

# IZOFLUX

Étude intégrée de l'Impact des herbiers de ZOstères sur les processus et FLUX benthiques en milieu côtier

Pierre ANSCHUTZ (EPOC)





# Étude intégrée de l'Impact des herbiers de ZOstères sur les processus et FLUX benthiques en milieu côtier

## Février 2011 → janvier 2014

Partenaire 1	Partenaire 2	Partenaire 3			
UMR 5805 CNRS-Univ. Bordeaux 1	Aix-Marseille Université UMR CNRS 7294/IRD235 UMR 7294 CNRS-Univ. Méditerranée	UPRES EA 2644 Université d'Angers			
P. Anschutz	P. Bonin	E. Metzger			

# Motivations – Objectifs

 A l'échelle d'une lagune, les herbiers jouent un rôle majeur dans le maintien de la qualité du milieu.



réseaux trophiques cycles biogéochimiques (N, P, C) processus sédimentaires

#### **Observations récentes**

■ Déclin de la couverture des herbiers lié à une augmentation du phénomène d'eutrophisation et dégradation de l'environnement lumineux

#### BASSIN D'ARCACHON

Lagune mésotidale tempérée

Herbiers de macrophytes et faune associée

bien représentés

Régression de l'herbier

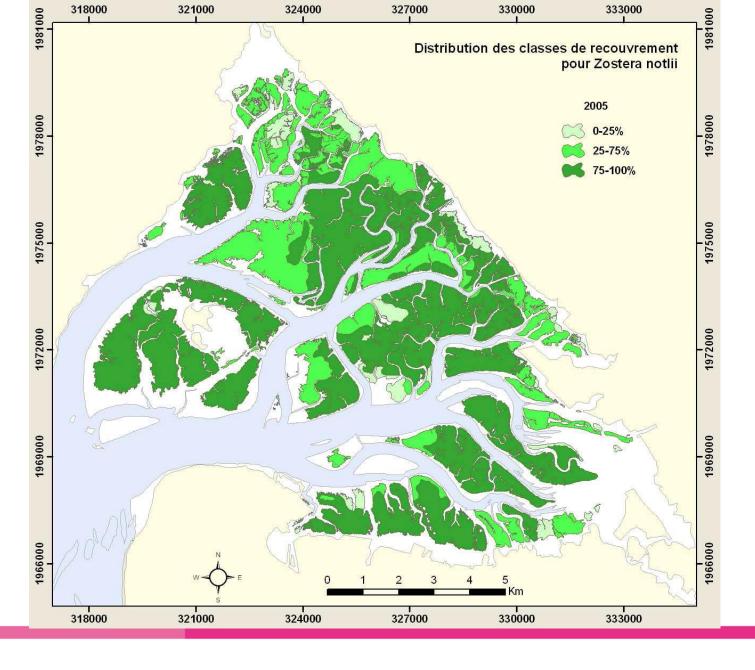


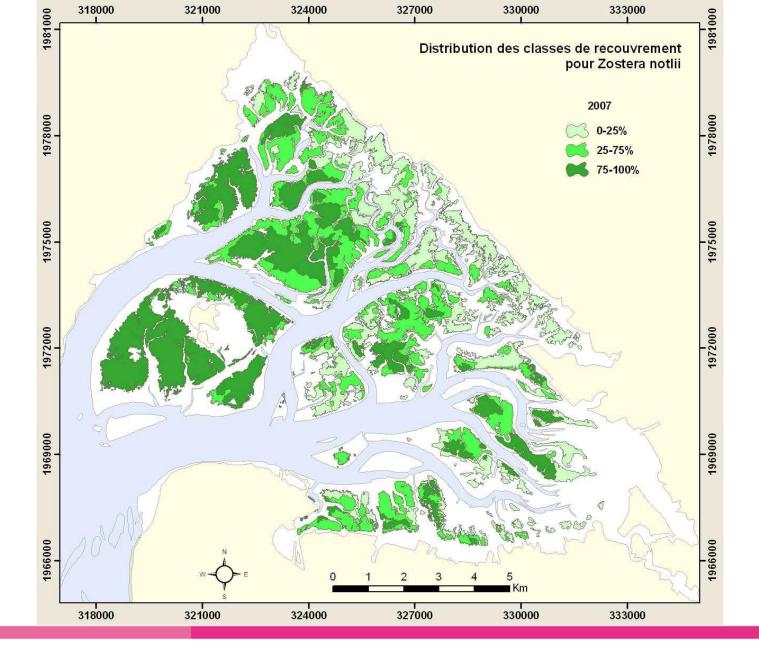
#### L'ETANG DE BERRE, UN SYSTEME NATUREL PERTURBE

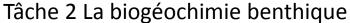
- Lagune fortement anthropisée
- Herbiers de macrophytes à l'état de reliques + réimplantations







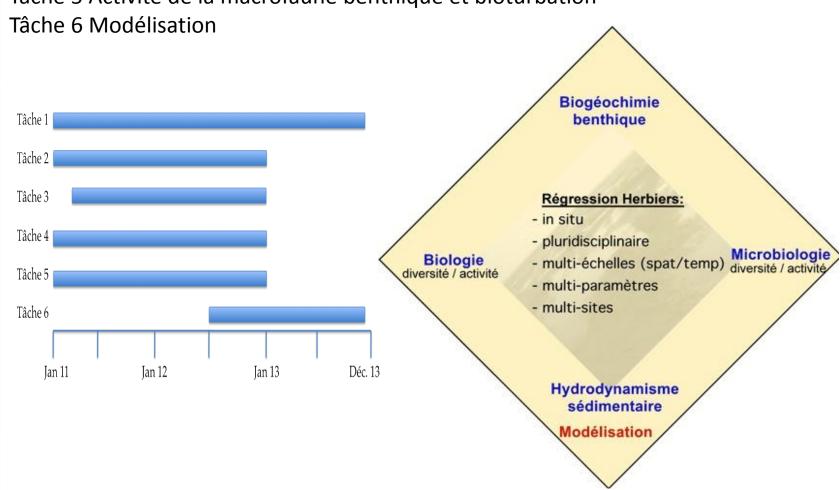




Tâche 3 Les mesures d'activité et de diversité microbienne

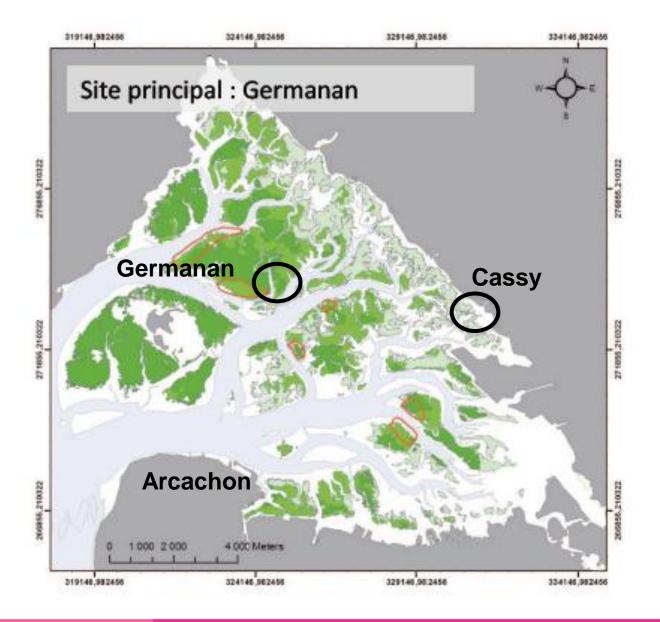
Tâche 4 Les mesures d'hydrodynamique sédimentaire

Tâche 5 Activité de la macrofaune benthique et bioturbation



Traduire une couverture d'herbiers en terme de flux à l'échelle d'une lagune tout en définissant les processus associés





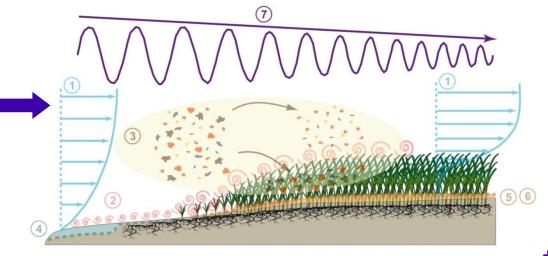


Aldo Sottolichio, Florian Ganthy, Jean-Paul Parisot, Jean-Marie Froidefond, Stéphane Bujan, Romaric Verney, Pierre Le Hir, Isabelle Auby, Martin Plus

(Univ. Bordeaux 1 : EPOC, IFREMER Arcachon, Brest, soutien du SIBA)

#### Impact des herbiers de zostères sur la dynamique sédimentaire

#### Effets des herbiers sur plusieurs processus physiques dans l'environnement



Modification du profil de vitesses (1)

Modification de la turbulence (2)

Modification du mélange vertical (3)

Protection contre l'érosion (4)

Augmentation du dépôt (5)

Modification du sédiment superficiel (6)

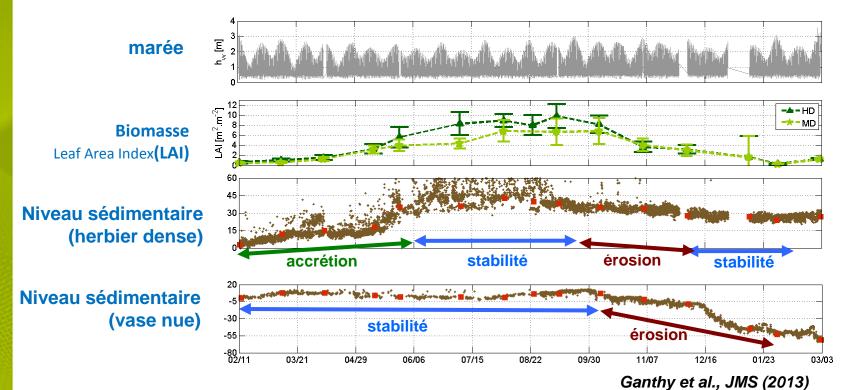
+ Atténuation des vagues (7)

Quel est l'impact des herbiers sur la dynamique du bassin ? Comment en tenir compte dans les modèles hydrosédimentaires ?

→ Etude multi-échelles, associant expérimentation (canal et in situ) et modélisation numérique

## Impact des herbiers de zostères sur la dynamique sédimentaire

## Suivi annuel d' un estran vaseux (Germanan)



Bilan annuel

Herbier très dense: + 32 mm

Herbier moyennement dense: + 9,7 mm

Herbier peu dense : + 7,8 mm

Vase nue : - 44,6 mm

#### Impact des herbiers de zostères sur la dynamique sédimentaire

# Expériences d'érosion/dépôt en canal

avec de vraies zostères, 5 stades de croissance, 4 régimes de courant

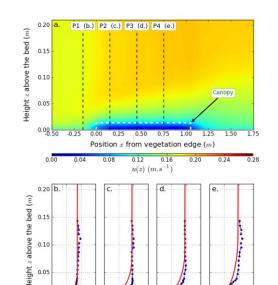
Mise en évidence de l'effet de flexibilité sur la turbulence, contrôle du flux d'érosion (Ganthy et al., soumis)

# Modélisation 2DV (« canal numérique »)

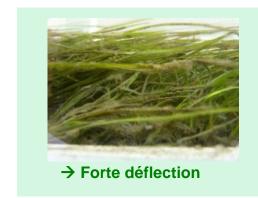
Paramétrage de la flexibilité,
Simulation de l'amortissement de
turbulence au sein de la canopée,
de l'accélération du flux au-dessus
Reproduction des profil des
courants au sein de la canopée
(Ganthy et al., soumis
Ganthy et al., Coastal Dynamics 2013)

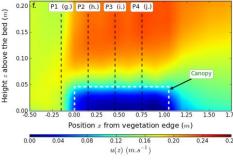
#### Herbier peu développé

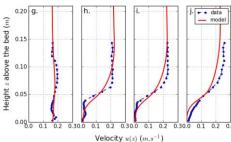




#### Herbier bien développé







Velocity u(z) (m.s<sup>-1</sup>)

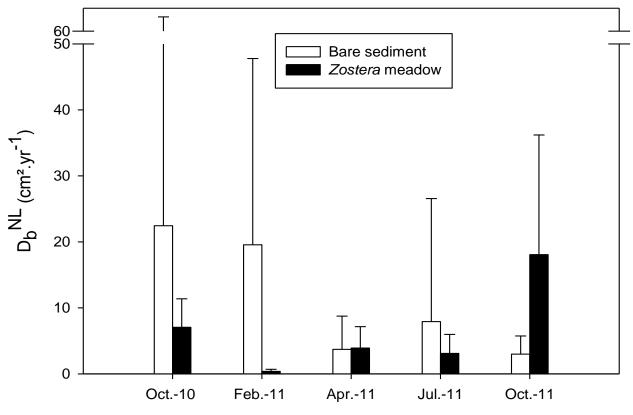
Remaniement sédimentaire des sédiments intertidaux.
Aurélie Ciutat, <u>Guillaume Bernard</u> , Jean-Claude Duchêne, Olivier Maire, A. Grémare
(Univ. Bordeaux 1 : EPOC)

#### Remaniement sédimentaire des sédiments intertidaux.





- 1 site: Germanan
- 2 stations: 1 herbier et 1 vases nues (préalablement occupée par un herbier)
- Echantillonnage saisonnier: 5 dates comprises entre octobre 2010 et octobre 2011



Sampling season

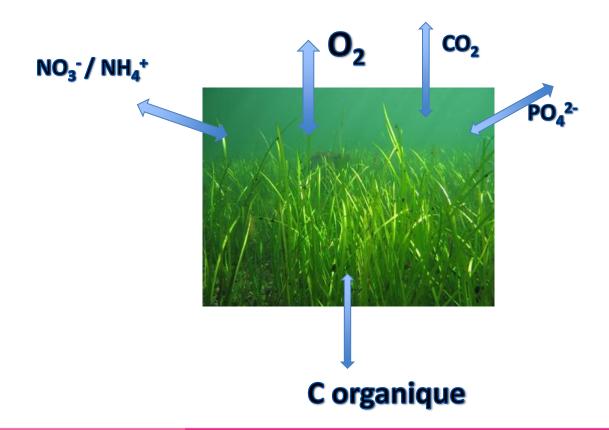
- Forte variabilité spatiale spécialement dans les vases nues
- Remaniement sédimentaire en général plus élevé dans les vases nues
- Variations saisonnières plus faibles dans les herbiers
- Influence stabilisatrice du réseau de racines/rhizomes

Régression de l'herbier engendre une augmentation de la valeur moyenne et de la variabilité spatiale du remaniement sédimentaire

#### Dynamique biogéochimique des sédiments intertidaux

Marie-Lise Delgard, Bruno Deflandre, Marion Richard, Pierre Anschutz, Guillaume **Bernard** 

(Univ. Bordeaux 1 : EPOC)



# Objectif 1: Biogéochimie en fonction de la couverture de zostère

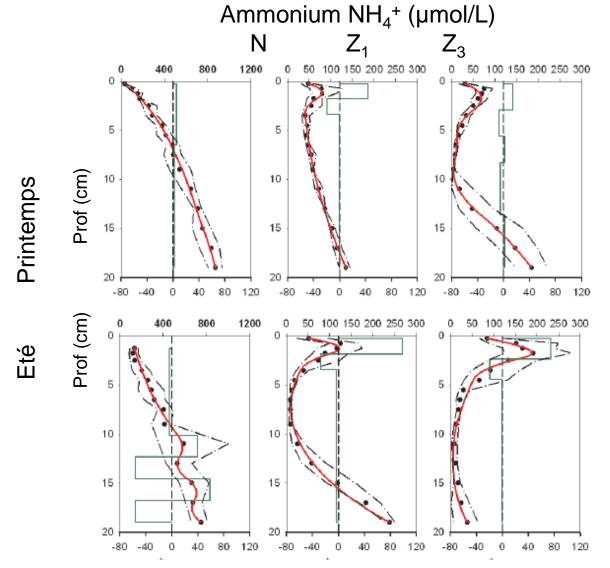
Carottes sédimentaires: sédiment non végétalisé **N** et avec Zostères à différentes densités **Z**<sub>1</sub>, **Z**<sub>2</sub>, **Z**<sub>3</sub>

Suivi saisonnier, incubations à la lumière et à l'obscurité, profils biogéochimiques, biomasse des plantes et de la faune benthique



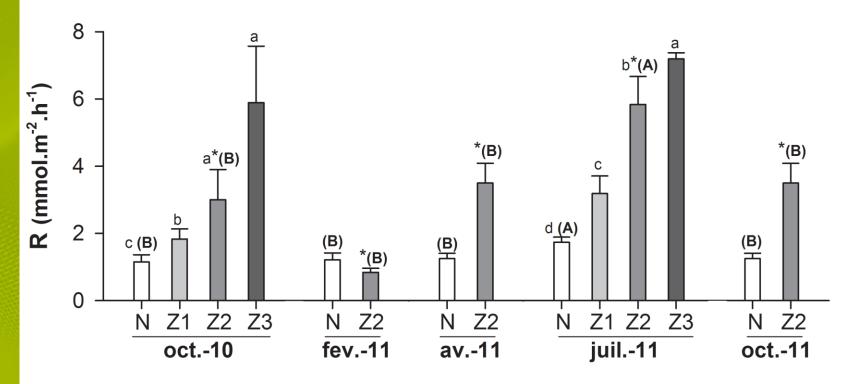


1) Comment la plante modifie-t-elle la biogéochimie des sédiments



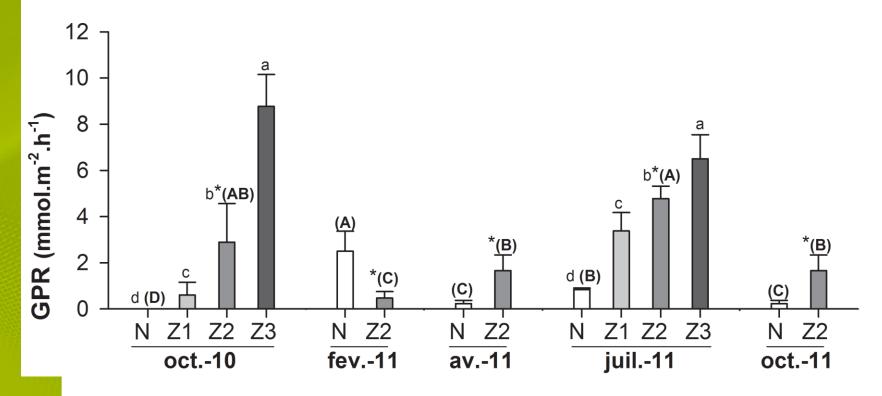
Assimilation des nutriments par Zostera noltii. La plante tamponne le stock sédimentaire de nutriment

2) Comment la plante modifie-t-elle les flux à l'interface eau-sédiment



Incubation de carottes à l'obscurité : mesure du taux de respiration benthiques (R)

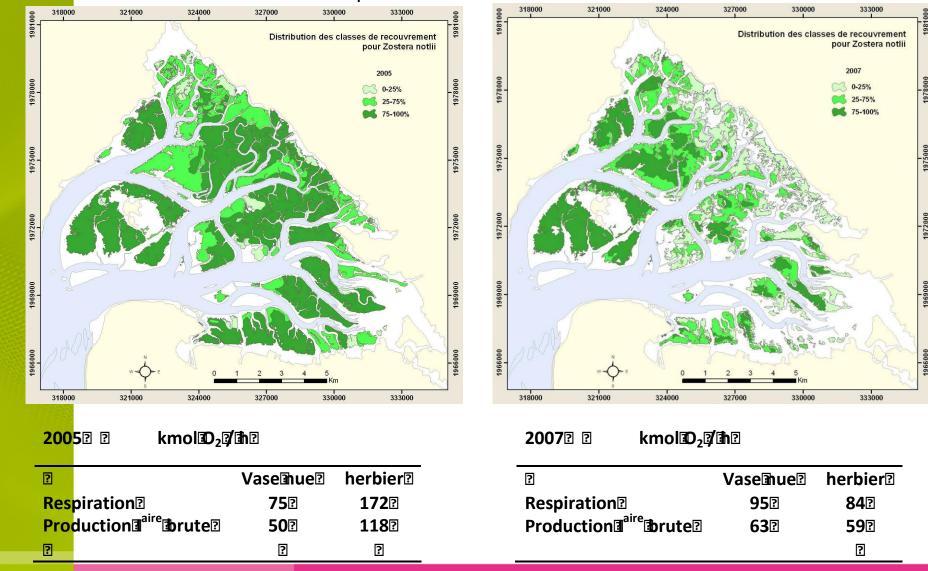
2) Comment la plante modifie-t-elle les flux à l'interface eau-sédiment



Production primaire brute (GPR) = Flux  $d'O_2$  à la lumière – flux  $l'O_2$  à l'obscurité

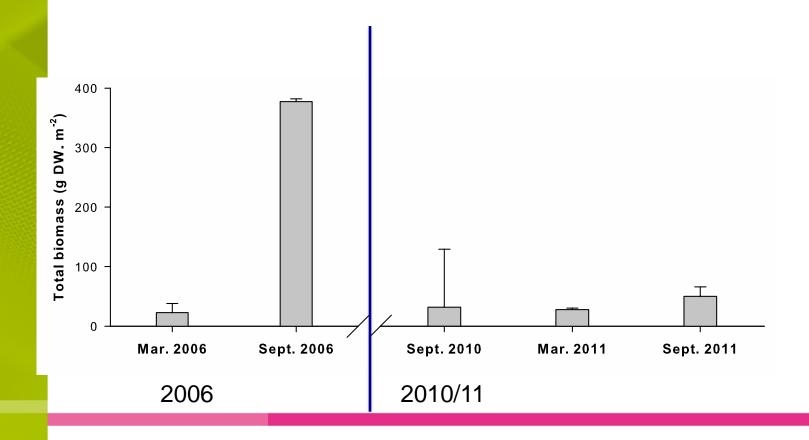
Le métabolisme net dépend essentiellement de la biomasse foliaire et de la température. La variabilité n'est pas expliquée par la macrofaune benthique.

# 2) Comment la plante modifie-t-elle les flux à l'interface eau-sédiment Extrapolation à l'échelle du bassin



Objectif 2. Impact de la régression sur le bilan de l'azote et du phosphore?

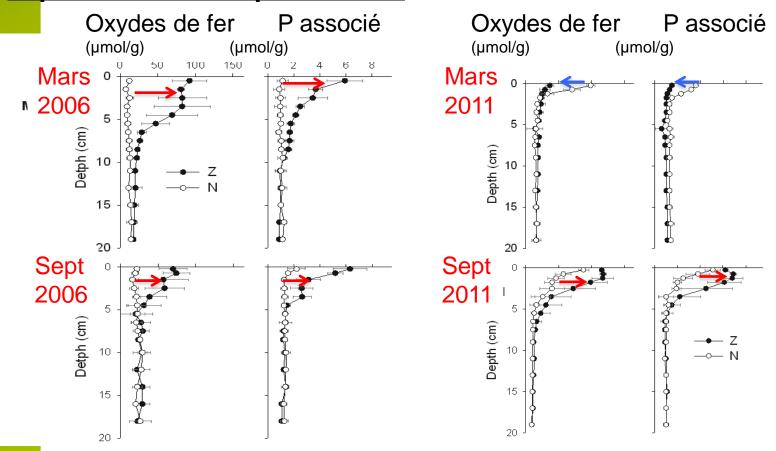
Comparaison Biogéochimie du sédiment 2006 vs 2010/2011 Site de Cassy

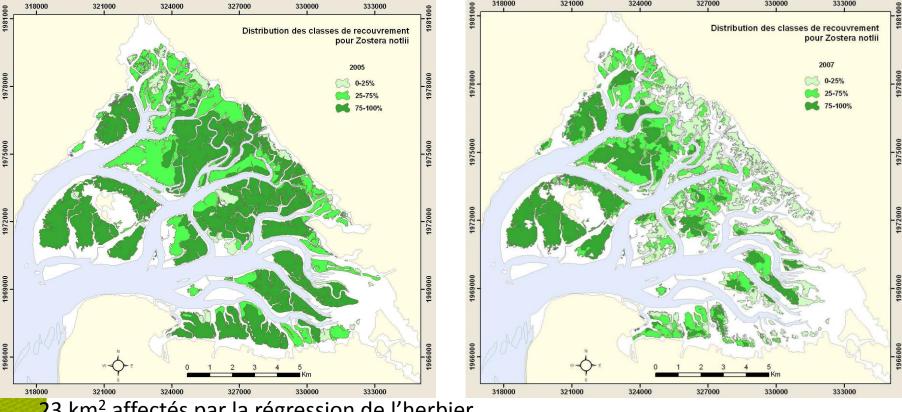


Objectif 2. Impact de la régression sur le bilan de l'azote et du phosphore?

Comparaison Biogéochimie du sédiment 2006 vs 2010/2011

# Impact sur Fer et P particulaire





23 km<sup>2</sup> affectés par la régression de l'herbier

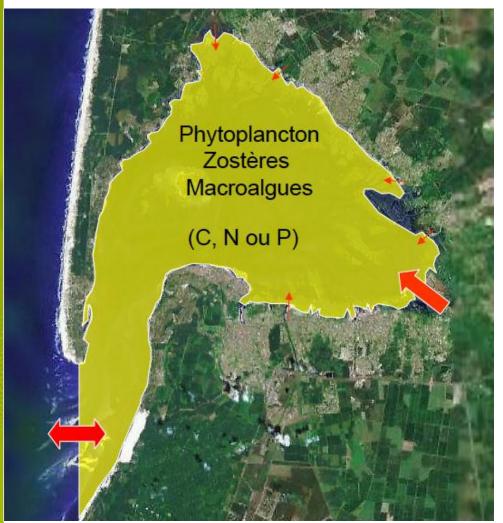
- → 1200 kmol de PO₄ (37 tonnes) ont été transférés du sédiment vers la colonne d'eau = 10 x le flux annuel de la Leyre
- $\rightarrow$  9000 kmol de N-NH4 (126 tonnes) = 15% du flux annuel de N-NO<sub>3</sub> de la Leyre
- → Modification du rapport N/P des nutriments de la colonne d'eau

#### Modèle de production primaire.

Martin Plus (IFREMER Arcachon)

Développement d'un modèle numérique capable de :

- (a) Simuler l'ensemble des compartiments producteurs ainsi que les cycles des principaux éléments biogènes (N, P, Si)
- (b) Préciser les parts respectives des différents composants dans la production de l'écosystème
- (c) Disposer d'un outil de recherche permettant la simulation de scénarios, dans un contexte de changement des forçages s'exerçant sur le Bassin d'Arcachon



Impact de la réduction des herbiers

2005 : 60,8 km<sup>2</sup> 2007 : 45,7 km<sup>2</sup>

2009 : ? supposé = à 2007

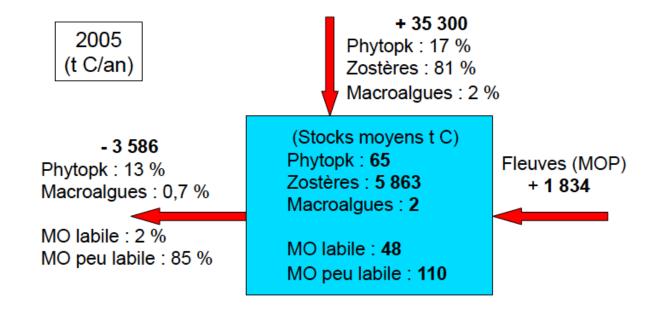
2009 : scénario "sans zostères"

Bilans annuels de production

lagunaire

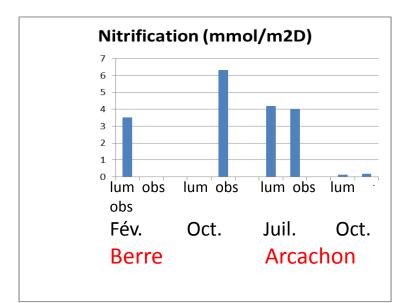
## Bilans annuels de production lagunaire

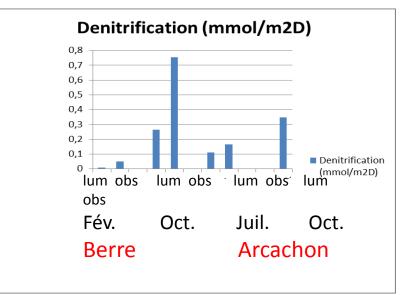
Productions totales en 10³ tC/an	1984 (69 km²)	1992-1993	2002-2003	2009	2005 (68 km²)	2007 (42 km²)	200 + zost.	09 - zost.
Phytoplancton	3,5ª		16,1 <sup>e</sup>		6,1	8,9	8,0	10,2
Herbiers de zostères naines	36,7 <sup>b</sup>			28,7 <sup>b</sup>	28,6	12,9	15,6	-
Macroalgues vertes		2,5 <sup>d</sup>			0,6	1,1	1,2	1,4
Microphytobenthos	4,9 – 12,3°	:						
<sup>a</sup> Guillaucheau (1988)	<sup>b</sup> F	Ribaudo (com. pe	rs.) <sup>c</sup> Auby	(1991)	<sup>d</sup> Auby et	al. (1994)	<sup>e</sup> Glé (2007)	

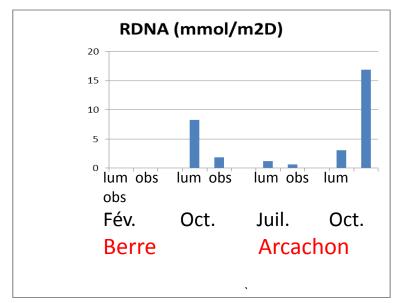


## Activité microbienne liée au cycle de l'azote

Patricia Bonnin, Valérie Michotey (Institut Méditerranéen d'Océanologie, Marseille)





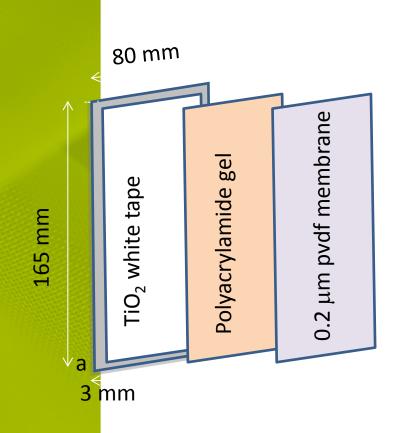


	Assimilation NO3	Assimilation NH4	
	(μmol/g zostere.D)	(μmol/g zostere.D)	
Berre Sédiment Février lumière	1,65	32,07	
Berre Sédiment Février obscurité	0,0041	16,31	
Berre Sédiment Octobre lumière	en cours	en cours	
Berre Sédiment Octobre obscurité	en cours	en cours	
Arcachon Sédiment juillet lumière	695	827	
Arcachon Sédiment juiller obscurité	0	25,96	
Arcachon Sédiment Octobre lumière	0	0	
Arcachon Sédiment Octobre obscurité	0,264	0	

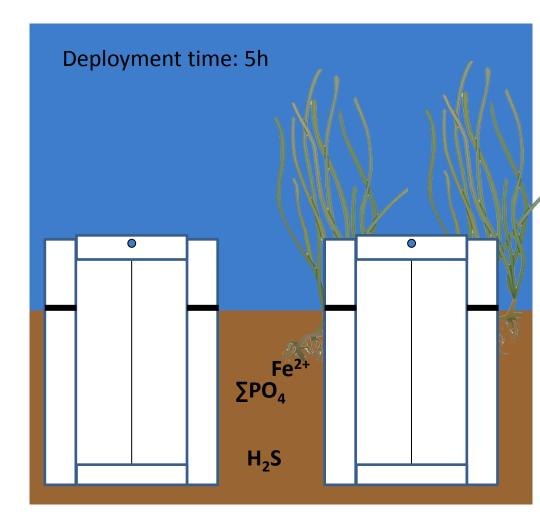
## **Développement technologique (1)**

#### **Cartographie 2D des eaux interstitielles**

Edouard Metzger, Didier Jezequel, Florian Cesbron (BIAF Univ. Angers, IPGP)

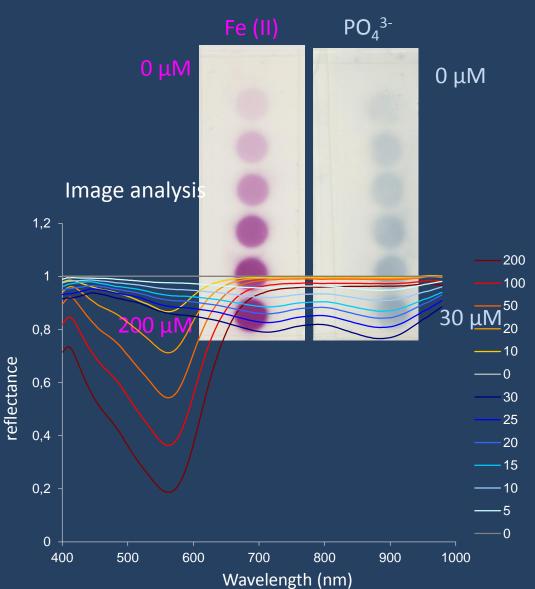


2D gel probe

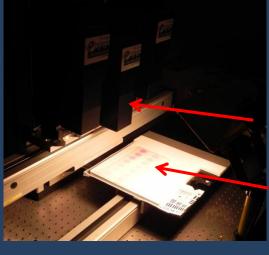


Gel stored at -18° C until analysis

## After 20 mn:



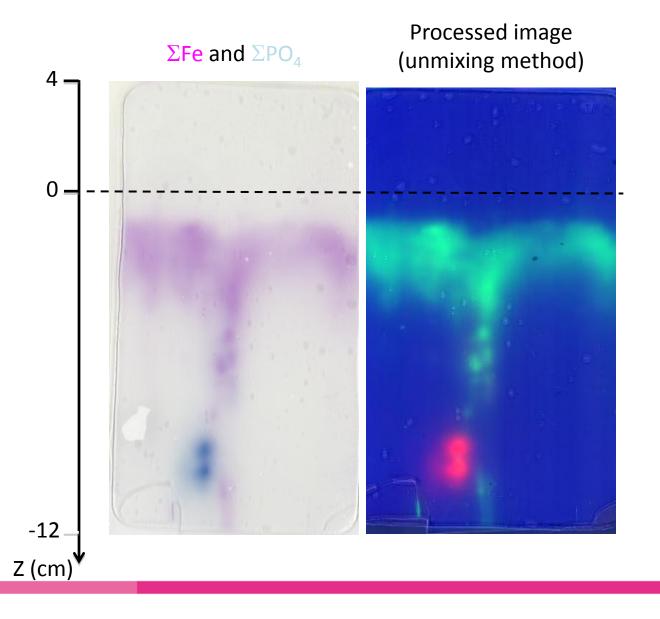
# Image caption



Hyperspectral camera

2D gel

#### Germanan, Arcachon, Juin 2012, herbier de zostère



## **Développement technologique (1)**

#### Mesures de flux in situ

Bruno Deflandre, Olivier Maire, Pierre Polsenaere, Sylvain Rigaud (EPOC, Univ. Bordeaux 1)

# Le profileur benthique de microélectrodes Version 2 autonome (2013)

5 micro-senseurs Nouvelle gestion électronique  $(ex. O_2, H_2S, pH, N_2C)$ (moteurs, senseurs) Senseur résistivité Détection de la surface de sédimen Porosité  $O_2(\mu M)$ Porosité? 200 400 0.702 0.802 0.902 Sonde PAR autonome Optode O<sub>2</sub> autonome Mesures 2 Flux diffusif Profil 212 10.4 mmol m<sup>-2</sup> j<sup>-1</sup> Profil 222 Profondeur (mm) Profil 32 Profondeuramm)⊡ -102 -1 -152 autonome Sonde SPT Grille de -202 -4 otection -5 **Courbey - 24/01/13** 

0,00

0,02

0,04

Consommation (nmol/cm3/s)

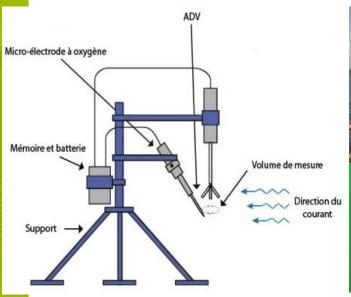
-252

0,06

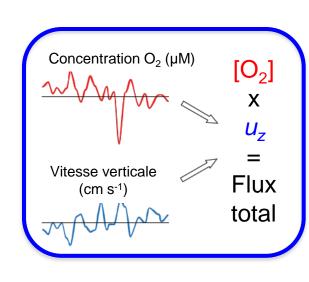
## L'eddy-covariance aquatique

**Hyp:** le transport vertical O<sub>2</sub> depuis/vers le sédiment est directement lié au mouvement turbulent

→ Mesurer rapidement (64Hz) et simultanément la composante verticale de l'hydrodynamisme et la concentration en O₂ au sein d'un même volume d'eau situé à quelques cm au dessus du fond.







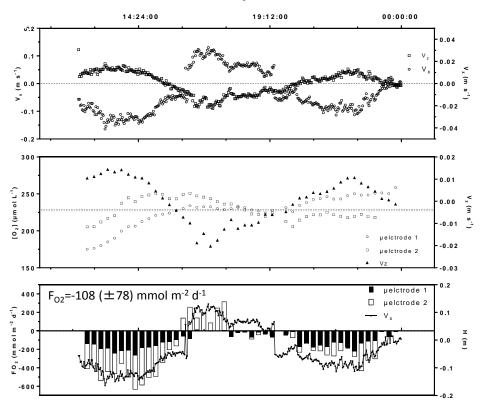
- Technique non invasive
- Tout type de sédiment: cohésif, perméable, substrat dur (corail, maërl) ou colonisés par des herbiers
- Forte résolution temporelle (cycles diurne et tidal)

## L'eddy-covariance aquatique

#### FL

# Flux contribution Main flow direction Area that contributes with 90% of the flux

#### **Chenal de Courbey - 26/09/2012**



- Technique non invasive
- Tout type de sédiment: cohésif, perméable, substrat dur (corail, maërl) ou colonisés par des herbiers
- Forte résolution temporelle : cycles diurne et tidal
- Mesure intégrée sur une grande surface de sédiment (quelques dm<sup>2</sup> à plusieurs dizaines de m<sup>2</sup>)
- Evaluer le taux de reminéralisation à l'échelle d'une station ou d'un l'écosystème



Merci pour votre attention!