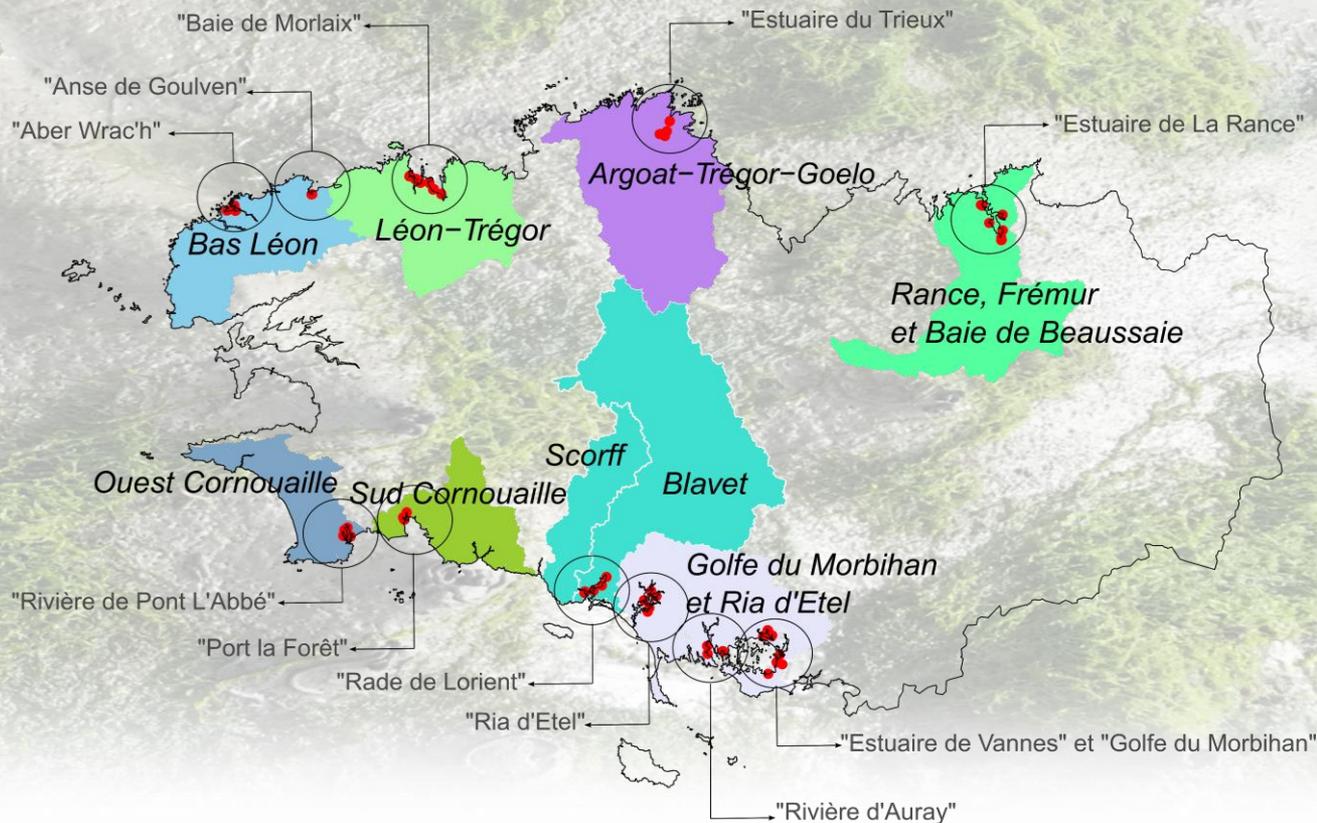
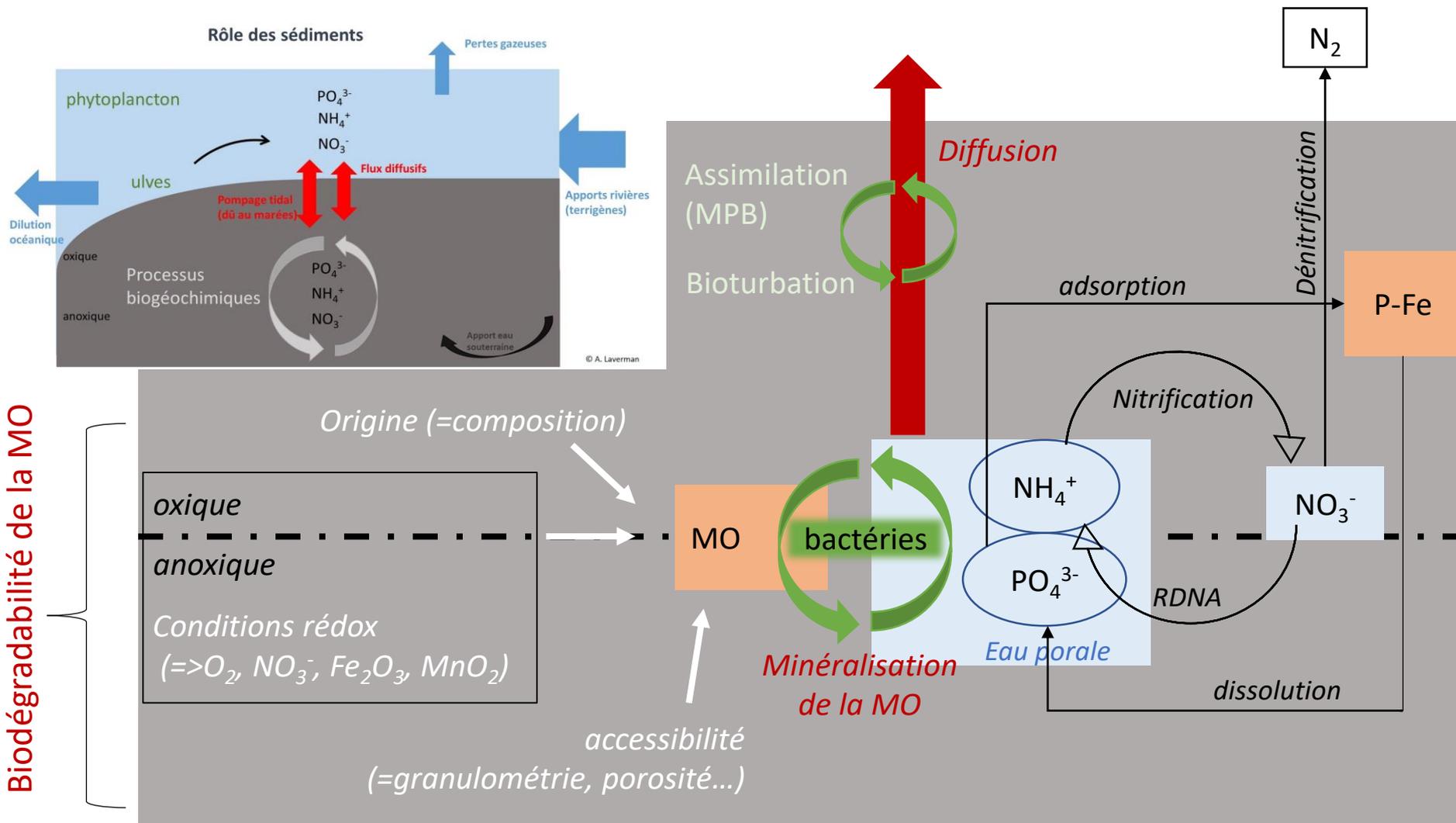


Caractérisation de la variabilité régionale des flux benthiques en lien avec les variations de propriétés des sédiments et caractérisation des processus et forçages des flux benthiques



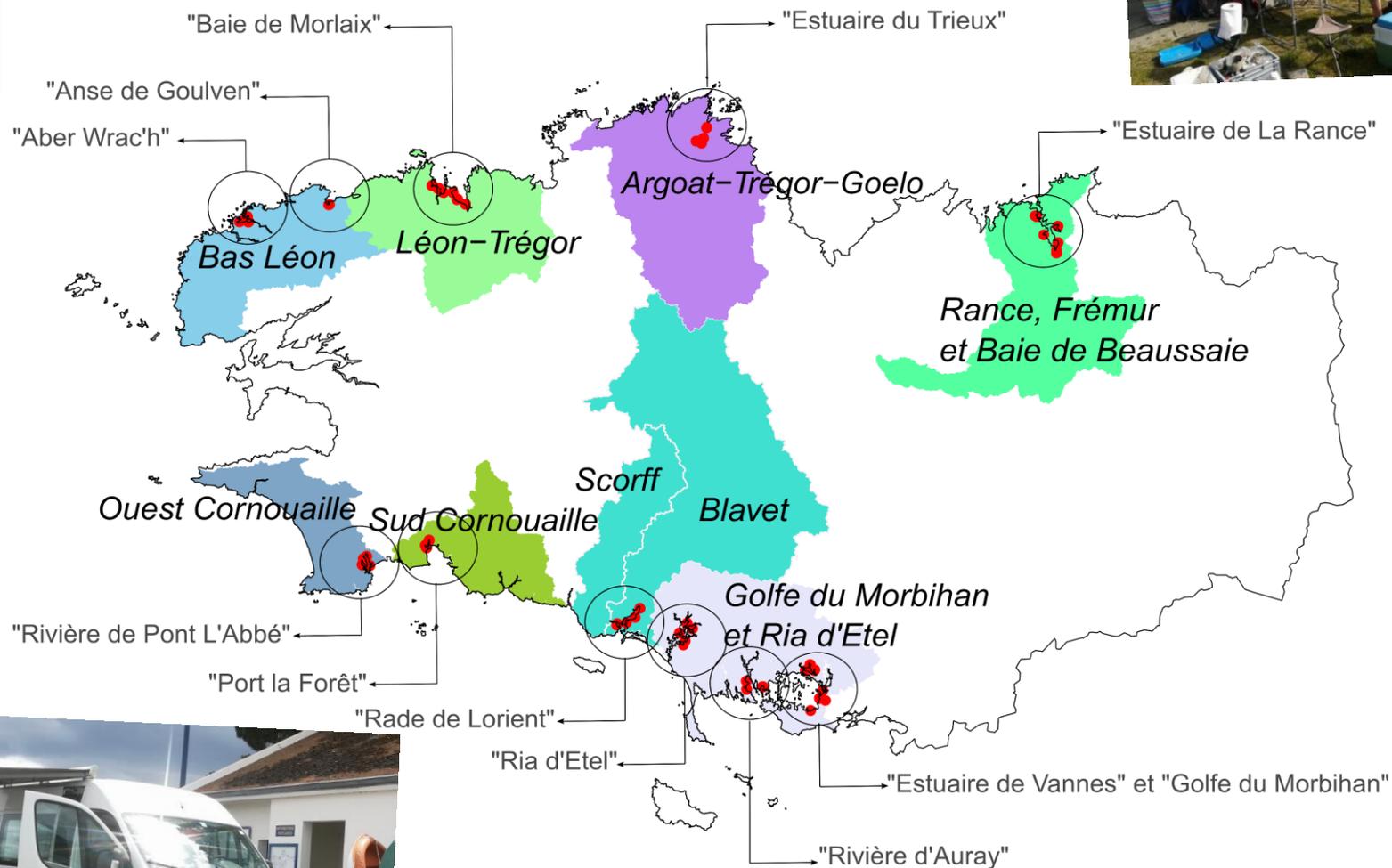
# Objectifs de l'axe 1 :

- ❑ Cartographier les flux benthiques en azote ( $N-NH_4^+$ ) et phosphore ( $P-PO_4^{3-}$ ) à l'échelle de la Bretagne
- ❑ Déterminer la variabilité spatiale des paramètres sédimentaires et les processus clés contrôlant la variabilité des flux benthiques => Proxy ?

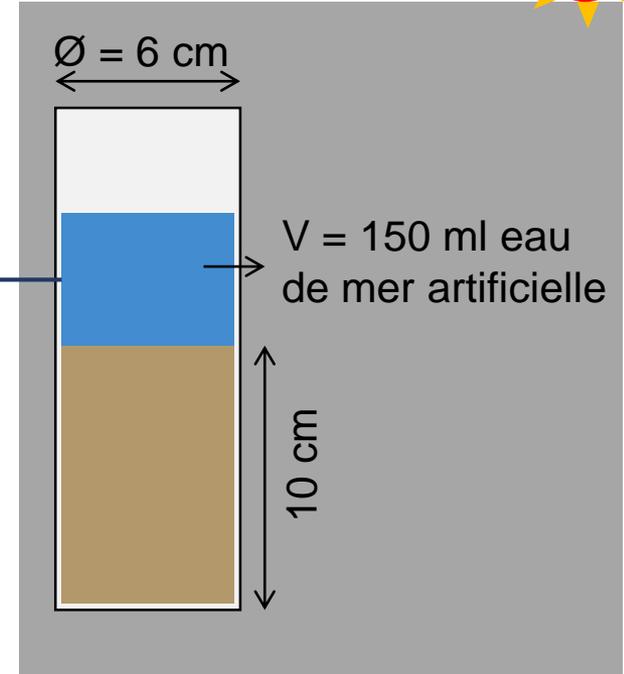
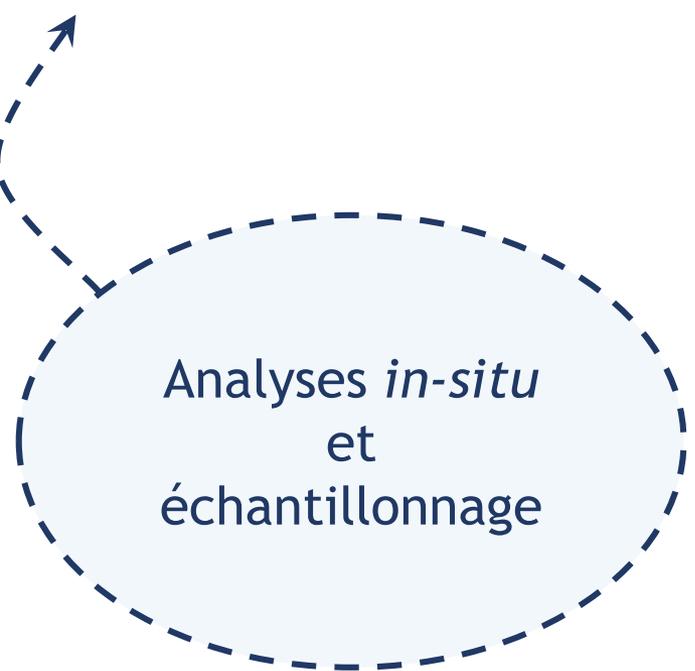


## Première étape :

Prélèvement de **200 échantillons** sur **45 sites** et **12 vasières** durant le printemps 2019



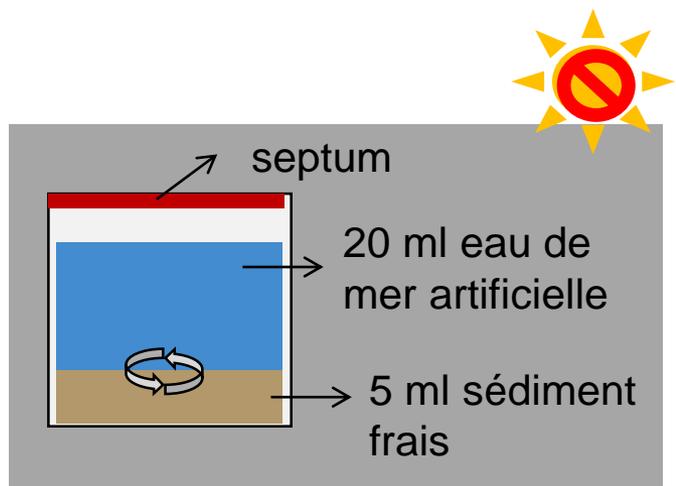
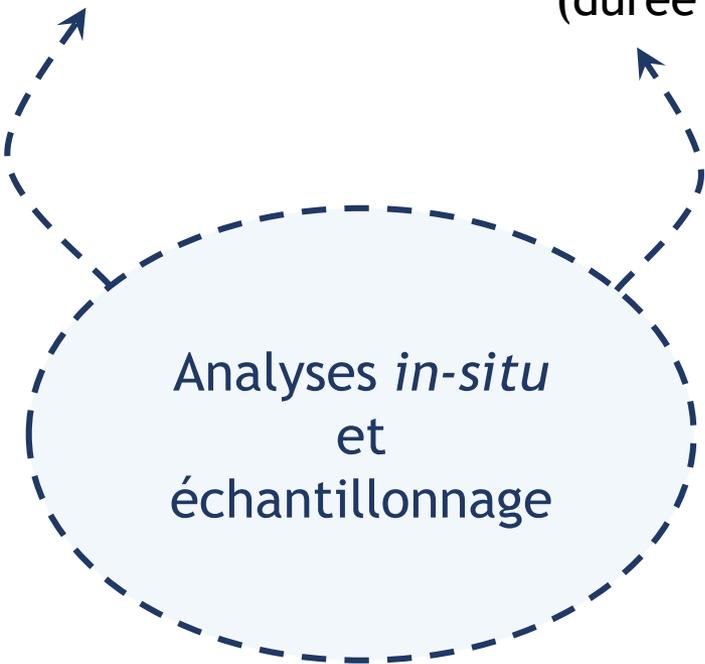
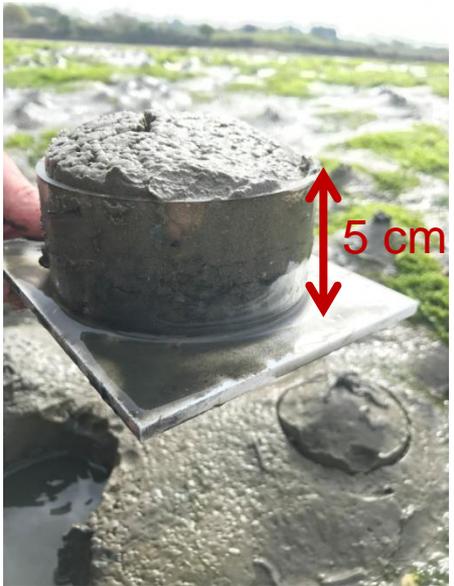
# Détermination des flux benthiques en $\text{N-NH}_4^+$ and $\text{P-PO}_4^{3-}$ via l'incubation des carottes sédimentaires (après 2 et 4 heures après prélèvement)



Mesures de  $\text{NH}_4^+$  et  $\text{PO}_4^{3-}$  dans l'eau surnageante

Détermination des flux benthiques en  $N-NH_4^+$  and  $P-PO_4^{3-}$  via l'incubation des carottes sédimentaires (après 2 et 4 heures après prélèvement)

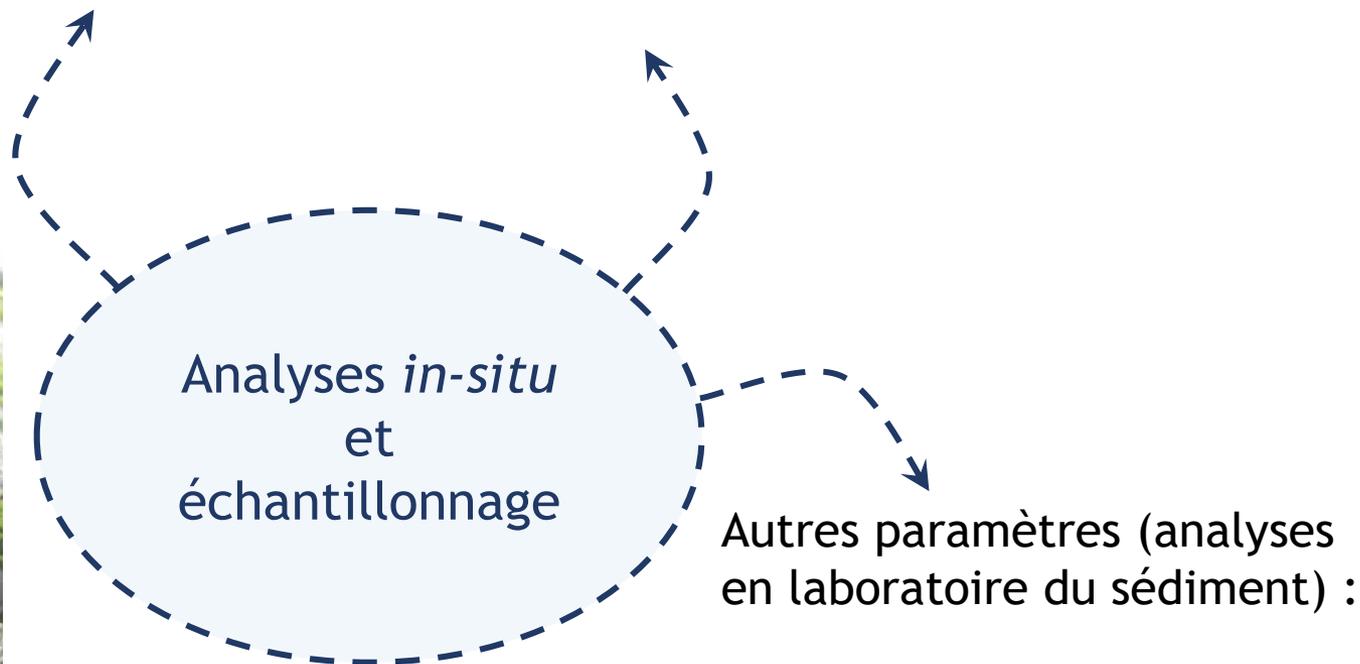
Evaluation de la biodégradabilité de la MO via des incubations en "batch" (durée : 4 heures après prélèvement)



Mesures de la production de  $CO_2$  (par micro GC)

Détermination des flux benthiques en  $\text{N-NH}_4^+$  and  $\text{P-PO}_4^{3-}$  via l'incubation des carottes sédimentaires (après 2 et 4 heures après prélèvement)

Evaluation de la biodégradabilité de la MO via des incubations en "batch" (durée : 6 heures après prélèvement)



- Porosité, teneur en eau et granulométrie
- Indicateur de la biomasse des organismes photo-autotrophes : Chla
- Composition élémentaire (teneur en carbone, azote et phosphore) - *en cours*
- Spéciation du phosphore
- Analyses moléculaires et isotopiques - *en cours*

An aerial photograph of a rocky coastline. The rocks are grey and jagged, interspersed with large, vibrant green patches of seaweed or algae. The water is a pale, milky white color, suggesting a shallow, sandy or silty seabed. The overall scene is a natural, somewhat desolate coastal environment.

Quelle est la variabilité des flux benthiques en  $\text{N-NH}_4^+$  et  $\text{P-PO}_4^{3-}$   
à l'échelle de la Bretagne ?

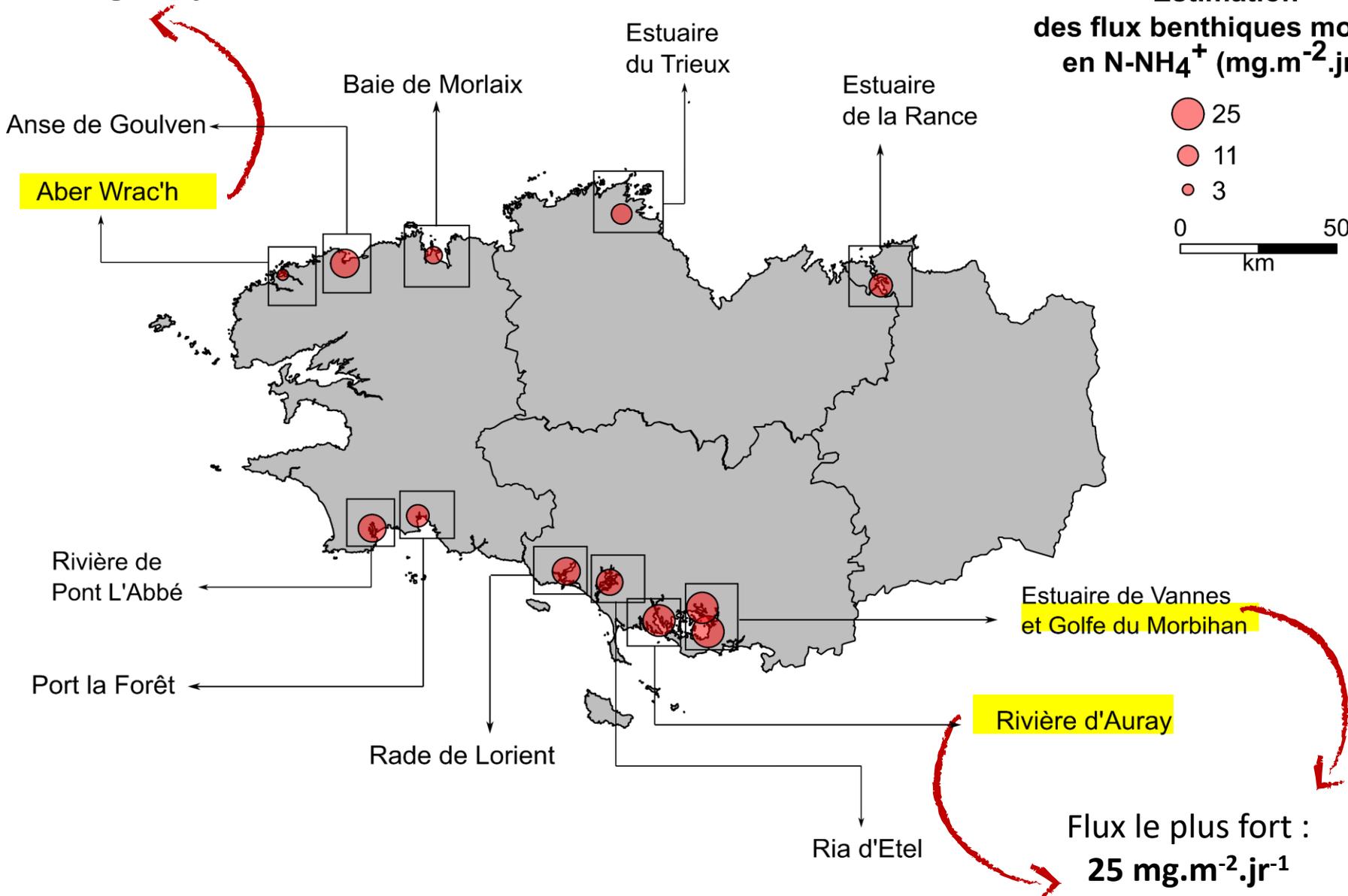
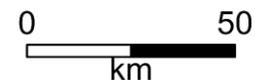
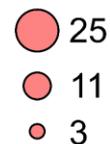
Est-ce comparable à l'échelle internationale ?

Flux moyen  $\text{N-NH}_4^+ = 15 \text{ mg.m}^{-2}.\text{jr}^{-1}$

Flux le plus faible :

$3 \text{ mg.m}^{-2}.\text{jr}^{-1}$

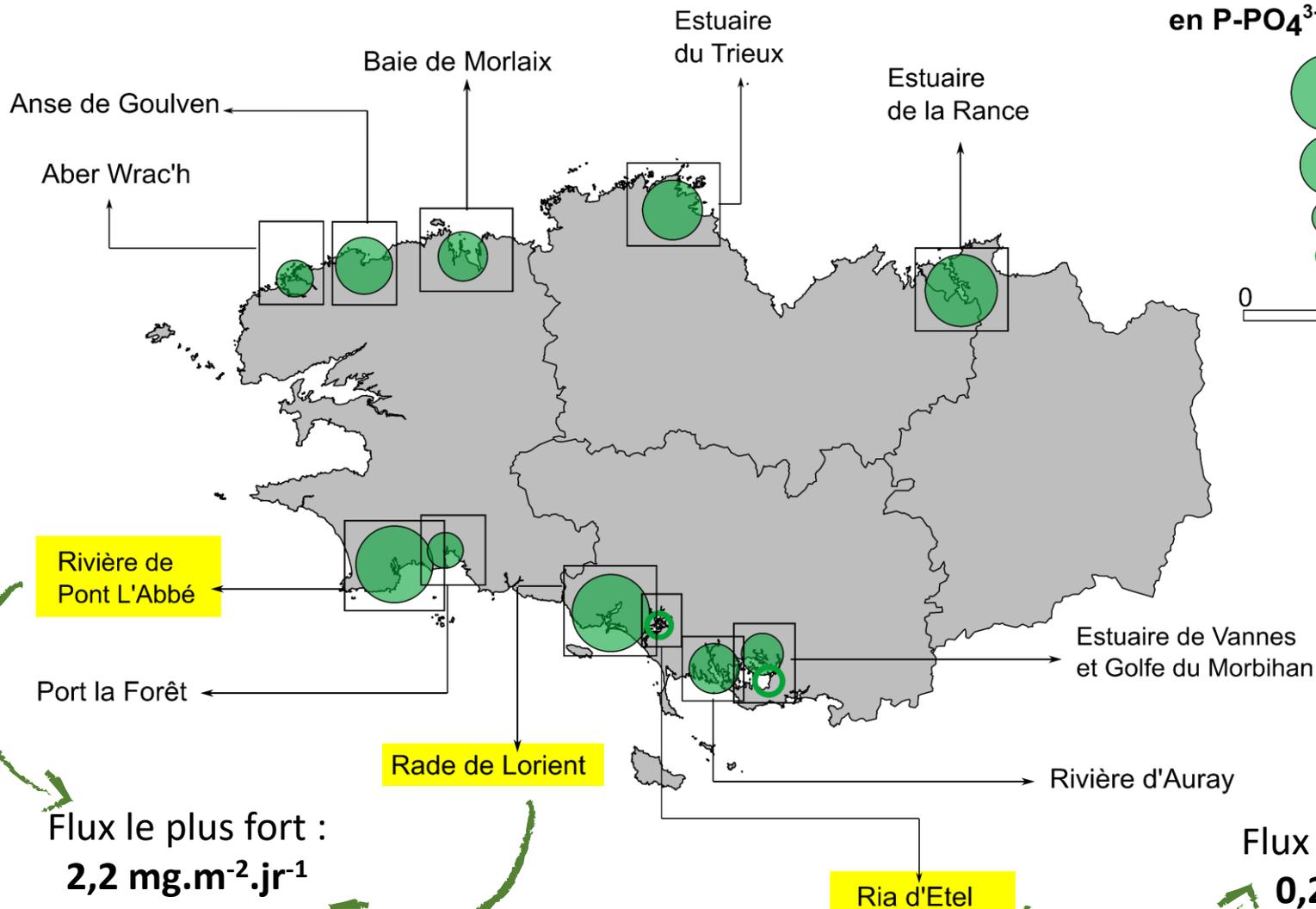
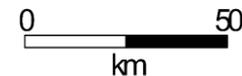
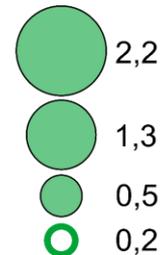
Estimation  
des flux benthiques moyens  
en  $\text{N-NH}_4^+$  ( $\text{mg.m}^{-2}.\text{jr}^{-1}$ )



Flux le plus fort :  
 $25 \text{ mg.m}^{-2}.\text{jr}^{-1}$

Flux moyen P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> = 1,1 mg.m<sup>-2</sup>.jr<sup>-1</sup>

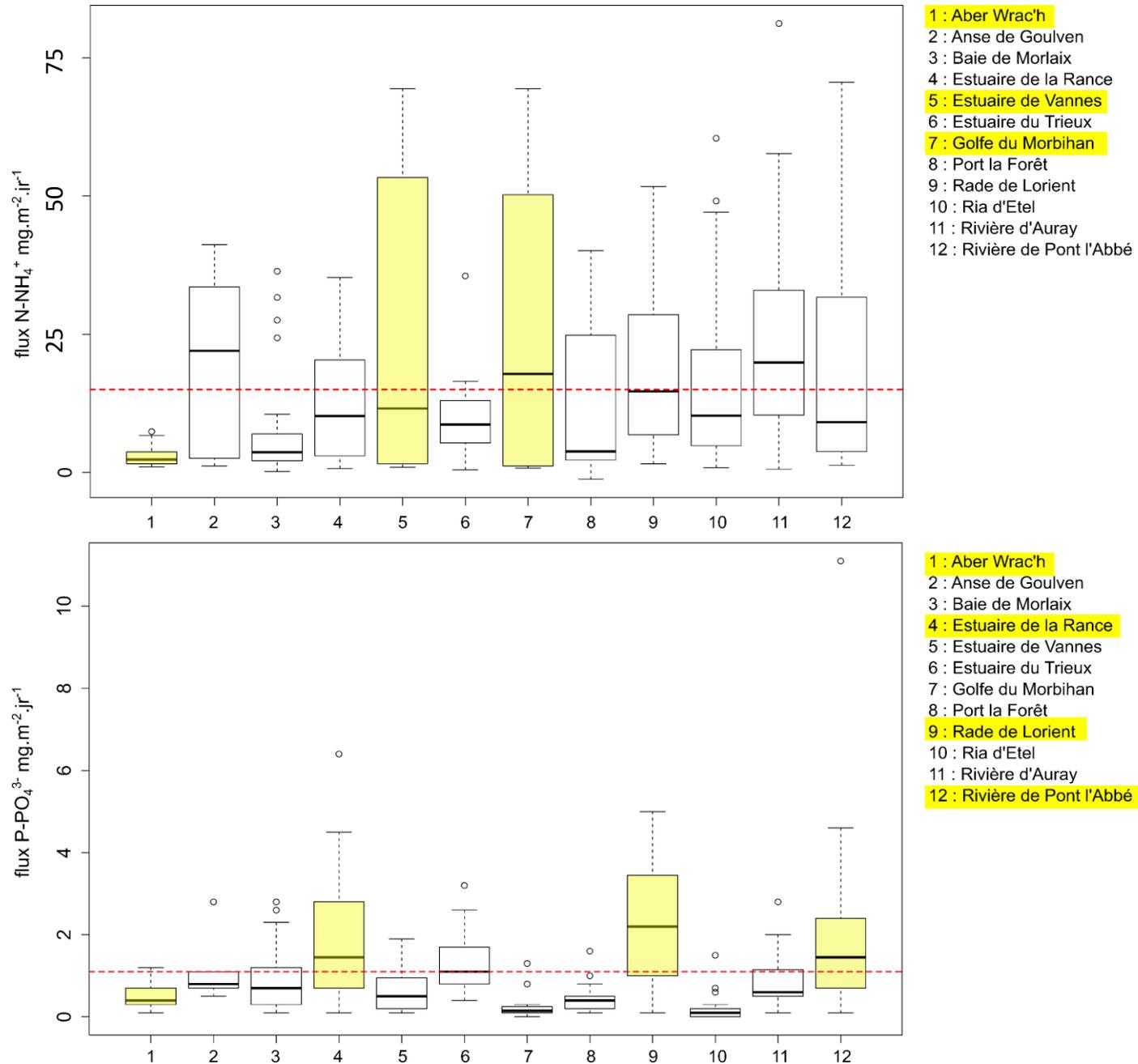
Estimation  
des flux benthiques moyens  
en P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (mg.m<sup>-2</sup>.jr<sup>-1</sup>)

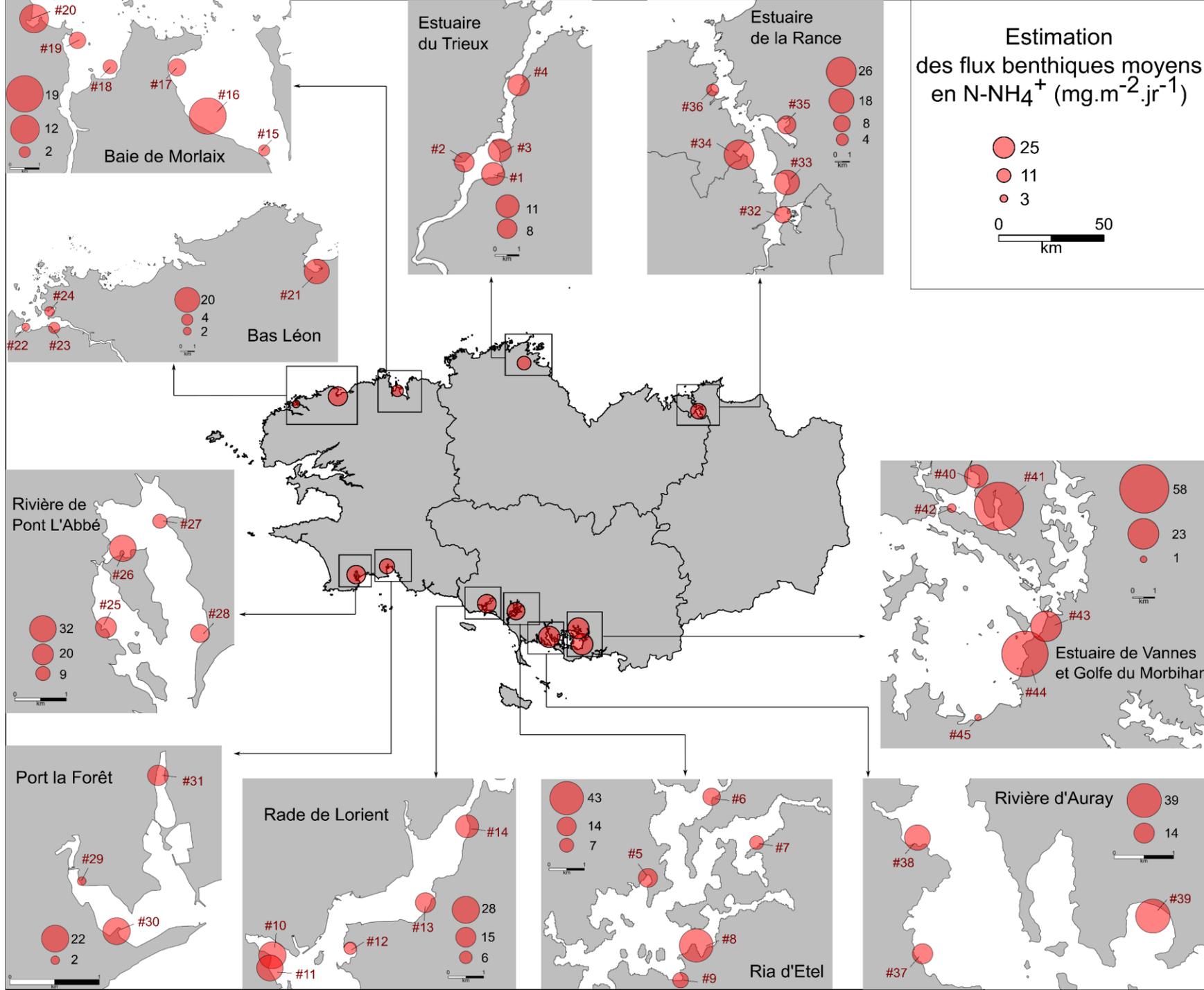


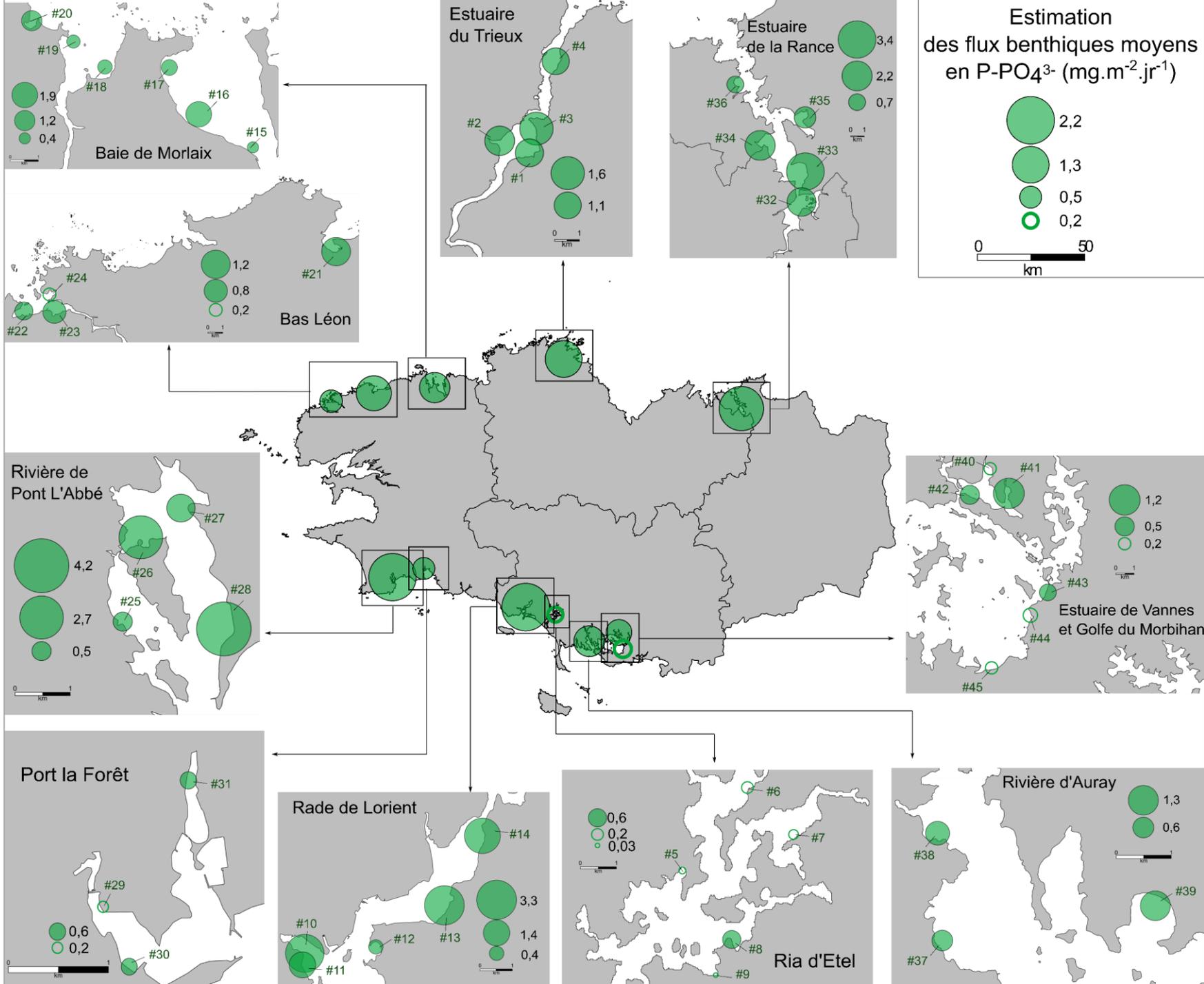
Flux le plus fort :  
2,2 mg.m<sup>-2</sup>.jr<sup>-1</sup>

Flux le plus faible :  
0,2 mg.m<sup>-2</sup>.jr<sup>-1</sup>

# Variabilité des flux benthiques estimés => à l'échelle d'une vasière







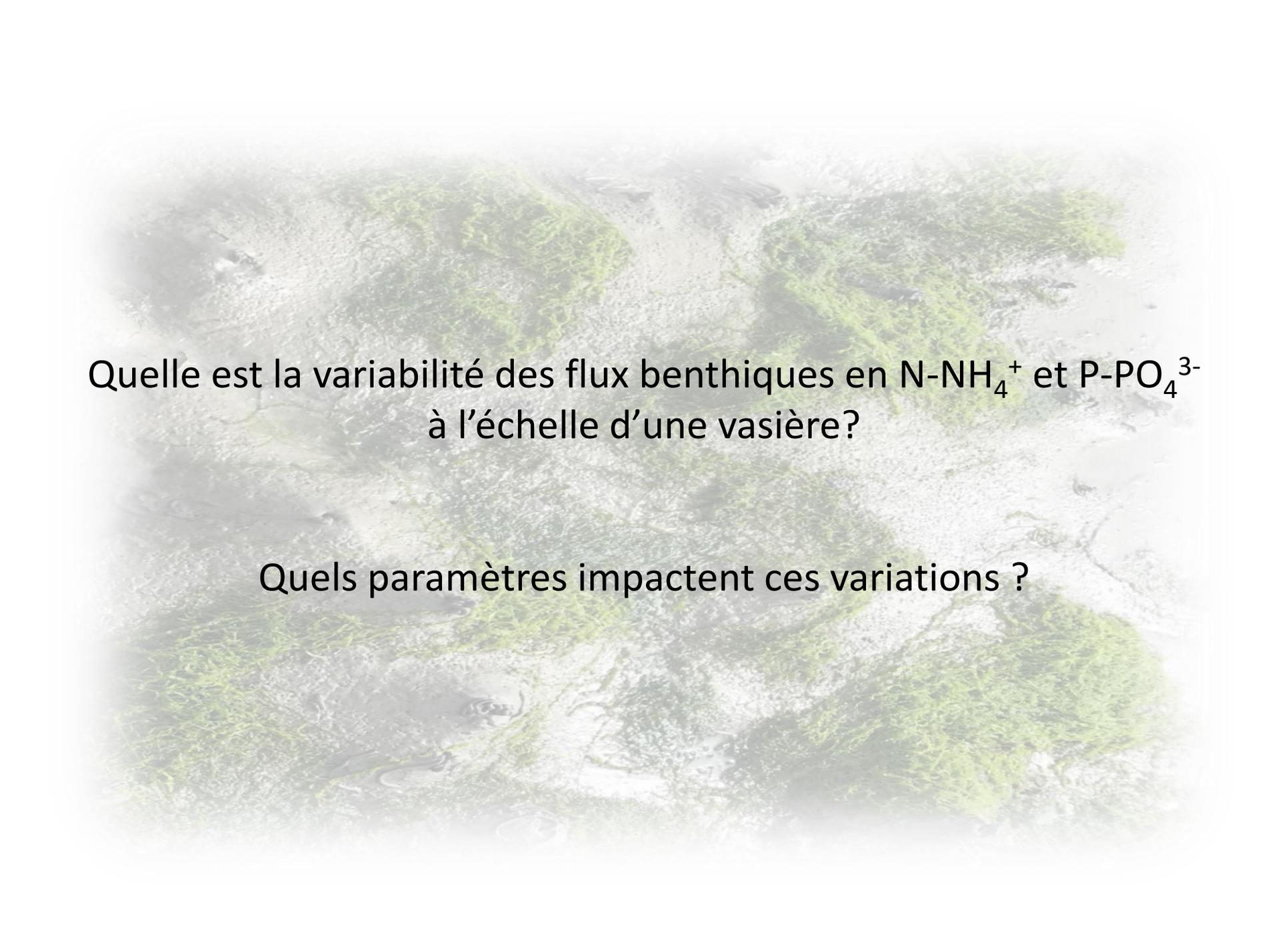
<b>Etude</b>	<b>Lieu ; type de sédiment</b>	<b>Période d'échantillonnage</b>	<b>Flux N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en mg.m<sup>-2</sup>.jour<sup>-1</sup> (<i>valeur, méthode</i>)</b>
Projet IMPRO	Bretagne ; vase	mi avril 2019-mi juin 2019	1-58 ( <i>min-max., incubation</i> )

<b>Etude</b>	<b>Lieu ; type de sédiment</b>	<b>Période d'échantillonnage</b>	<b>Flux N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en mg.m<sup>-2</sup>.jour<sup>-1</sup> (valeur, méthode)</b>
Projet IMPRO	Bretagne ; vasière	mi avril 2019-mi juin 2019	1-58 ( <i>min-max., incubation</i> )
Sundback and Miles (2002)	Baies peu profondes, côte ouest de la Suède	avril et juin 2000	24 ( <i>max., incubation</i> )
Engelsen et al. (2008)	Baies peu profondes, côte ouest de la Suède ; gradient sablo-vaseux	juin et septembre 2002	0-60 ( <i>min-max., incubation</i> )
Caffrey et al. (2002)	Embouchure de Elkhorn South, Californie ; Vasière « Vierra »	juillet 1999	20 ( <i>moy., incubation</i> )
Percuoco et al. (2015)	Estuaire « Great Bay », côte nord des USA ; vasières	milieu été-début automne	20 ( <i>moy., incubation et calcul flux diffusif</i> )
Cook et al. (2004)	Estuaire « Huon », Tasmanie ; vasière	Été 2001	32 ( <i>max., incubation</i> )

Etude	Lieu ; type de sédiment	Période d'échantillonnage	Flux N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> en mg.m <sup>-2</sup> .jour <sup>-1</sup> (valeur, méthode)
Projet IMPRO	Bretagne ; vasière	mi avril 2019-mi juin 2019	1-58 (min-max., incubation)
Sundback and Miles (2002)	Baies peu profondes, côte ouest de la Suède	avril et juin 2000	24 (max., incubation)
Engelsen et al. (2008)	Baies peu profondes, côte ouest de la Suède ; gradient sablo-vaseux	juin et septembre 2002	0-60 (min-max., incubation)
Caffrey et al. (2002)	Embouchure de Elkhorn South, Californie ; Vasière « Vierra »	juillet 1999	20 (moy., incubation)
Percuoco et al. (2015)	Estuaire « Great Bay », côte nord des USA ; vasières	milieu été-début automne	20 (moy., incubation et calcul flux diffusif)
Cook et al. (2004)	Estuaire « Huon », Tasmanie ; vasière	Été 2001	32 (max., incubation)
Bally et al. (2004)	Estuaire de la Seine ; vasière	mars-juin 2001	1,4 (moy., calcul flux diffusif)
Laima et al. (2002)	Vasière de la Baie de Marennes-Oléron	mars et juin 1999	46-20 (moy., incubation)
Lerat et al. (1990)	Baie de Morlaix	fin avril 1985	3 (moy., incubation)
	projet IMPRO sites #18 et #19 (Baie de Morlaix)	mi mai 2019	#18 = 3 (moy.) #19 = 4 (moy.)

<b>Etude</b>	<b>Lieu ; type de sédiment</b>	<b>Période d'échantillonnage</b>	<b>Flux P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> en mg.m<sup>-2</sup>.jour<sup>-1</sup> (valeur, méthode)</b>
Projet IMPRO	Bretagne ; vasière	mi avril 2019-mi juin 2019	~ 0 -4,2 ( <i>min-max., incubation</i> )
Sundback and Miles (2002)	Baies peu profondes, côte ouest de la Suède	avril et juin 2000	1,9 ( <i>max., incubation</i> )
Engelsen et al. (2008)	Baies peu profondes, côte ouest de la Suède ; gradient sablo-vaseux	juin et septembre 2002	0-6,2 ( <i>min-max., incubation</i> )
Caffrey et al. (2002)	Embouchure de Elkhorn South, Californie ; Vasière « Vierra »	juillet 1999	~ 0 ( <i>moy., incubation</i> )
Percuoco et al. (2015)	Estuaire « Great Bay », côte nord des USA ; vasières	milieu été-début automne	4,7 ( <i>moy., incubation et calcul flux diffusif</i> )

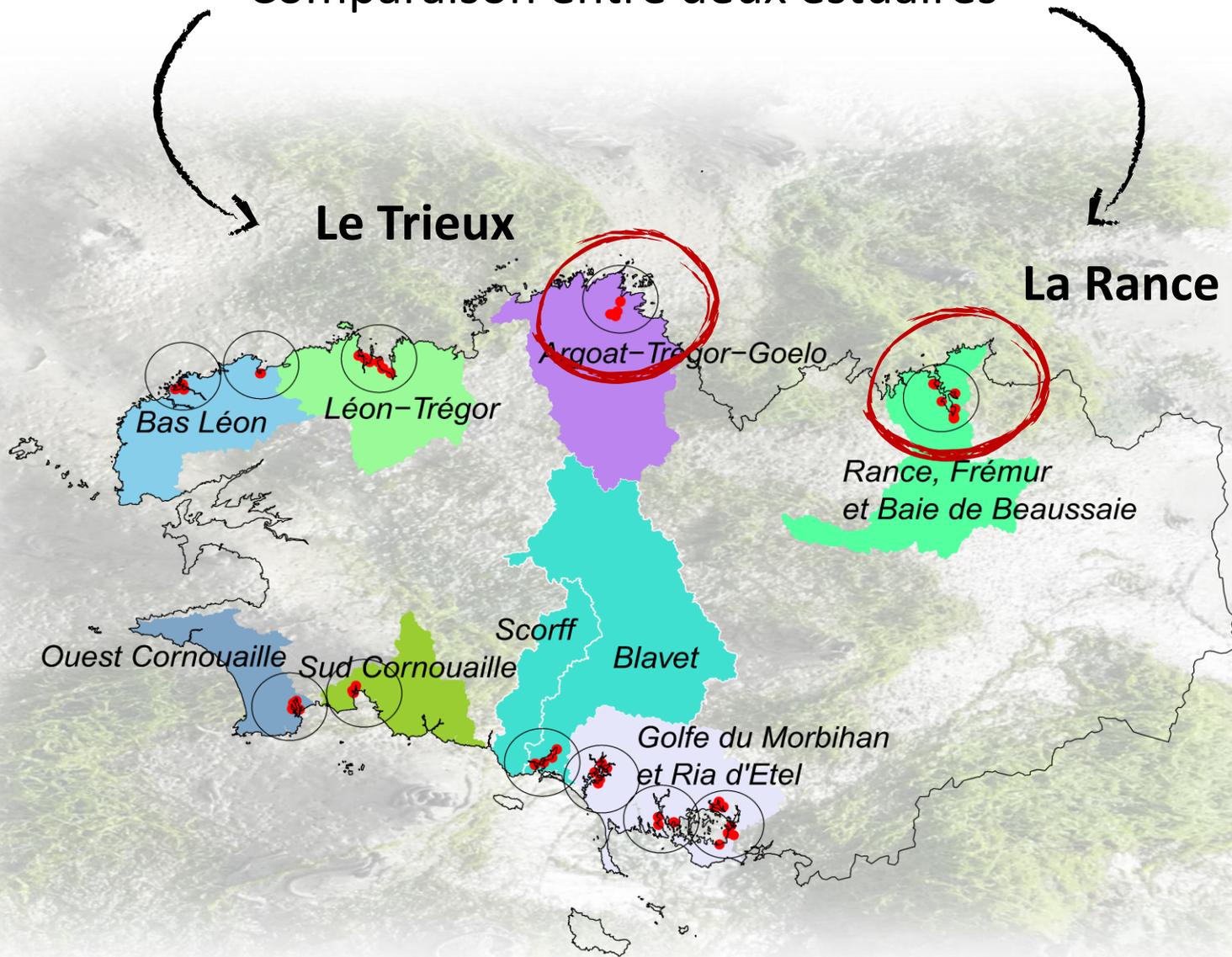
<b>Etude</b>	<b>Lieu ; type de sédiment</b>	<b>Période d'échantillonnage</b>	<b>Flux P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> en mg.m<sup>-2</sup>.jour<sup>-1</sup> (valeur, méthode)</b>
Projet IMPRO	Bretagne ; vasière	mi avril 2019-mi juin 2019	~ 0 -4,2 ( <i>min-max., incubation</i> )
Sundback and Miles (2002)	Baies peu profondes, côte ouest de la Suède	avril et juin 2000	1,9 ( <i>max., incubation</i> )
Engelsen et al. (2008)	Baies peu profondes, côte ouest de la Suède ; gradient sablo-vaseux	juin et septembre 2002	0-6,2 ( <i>min-max., incubation</i> )
Caffrey et al. (2002)	Embouchure de Elkhorn South, Californie ; Vasière « Vierra »	juillet 1999	~ 0 ( <i>moy., incubation</i> )
Percuoco et al. (2015)	Estuaire « Great Bay », côte nord des USA ; vasières	milieu été-début automne	4,7 ( <i>moy., incubation et calcul flux diffusif</i> )
Bally et al. (2004)	Estuaire de la Seine ; vasière	mars-juin 2001	9,3 ( <i>moy., calcul flux diffusif</i> )
Andrieux et al. (2008)	Estuaire de la Penzé (Nord Bretagne)	Août 2004 – juin 2005	~ 0 - 12,7 ( <i>min-max., calcul flux diffusif</i> )

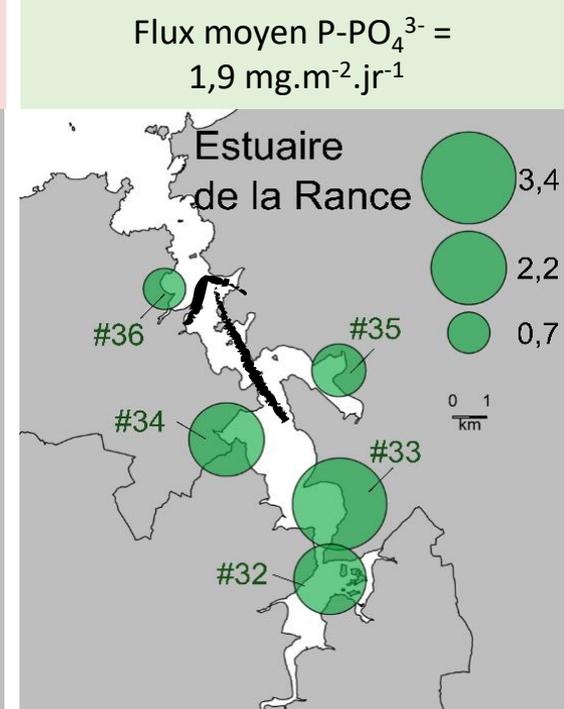
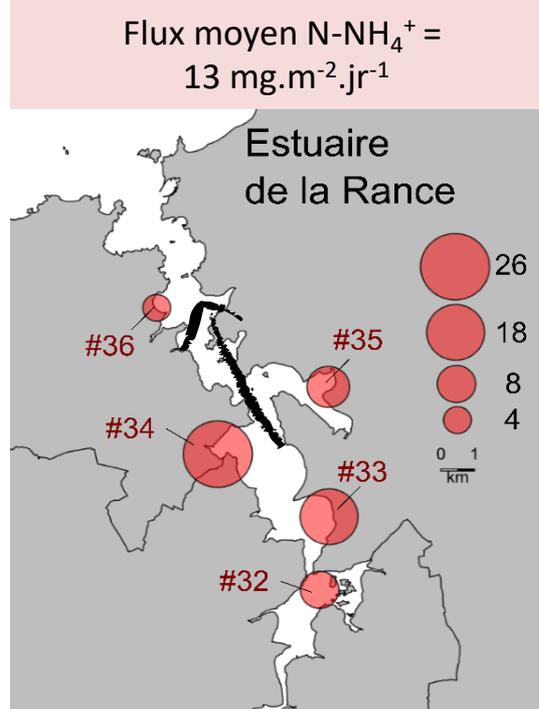
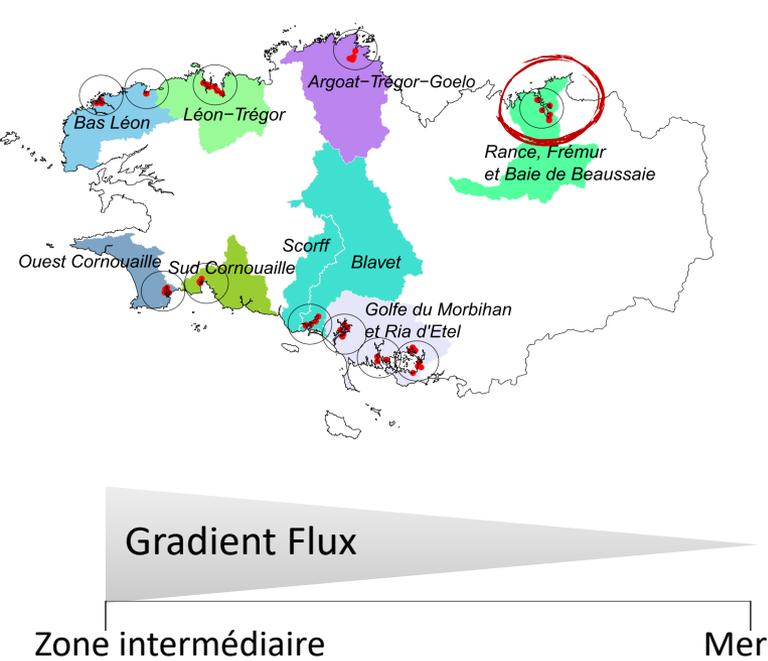
An aerial photograph of a coastal area, likely a rocky shore. The image shows a mix of grey, light-colored rocks and large, irregular patches of bright green seaweed or algae. The seaweed appears to be growing in clusters, with some areas being more densely covered than others. The overall scene is somewhat hazy, suggesting a slightly overcast day or a misty atmosphere. The text is overlaid on the center of the image.

Quelle est la variabilité des flux benthiques en  $\text{N-NH}_4^+$  et  $\text{P-PO}_4^{3-}$   
à l'échelle d'une vasière?

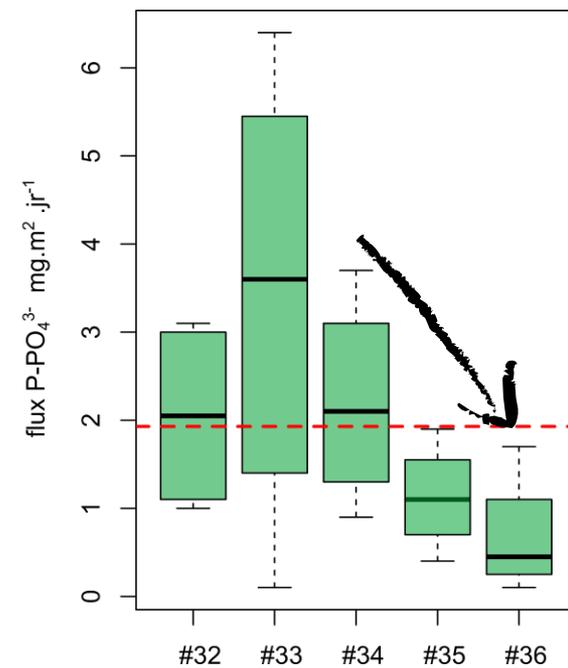
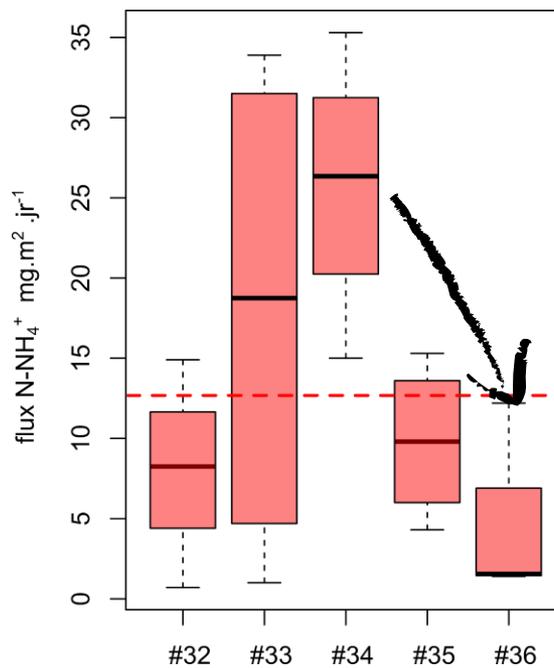
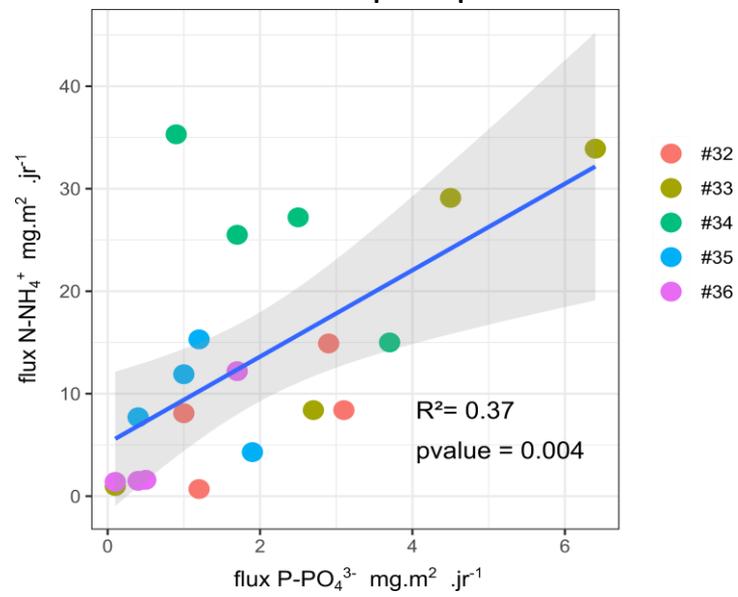
Quels paramètres impactent ces variations ?

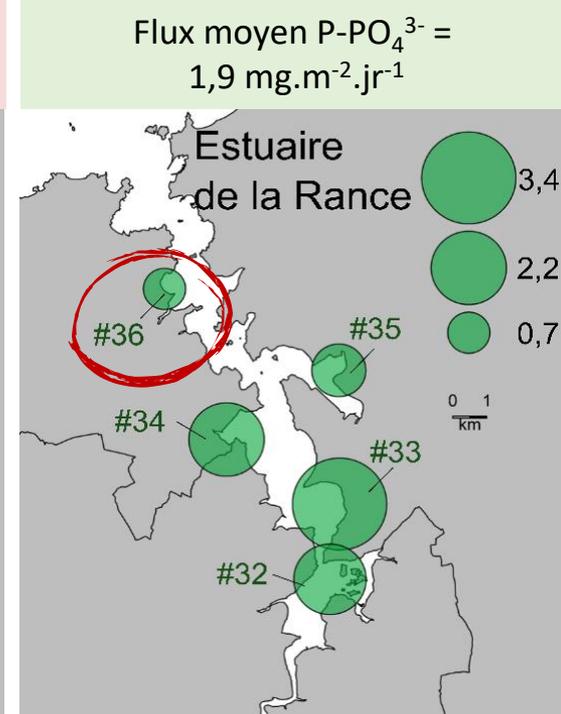
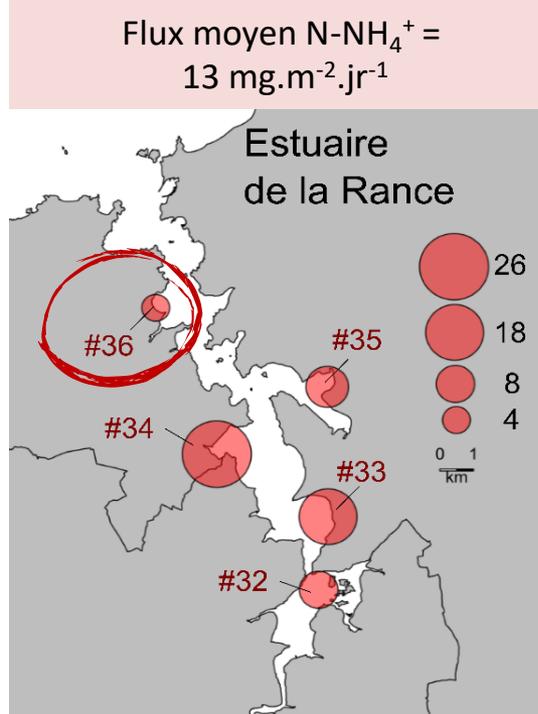
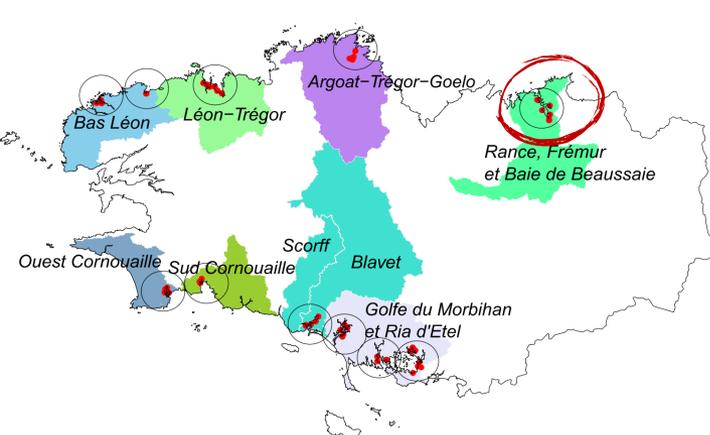
# Comparaison entre deux estuaires



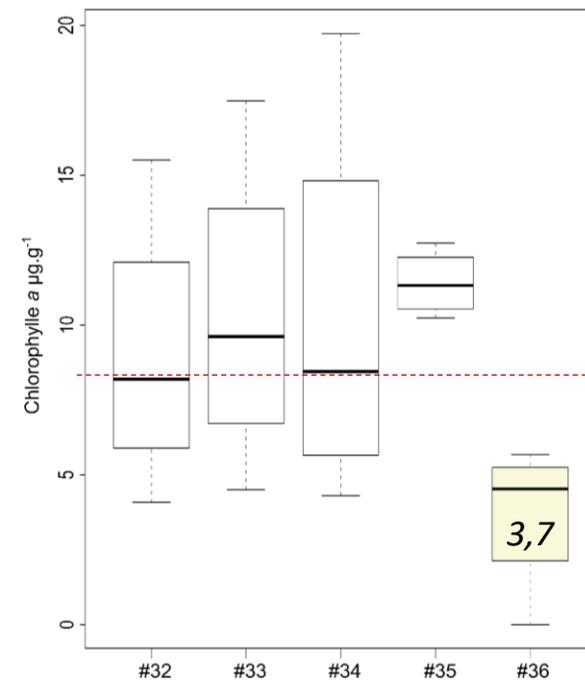
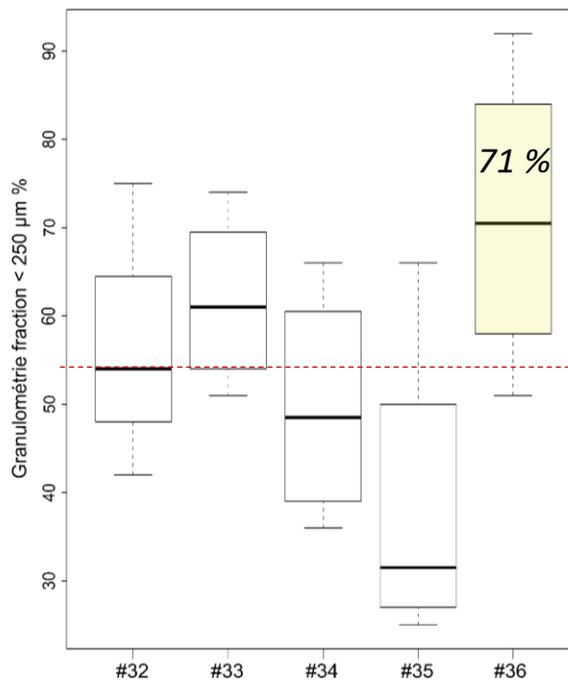
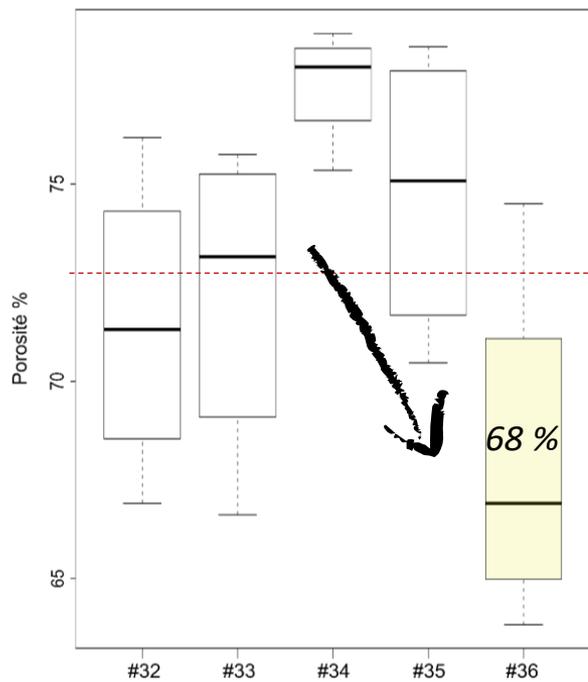


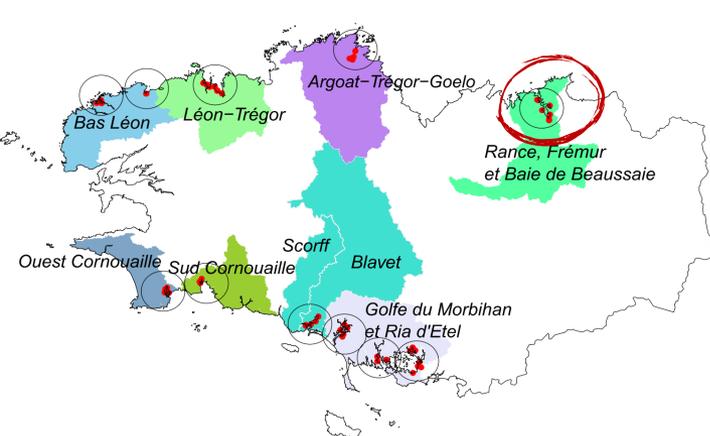
### Corrélation positive entre les flux d'azote et de phosphore



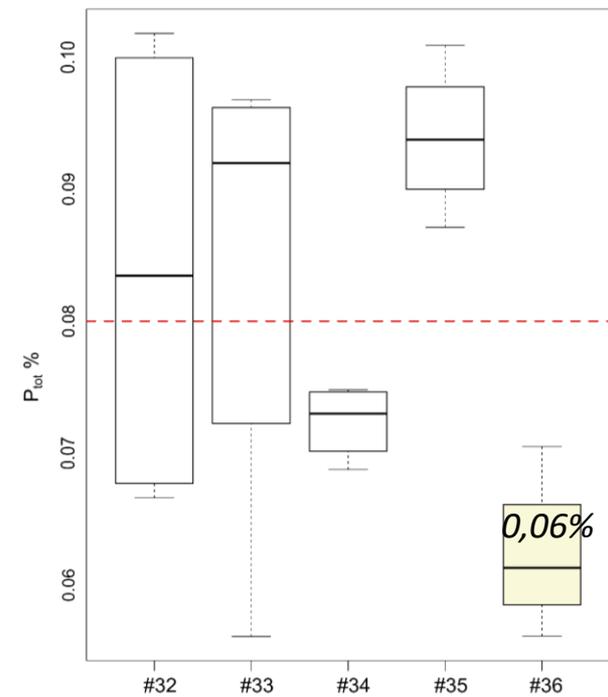
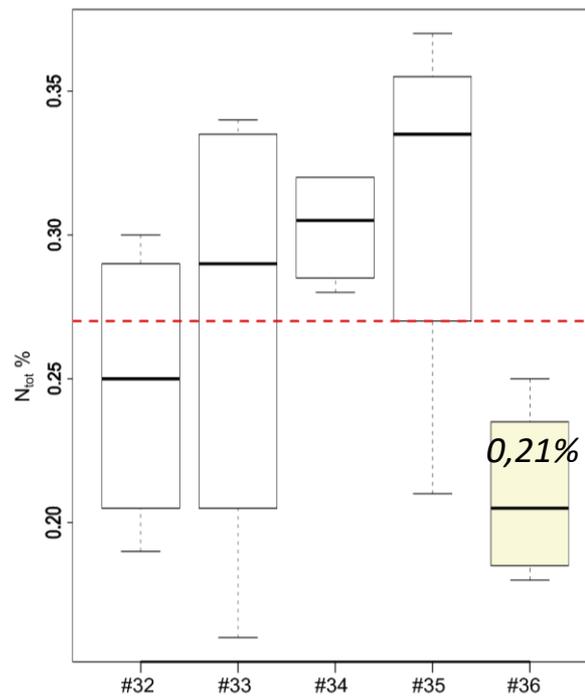
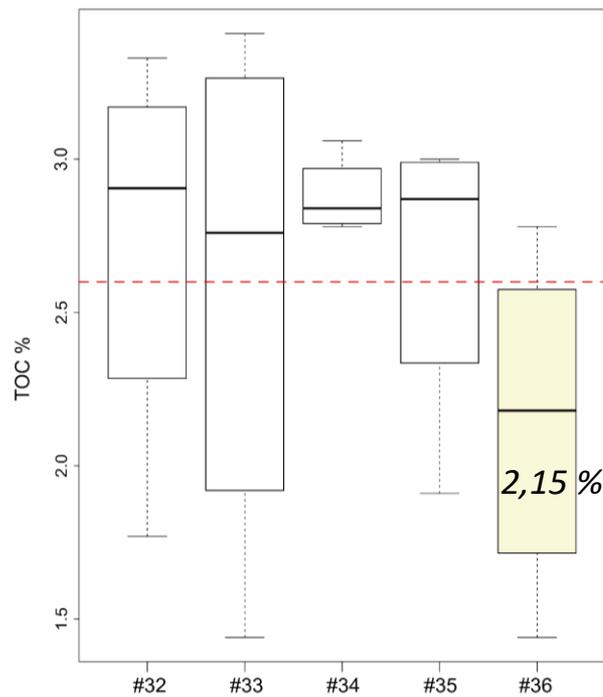
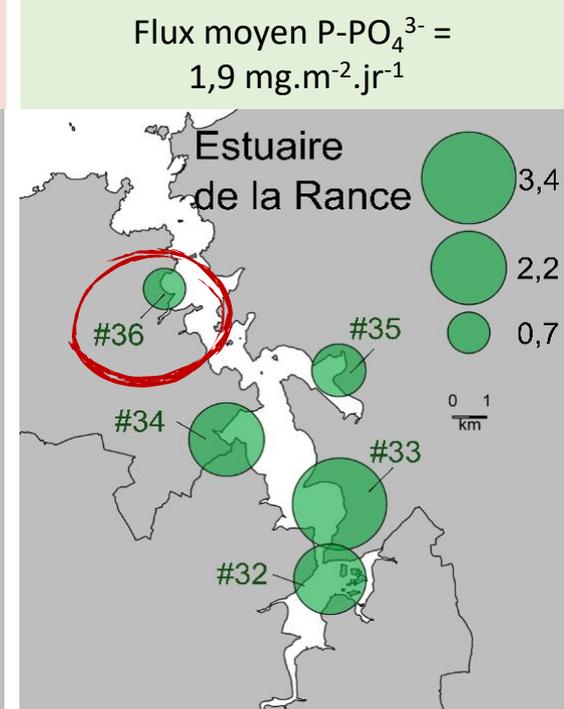
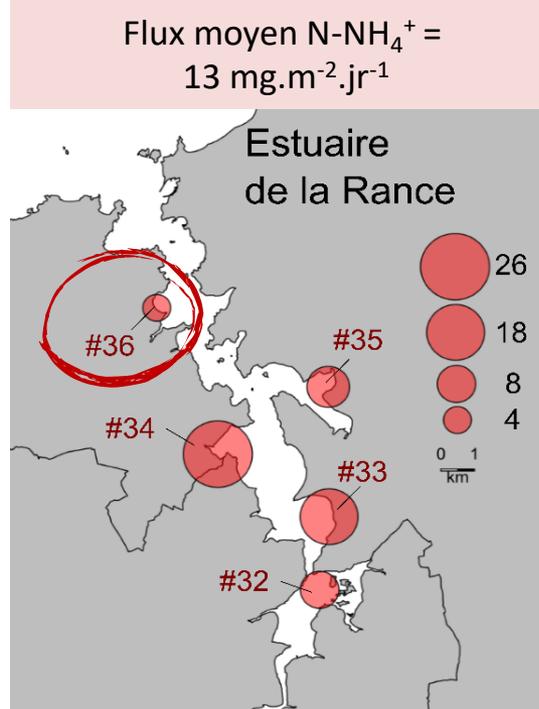


Particularité du site #36





### Particularité du site #36



# Bilan : cas de l'estuaire de la Rance

- Corrélation positive entre les flux de  $P-PO_4^{3-}$  et  $N-NH_4^+$
- Réponse des flux benthiques face à la variabilité des paramètres sédimentaires
- Le site #36 soulignerait l'effet de l'hydrodynamisme (proche du barrage de la Rance) et de l'influence marine sur les flux benthiques



Hydrodynamisme  
Influence marine

Site  
#36

porosité



Granulo < 250  $\mu$ m



Chla

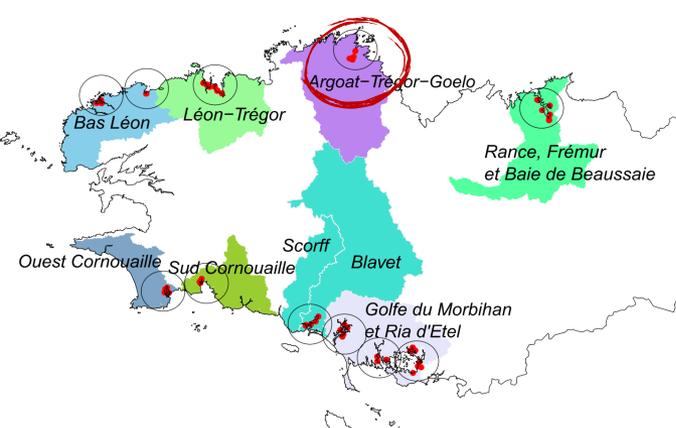


% C, N, P

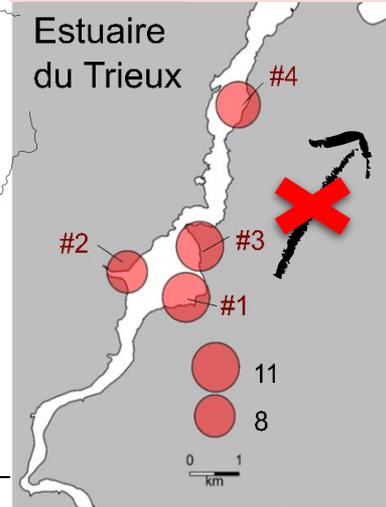


Flux



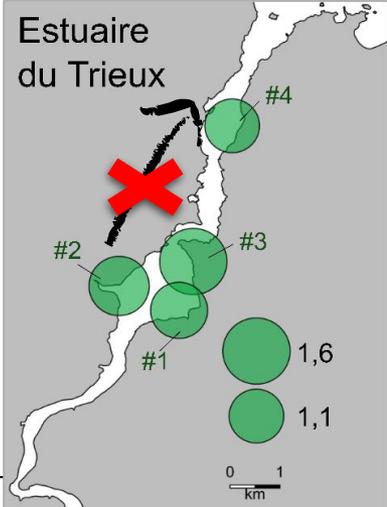


Flux moyen  $N-NH_4^+ = 10 \text{ mg.m}^{-2}.\text{jr}^{-1}$

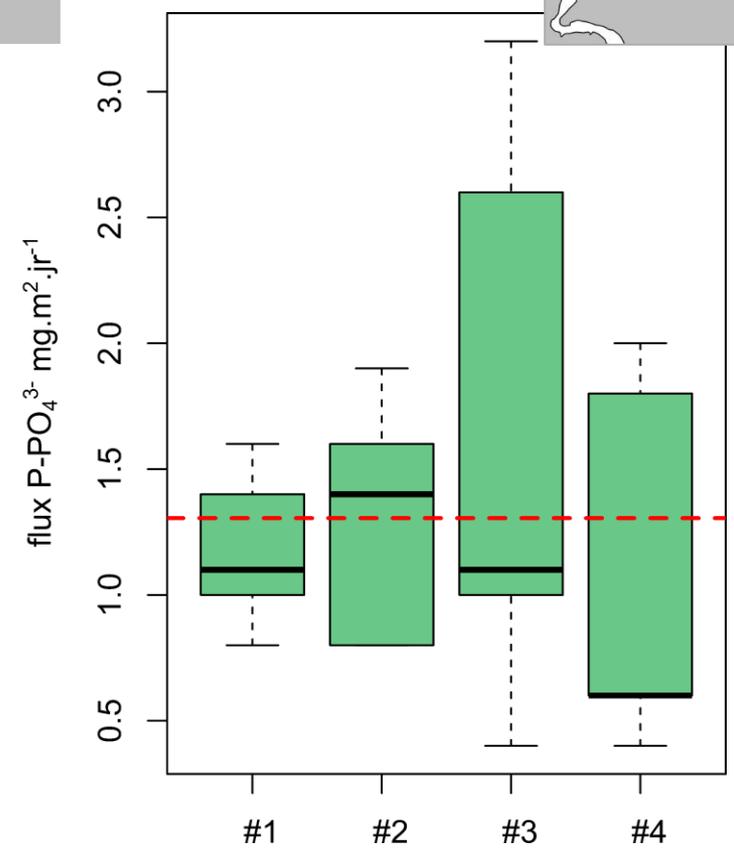
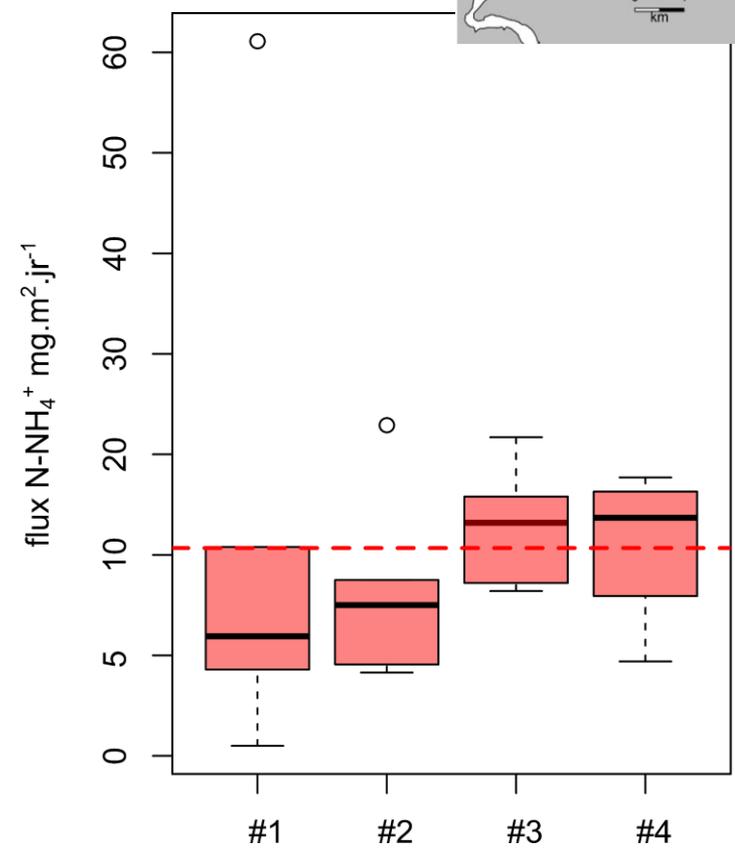


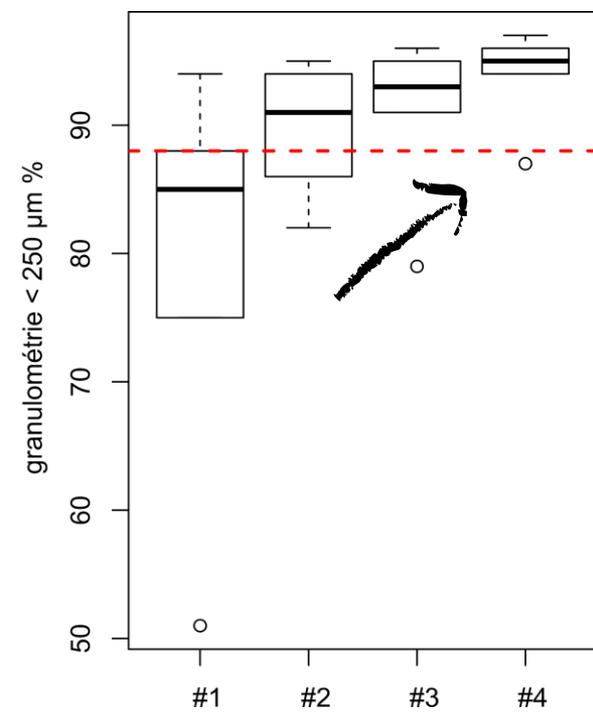
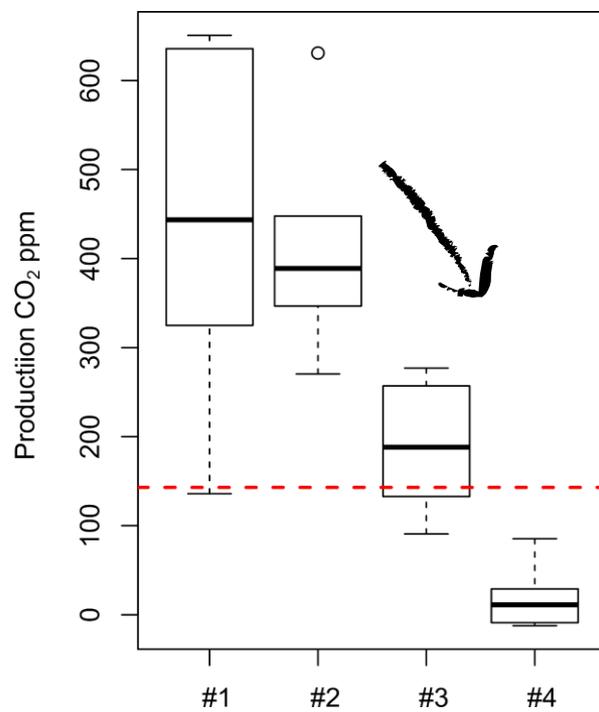
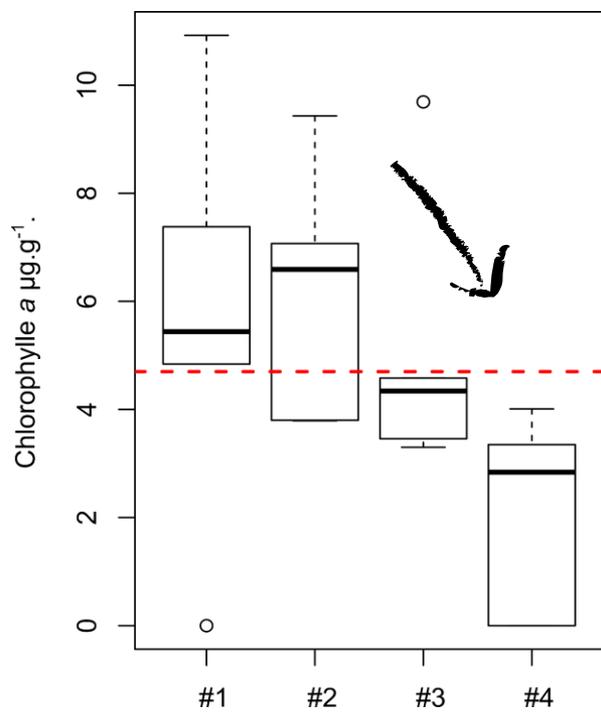
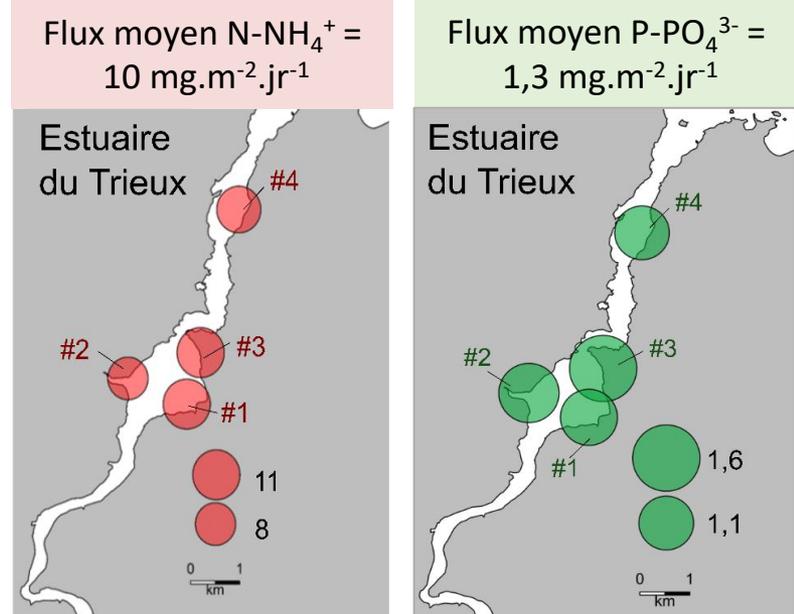
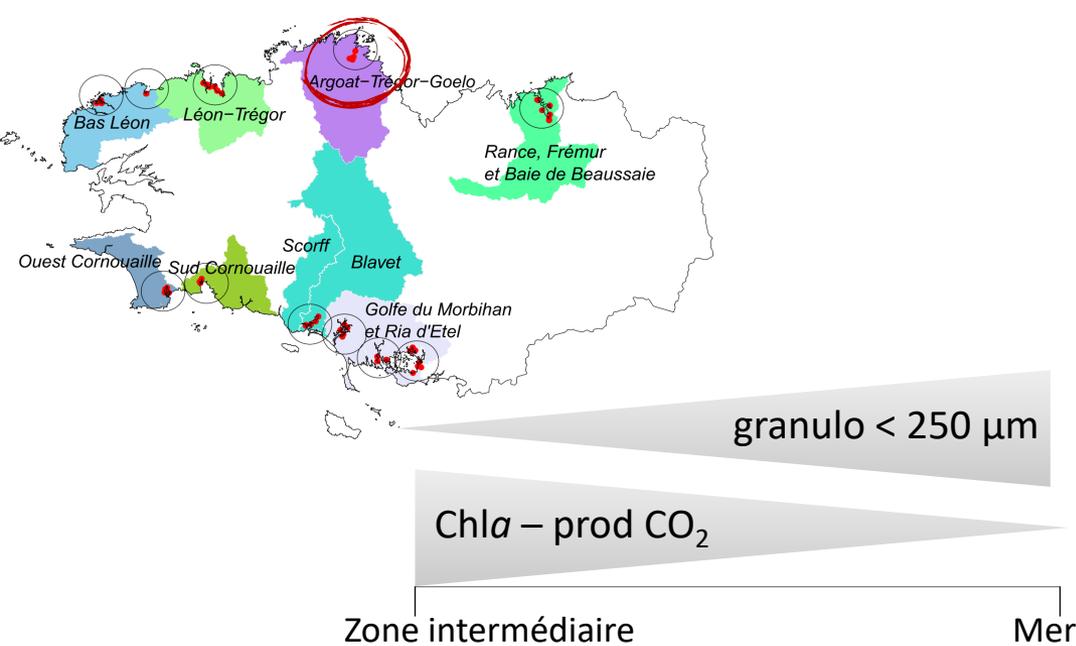
Vasière pilote

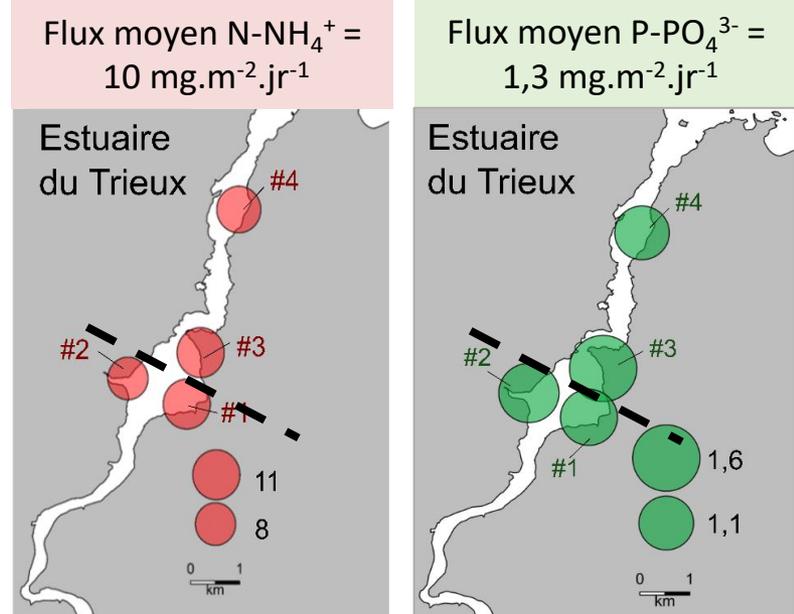
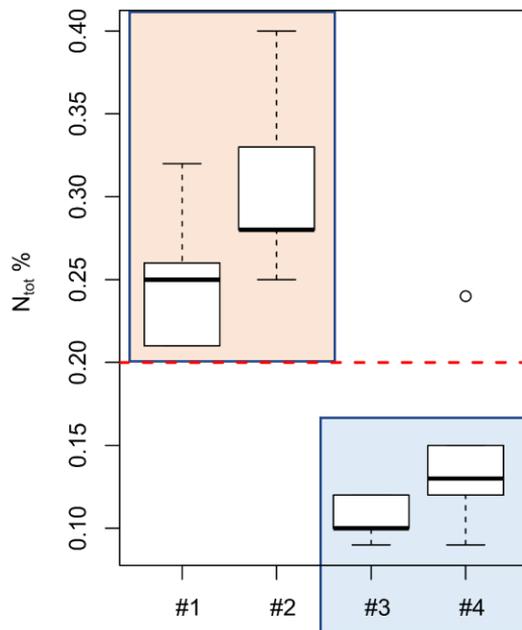
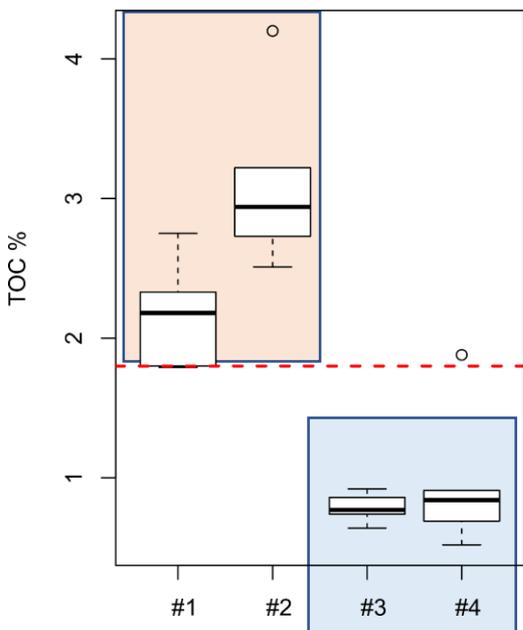
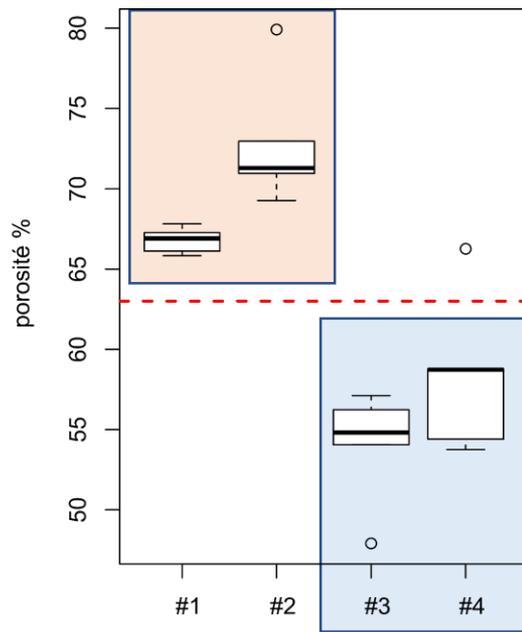
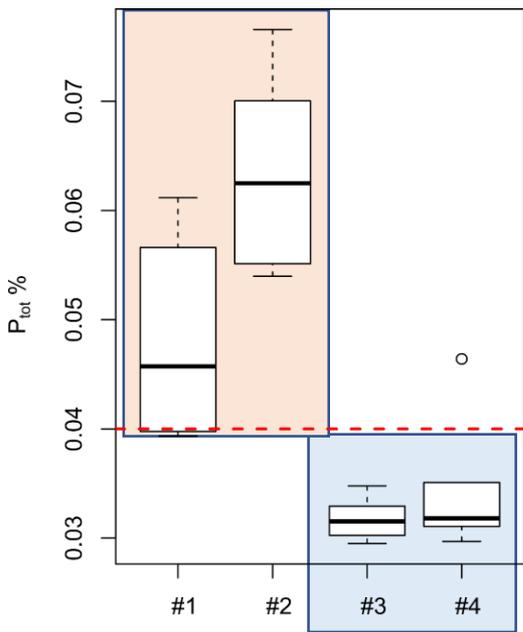
Flux moyen  $P-PO_4^{3-} = 1,3 \text{ mg.m}^{-2}.\text{jr}^{-1}$



Pas de gradient de flux  
Zone intermédiaire Mer







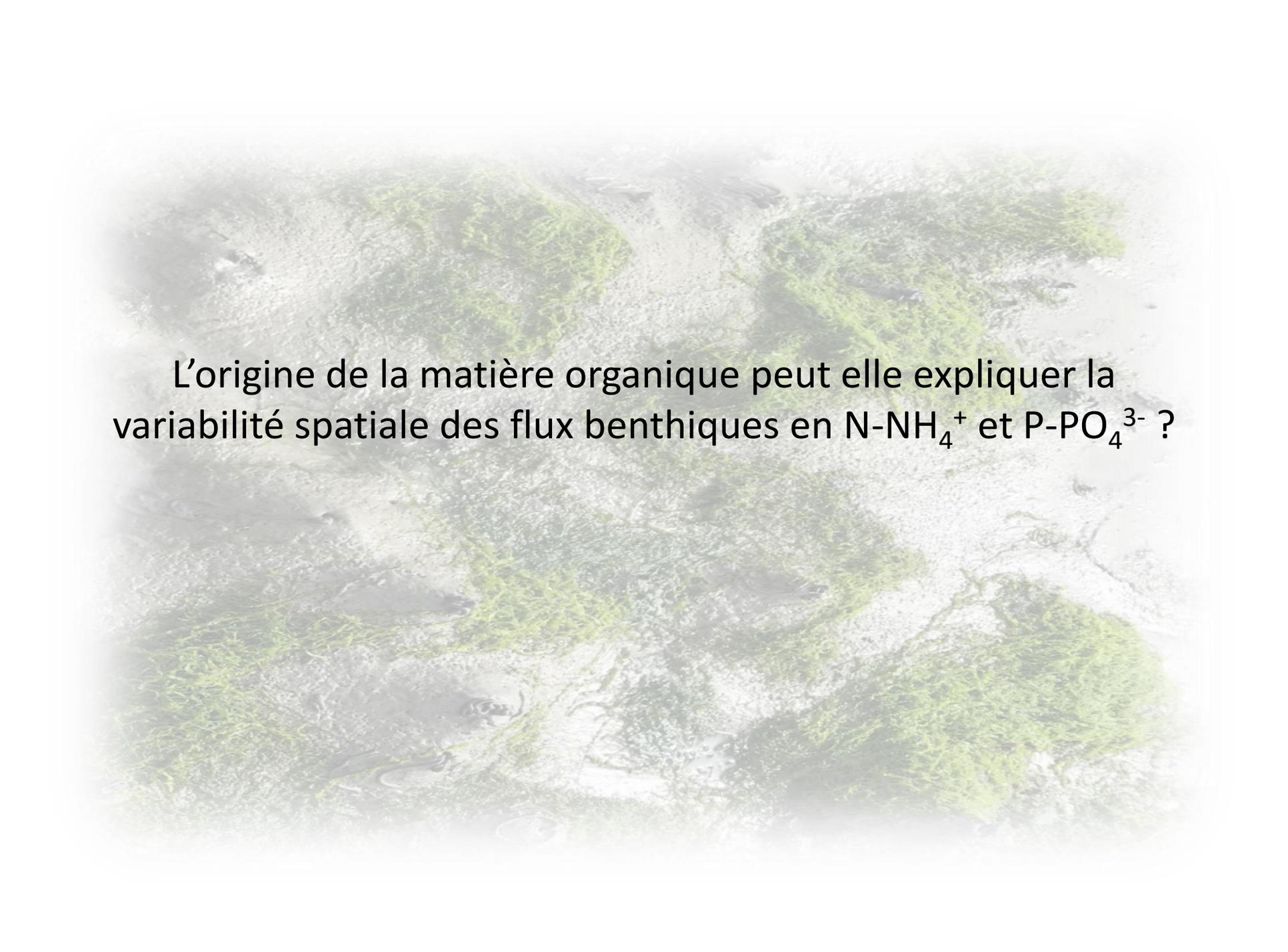
*D'après observations à la Rance*

porosité

% C, N, P

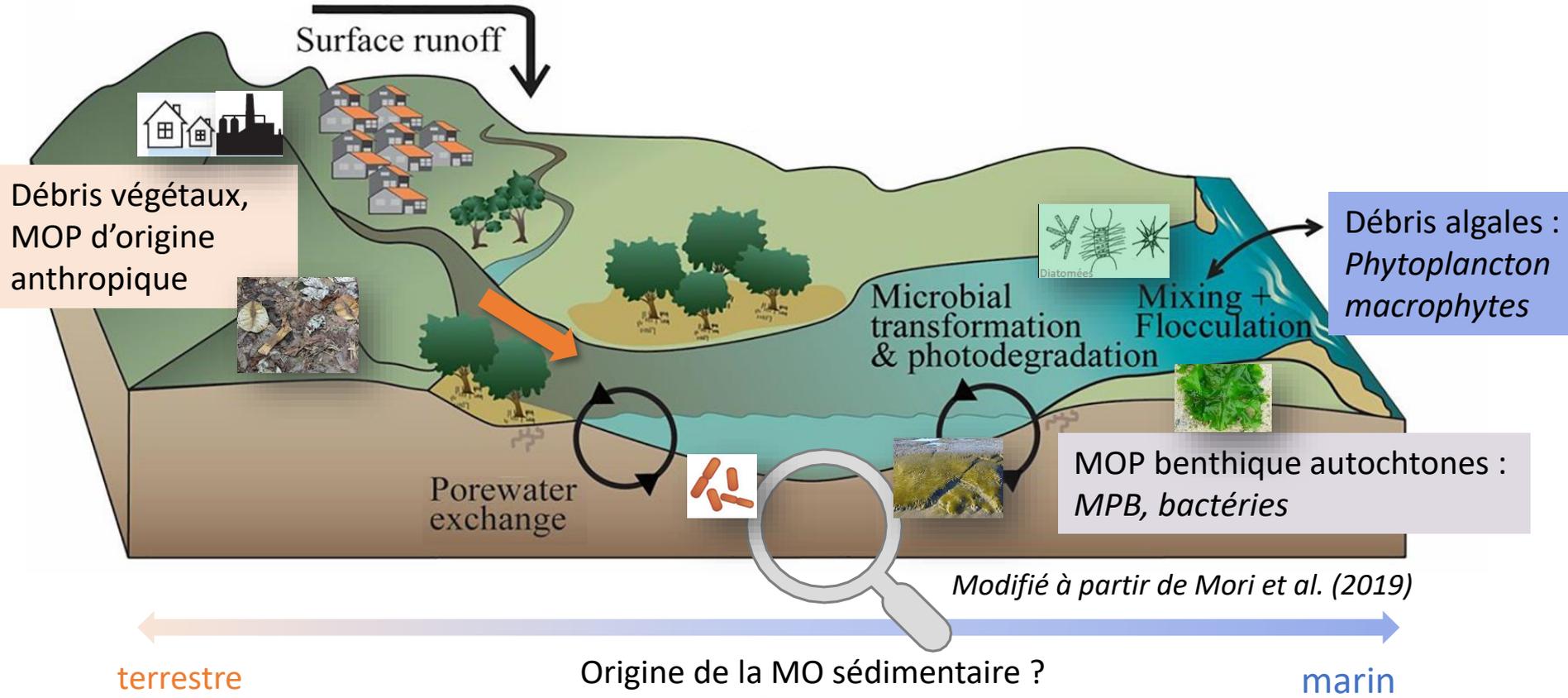


Flux

An aerial photograph of a coastal area, likely a rocky shore. The image shows a mix of grey, light-colored rocks and large, dense patches of bright green seaweed or algae. The seaweed appears to be growing in clusters, with rocky areas in between. The overall scene is somewhat hazy, suggesting a misty or overcast day. The text is overlaid on the central part of the image.

L'origine de la matière organique peut elle expliquer la variabilité spatiale des flux benthiques en  $\text{N-NH}_4^+$  et  $\text{P-PO}_4^{3-}$  ?

# Sources de la matière organique



Quels sont les outils ?

- Analyses élémentaires et isotopiques
- Analyses macromoléculaires (=biomarqueurs)

source

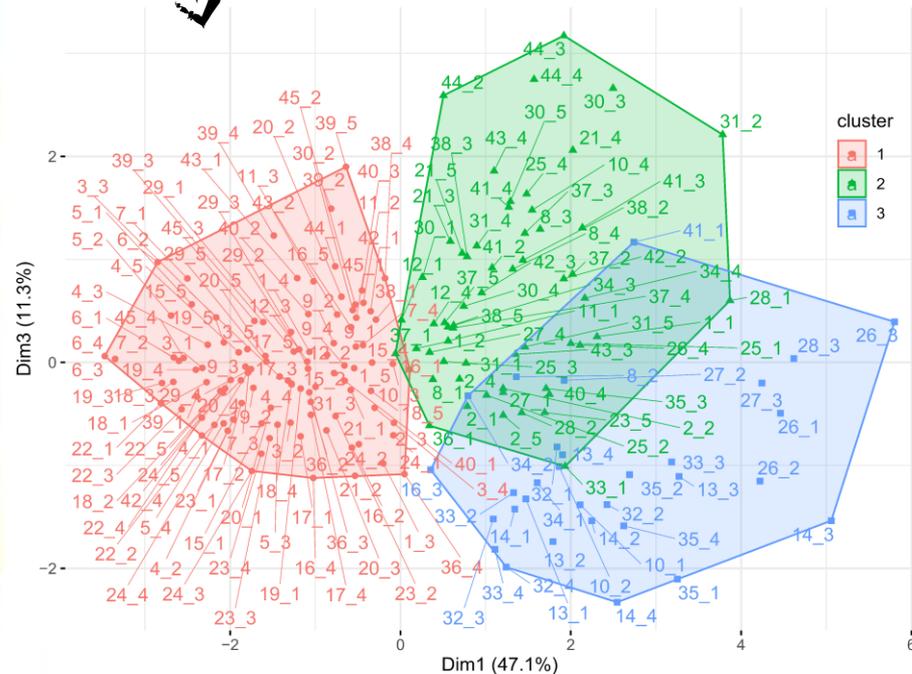
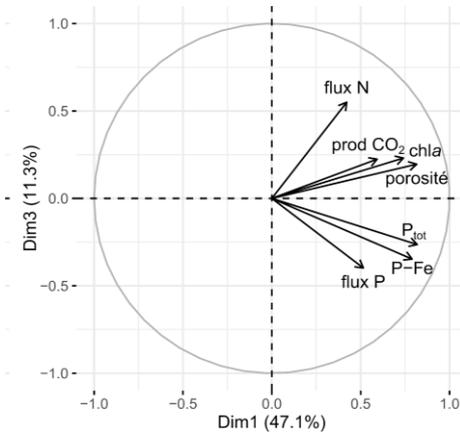
signature

# A suivre ...

- Besoin de prendre en compte les interactions entre les variables.
- Besoin de réaliser une analyse statistique multivariée => analyse en composante principale (ACP)
- **Peut-on classer les sédiments selon leurs caractéristiques sédimentaires et les flux benthiques associés à l'échelle de la Bretagne ?**

*(en cours après l'acquisition et traitement de l'ensemble des données des analyses élémentaires et isotopiques)*

Méthode : classification ascendante hiérarchique



# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Personnes impliquées dans l'axe 1 du projet IMPRO

- **Anniet Laverman (ECOBIO) : coordinatrice du projet**
- Laurent Jeanneau (Géosciences)
- Emilie Jardé (Géosciences)
- Françoise Andrieux (Ifremer Brest)
- Nathalie Lebris (ECOBIO)
- Marion Chorin (ECOBIO)
- Marine Liotaud (Géosciences)
- Patrice Petitjean (Géosciences)
- Guillaume Bouger (OSUR)
- Christophe Petton (OSUR)
- Emilie Rabiller (Ifremer Brest)
- Florian Caradec (Ifremer Brest)
- Olivier Jambon (ECOBIO)
- Céline Roose-Amsaleg (ECOBIO)
- Justine Louis (OSUR)

