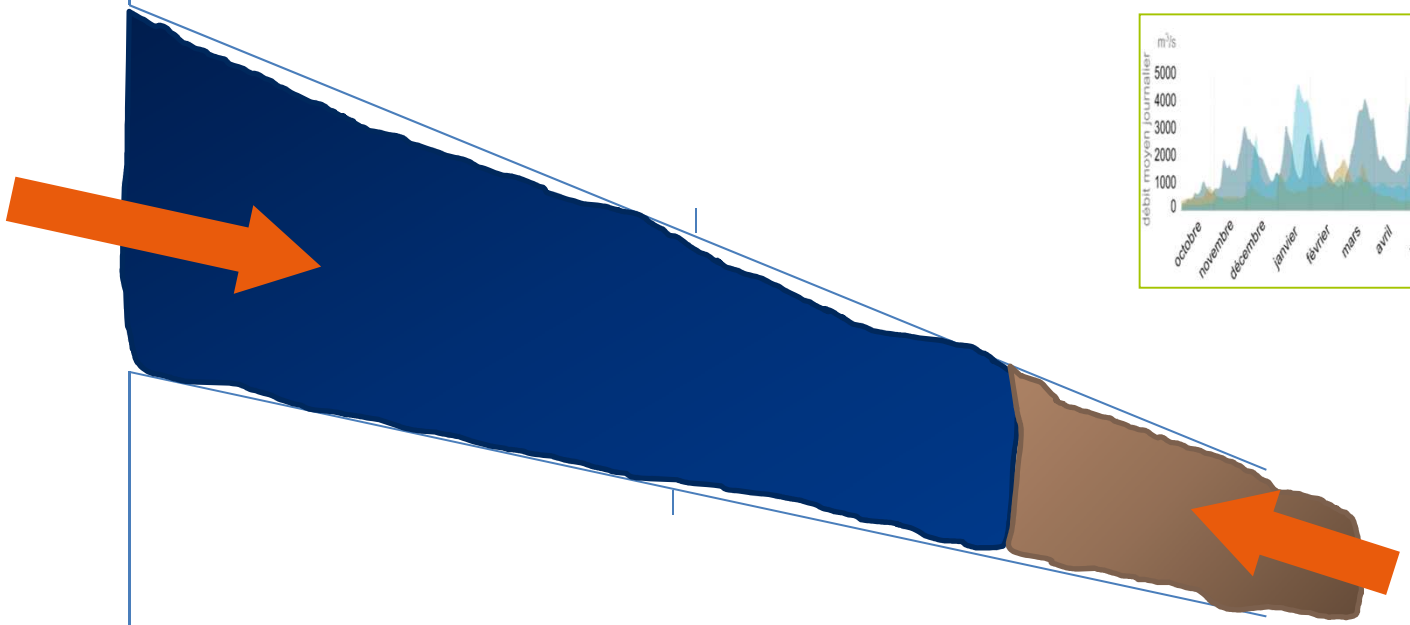
Un estuaire, comment ça marche ?



OCEAN

Un milieu de transition entre fleuve et océan





FLEUVE

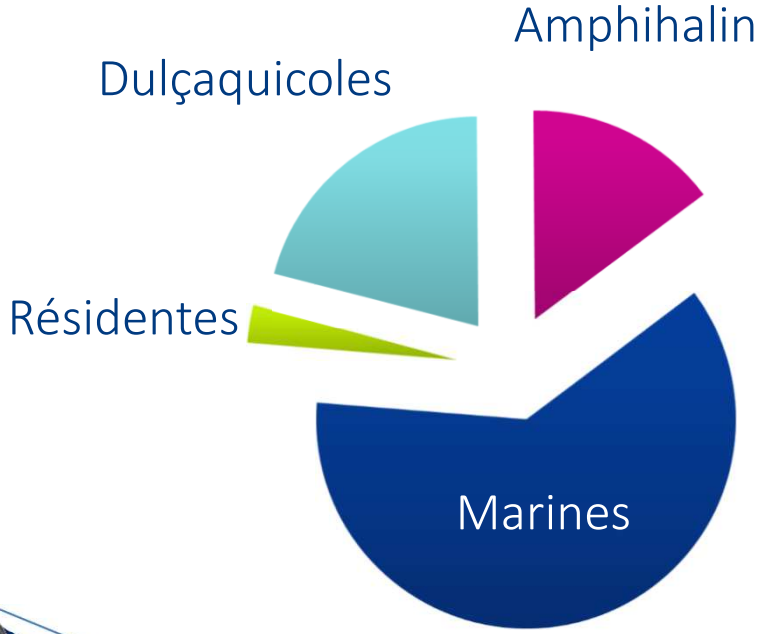
irstea université de BORDEAUX cnrs Observatoire Aquitain des Sciences de l'Univers

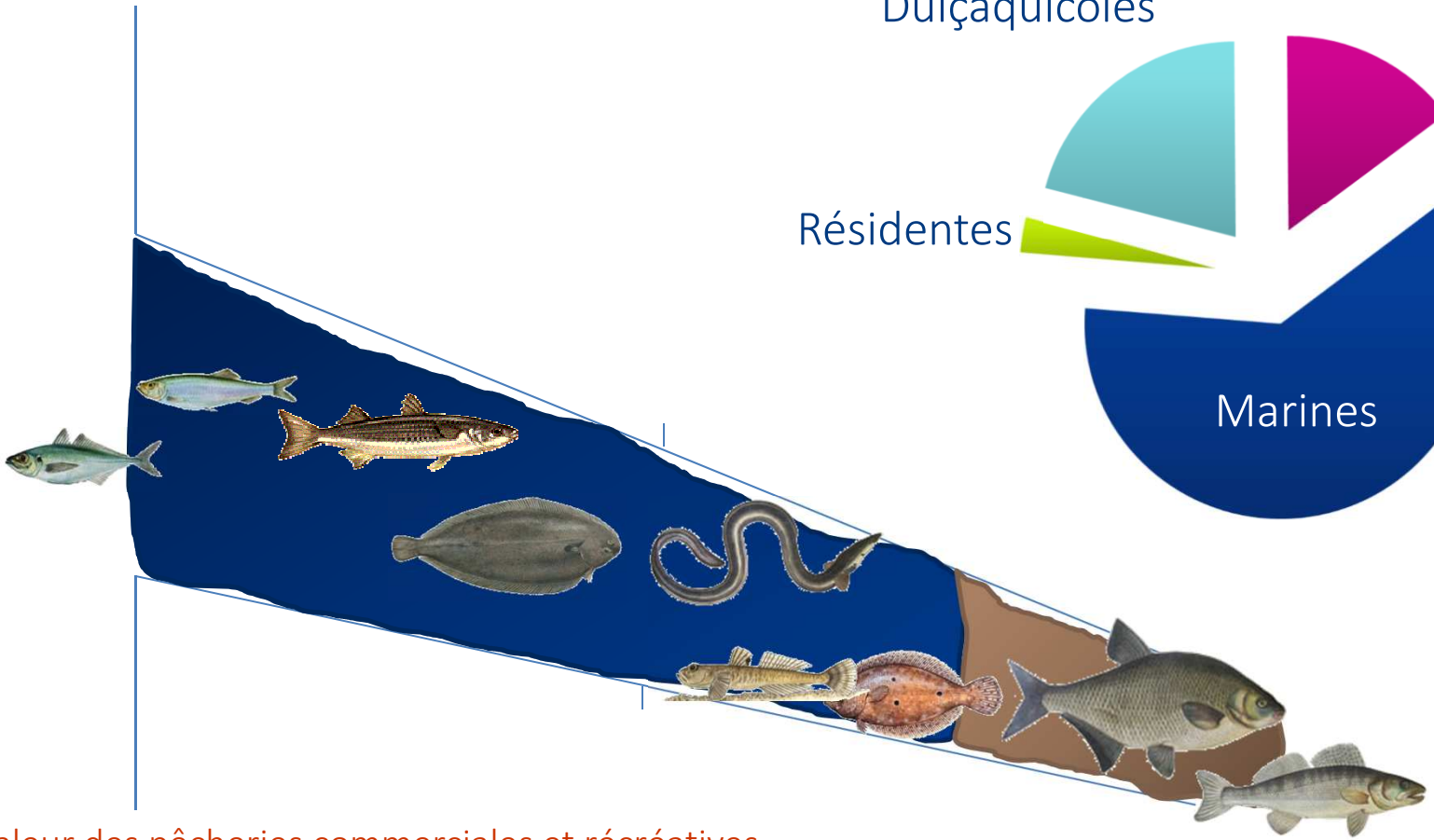
Introduction

Un estuaire, comment ça marche ?

Une biodiversité remarquable

(Elliott et Dewailly 1995 ; Elliott et Hemingway 2002)





87% en valeur des pêcheries commerciales et récréatives dépendent d'espèces qui passent tout ou partie de leur vie dans les zones côtières et estuariennes (OCDE, 1993)

Introduction

L'estuaire de la Gironde

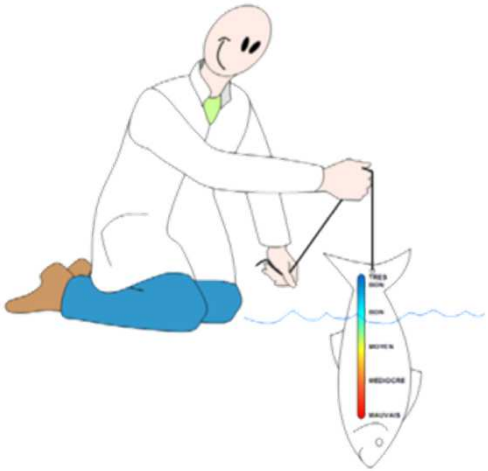
Courrat et al. 2009 ; Delpech et al. 2010 ; Drouineau et al. 2012 ; Tableau et al. 2013

7 métriques

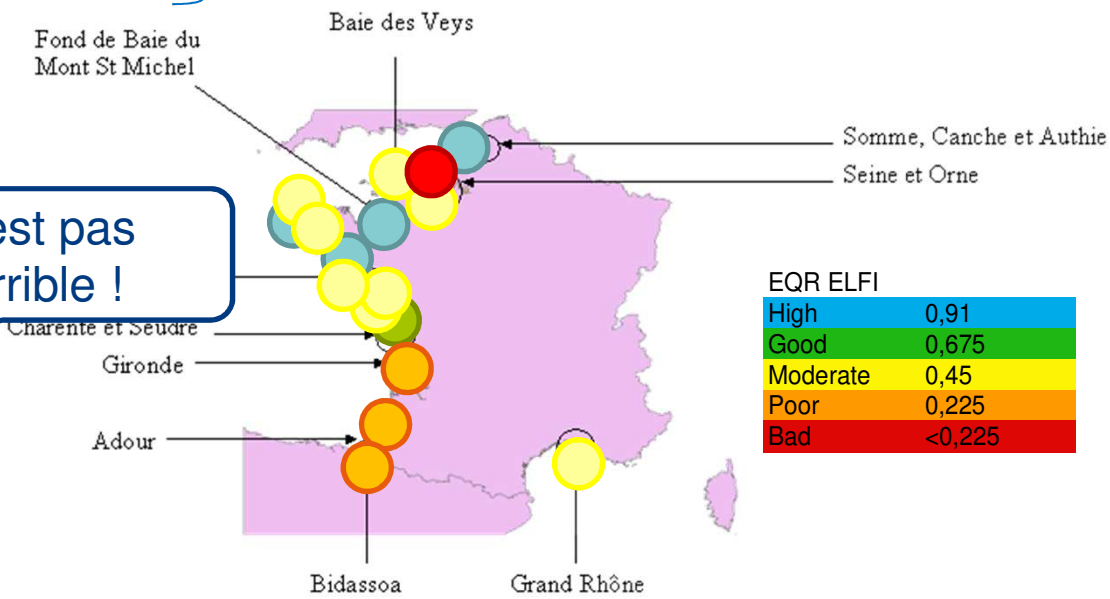
- Productivité totale
- Frayères…
- Nourricerie
- Productivité benthique
- Corridor migratoire

ELFI = Estuarine and Lagoon Fish Index
Indicateur multimétrique

Projet LITEAU II



In Thalassa, France 3, janvier 2015

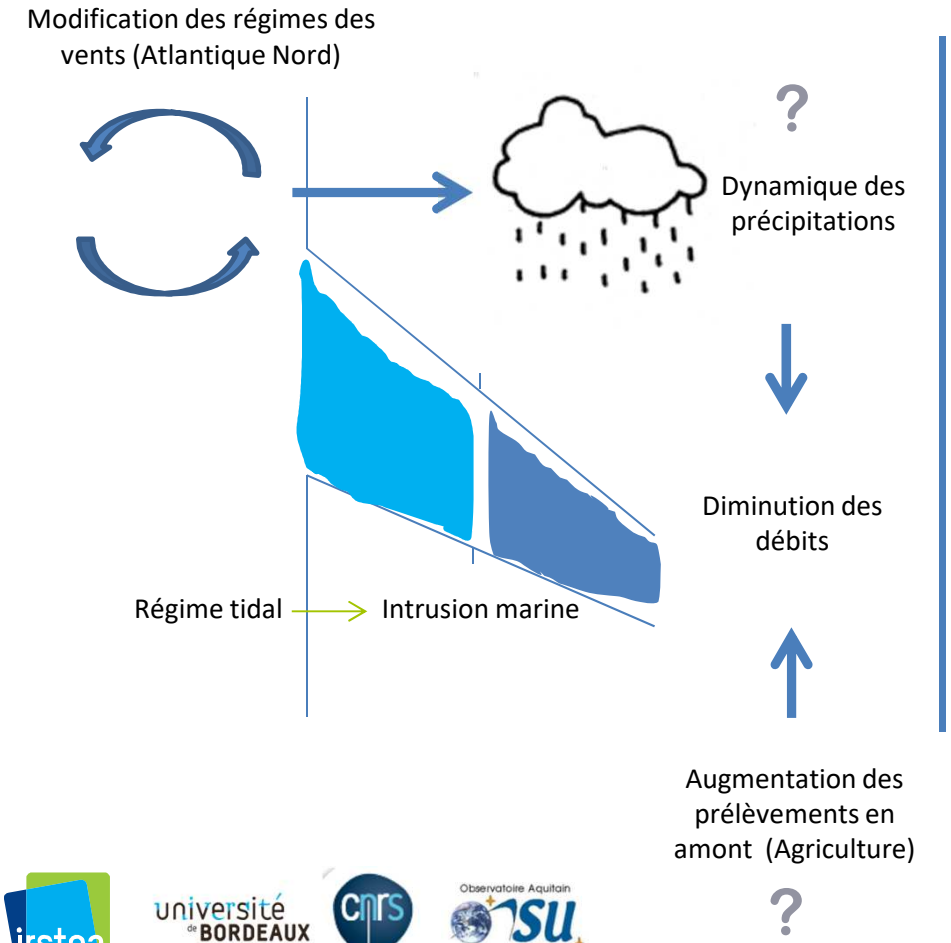


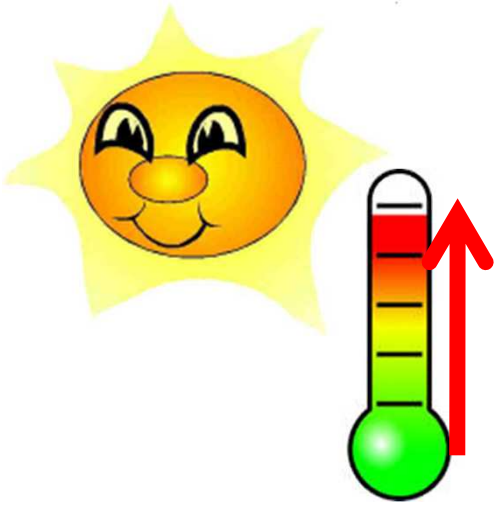
EQR ELFI	
High	0,91
Good	0,675
Moderate	0,45
Poor	0,225
Bad	<0,225

Les changements globaux dans les EE

La Gironde

Etcheber, 2011; Goberville, 2010; Goberville *et al.*, 2010; Sottolichio, 2009; David *et al.*, 2007b





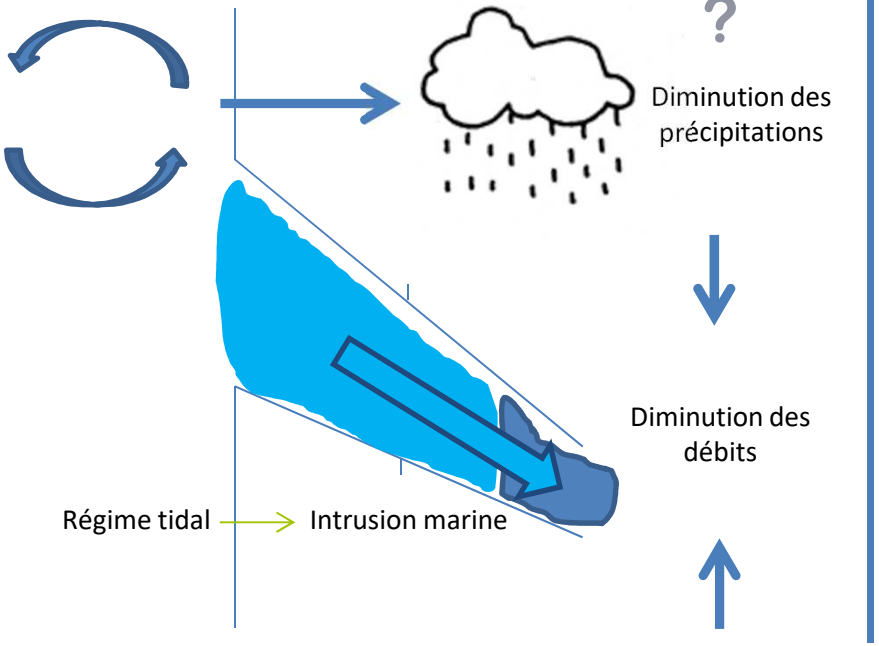
+2°C
En Gironde
Le Treut 2013

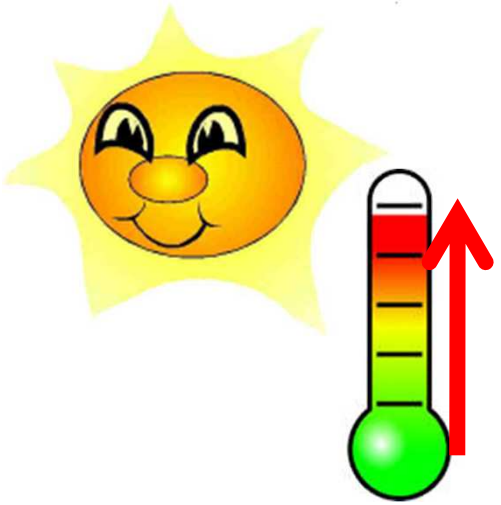
Les changements globaux dans les EE

La Gironde

La marinisation

Modification des régimes des vents (Atlantique Nord)

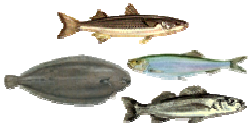




+2°C
En Gironde
Le Treut 2013

Données « poissons »

Le protocole TRANSECT

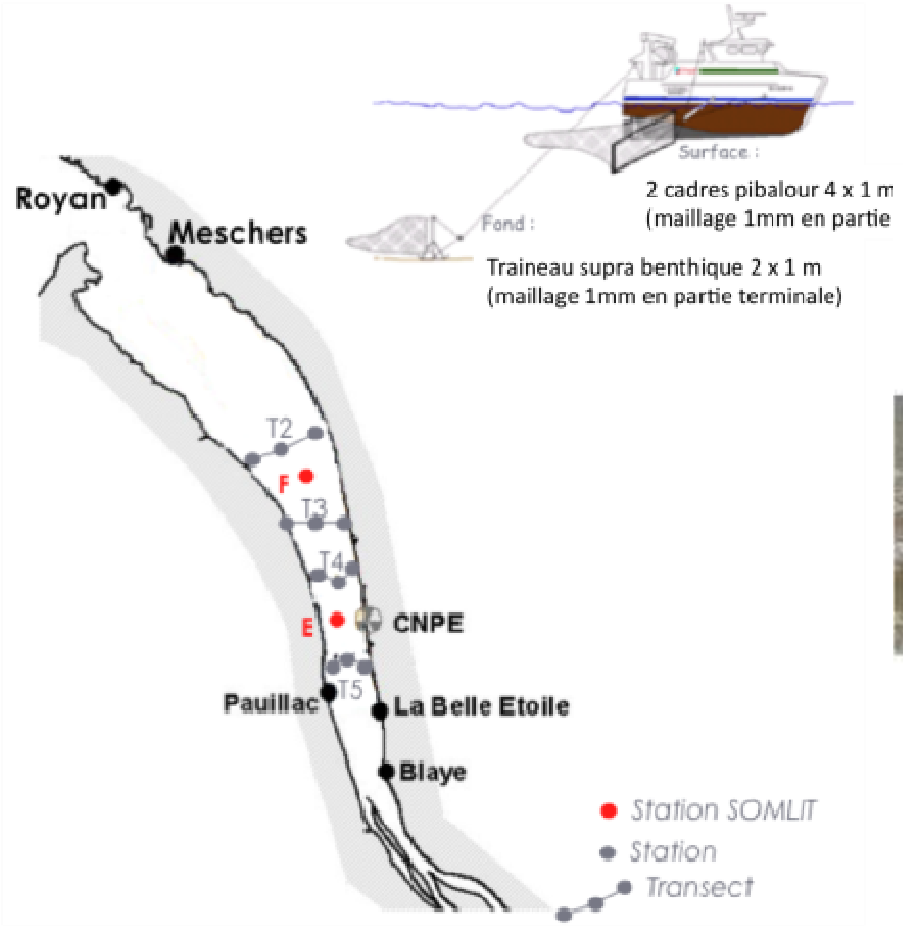


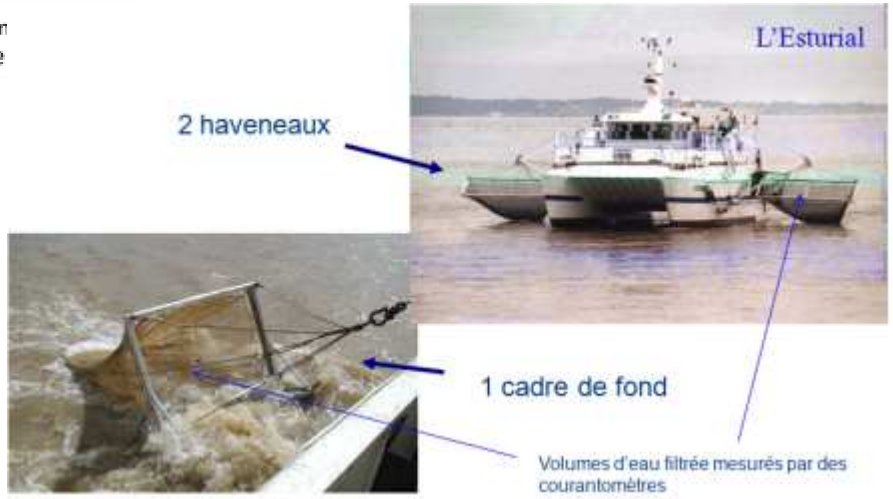
Juvéniles 0+ 1+

-Dénombrement par espèce

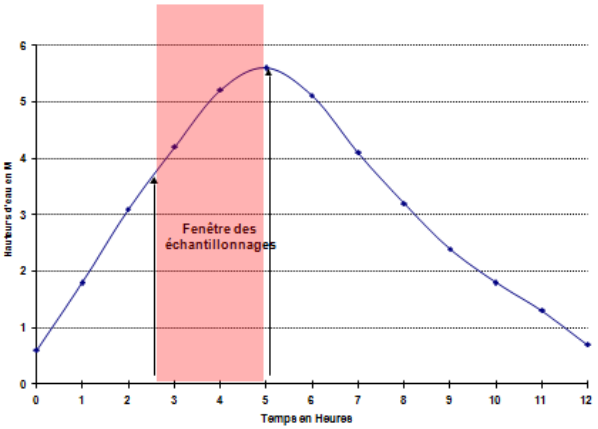
-Biomasse par espèce

-Pas de mesure de taille





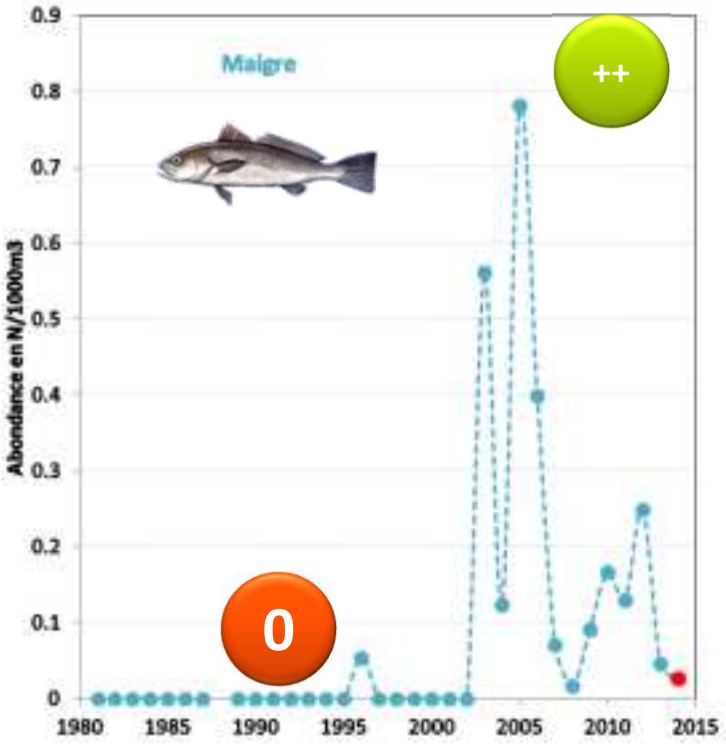
- Une pêche mensuelle de 7 minutes sur chaque station
- Pêches exclusivement de jour ;
- Coefficient de marée inférieur à 90 ;
- Durant la seconde moitié du flot.

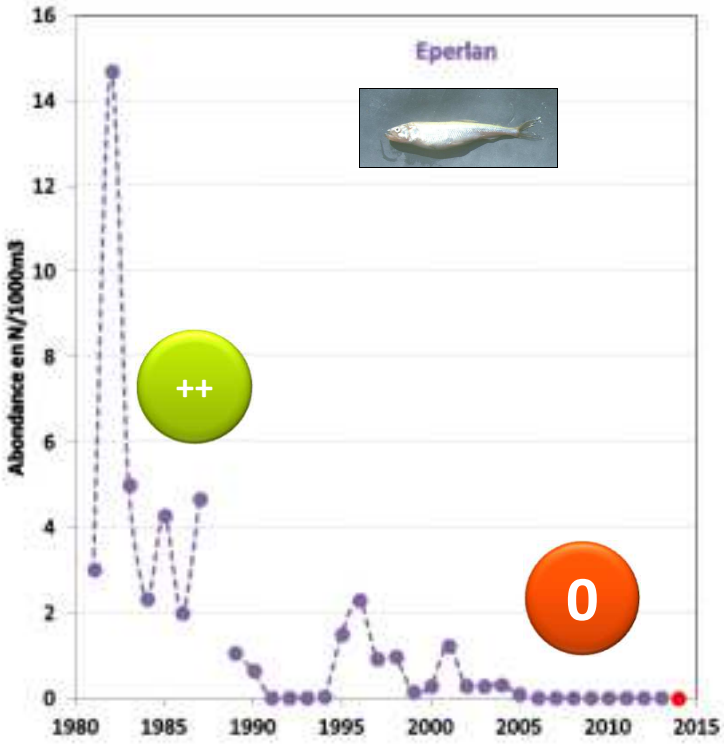


Trente ans de changements

Des abondances contrastées

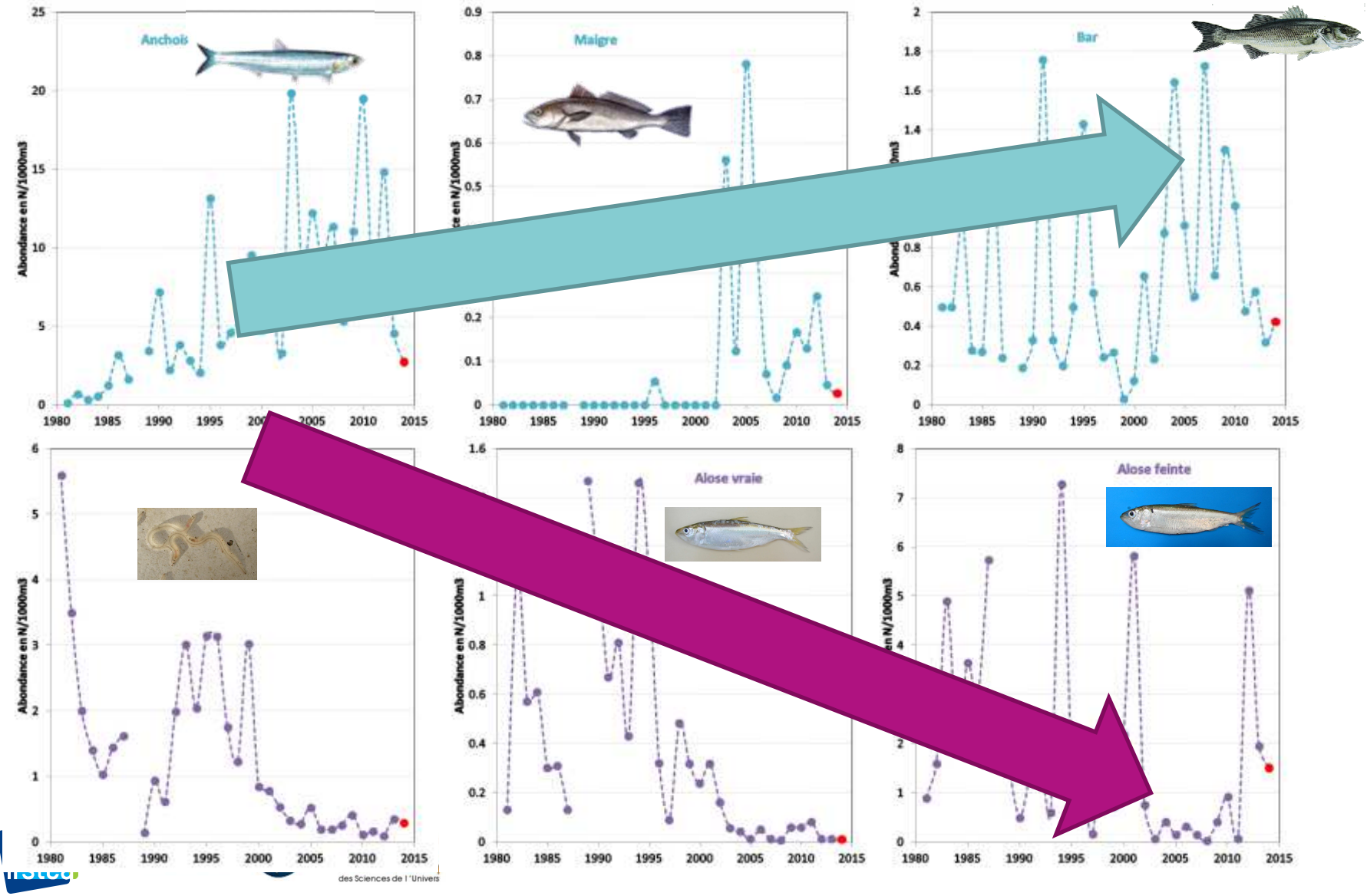
Pronier et Rochard 1998; Pasquaud et al. 2012; Chevillot et al. 2016





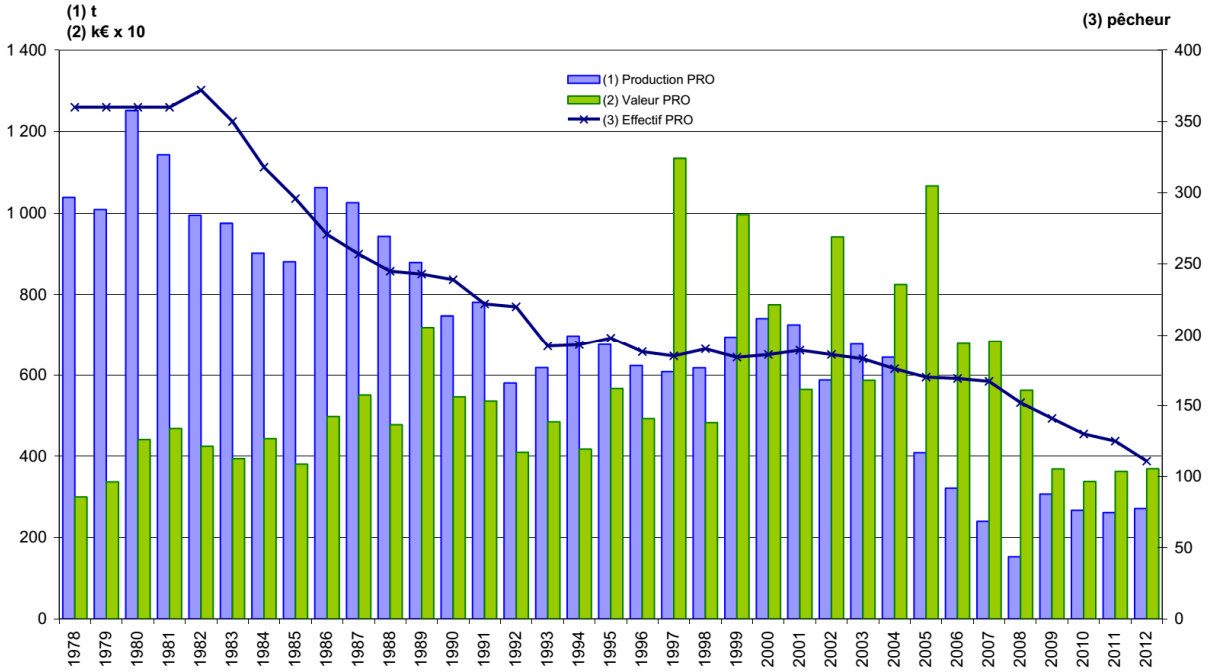
Trente ans de changements

Des abondances contrastées



Trente ans de changements

La pêche



La pêche est le premier service écosystémique impacté par ce déclin de la biodiversité dans l'estuaire.

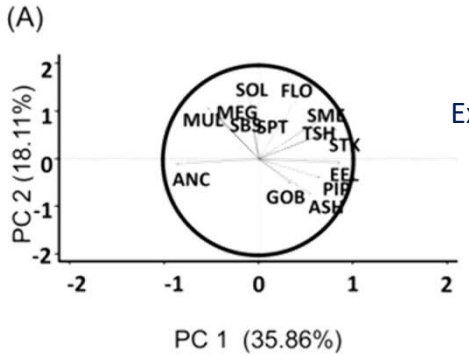
-70 % de pêcheurs

Captures / 10

→ Le pêcheur de Gironde est une population menacée

Trente ans de changements

Shifts environnementaux



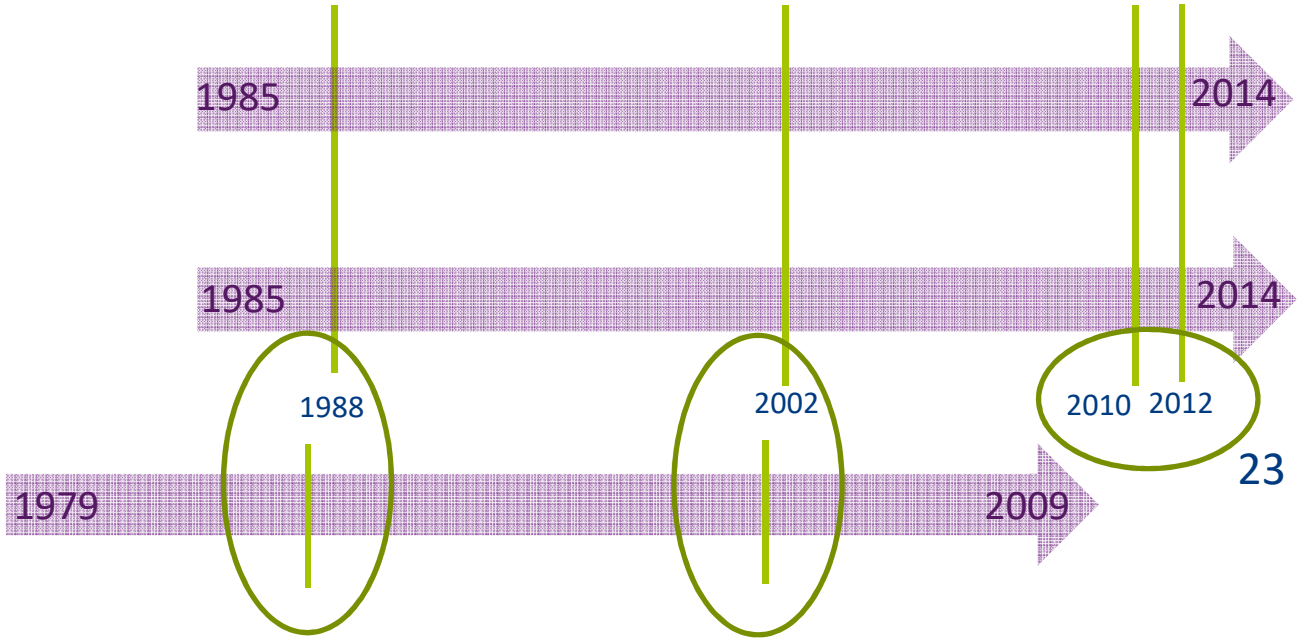
ACP sur les données de l'ichtyofaune
(de 1985 à 2014 – sélection des juvéniles)

Extraction des composantes principales

3 Séries chronologiques synthétisant la structure et la composition

2 Méthodes utilisées pour détecter les shifts

- STARS *(Rodionov, 2004)*
- CAH avec contrainte de contiguïté temporelle
  (Legendre et Legendre, 1998)
- CAH *Chaalali et al.,2013*



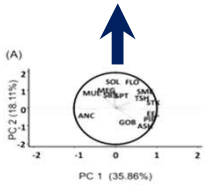
Trente ans de changements

Shifts environnementaux

Etape 1 : Comparaison des états de l'écosystème

Modélisation de la structure avec des GLMM
(General Linear Mixed Model)

Structure = Variables ENV + période+ Variables ENV * facteur(Période) + (1|année) + ε



13 variables hydro-climatiques

Différents niveaux de filtres environnementaux

Hydrologie locale	Climat global (Atlantique nord, Hémisphère Nord)	Climat/météo local
Débit	Indices climatiques	Précipitations
T°C eau	NAO	T°C air
Salinité	AMO	Vent (force et direction)
$[O_2]$	NHT	
Matières en suspension (MES)	EAP	

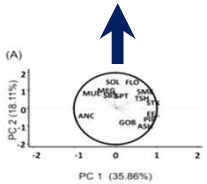
Trente ans de changements

Shifts environnementaux

Etape 1 : Comparaison des états de l'écosystème

Modélisation de la structure avec des GLMM
(General Linear Mixed Model)

Structure = Variables ENV + période+ Variables ENV * facteur(Période) + (1|année) + ε

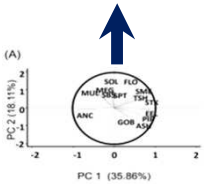


13 variables hydro-climatiques

Etape 2 : Caractériser les variables environnementales structurantes de chaque période

Structure = Variables ENV + (1|année) + ε

Modélisation de la structure avec des GLMM
(General Linear Mixed Model)

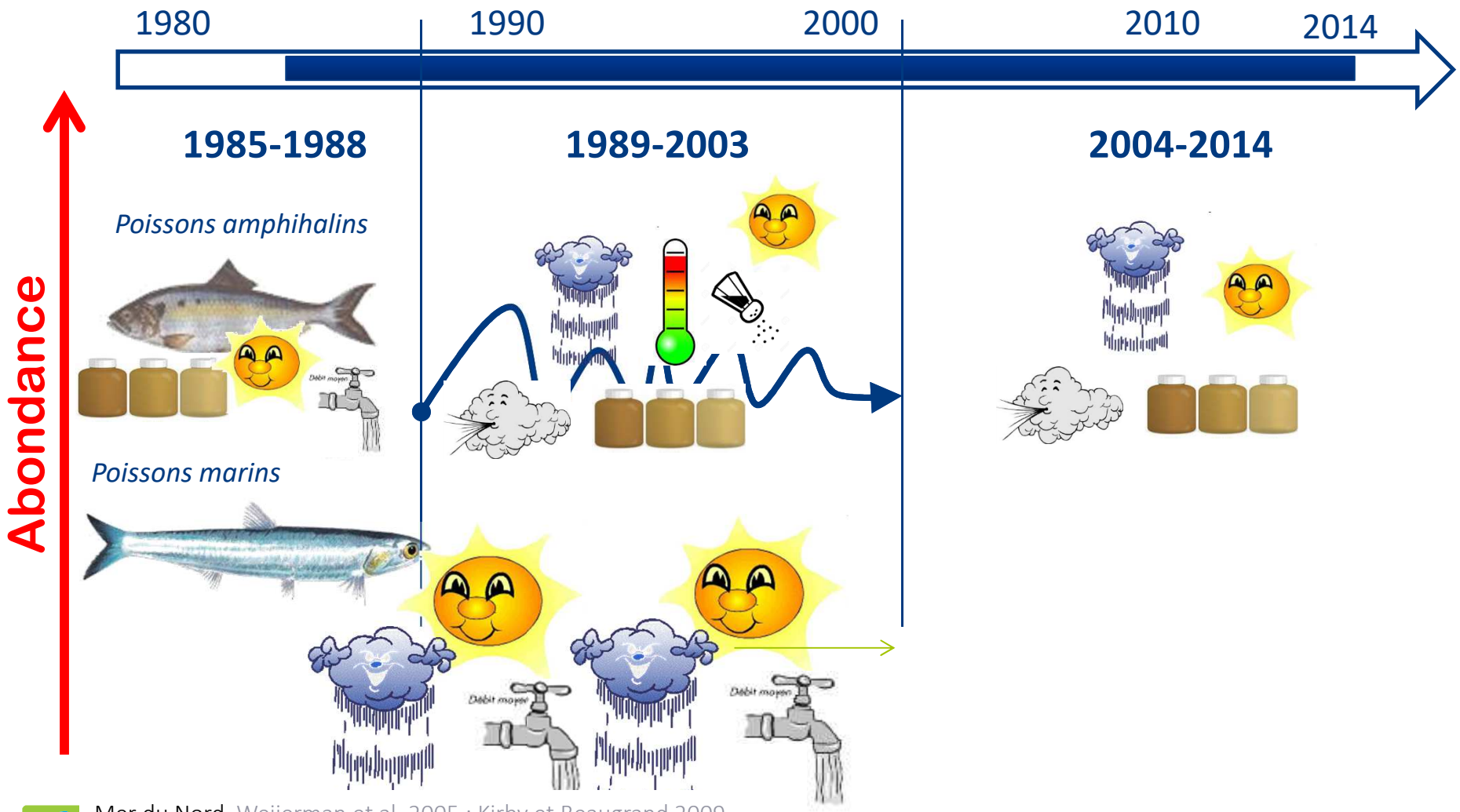


13 variables hydro-climatiques

Trente ans de changements

Shifts environnementaux

d'après Chaalali et al. 2013 ; Chevillot et al. 2016

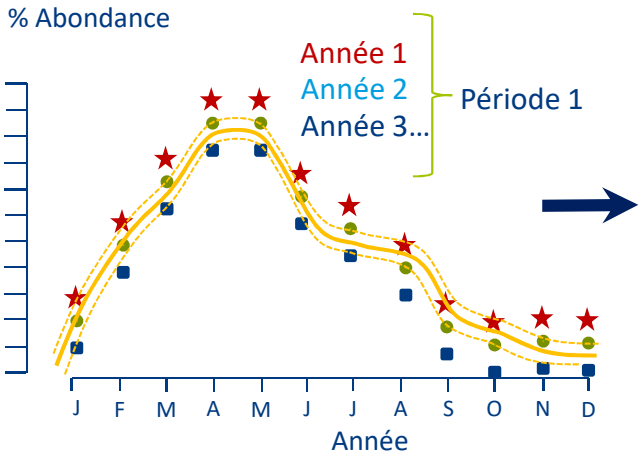


Mer du Nord, Weijerman et al. 2005 ; Kirby et Beaugrand 2009
Mer Baltique, Alheit et al. 2005
Lacs européens, Anneville et al. 2002

Trente ans de changements

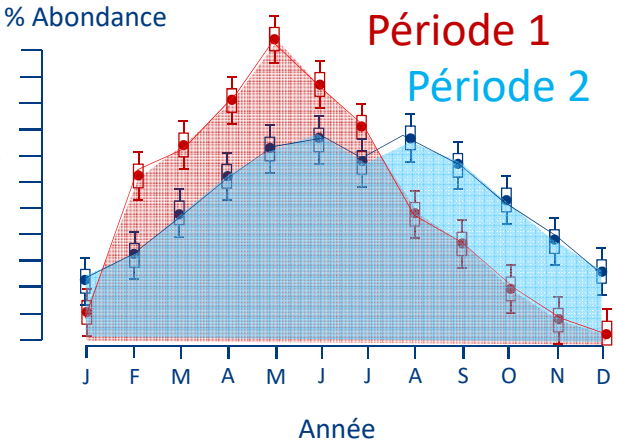
Phénologie

- Utilisation des données d'abondance des juvéniles
  - Répondre aux contraintes de disponibilité des données (poissons/zoo)
  - Jeunes stades pour la plupart planctophages (part importante de leur régime alimentaire)
- Modélisation et comparaison des patrons saisonniers par période



Modèle pour comparer les patrons saisonniers

- Adapté pour la comparaison de petit échantillons
- prise en compte de l'incertitude
- Souplesse dans la forme du patron (non gaussien possible)



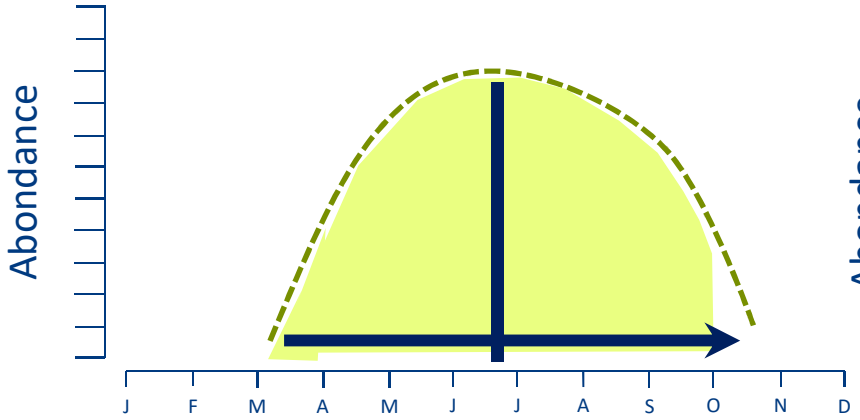
Observations annuelles dans chaque période → Patron de distribution moyen dans chaque période → Comparaison des patrons moyens entre les périodes → Indicateurs phénologiques

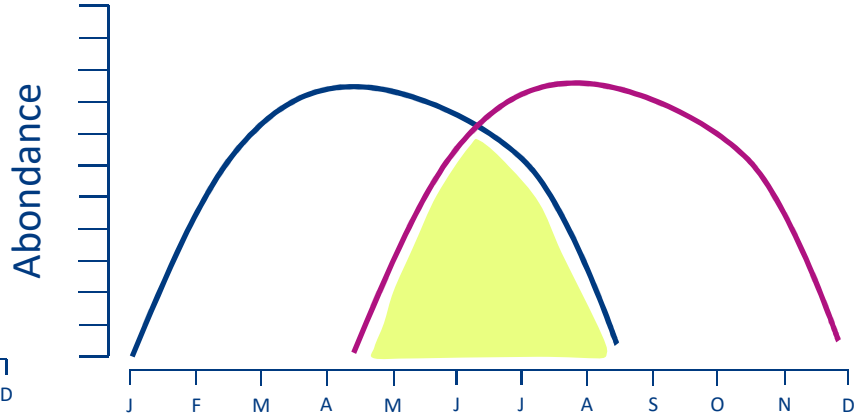
Trente ans de changements

Phénologie

Chevillot et al., 2017

➢ Indicateurs phénologiques





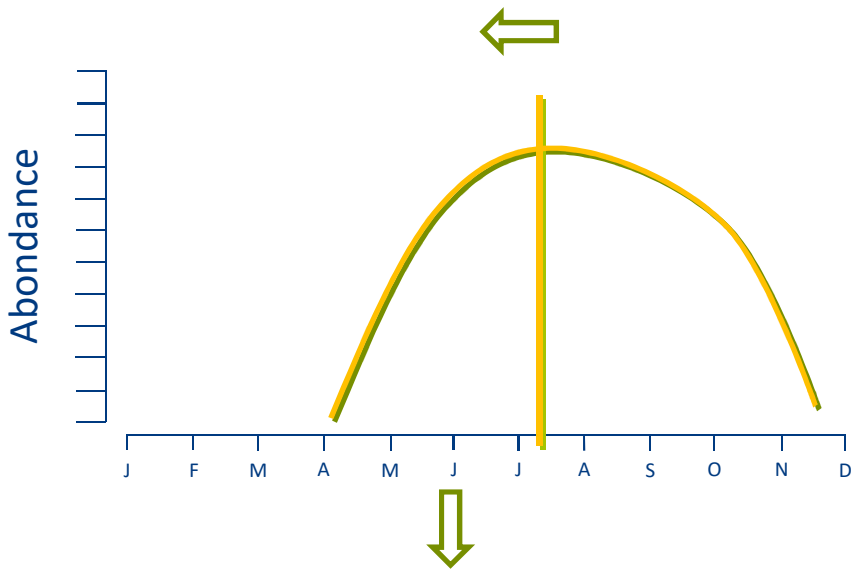
- Quantile 10% = mois d'arrivée
- Quantile 90% = mois de départ
- Temps de résidence
- Tendance centrale (centroïde) = mois du pic saisonnier

- % de recouvrement temporel

Proxy de l'interaction possible entre Proie / Prédateur

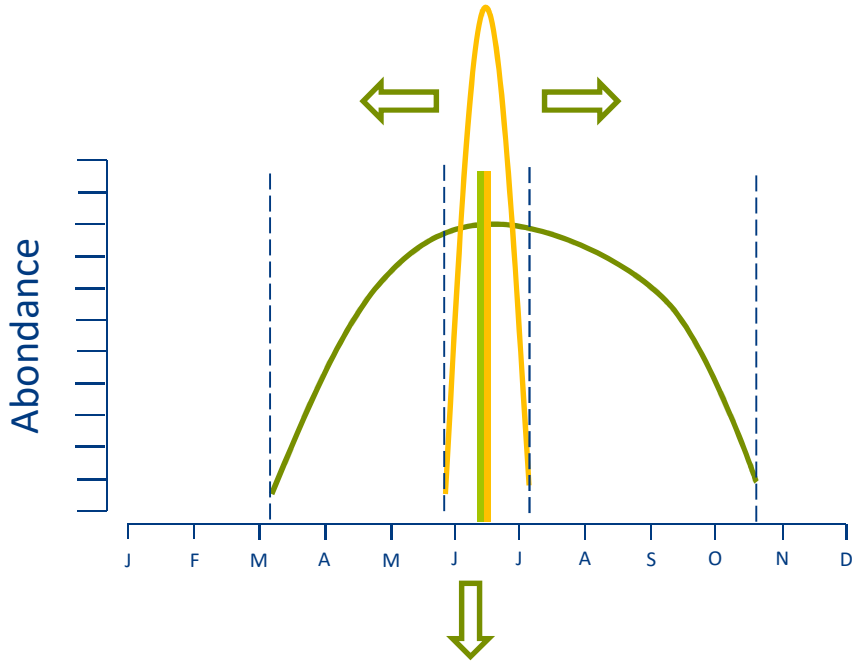
Trente ans de changements

Des cycles en question

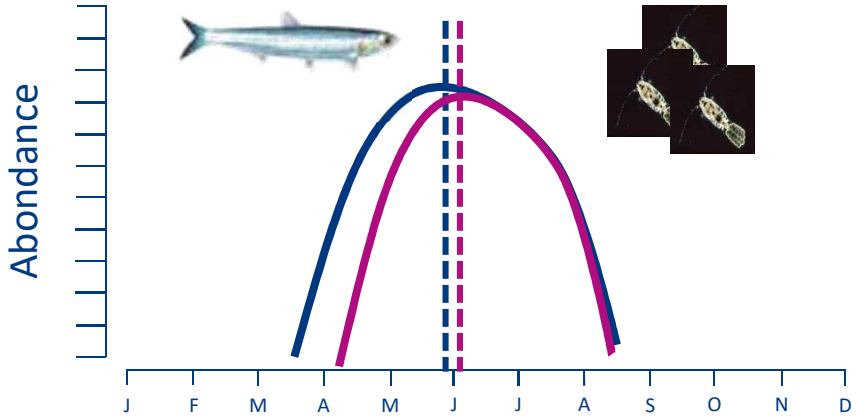


Décalage du pic saisonnier

(Edwards &Richardson, 2004, Nature)



Modification du temps de résidence



?

Les proies seront-elles toujours au Rendez-vous ?

Bilan/Perspectives

UN CONSTAT

Une réputation en danger

« Un estuaire préservé »

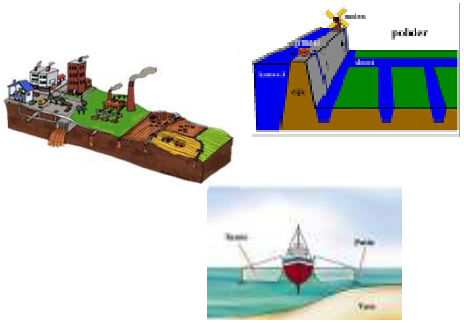
« Tout son cortège de PMA »

Etat écologique

Un estuaire plutôt en mauvais état

Bilan/Perspectives

UN AVENIR INCERTAIN



Différents facteurs de changement

CC, débits, contamination, pêche, habitats

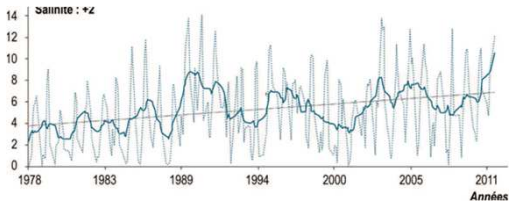
Influence ++ du BV (débits, contamination)

Marinisation

tendance de fond

mais réponse non-linéaire des communautés

viabilité du système ?????



Contamination

des sources se tarissent (ex. Cd mais questions sur Cd piégé ds sédiments) mais de nouvelles questions apparaissent (ex. pesticides, médicaments)

Bilan/Perspectives

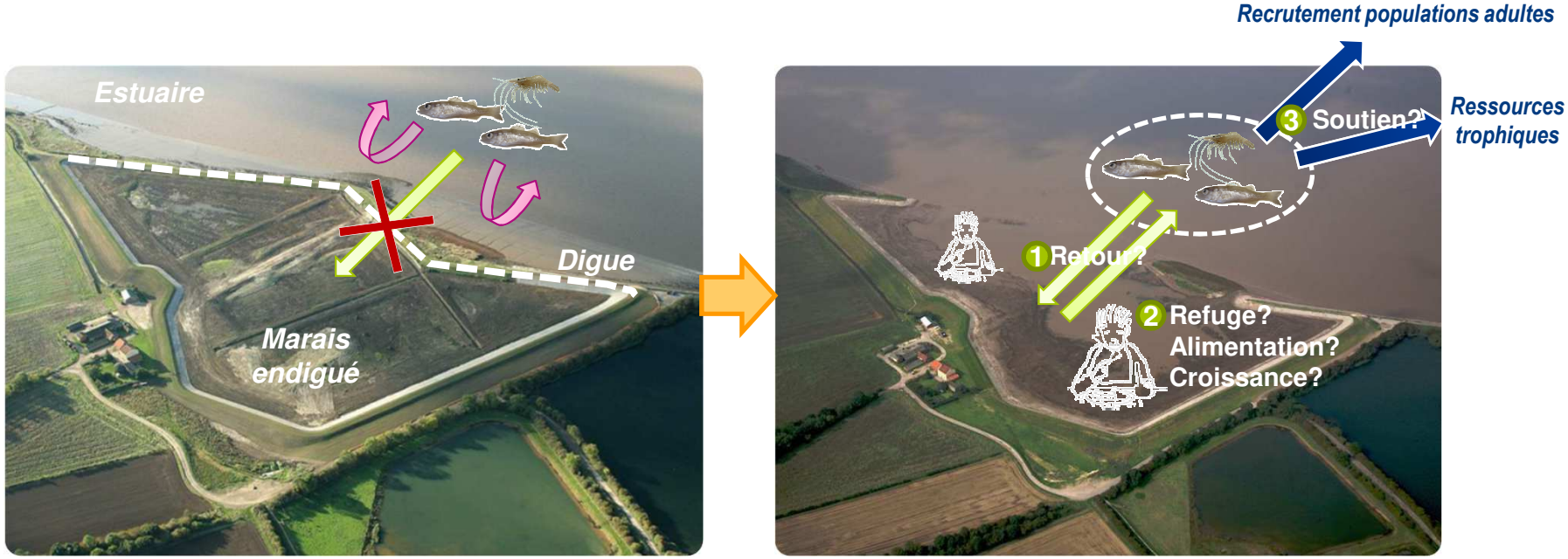
UN AVENIR INCERTAIN

Données Lechêne, Rimond et al.

Des actions positives (mais isolées ?)

restauration habitats (ex. dépoldérisation)

populations (ex. esturgeon)



Projet TRAJEST

ANR adapt'eau ANR-11-CEPL-008

Merci de votre attention

Les résultats et réflexions présentées ici sont principalement issus :

Des suivis environnementaux effectués

- dans le cadre du SOMLIT Service d'Observation en Milieu LITtoral
  - merci aux équipes de l'Université de Bordeaux et du CNRS (corres. Benoît SAUTOUR…)
- dans le cadre du suivi du CNPE du BLAYAIS (EDF)
  - Merci aux équipes d'Irstea (corres. Eric ROCHARD…)
  - Merci aux équipes de l'Université de Bordeaux et du CNRS (corres. Benoît SAUTOUR, Guy BACHELET)

Des travaux de thèse de

- Valérie DAVID (Dir. Benoît Sautour, EPOC); Aurélie CHAALALI (Dir. Benoît Sautour, EPOC / Philppe Boët, Irstea) ; Xavier CHEVILLOT (Dir. Jérémy Lobry, Irstea / Benoît Sautour, EPOC