

Vasières intertidales: Processus biogéochimiques sédimentaires et facteurs de régulation du microphytobenthos



Morelle Jérôme, Richard Anaïs, Orvain Francis, Huguet Arnaud,
Deloffre Julien, Lecoq Nicolas, Mesnages Valérie, Laverman Anniet,
Amsaleg Céline, Maire Olivier, Parlanti Edith, Mahaut Sourzac,
Rakotomalala Christiane, Thouvenin Bénédicte, Guizien Katell, Grasso
Florent, Jadwiga Orignac, Lebreton Benoit, Le Fouest Vincent, Savelli
Raphaël, Dupuy Christine, Viollier Eric, Clauquin Pascal, Lecarpentier Thomas



Projet PHARE SEE

Etape 1

- **Compréhension du rôle fonctionnel des bioturbateurs sur les cycles biogéochimiques et la production primaire microphytobenthique en milieu estuarien:**

- ⇒ - Expérimentations *in situ*
- Expérimentations *ex situ*

Etape 2

- **Paramétrisation et mise en place d'un modèle 1DV de fonctionnement des vasières**

Couplage:

- Bioturbation
- Dynamique biogéochimique et sédimentaire
- Production primaire microphytobenthique

⇒ ***Couplage fort expérimentation / modélisation***
Projet résolument interdisciplinaire

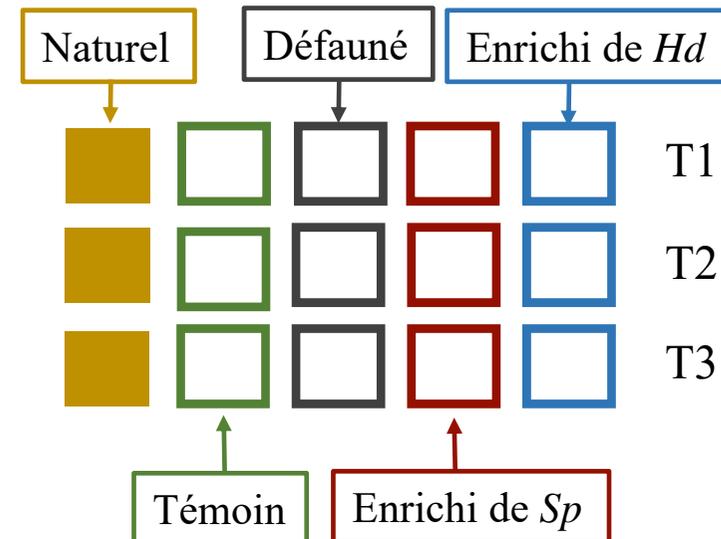
- **Deux sites** sablo-vaseux (vasière Nord estuaire)
 - Site 1 :** (haut d'estran) Hiver $28,2 \pm 7,8$ % fine – Eté $31,68 \pm 9,06$ % fine
 - Site 2 :** (bas d'estran) Hiver : $14,5 \pm 5,9$ % fine – Eté $28,31 \pm 6,32$ % fine



Hd : Hediste diversicolor

- **5 traitements** (x 3 réplicats):

- QN : Naturel** (Aucune modification)
- QT : Témoin** (quadrat et remaniement (R))
- QD : Défauné** (retrait grossier de la macrofaune et R)
- QH : Hediste diversicolor** (R puis Enrichissement)
- QS : Scrobicularia plana** (R puis Enrichissement)



- **Campagnes *in situ***

Haute fréquence (2 sites, 5 traitements, 3 réplicats)

- 23-fév au 02-mars 2018
- 01 au 08-oct 2018

Basse fréquence (2 sites, 1 traitement (QN), 3 réplicats)

- 11-juin 2018
- 23-Aout 2018



Sp : Scrobicularia plana

Paramètres mesurés

Sur sites :

- Élévation sédimentaire, température, PAR, courantologie, faune

Dans quadrats :

- Altimétrie 1
- Perméabilité
- Profil d'oxygène
- Paramètres photosynthétiques (PAM) 3

1^{er} centimètre :

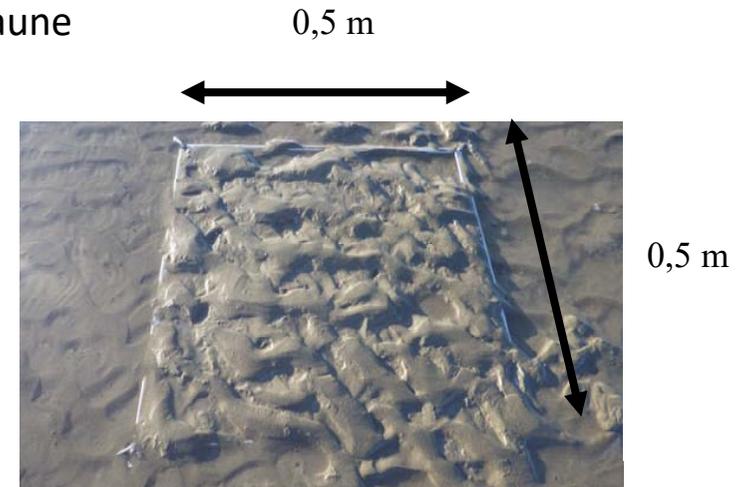
- Salinité
- teneur en eau, densité sédimentaire, masse volumique
- Granulométrie
- Chlorophylle *a* (biomasse) 2
- Phéopigments
- Substances exopolymériques (EPS)/MOD

Sédiment (6 sections : 0-1 ; 1-2 ; 2-3.5 ; 3.5-5.5 ; 5.5-7.5 ; 7.5-10 cm)

- MO sédimentaire

Eaux porales (6 sections : 0-1 ; 1-2 ; 2-3.5 ; 3.5-5.5 ; 5.5-7.5 ; 7.5-10 cm)

- MO dissoute
- Nutriments (NO_2 , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4 , CT, Si, COD)

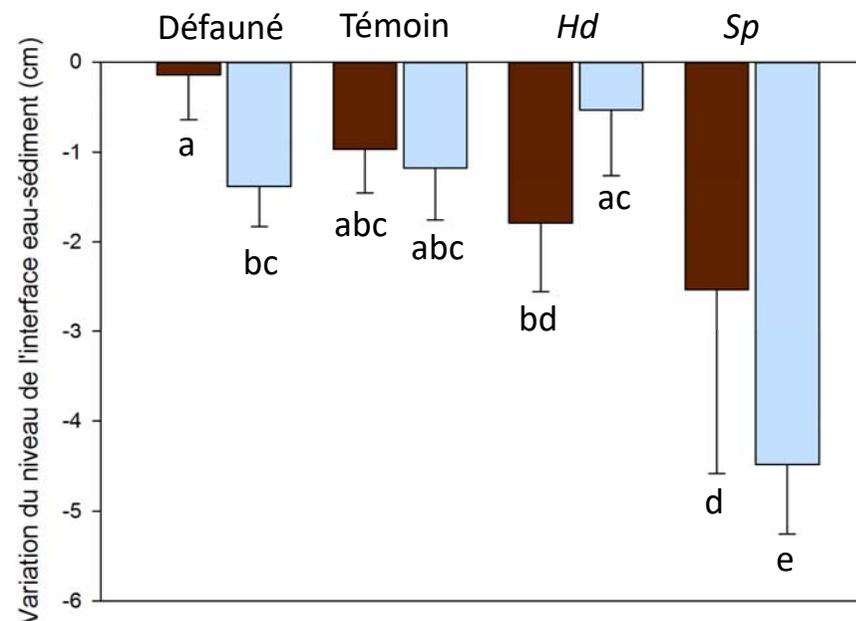
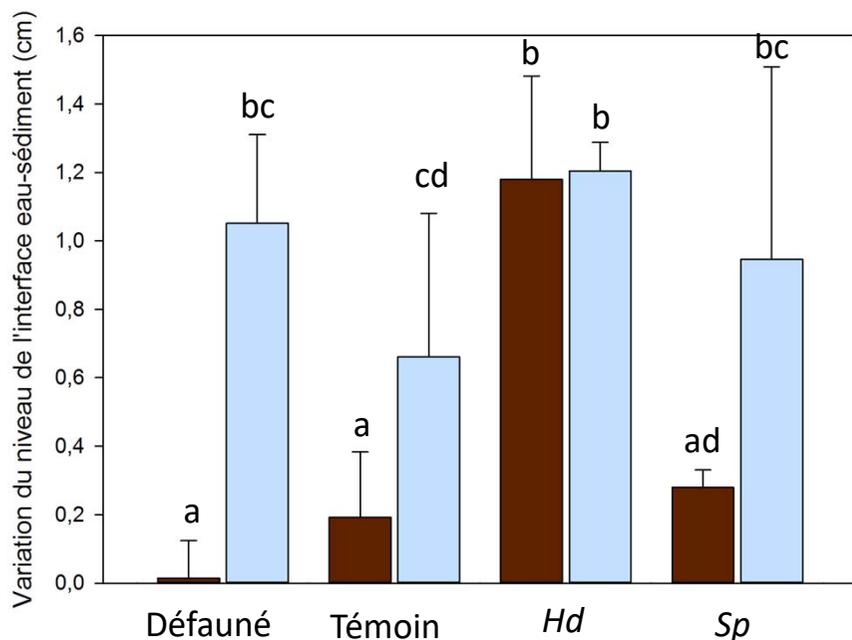




hiver

■ Site 1 (haut d'estran)
■ Site 2 (bas d'estran)

été



→ Hiver : tendance à l'accrétion

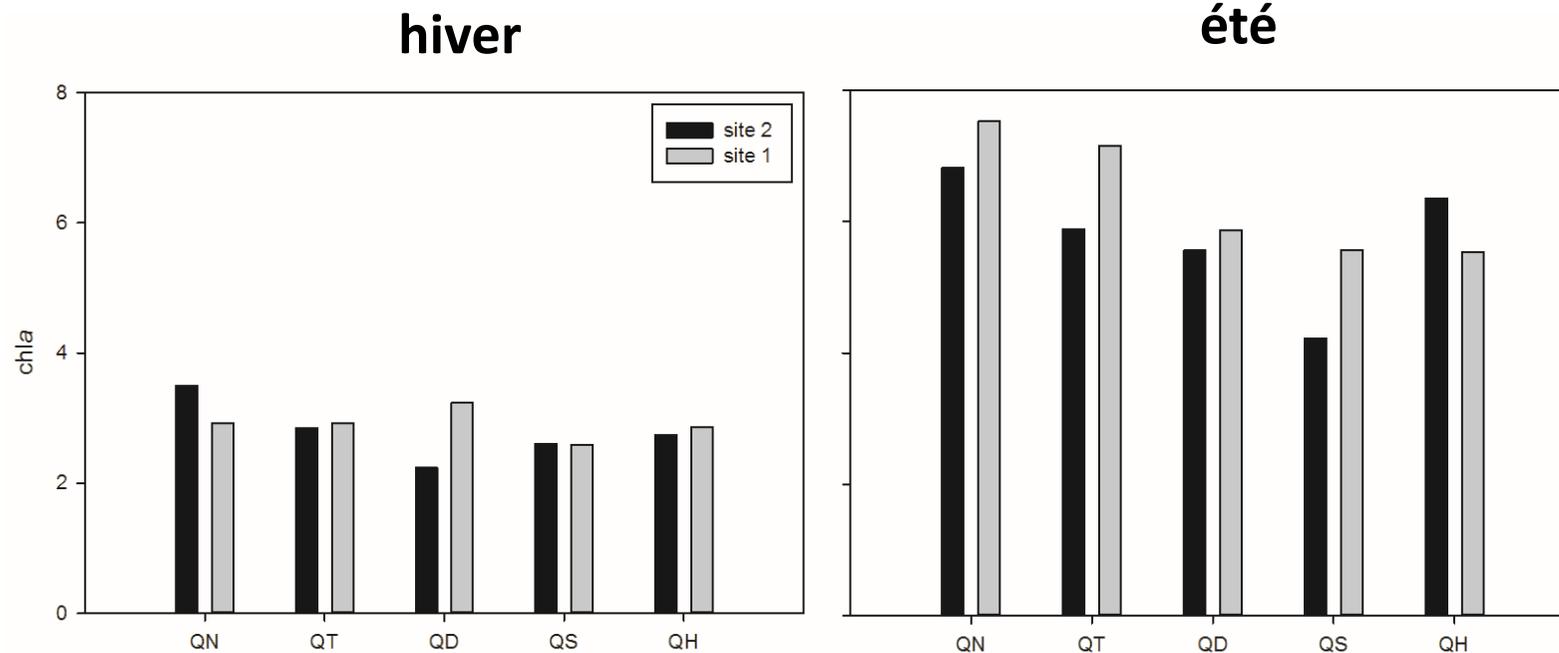
→ L'enrichissement d'*Hd* permet une légère accrétion sédimentaire (site 1 particulièrement)

→ Eté : tendance à l'érosion

→ Erosion plus marquée en présence de *Sp* (site 2 particulièrement)

→ Présence d'*Hd* semble « tamponner » l'érosion (site 2 particulièrement)

Biomasse 1^{er} centimètre ($\mu\text{g gDW}^{-1}$)



→ Plus forte en fin d'été que en hiver

→ Pas de différence entre les traitements en hiver

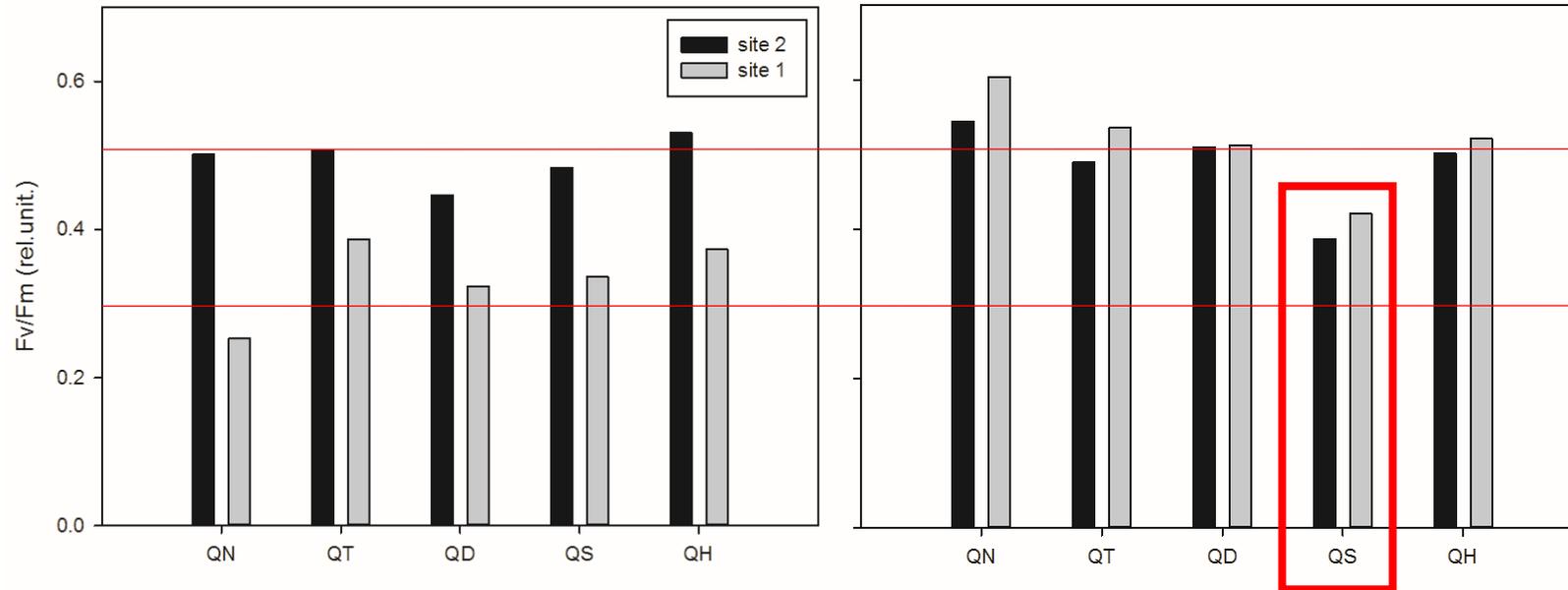
Activité faune faible

→ Différence plus marquée en été

Paramètres photosynthétiques

hiver

été



→ Différence Site 1 vs 2 en hiver évidente

→ Différence entre les traitements importante en été

→ Très faible en présence de *S. plana* en été

Biomasse 1^{er} centimètre
($\mu\text{g gDW}^{-1}$)

- Plus forte en été que en hiver
- Pas de différence entre les traitements en hiver
Activité faune faible
- Différence entre les traitements en été

Paramètres
photosynthétiques

- Différence Site 1 vs 2 en hiver
- Différence entre les traitements en été
- Très faible en présence de *S. plana* en été

Conclusion

- ⇒ Effet site plus important que l'effet traitement.
 - ⇒ La physique l'emporte sur la biologie
- ⇒ Effet traitement plus important que l'effet site
 - ⇒ la biologie l'emporte sur la physique

Effet de la composition sédimentaire et du traitement sur la **biogéochimie sédimentaire** (MO/flux de nutriments)?

Dans quadrats :

Sédiment (6 sections : 0-1 ; 1-2 ; 2-3.5 ; 3.5-5.5 ; 5.5-7.5 ; 7.5-10 cm)

- MO sédimentaire

(180 échantillons/campagne HF + 48 échantillons/campagne BF)

Eaux porales :

- MO dissoute

- Nutriments (NO_2 , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4 , CT, Si, COD)



} 10 logettes (5ml)
dans l'eau
} 30 dans le
sédiment

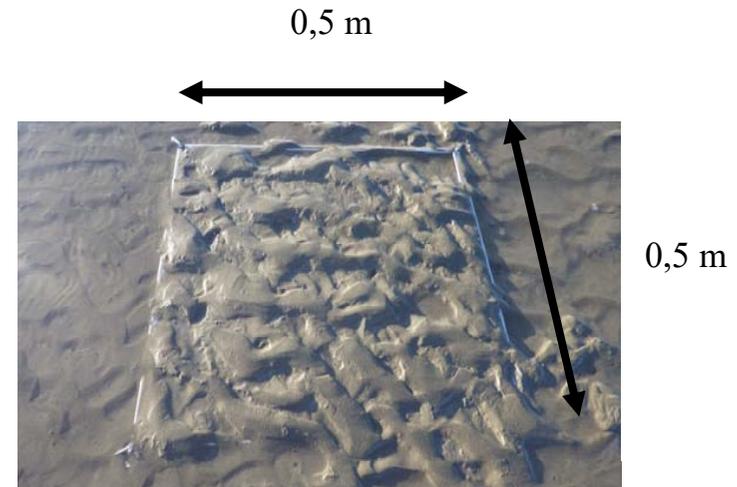


Rhizons :

6/traitement/réplikat/site/campagne

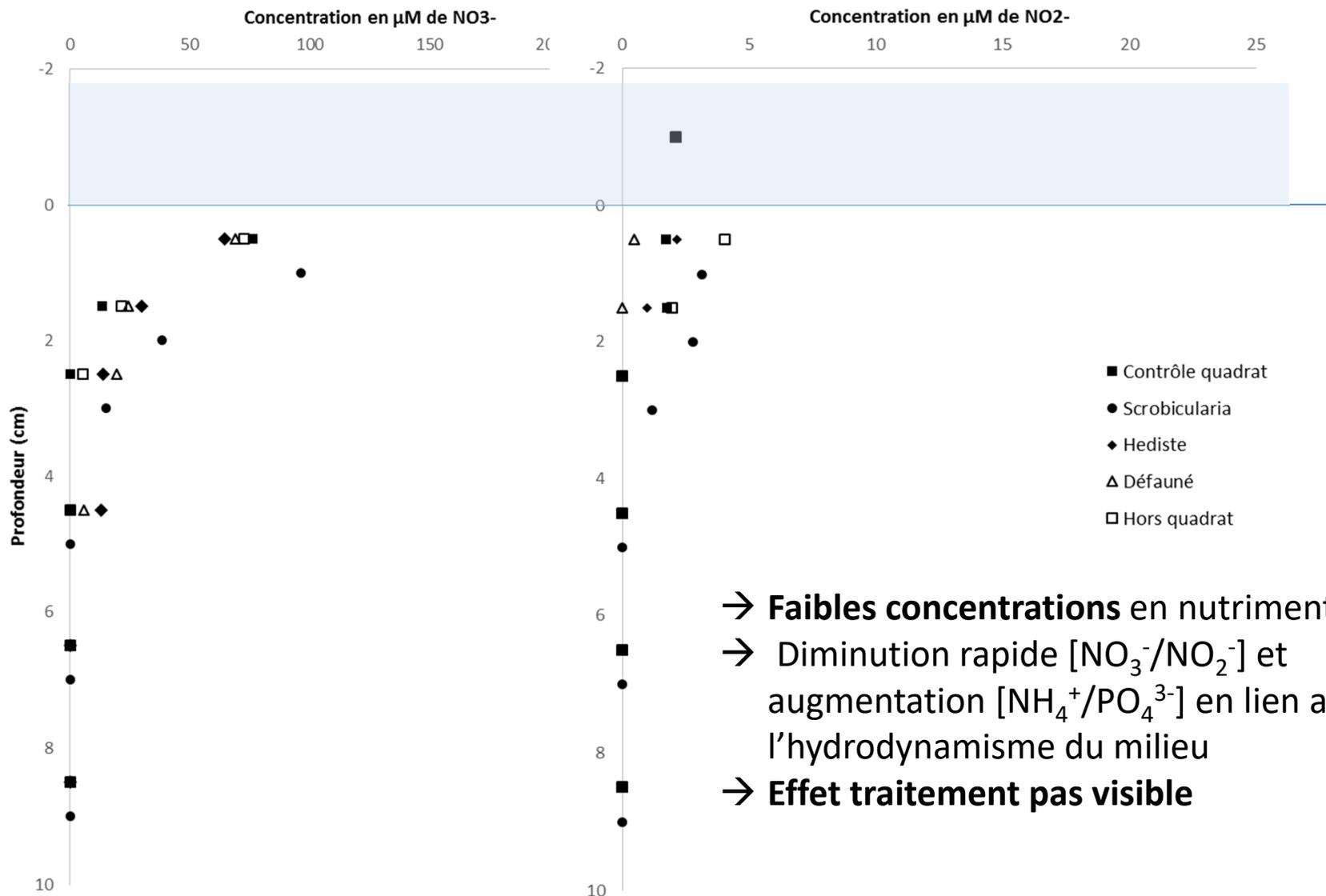
→ 180 échantillons campagne HF

→ 48 échantillons/campagne BF

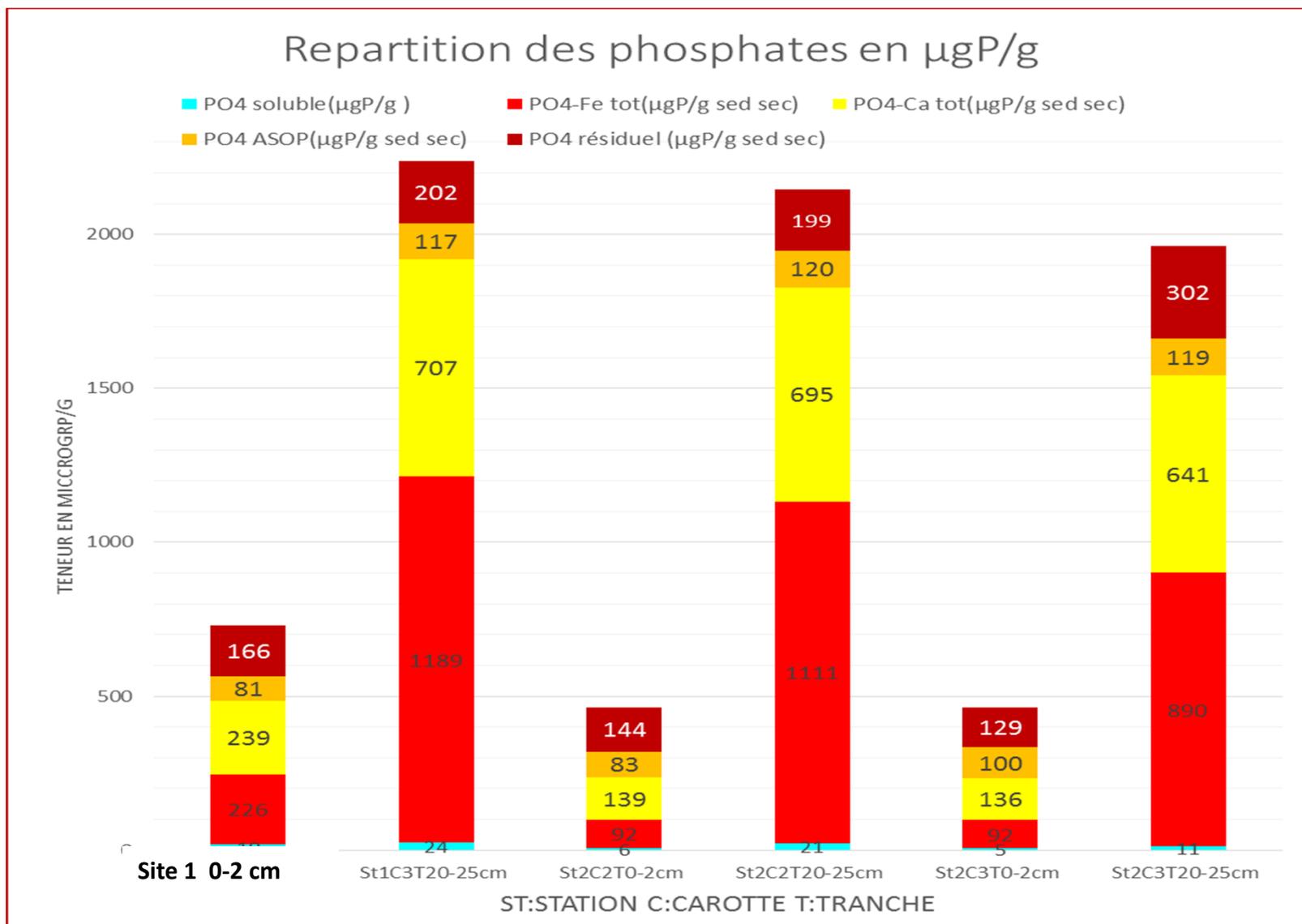


Dialyseurs :
40/site/campagne
→ 80 échantillons campagne HF

Février 2018

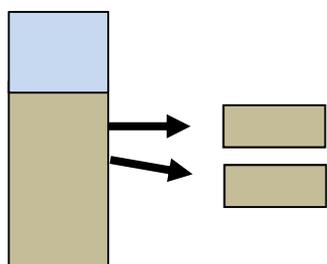


- **Faibles concentrations** en nutriment
- Diminution rapide [$\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$] et augmentation [$\text{NH}_4^+/\text{PO}_4^{3-}$] en lien avec l'hydrodynamisme du milieu
- **Effet traitement pas visible**



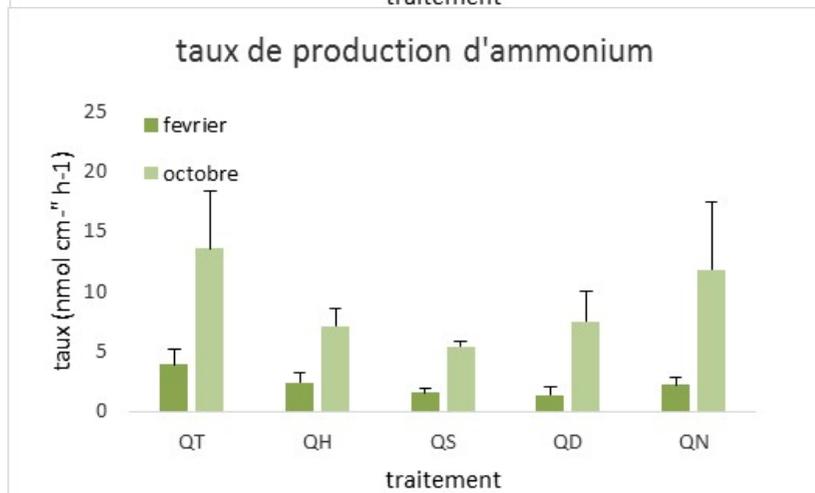
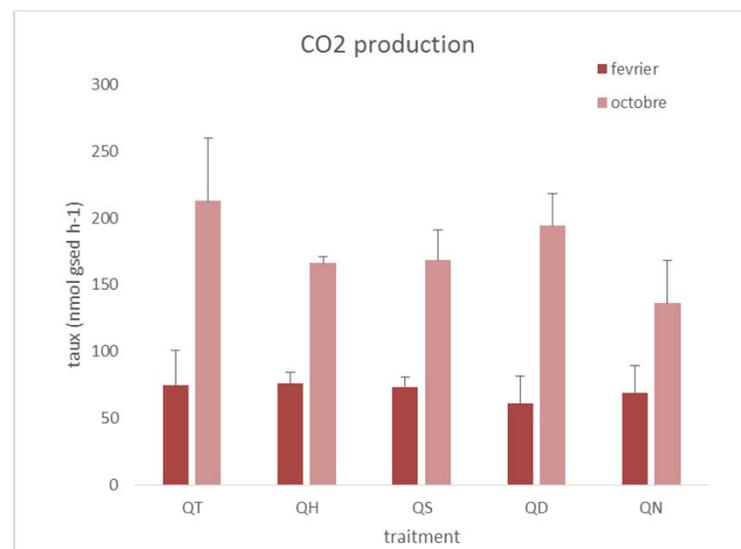
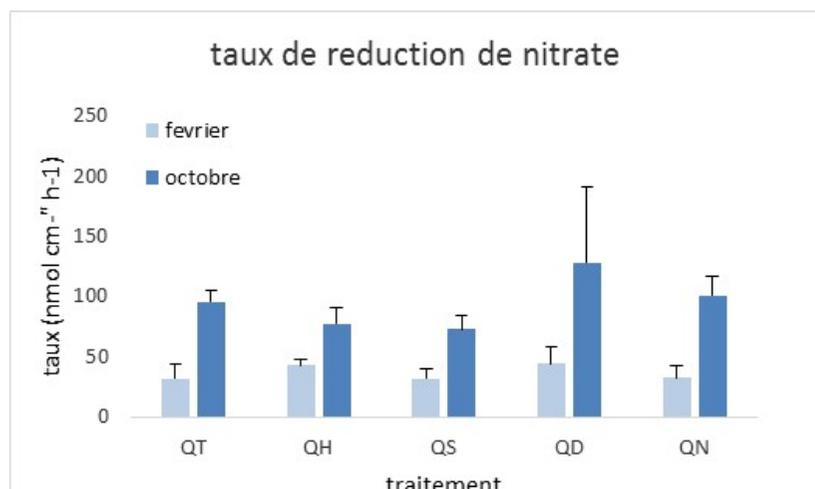
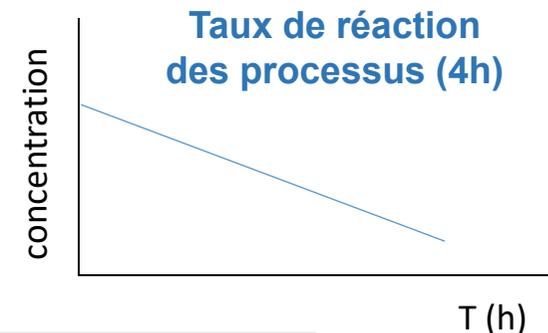
- Fortes variations des formes de P particulaire entre surface et fond
- Différences entre site peu marquées

Taux des réactions biogéochimiques



Réacteurs en flux continu
(NO_3^- , NH_4^+)

Incubations en batch
(CO_2)

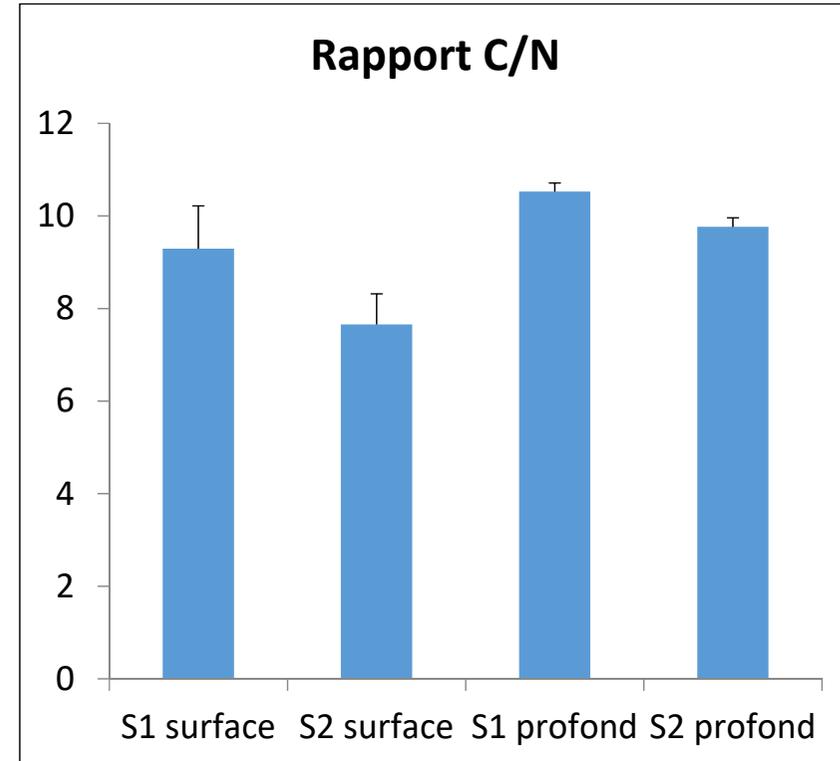
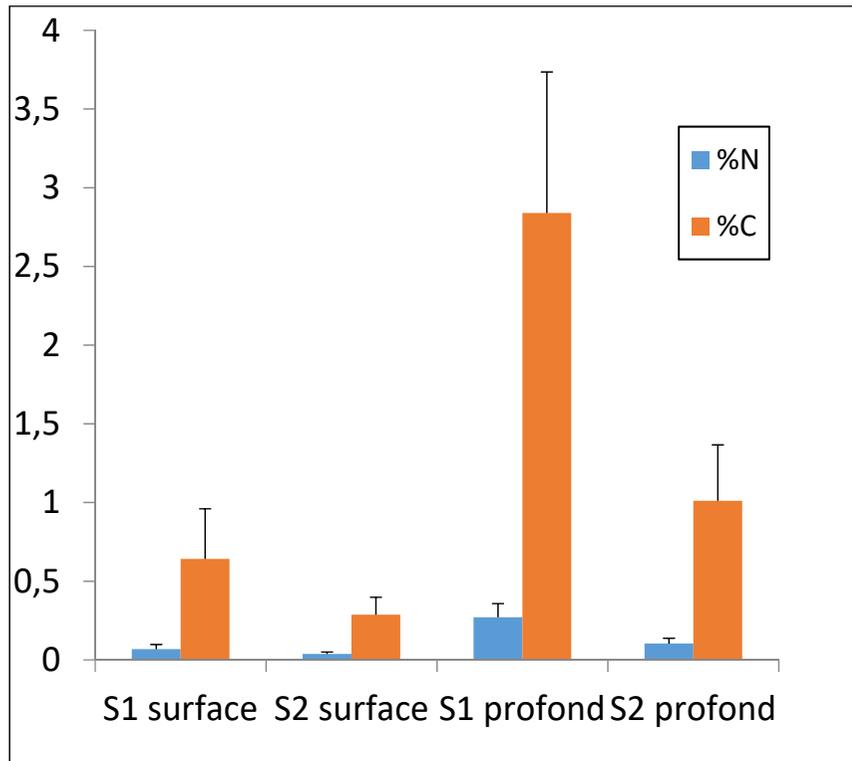


→ Pas d'effet traitement

→ Effet saisonnier:

taux de réduction de NO_3^- et de production de NH_4^+ et CO_2 plus élevés en octobre qu'en février

Février 2018



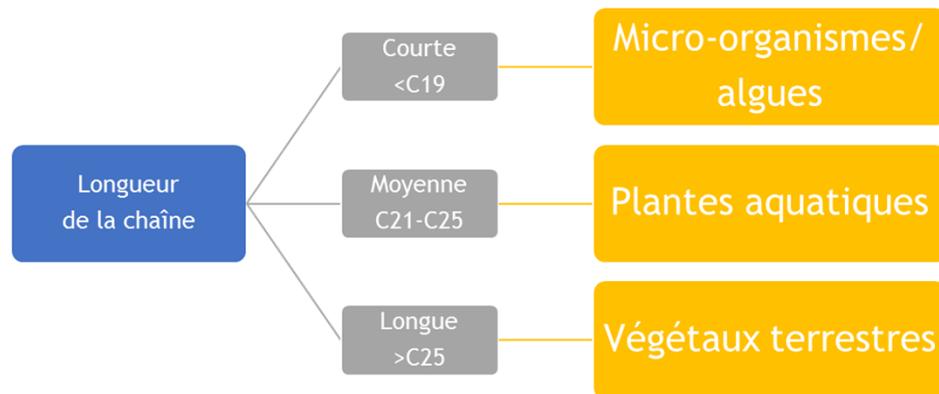
- **Faibles teneurs en Corg et N** en surface
- Augmentation avec la profondeur
- Teneurs plus élevées au niveau du site 1

- Rapport C/N < 10: origine plutôt planctonique/microbienne de la MO ?
- Incertitude forte car faibles %C et %N

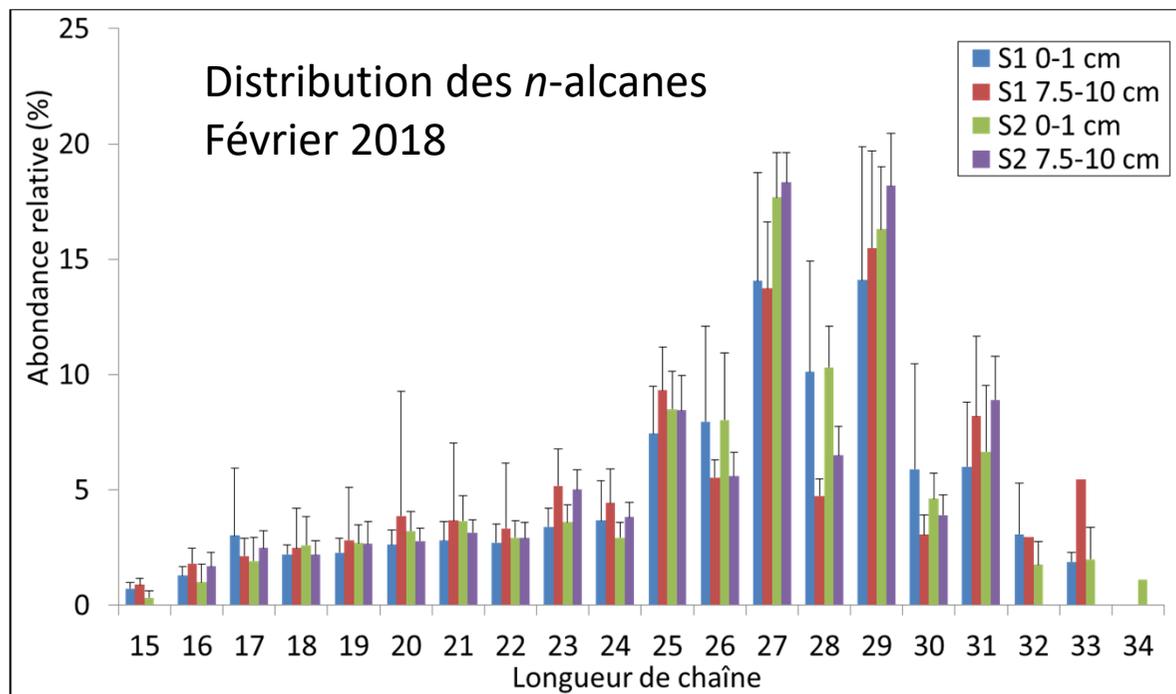
Constituants de la MO sédimentaire

→ Analyses moléculaires pour préciser les sources /les variations qualitatives de la MO

Exemple: *n*-alcanes



→ *n*-alcanes principalement issus des végétaux terrestres

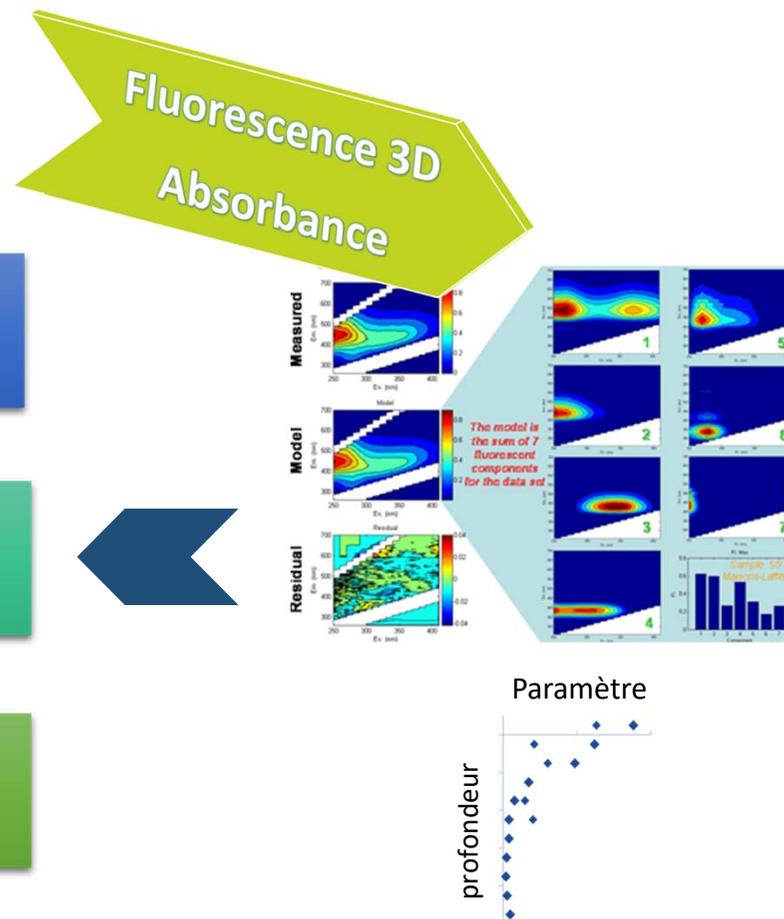
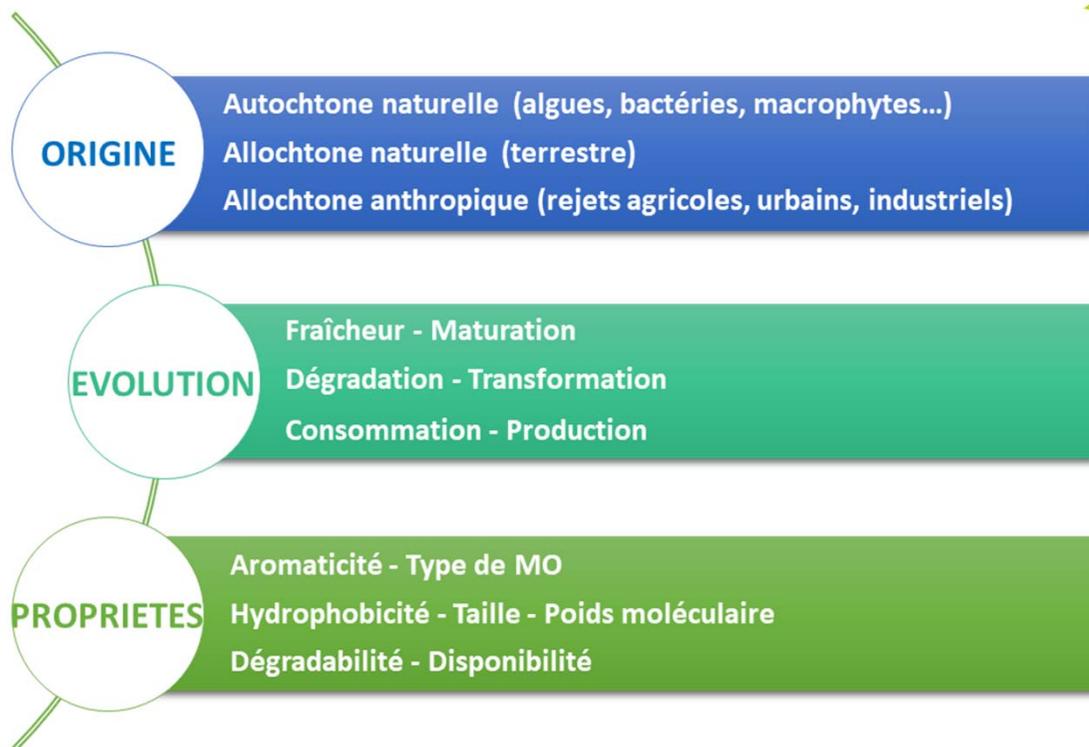


→ Pas de variation qualitative majeure entre les sites/les traitements/la profondeur

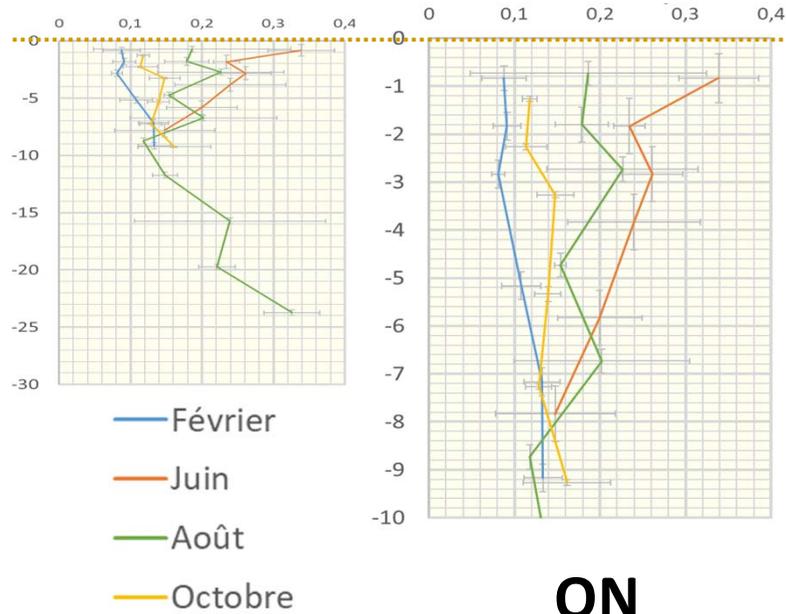
→ Tendance confirmée à partir d'autres molécules (stérols, alcools) et analyses isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$)

- 2 Campagnes **Haute** fréquence - « Février » et « Octobre » (Dialyseurs, rhizons, EPS)
- 2 Campagnes **Basse** fréquence - « Juin » et « Août »

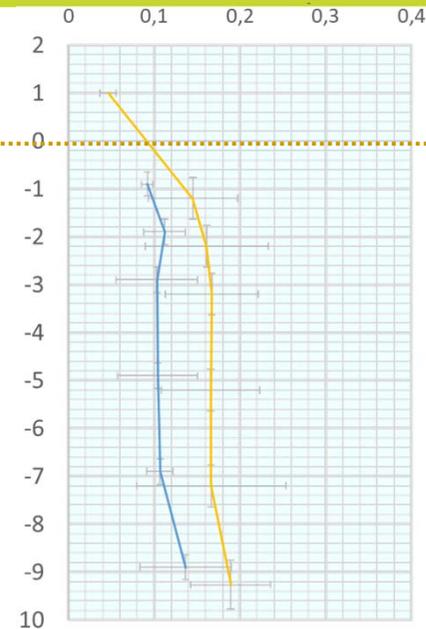
Eaux porales



Station 1



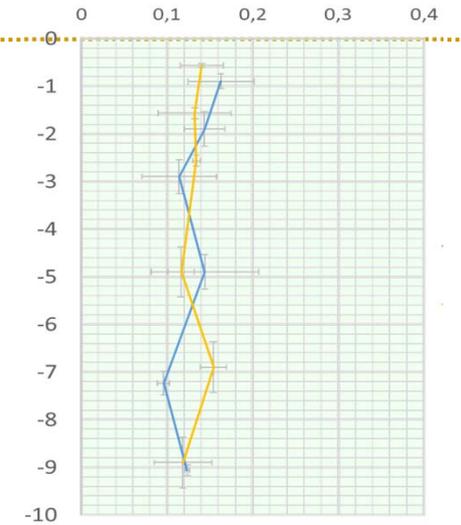
QN



QS



Iy
Protéines - Activité biologique



QH



- Effet saisonnier \rightarrow 10 cm \Rightarrow concentrations plus fortes en été (juin et août)
 \Rightarrow diminution concentration avec la profondeur (juin et août)
 \Rightarrow augmentation concentration avec la profondeur (fév. et oct.)
 \Rightarrow pas d'effet saisonnier en présence d'*H. diversicolor*
 \Rightarrow similaire à QN en présence de *S. plana*



\Rightarrow Effets saisonnier plus marqués en juin et août



\Rightarrow peu de différences pour les campagnes haute fréquence de février et octobre

- ⇒ **Effet traitement peu visible** sur l'ensemble des processus biogéochimiques (nutriments, MO sédimentaire, MO dissoute)
- ⇒ **Effet saisonnier / profondeur** prédominants
- ⇒ Effet site visible sur certains paramètres (e.g. qualité/quantité MOD)



→ *A confronter aux résultats des analyses ex situ (en cours)*

Etape 1

- **Compréhension du rôle fonctionnel des bioturbateurs sur les cycles biogéochimiques et la production primaire microphytobenthique en milieu estuarien:**
 - Expérimentations *in situ*
 - ⇒ - Expérimentations *ex situ*

Etape 2

- **Paramétrisation et mise en place d'un modèle 1DV de fonctionnement des vasières**
 - Couplage:*
 - Bioturbation
 - Dynamique biogéochimique et sédimentaire
 - Production primaire microphytobenthique

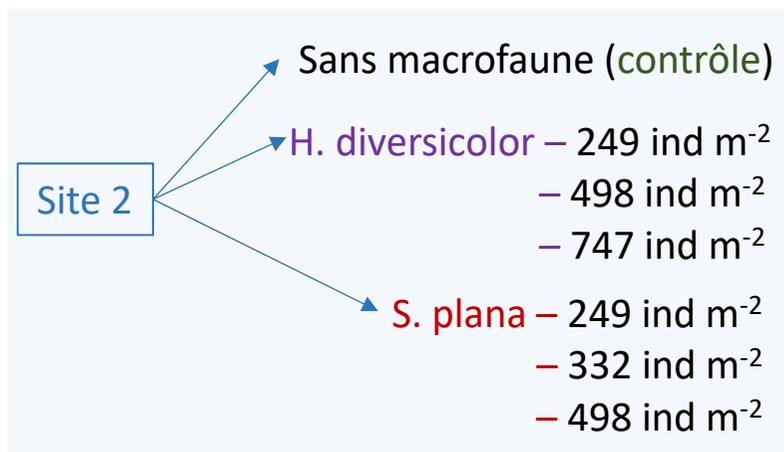
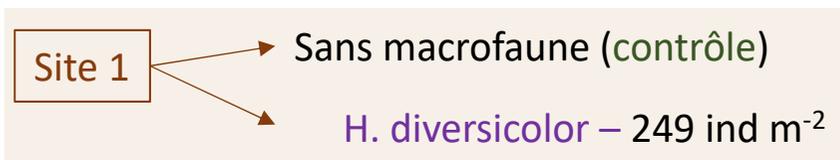
⇒ ***Couplage fort expérimentation / modélisation***
Projet résolument interdisciplinaire

- Deux saisons

Hiver : 24-mars au 05-avr 2018

Fin Été : 24-oct au 05-nov 2018

- 7 traitements (x 3 réplicats) :



Suivi et mesures réalisés



Suivi **Imaging-PAM**
Microtopographie de surface

Insémination MPB
dans le 1^{er} cm

Mesures et prélèvements :

⇒ **Bioturbation** :
Remaniement sédimentaire + Bioirrigation

⇒ **Flux biogéochimiques** à l'IES
(O₂, NH₄⁺, NO₃⁻ + NO₂⁻, PO₄³⁻, dSi)

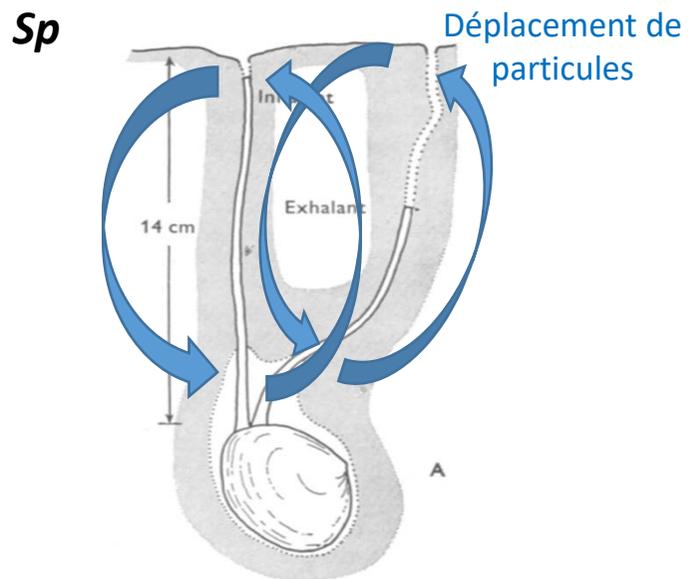
⇒ 1^{er} cm {
- **P. sed.**
- **Chl α**

BIOTURBATION

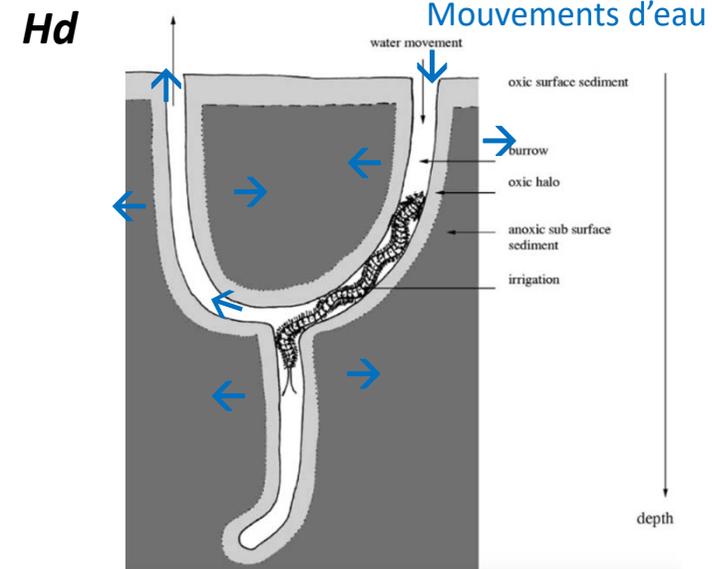
Espèces	Remaniement Sédimentaire	Bioirrigation	Groupe fonctionnel
<i>Hd</i>	+	+++ Effet densité	Diffuseur à galerie
<i>Sp</i>	+++ Effet densité	+	Biodiffuseur de surface

⇒ Taux de bioturbation relativement **faibles en hiver**

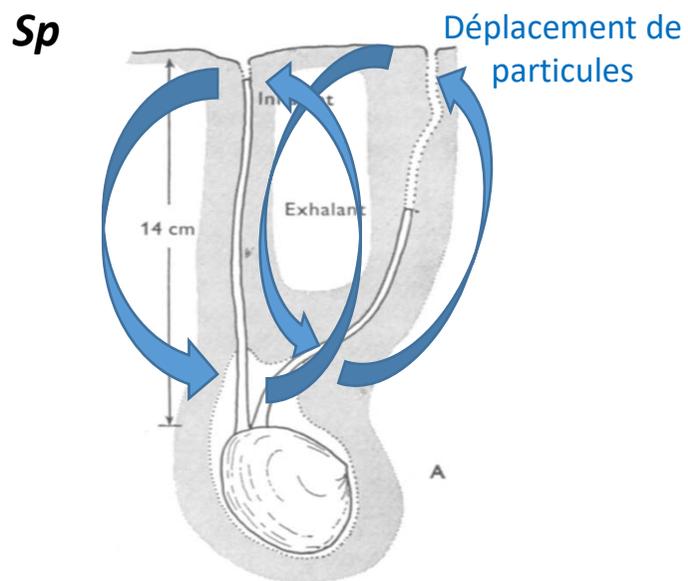
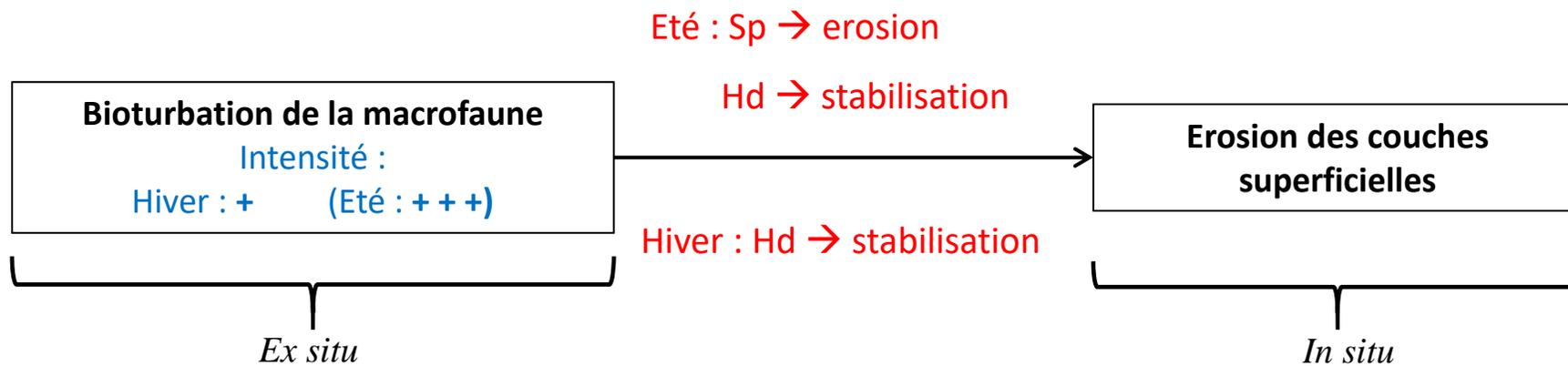
⇒ Taux plus fort en été (en cours de traitement)



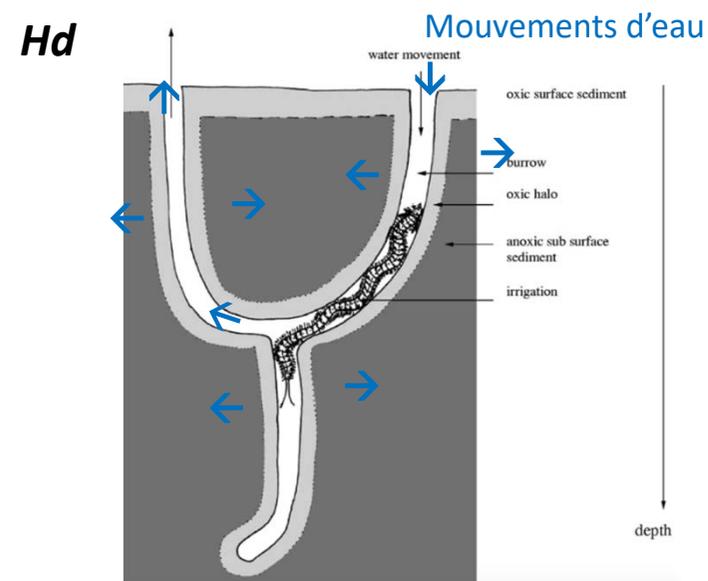
Hughes R. N. 1969



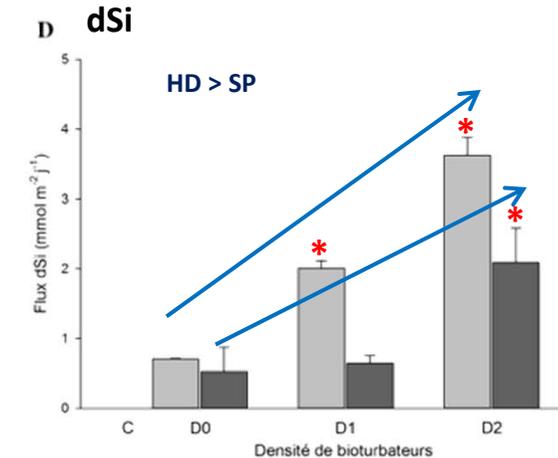
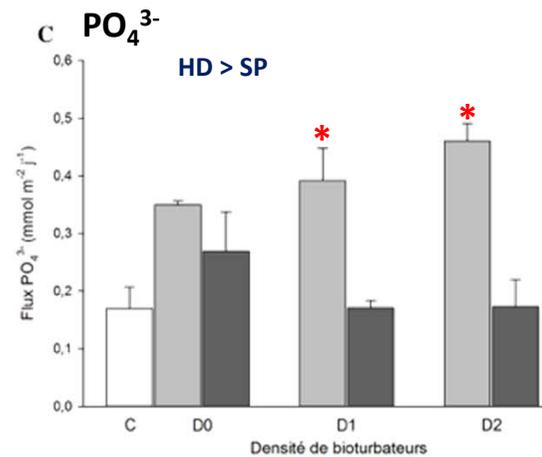
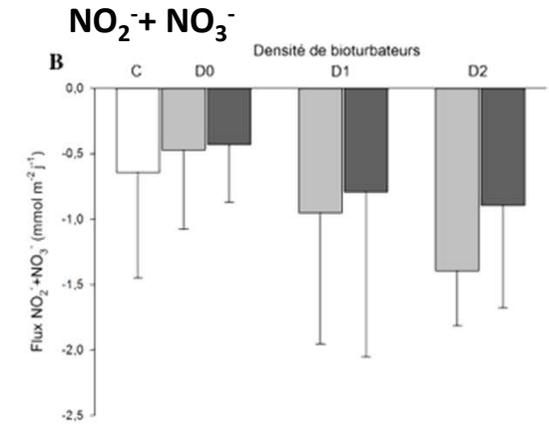
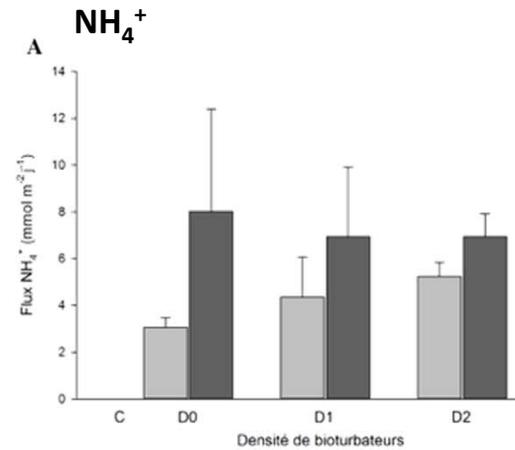
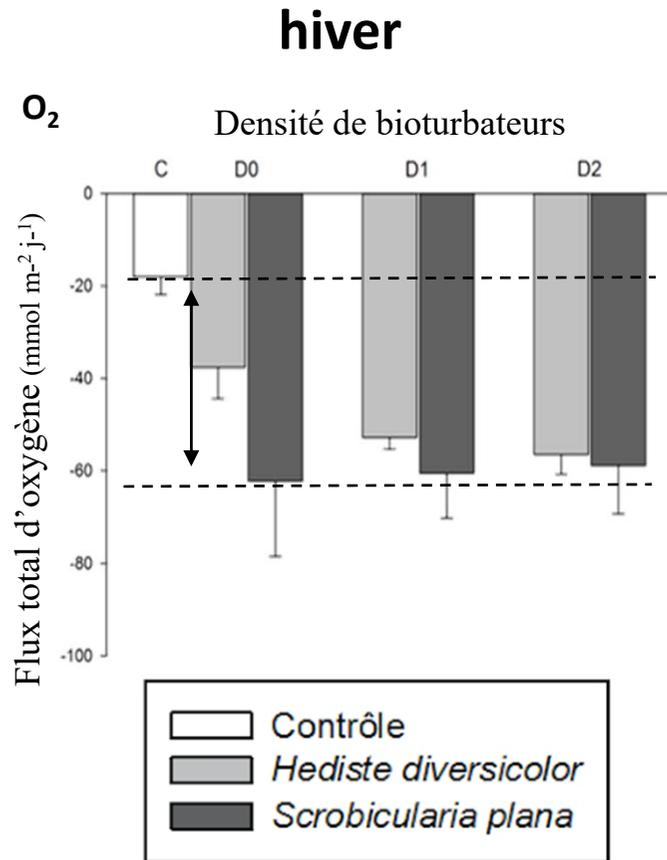
Scaps P. 2002



Hughes R. N. 1969

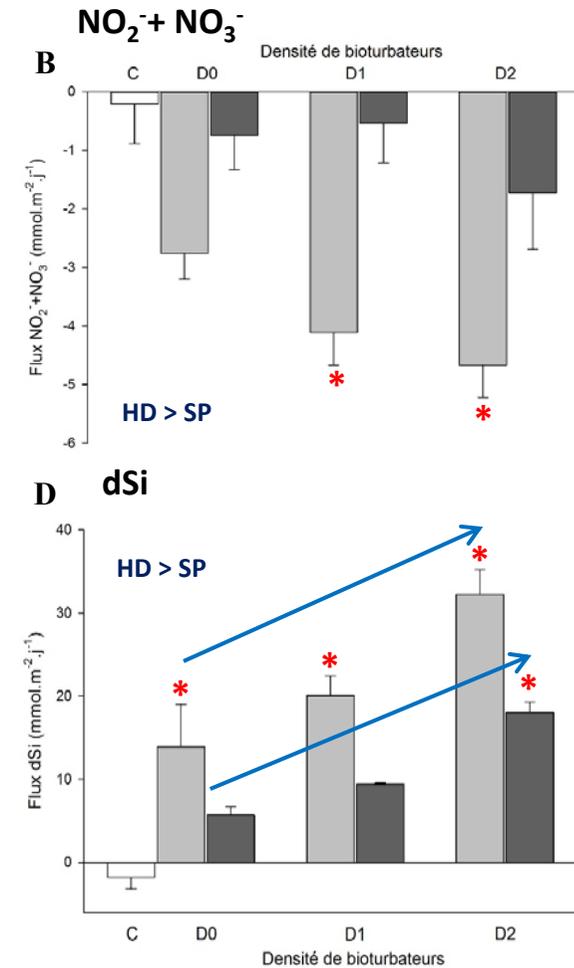
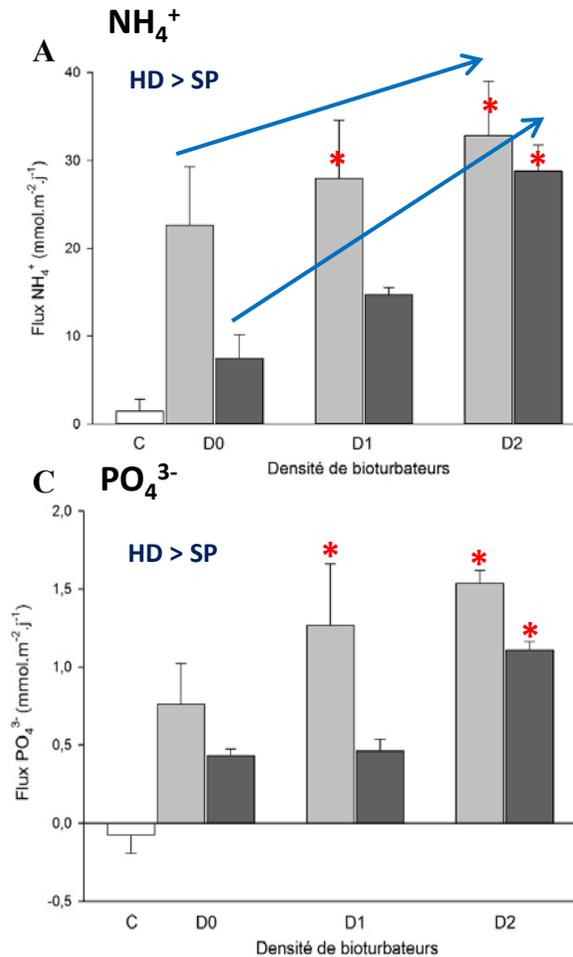
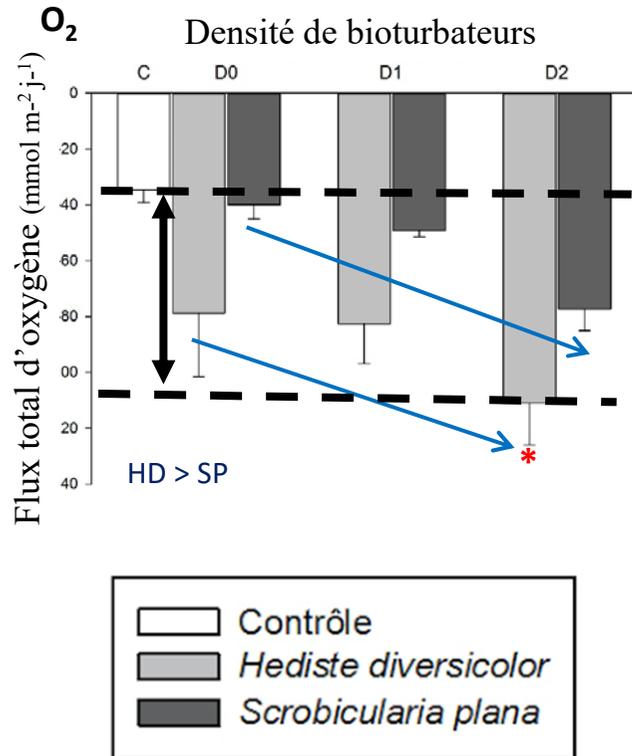


Scaps P. 2002



⇒ Flux biogéochimiques **faibles** en hiver + aucune tendance bien marquée
Lien avec la **faible activité de bioturbation**

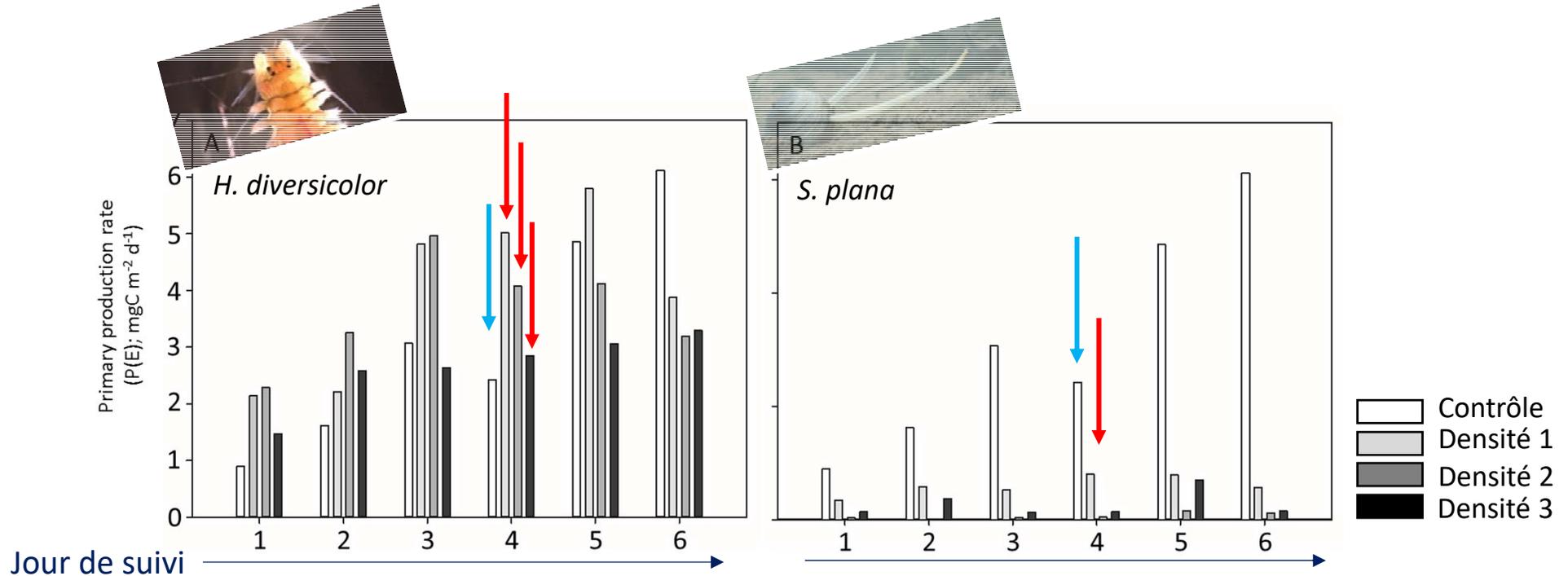
été



⇒ Flux biogéochimiques importants en été + effet des bioturbateurs marqués
Bioirrigation des **néris** domine les flux → stimulerait le recyclage de la matière organique

⇒ **Nutriments davantage disponibles pour le microphytobenthos en présence des bioturbateurs**

Production primaire hivernale



- ⇒ Production favorisée en présence d'*H. diversicolor* avec un effet densité
- ⇒ Production inhibée en présence d'*S. plana* quelque soit la densité
- ⇒ Production fortement corrélée à la concentration de Chl α
- ⇒ Le flux de nutriments est renforcé par l'activité de la macrofaune, jouant un rôle essentiel pour le MPB

Merci de votre attention

