

Rôle des macrophytes dans la restauration des lagunes méditerranéennes françaises

Ines Le Fur & Vincent Ouisse

CONTEXTE

Temps de restauration en lagune dépend:

Exportation N & P
excédentaires vers le
milieu ouvert

Echanges
compartiment
benthique/colonne
d'eau

Structure &
fonctionnement des
communautés

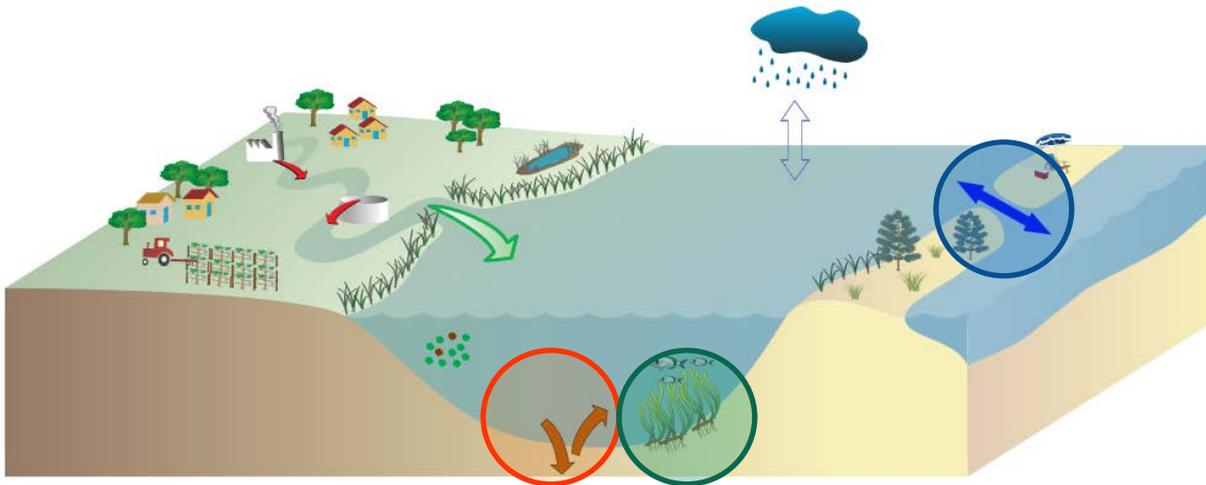
Projets initiés en 2012

RESTOLAG: stocks N et P sédimentaires + flux compartiment
benthique/colonne d'eau

DEPART: Exportation de la matière vers la mer

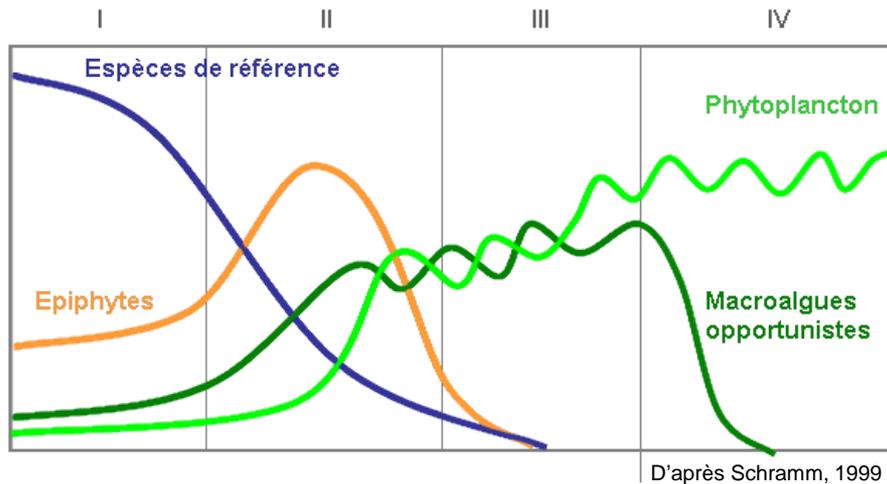
Rôle des communautés biologiques
benthiques → régulation des cycles de
matière au cours de la restauration ?

Au niveau benthique:
rôle des **macrophytes** ?



CONTEXTE

- Macrophytes souvent utilisées comme **indicateur d'état de la qualité de la lagune** (ex: DCE)



Successions végétales au cours de la dégradation

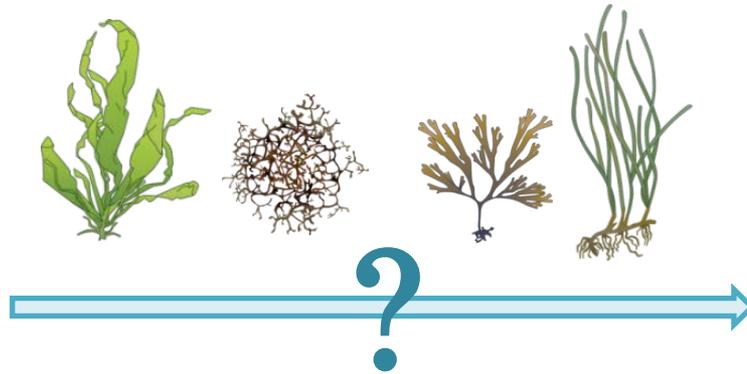
Recouvrement relatif des espèces de référence (RR)	EQRc	
	Très bon	
$75\% \leq RR$	Bon	
$50\% \leq RR < 75\%$	Moyen	
$5\% \leq RR < 50\%$	Médiocre	
$0 < RR < 5\%$	Mauvais	
Richesse Spécifique (RS)	Médiocre	Mauvais
	RS \geq 3	RS < 3



THESE: OBJECTIF GENERAL

Caractériser le rôle des macrophytes en milieu lagunaire dans la restauration écologique vis-à-vis de l'eutrophisation

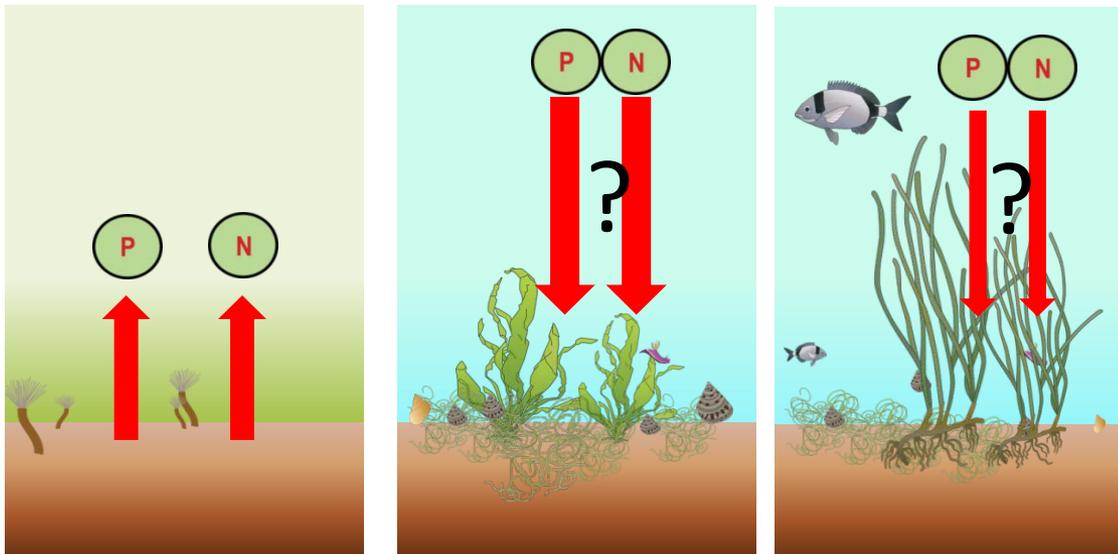
- ❑ Quelle est la trajectoire des macrophytes au cours de la restauration écologiques des lagunes?



THESE: OBJECTIF GENERAL

Caractériser le rôle des macrophytes en milieu lagunaire dans la restauration écologique vis-à-vis de l'eutrophisation

- ❑ Quelle est la trajectoire des macrophytes au cours de la restauration écologiques des lagunes?
- ❑ Comment ces successions participent-elles à la **régulation des cycles de la matière** au sein des lagunes lors de la restauration?



METHODES

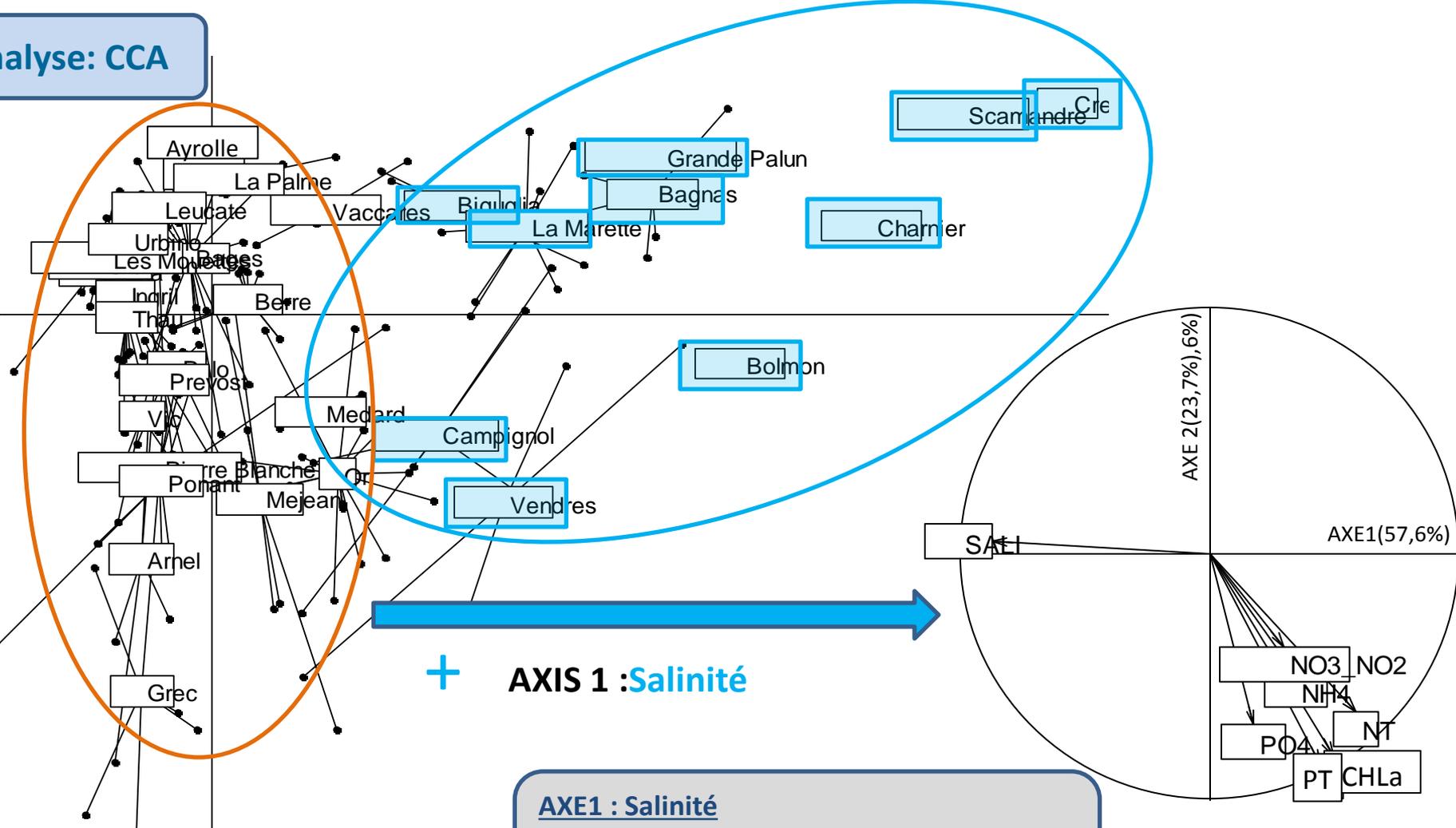
- ❑ **Analyse des données acquises (DCE, RSL, Suivis gestionnaires, etc.)**
 - 33 lagunes
 - Environ 15 ans de données
 - Analyse des données en présence/absence de macrophytes
 - Analyse de la **distribution spatiale** des macrophytes
 - Analyse de la **dynamique temporelle des espèces** en fonction des paramètres environnementaux
 - Choix des espèces étudiées et des sites

- ❑ **Mesures des flux (N, P, C) *in situ***



DISTRIBUTION SPATIAL DES MACROPHYTES

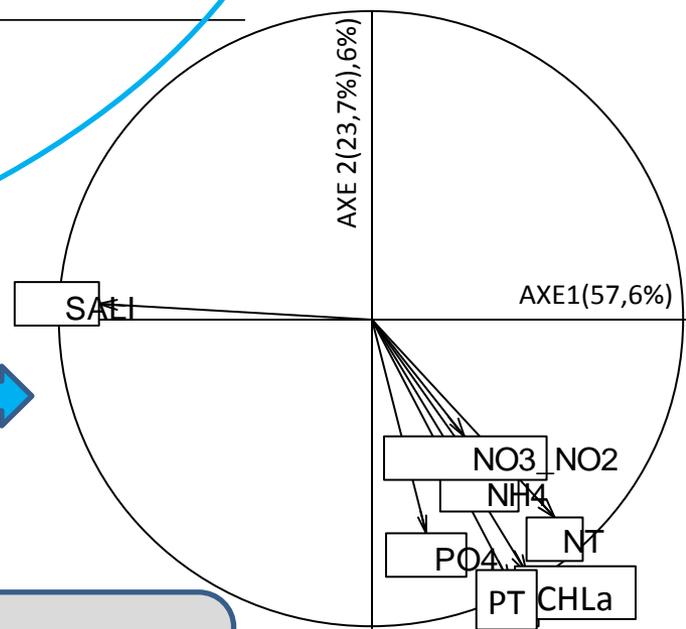
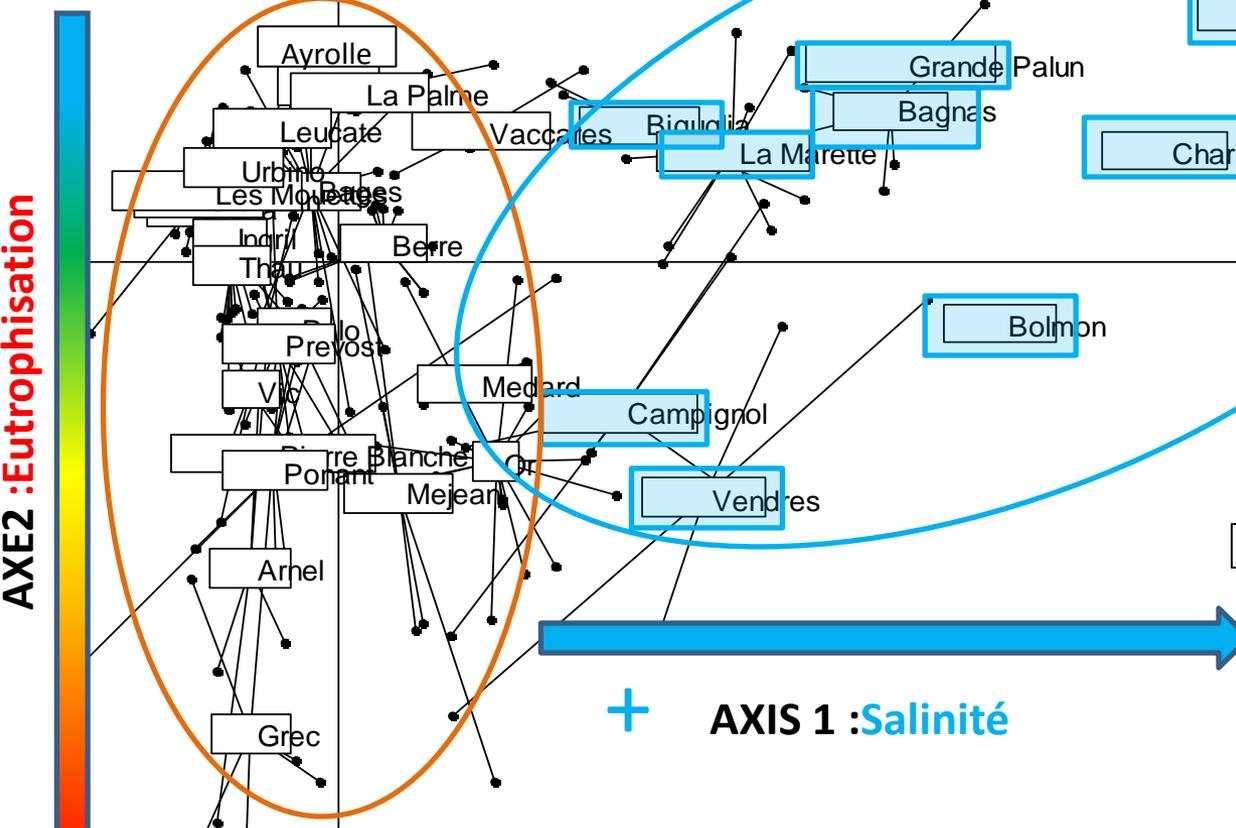
Analyse: CCA



AXE1 : Salinité
 2 groupes de lagunes:
 - **Lagunes oligo/mésohalines** (salinité < 18)
 - **Lagunes poly/euhalines** (salinité >18)

DISTRIBUTION SPATIAL DES MACROPHYTES

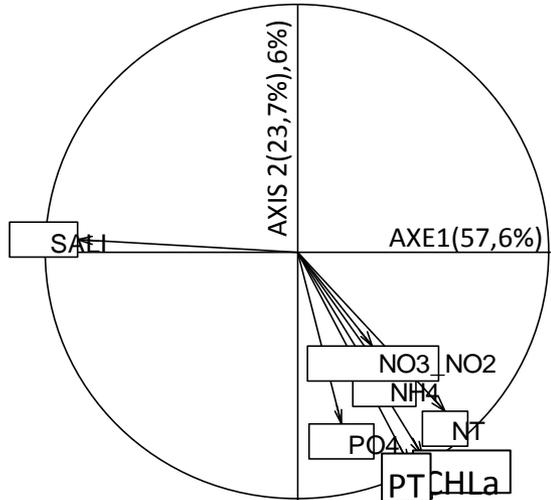
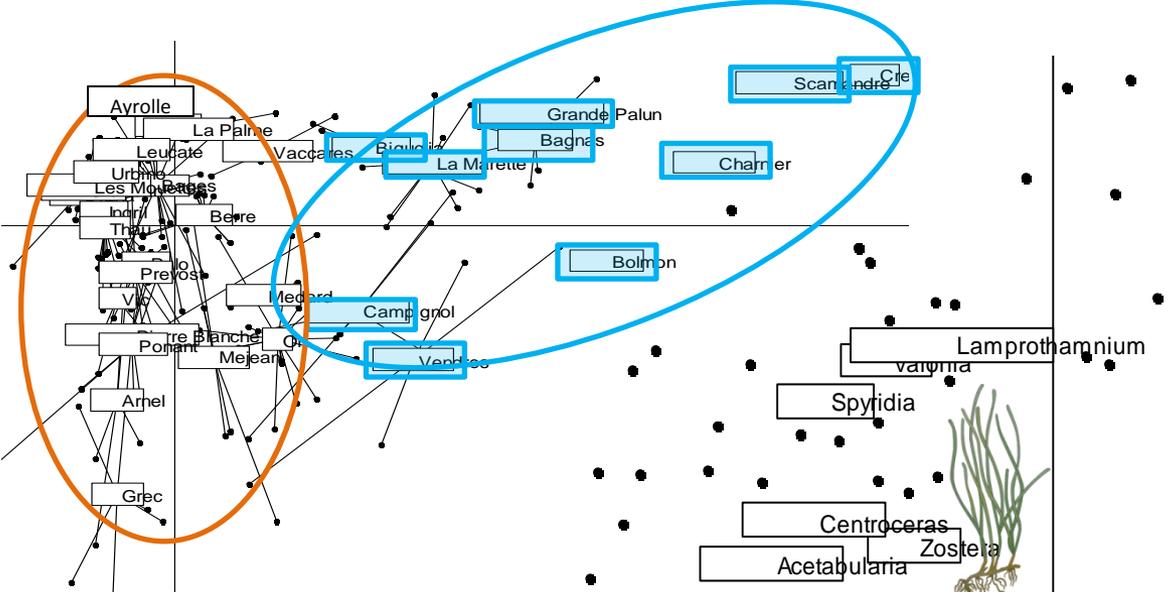
Analyse: CCA



AXE2 : Gradient d'eutrophication
 Partie negative : lagunes avec fortes concentration: [PT], [NT], [CHLa]

AXIS 1 : Salinité
 2 groupes de lagunes:
 - Lagunes oligo/mésohalines (salinité < 18)
 - Lagunes poly/euhalines (salinité >18)

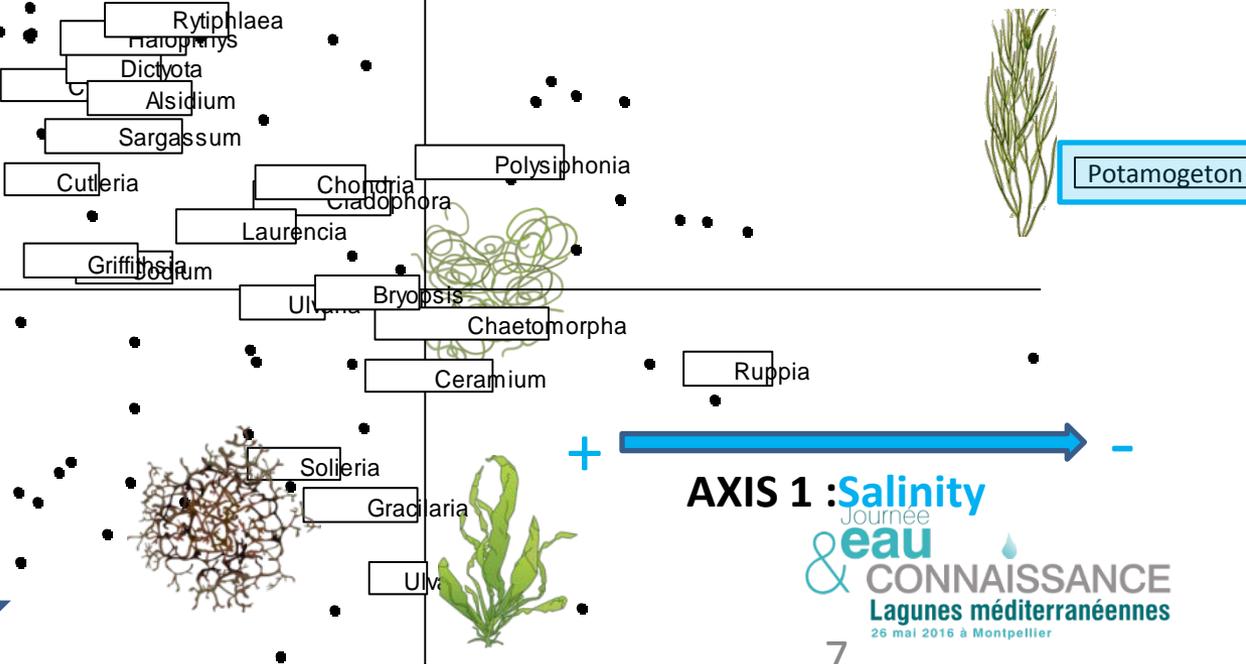
DISTRIBUTION SPATIAL DES MACROPHYTES

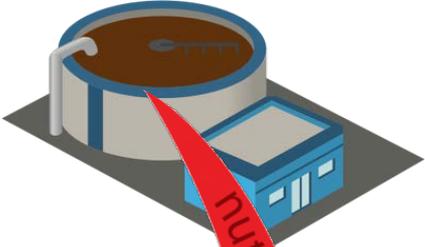


Lagunes oligo/mésohalines
 → *Potamogeton sp*

Lagunes Poly/euhalines forte [Pt], [CHLa], [Nt]
 = *Ulva sp*, *Gracilaria sp*

• Faible [Pt], [CHLa], [Nt]
 = *Zostera sp*, *Acetabularia sp*, ect.



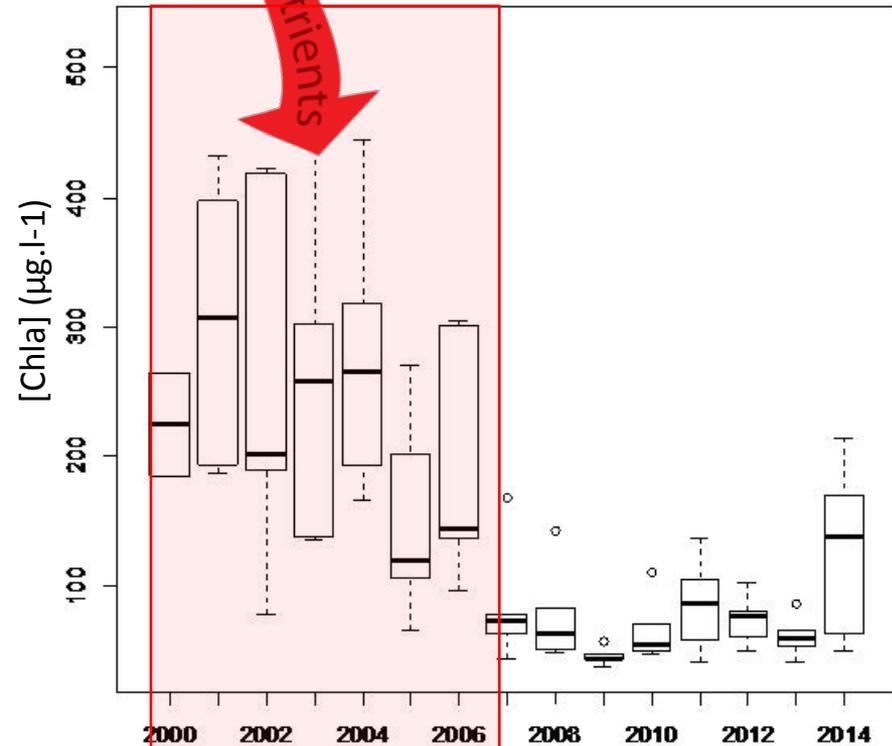


DYNAMIQUE TEMPORELLE: cas du Méjean

- jusqu'en 2006: rejet de STEP



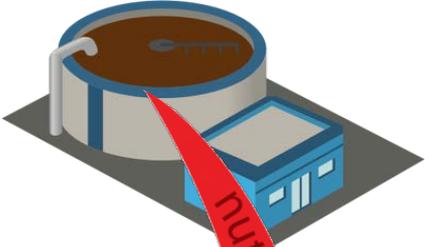
sediment nu



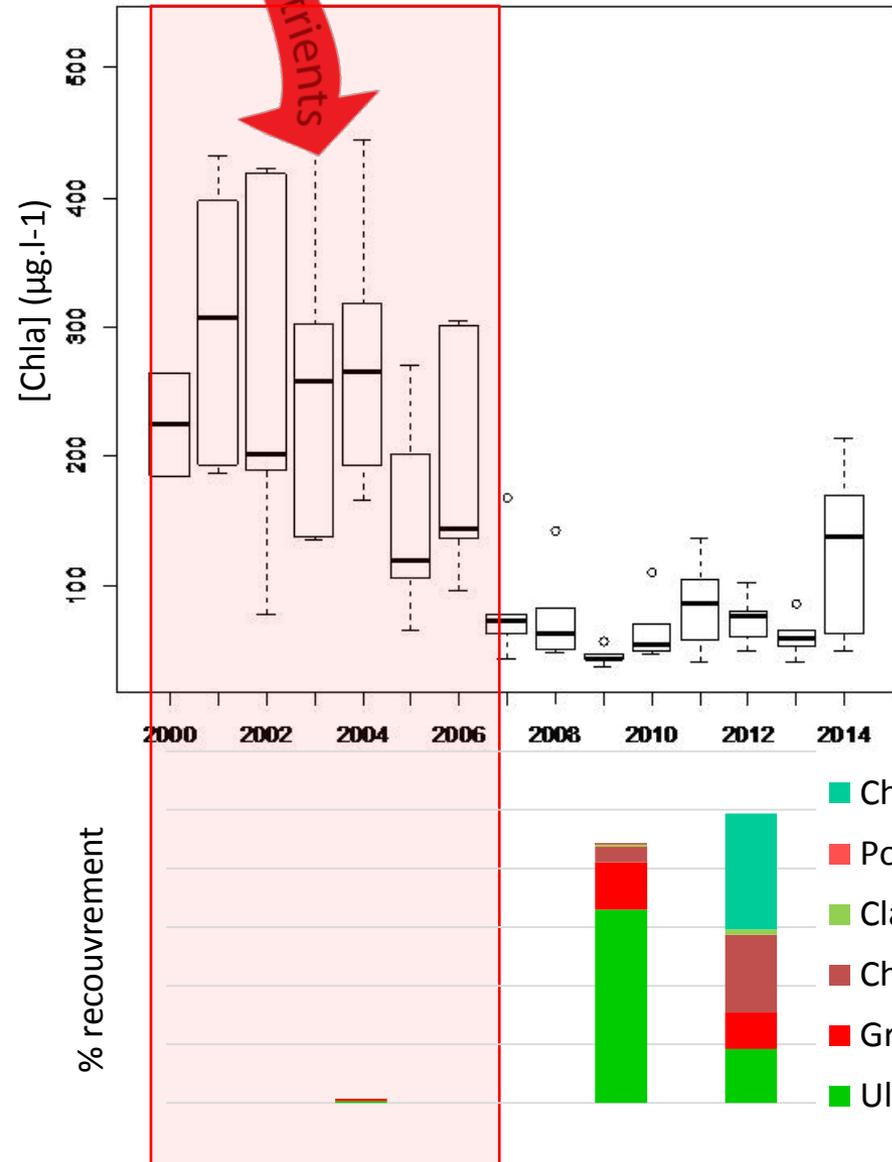
% recouvrement

- Chaetomorpha
- Polysiphonia
- Cladophora
- Chondria
- Gracilaria
- Ulva





DYNAMIQUE TEMPORELLE: cas du Méjean



- jusq'en 2006: rejet de STEP en lagune



sediment nu

- Depuis 2006: Rejet en mer (MAERA)



[Nt] [Pt] [Chl a]

→ Recouvrement rapide de macrophytes



Ulva sp.



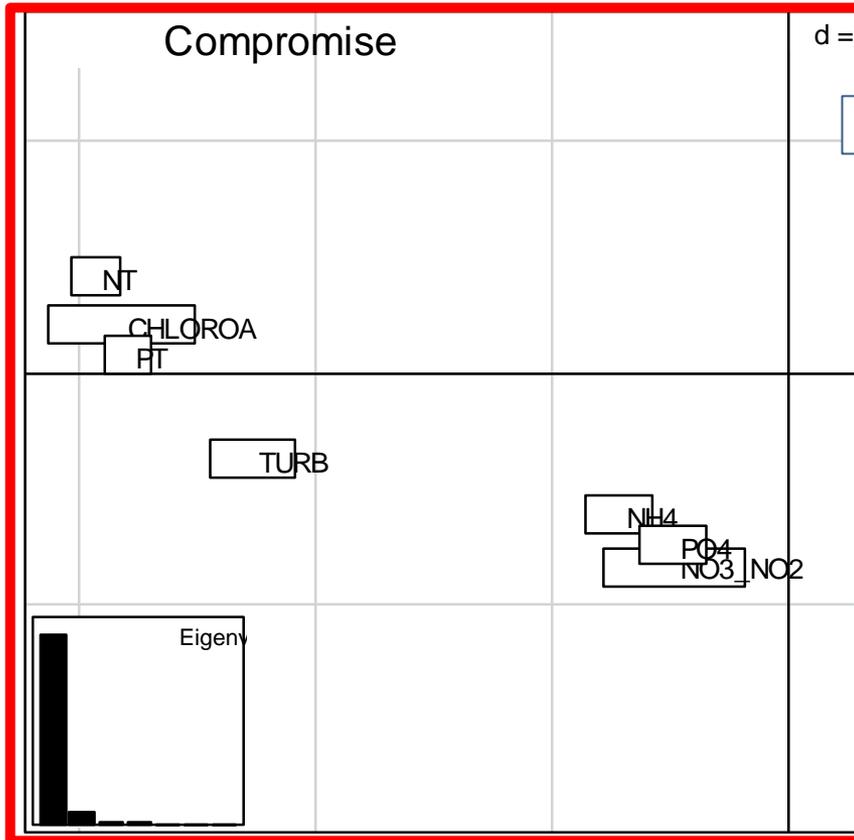
Gracilaria sp.



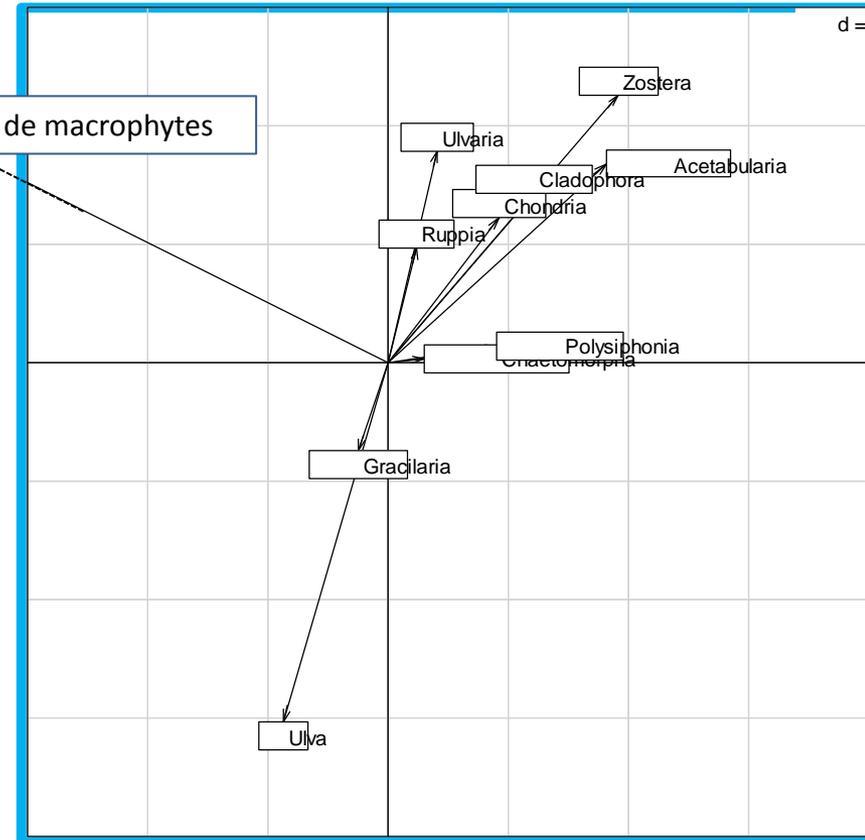
Chaetomorpha sp.

DYNAMIQUE TEMPORELLE

ENVIRONNEMENT



GENRES (MACROPHYTES)

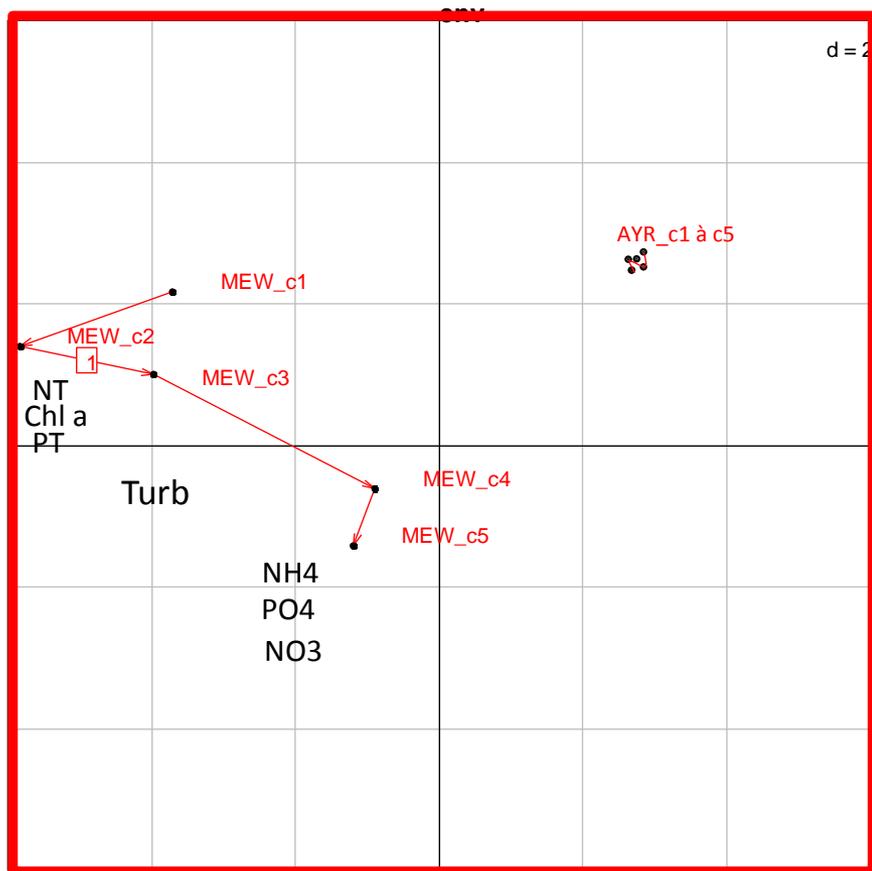


Compromis construit à partir de 13 lagunes

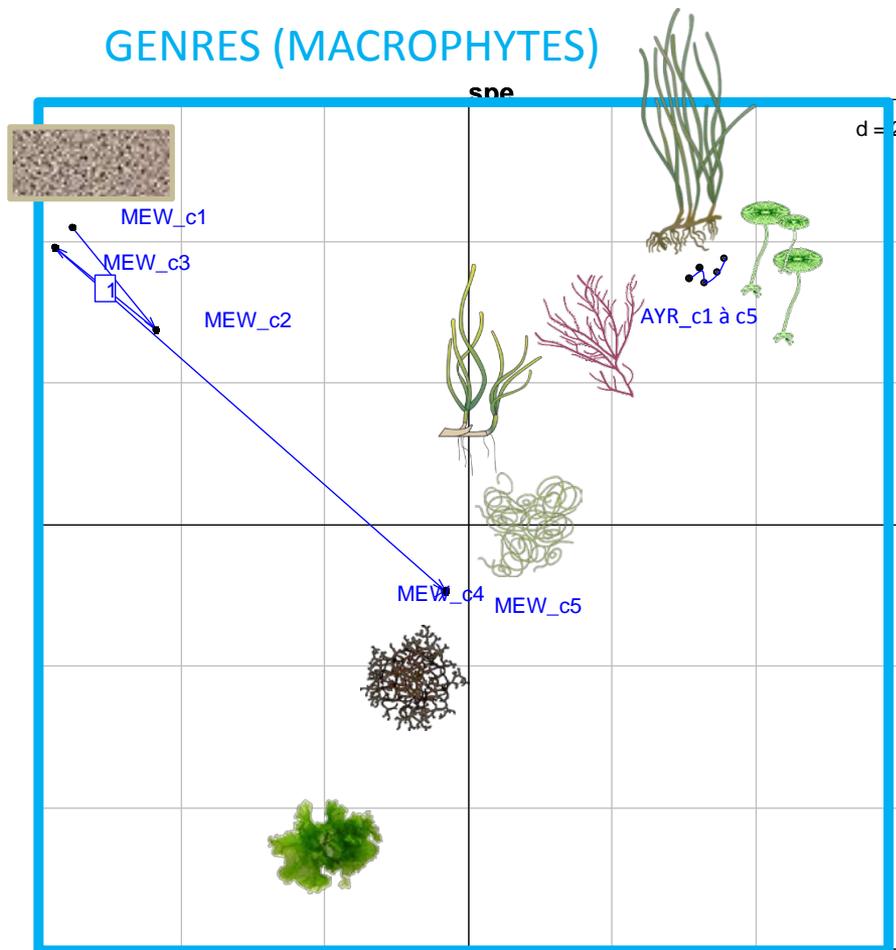
- Ayrolle (reference), La Palme (Reference DCE), Bages, Or, Ingril, Arnel, Mejean Vic, Pierre-Blanche, Grec, Prevost

DYNAMIQUE TEMPORELLE

ENVIRONNEMENT



GENRES (MACROPHYTES)



CONCLUSION

DISTRIBUTION SPATIALE

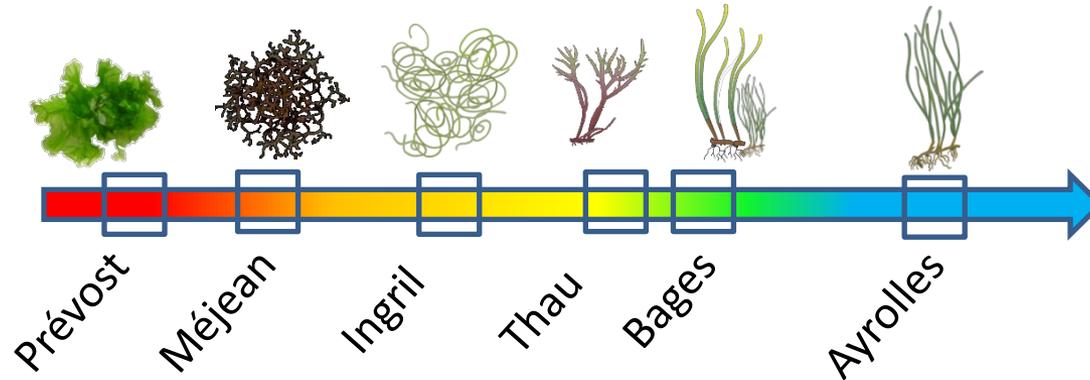
- Difference entre les lagunes oligo/mésohalines et poly/euhalines: composition , distribution différente des espèces avec la salinité
- Impact du gradient d'eutrophisation

DYNAMIQUE TEMPORELLE

- 1eres étapes de restauration: apparition rapide de macrophytes (ex:Méjean)
- Trajectoire d'évolution des macrophytes au cours de la restauration

PERSPECTIVES

- **Macrophytes = indicateur qualité écologique mais quel rôle fonctionnel dans la restauration?**



- **Mesure du métabolisme *in situ* des espèces dominantes**



Photo: T. Berteaux

- **Intégration des connaissances. Modèle**
lien entre successions des communautés et régulation des flux biogéochimiques.

→ proposition de scénarios types de restauration des lagunes

- **Quantification du rôle des macrophytes selon les différents scénarios de restauration**

Distribution potentielle de *Zostera noltei* dans les lagunes méditerranéennes françaises

Ouisse V.^{1,2*}, Perron C.¹, Fiandrino A.^{1,2}, Oheix J.^{1,2}, Giraud A.³ and Rochette S.⁴

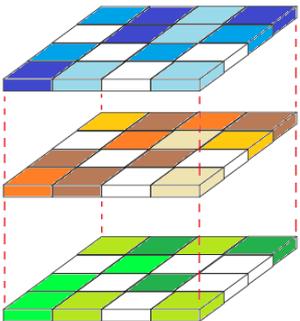
1 Ifremer Laboratoire Environnement Ressources Languedoc-Roussillon, 34203 Sète, France

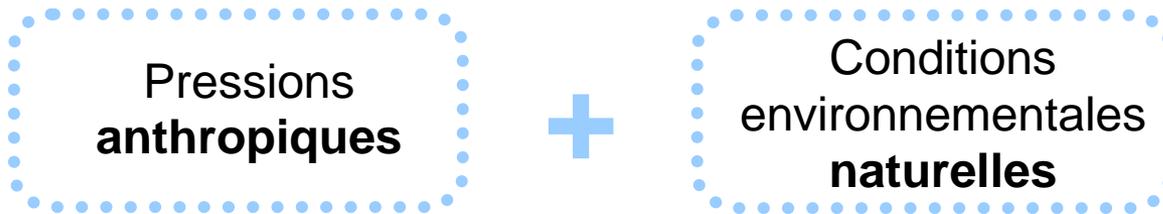
2 UMR MARBEC, CNRS, Ifremer, IRD & Univ Montpellier

3 Agence de l'eau RMC, Montpellier, France

4 Ifremer, Service Application Géomatique, Brest, France

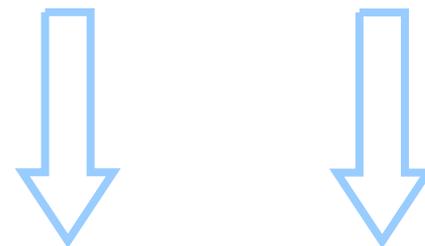
* vincent.ouisse@ifremer.fr





- Concentration en nutriments
- Pollutions chimiques
- Ancrage
- ...

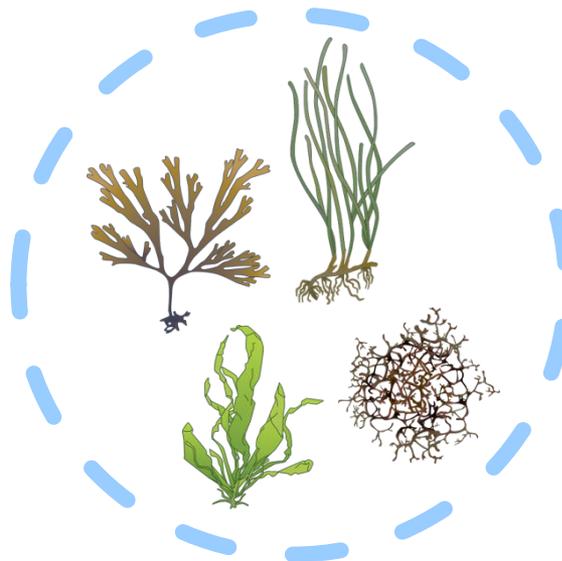
- Substrat
- Lumière (profondeur)
- Température
- Salinité
- ...



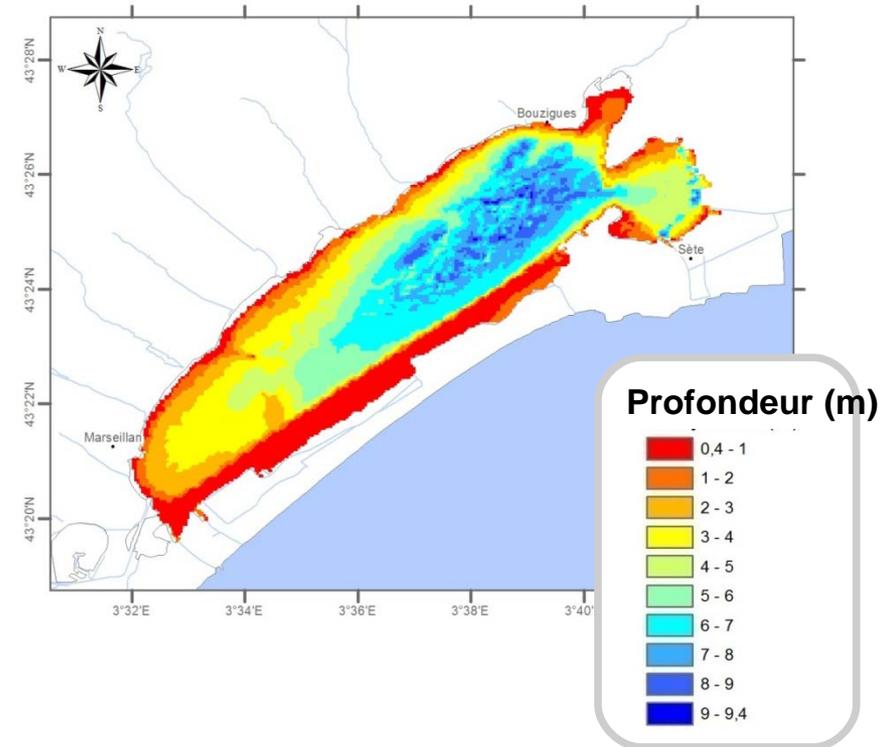
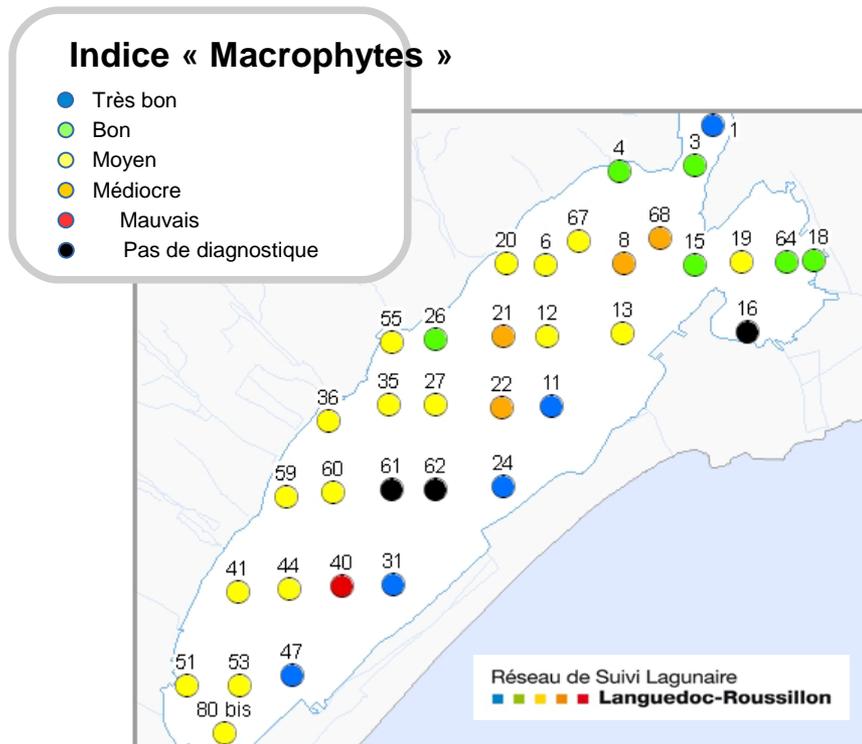
Présence ou Absence



**Indicateur
écologique**
(DCE, 2000/60/EC)



☐ Indice « Macrophytes » dans la lagune de Thau (2011)



- ✓ Plus de 60% des stations benthiques dans un état « moyen »
- ✓ Pas de diagnostic sur 3 stations (pas de macrophyte)

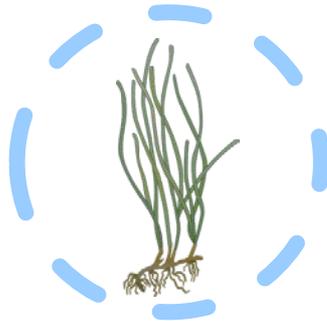
Effets de l'**Eutrophisation** ou de la **profondeur** ?

Objectif

Identifier les variables environnementales (anthropiques et naturelles), qui contrôlent la distribution des macrophytes dans les lagunes méditerranéennes françaises.

Focalisée sur *Zostera noltei*

Hypothèses



Présence & Absence

≈

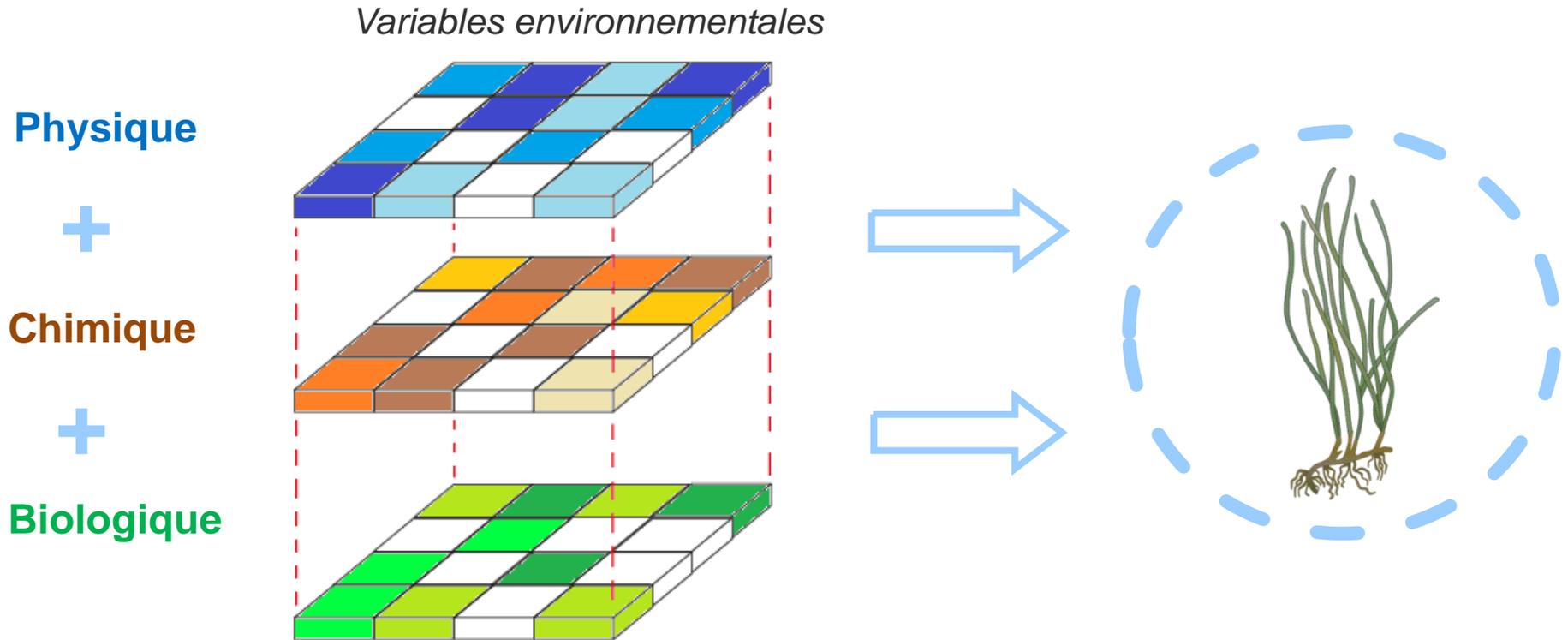
Conditions
environnementales
naturelles

+

Pressions
anthropiques

Le modèle corrélatif (GAM)

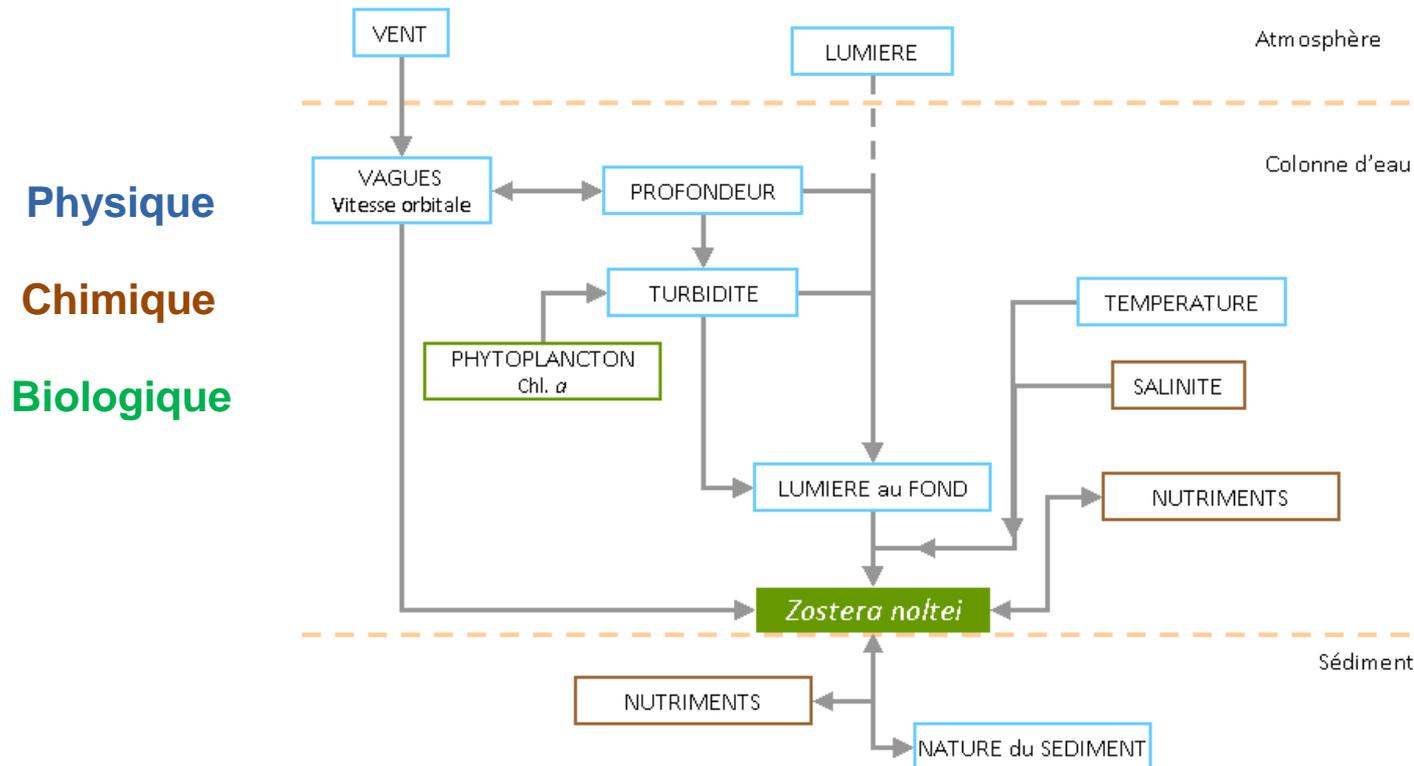
1. Recherche des liens entre les observations de *Z. noltei* et les variables environnementales



2. **Meilleur modèle** = celui qui produit le moins d'erreurs entre l'observation et la prédiction

Validation croisée (100 itérations, 80% pour construire et 20% pour évaluer)

Données disponibles

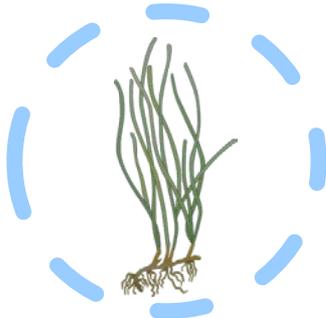


- Présence/Absence de *Zostera noltei* Réseau de Suivi Lagunaire (**RSL**, 1999 - 2013)
- Variables climatiques Météo France (1999 - 2013)
- Données environnementales Réseau de Suivi Lagunaire (**RSL**, 1999 - 2013)

547 observations entre 2001 et 2013

Meilleur modèle & qualité de prédiction

Prédictions en accord avec les observations dans
88% des cas



Presence & Absence

≈ Tension de cisaillement

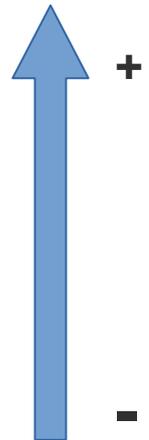
+ Concentration en azote total dans l'eau

+ Profondeur

+ Concentration en phosphates dans l'eau

+ Lumière disponible

Variabilité
expliquée



- ✓ **Influence** (indirecte) de la **tension de cisaillement** et de la concentration en **nutriments** dans l'eau

Hypothèses : Limitation du développement des autres espèces compétitrices

- ✗ **Pas d'influence des caractéristiques du sédiment**

Meilleur modèle & qualité de prédiction

Comment utiliser ce modèle dans le contexte de la DCE ?



⇒ **Prédire les effets** de la réduction des pressions sur la distributions de *Z. noltei*

(Définir les seuils de concentration en nutriments)

⇒ Définir le potentiel de colonisation de *Z. noltei*

⇒ Définir les zones où *Z. noltei* seraient **absente** même si l'état est **bon**

(Identifier les zones où les conditions naturelles limitent le développement de *Z. noltei*)



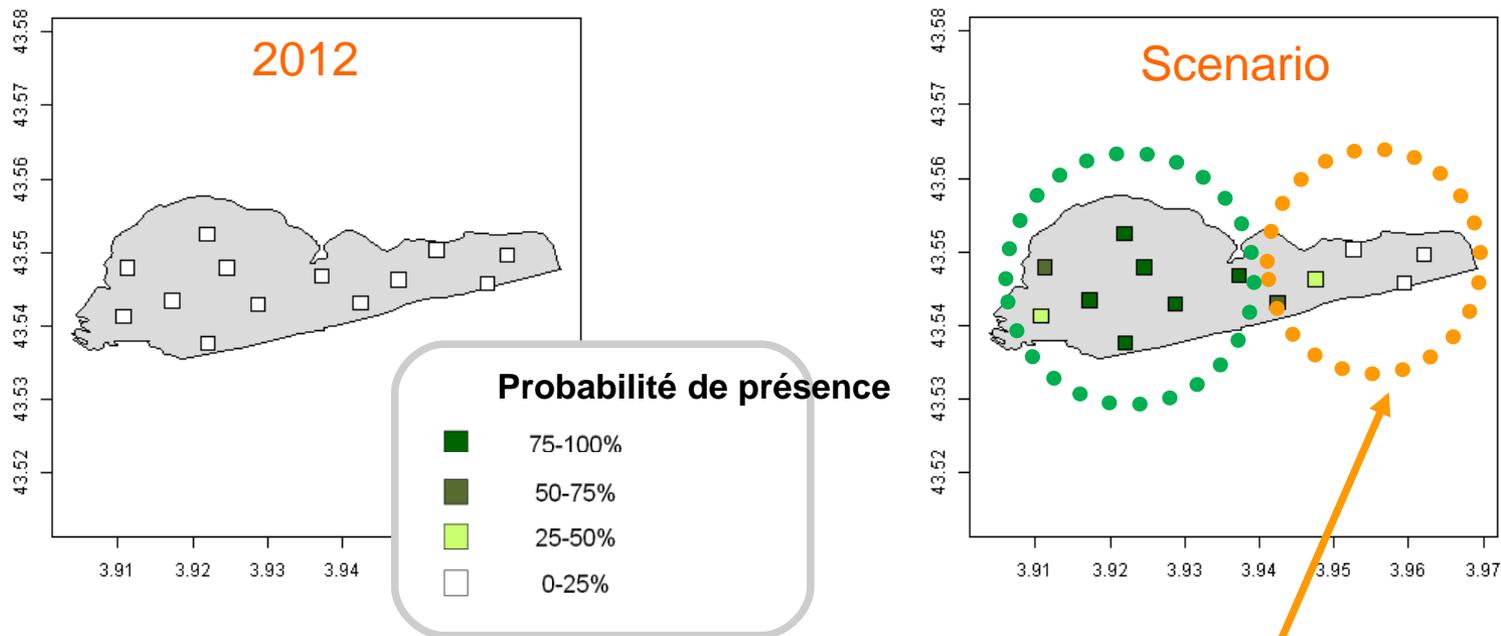
Il est nécessaire de discriminer les effets naturels des effets anthropiques

Application dans le contexte de la DCE

= Réduction de la pression anthropique

⇒ Diminution NT et PO₄ dans l'eau

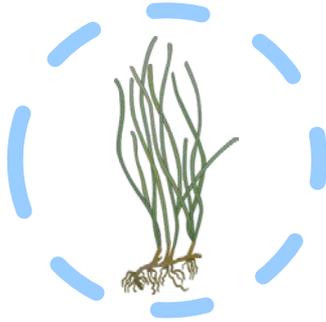
□ La lagune eutrophisée du Méjean



✓ Augmentation de la probabilité de présence dans la partie Ouest
⇒ Zone potentielle de recolonisation

✓ Faible probabilité dans la partie Est
⇒ Développement limité par des conditions naturelles

Recolonisation possible dans de nombreuses lagunes (Bages, Bagnas, Campagnol, Or, Vendres)



≈

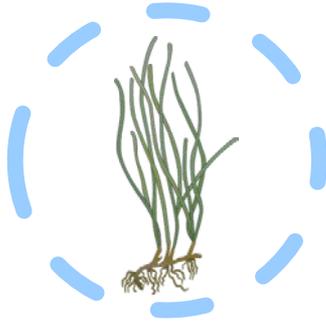
Conditions
environnementales
naturelles

+

Pressions
anthropiques

Présence & Absence

- ✓ Modèle avec une **bonne qualité de prédiction** (88 % en accord avec les observations)
- ✓ **Influence** (indirecte) de la **tension de cisaillement** et de la concentration en **nutriments** dans l'eau
- ✗ **Pas d'influence des caractéristiques sédimentaires**



≈

Conditions
environnementale
s naturelles

+

Pressions
anthropiques

Présence & Absence

Outil intéressant

- ✓ Pour tester l'effet d'une réduction des pressions anthropiques (azote et phosphore)
- ✓ Pour consolider les indicateurs écologiques (prendre en compte les absences naturelles)