

Comparaison du Fonctionnement Écologique de secteurs intertidaux contrastés pour la compréhension de leurs connectivités et la Restauration des fonctions Écologiques Estuariennes

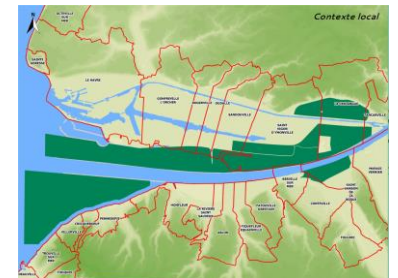
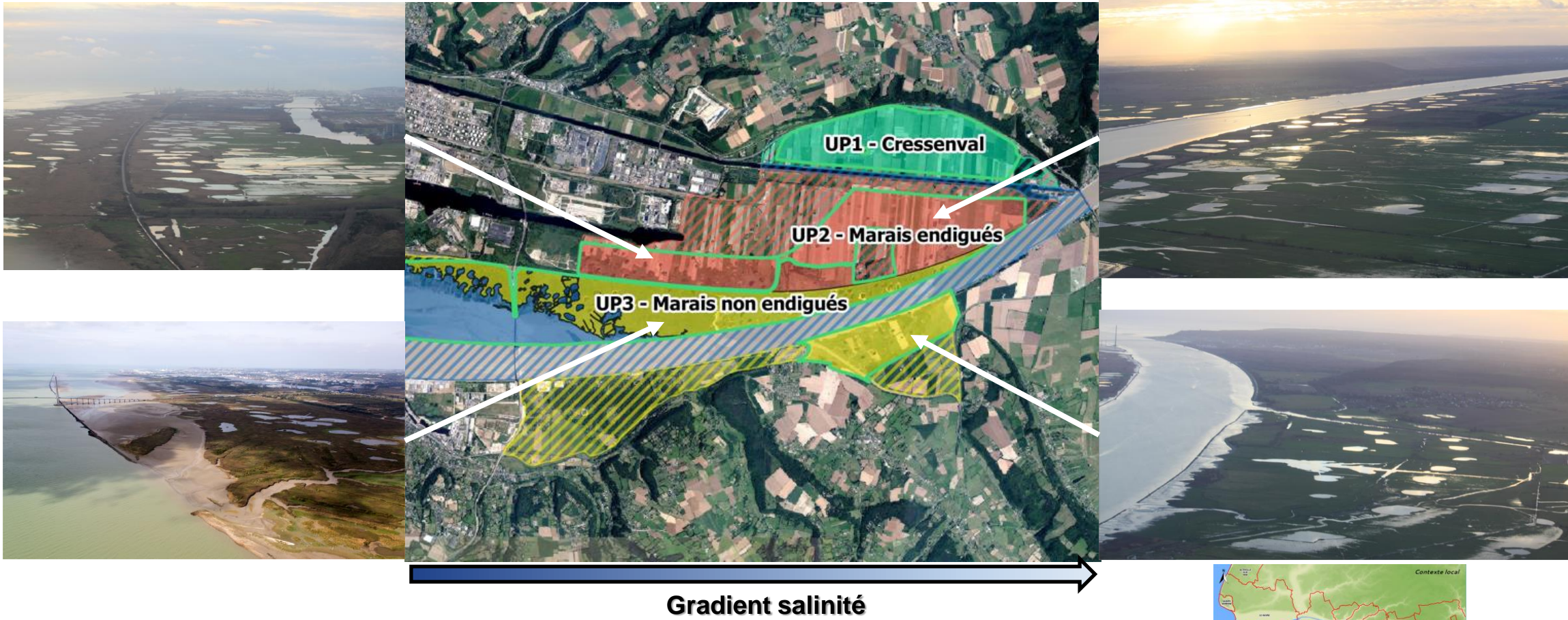
— Projet FEREE

E. Langlois, M. Aubert, E. Blanchard, F. Bureau, A. Carpentier, J. Deloffre, S. Duhamel, M. Girondel, A. Jordani, A. Laverman, T. Lecarpentier, J. Morelle, M. Neupert, M. Pavkovic, J. Pétilion, A. Ridel, N. Teichert, L. Vincenot

Contexte spécifique à la RNN Estuaire de la Seine

Une réserve fortement anthropisée

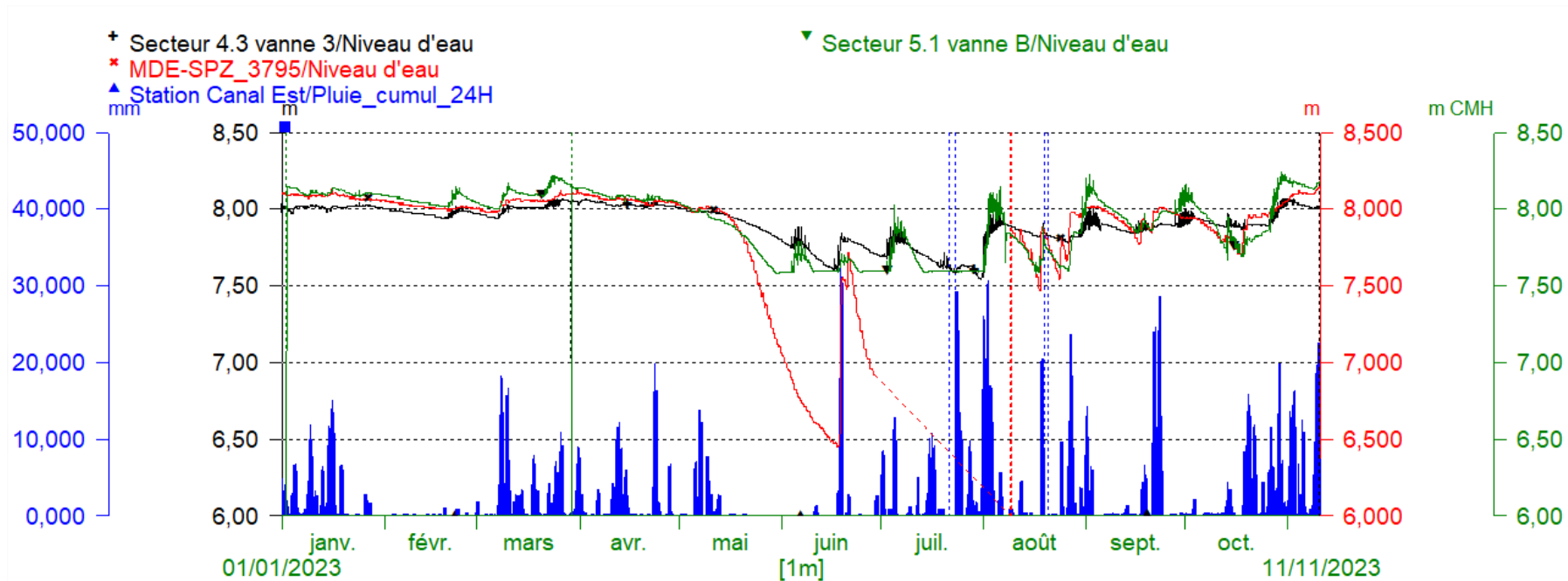
Différents types de marais en présence avec des contraintes anthropiques fortes (digues, voie ferrée, pipelines, usages)



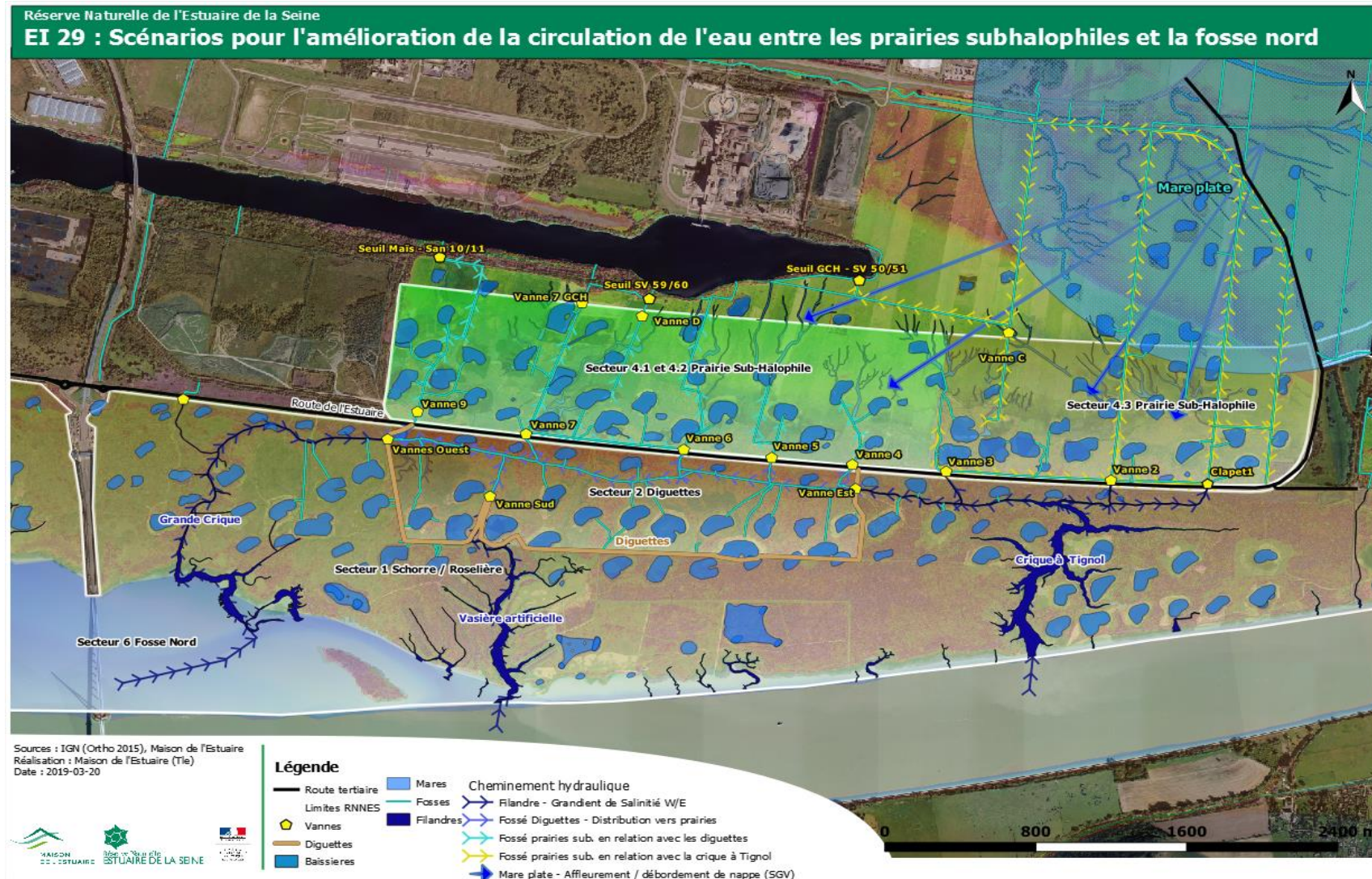
Une réserve fortement anthropisée

- **Une gestion hydraulique en marais fermé source de questionnement**

- ✓ Mise en œuvre mais nécessite de perpétuels ajustements pour répondre aux objectifs choisis
- ✓ Continuité biologique optimale pour répondre à la fonctionnalisation estuarienne ?
- ✓ Interactions avec les processus de dégradation de la matière, de stockage du carbone etc....
- ✓ Axes d'amélioration dans la gestion ou au niveau des ouvrages



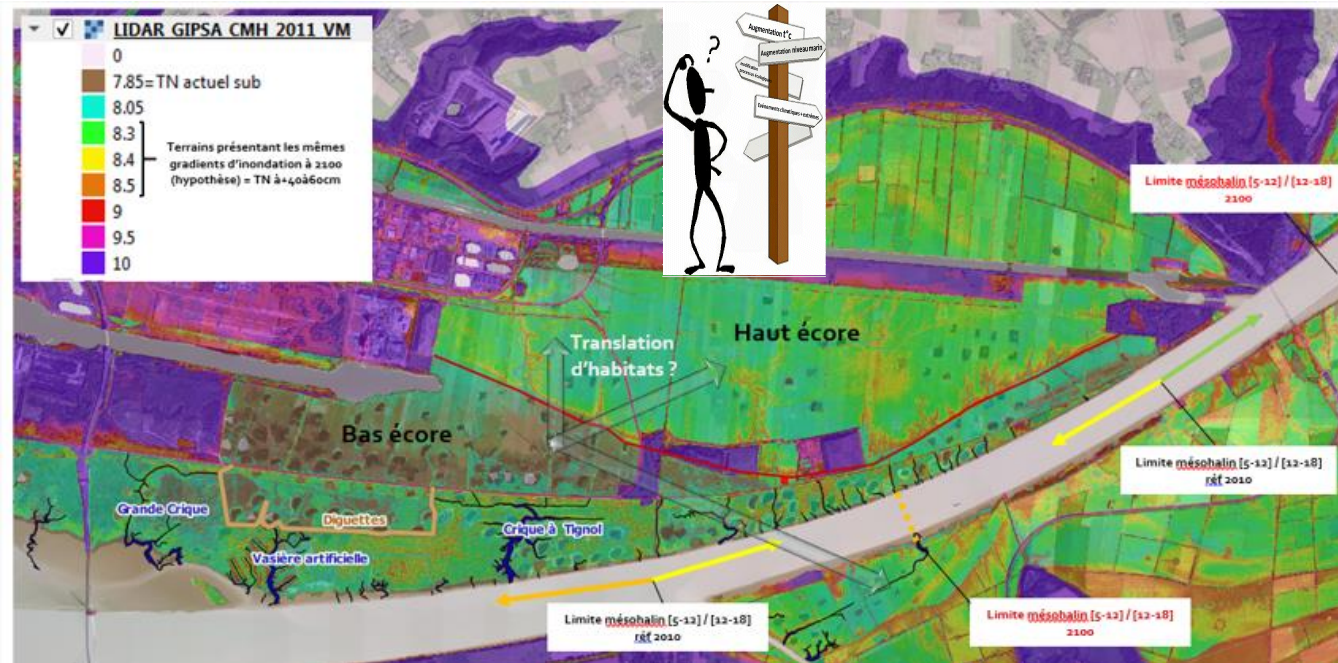
• Des situations nécessitant d'intervenir pour améliorer la circulation de l'eau



Besoin d'une approche pluridisciplinaire permettant de mieux appréhender le fonctionnement des marais (ouverts/fermés) en zone estuarienne afin d'orienter les actions et pouvoir faire des choix quant à un retour de volume oscillant, à la connectivité des milieux ou à l'amélioration de la gestion saisonnière au profit de certaines fonctions écologiques.

Apports du programme scientifique pour la gestion de la RNN

- **Compréhension du fonctionnement de chaque type de marais permettant de mieux appréhender :**
 - ✓ les incidences de la gestion actuelle sur la fonctionnalité estuarienne
 - ✓ les enjeux et objectifs à poursuivre dans les projets de restauration des marais endigués pour les composantes étudiées
- **Permettre d'orienter des axes de travail pour une meilleure gestion**
- **Apporter des éléments utiles à l'établissement d'un plan d'adaptation au changement climatique par l'étude du fonctionnement des différents types de marais**
- **Orientation du gestionnaire quant à la mise en œuvre de suivis longs termes permettant de caractériser et suivre les actions de restauration, l'impact du changement climatique...**



Projet FEREE

Contexte / constat : Estuaire de Seine

- Nombreux suivis scientifiques sur la partie fleuve et sa dynamique sédimentaire
- Mais peu de travaux sur le fonctionnement écologique des milieux connexes plus atterris comme les prairies humides
- Peu de connaissances sur les liens fonctionnels entre les milieux prairiaux et les filandres les alimentant.

Objectif FEREE

- Identifier les facteurs écologiques structurant ces milieux estuariens : de la filandre aux prairies les plus atterries
- Évaluer leur variabilité spatiale (gradients) et temporelle (différences inter-annuelles)
- Estimer leur effet sur les organismes

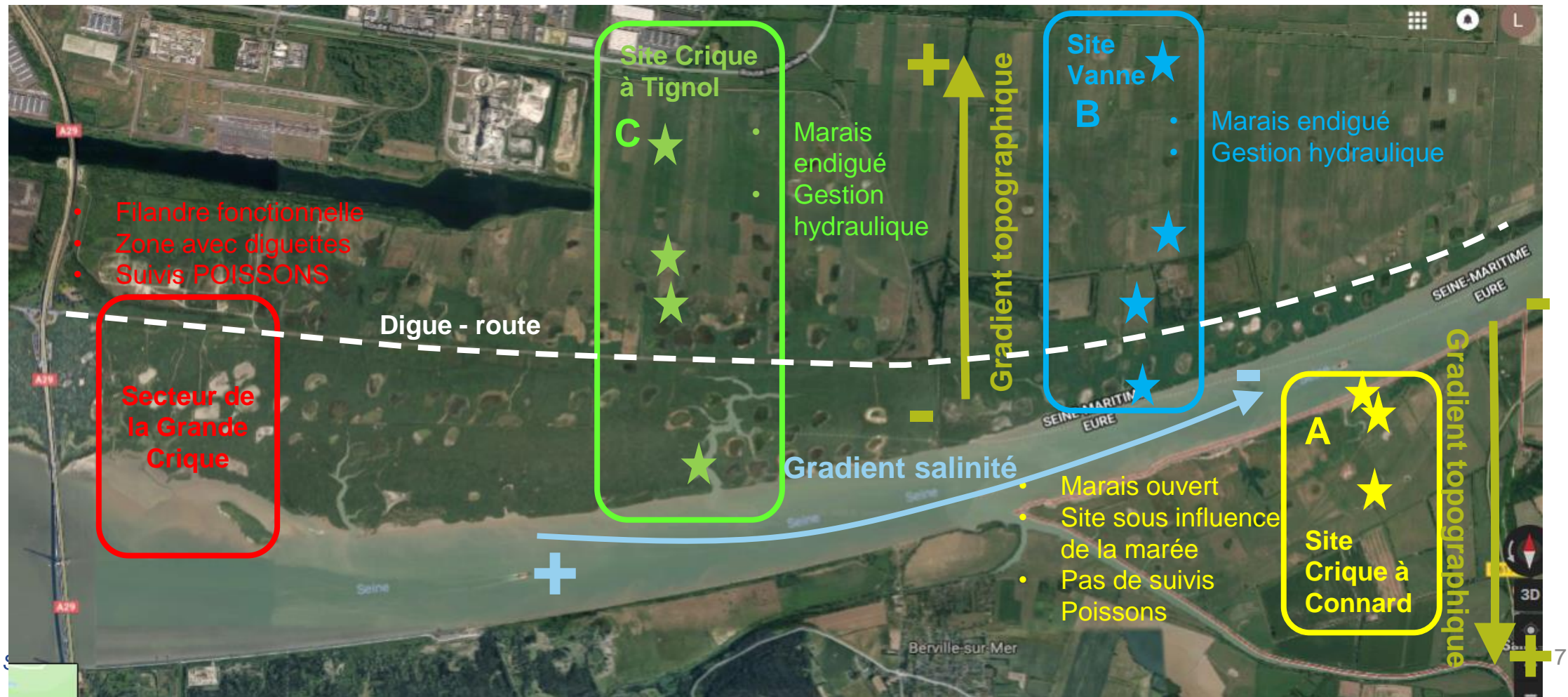


- Décrire les liens / convergences fonctionnels entre ces milieux
- Identifier les connectivités écologiques potentielles
- En déduire leur importance au regard du contexte des changements globaux



Démarche : approche comparative entre secteurs

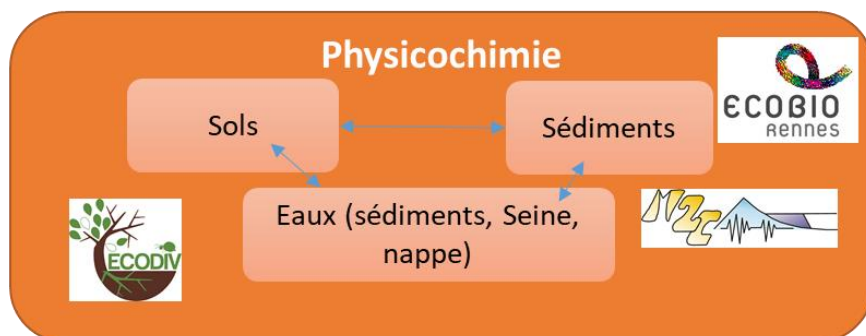
- Comparaison de deux secteurs à gestion hydraulique contrastée :
 - ✓ un secteur endigué, géré par vannage : marais fermé
 - ✓ un secteur non endigué soumis au rythme des marées : marais ouvert



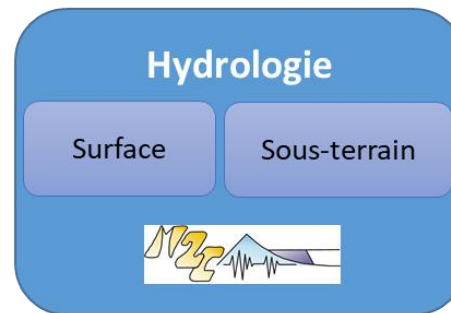
Modèles biologiques et suivis physico-chimiques réalisés :

Gradients testés : connexion – inondation / salinité / topographie

- Dynamique MO (C, N)
- Stocks C et N
- Minéralisation C et N potentielle
- Dénitrification potentielle



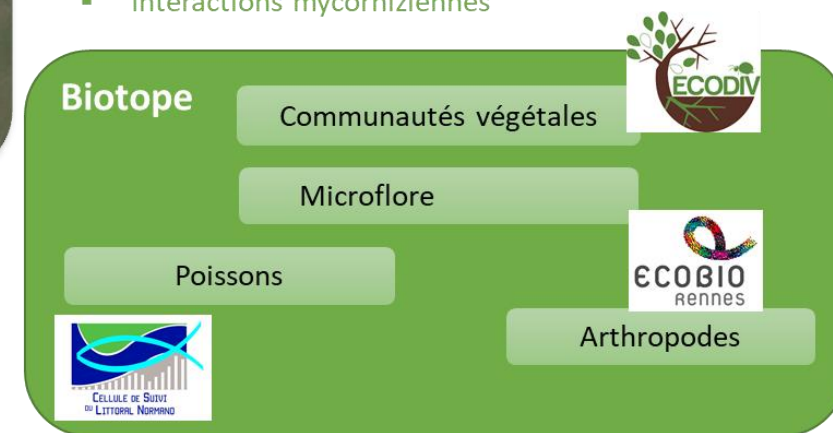
- Flux azote, carbone
- Activités microbiennes
- Taux de réduction de nitrate (lien avec C)



- MES
- Dynamique sédimentaire
- Transferts hydriques



- Structure, composition
- Réponses aux contraintes
- Interactions mycorhiziennes



- Structure des communautés
- Fonction(s) écologique(s) des habitats
- Réseaux trophiques
- Effets de la gestion

Modifié d'après Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G., 2015. Wetlands, 5th edition.

Séminaire scientifique – 21 et 22 novembre 2023

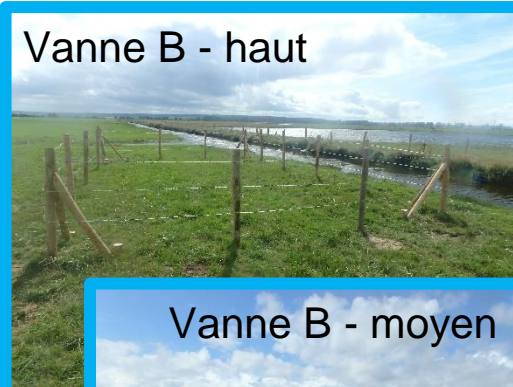


Place aux résultats

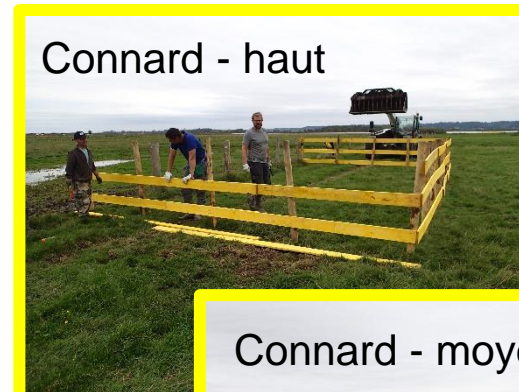
Tignol - haut



Vanne B - haut



Connard - haut



Tignol - moyen



Vanne B - moyen



Connard - moyen



Tignol - bas



Vanne B - bas



Connard - bas



Dispositifs de suivis permanents implantés dans les 3 sites le long du gradient topographique de zone alluviale

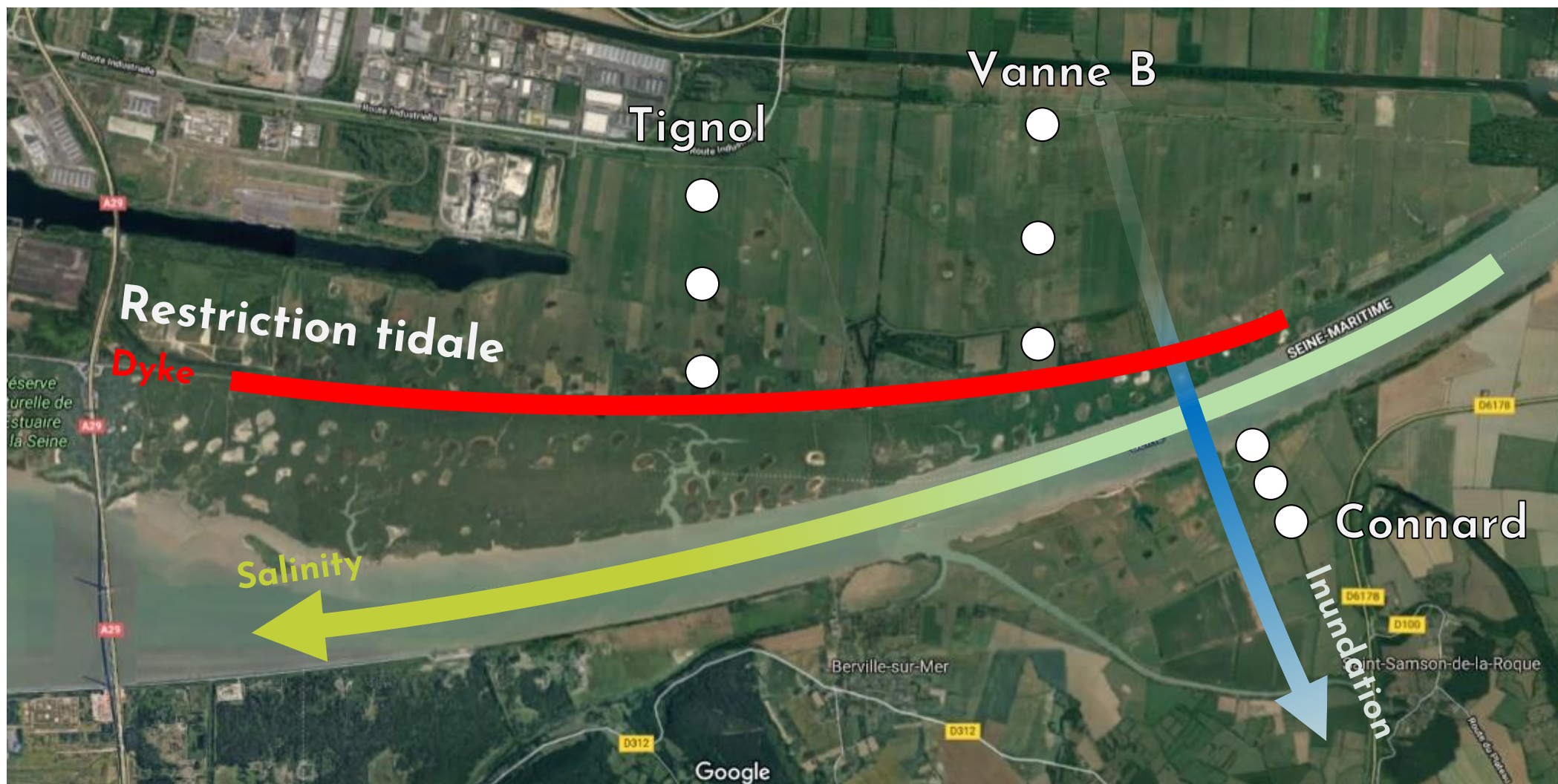
Les gradients écologiques et la végétation des marais estuariens

Communautés et individus

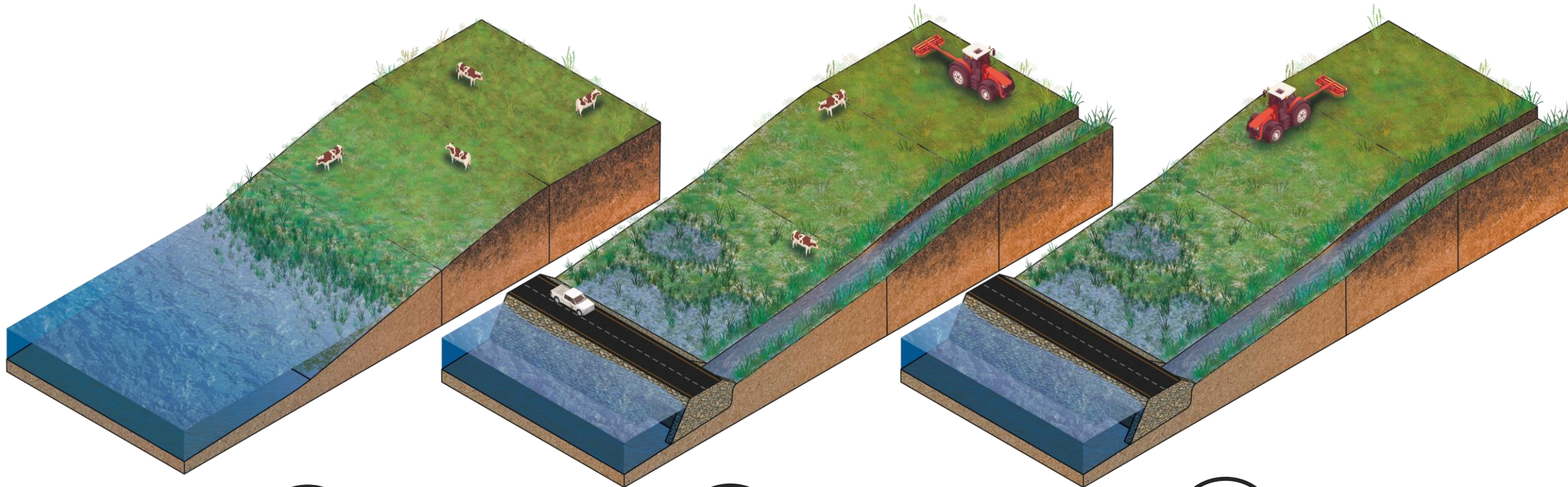
Markus Neupert, Michaël Aubert & Estelle Langlois



L'estuaire de la Seine



Les sites d'étude



Connard :

- Connecté,
- Pâturé,
- Salinité +

A

Vanne B :

- Endigué,
- Fauché, pâturage de regain,
- Salinité +

B

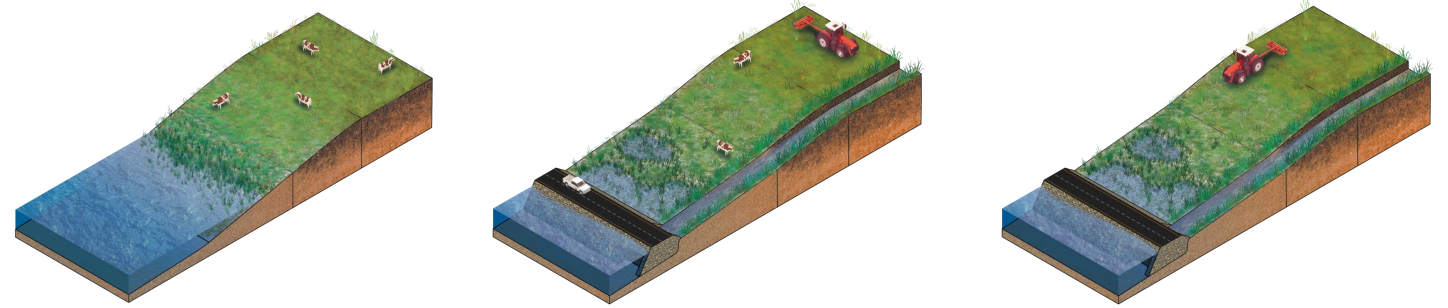
Tignol :

- Endigué,
- Fauché,
- Salinité ++

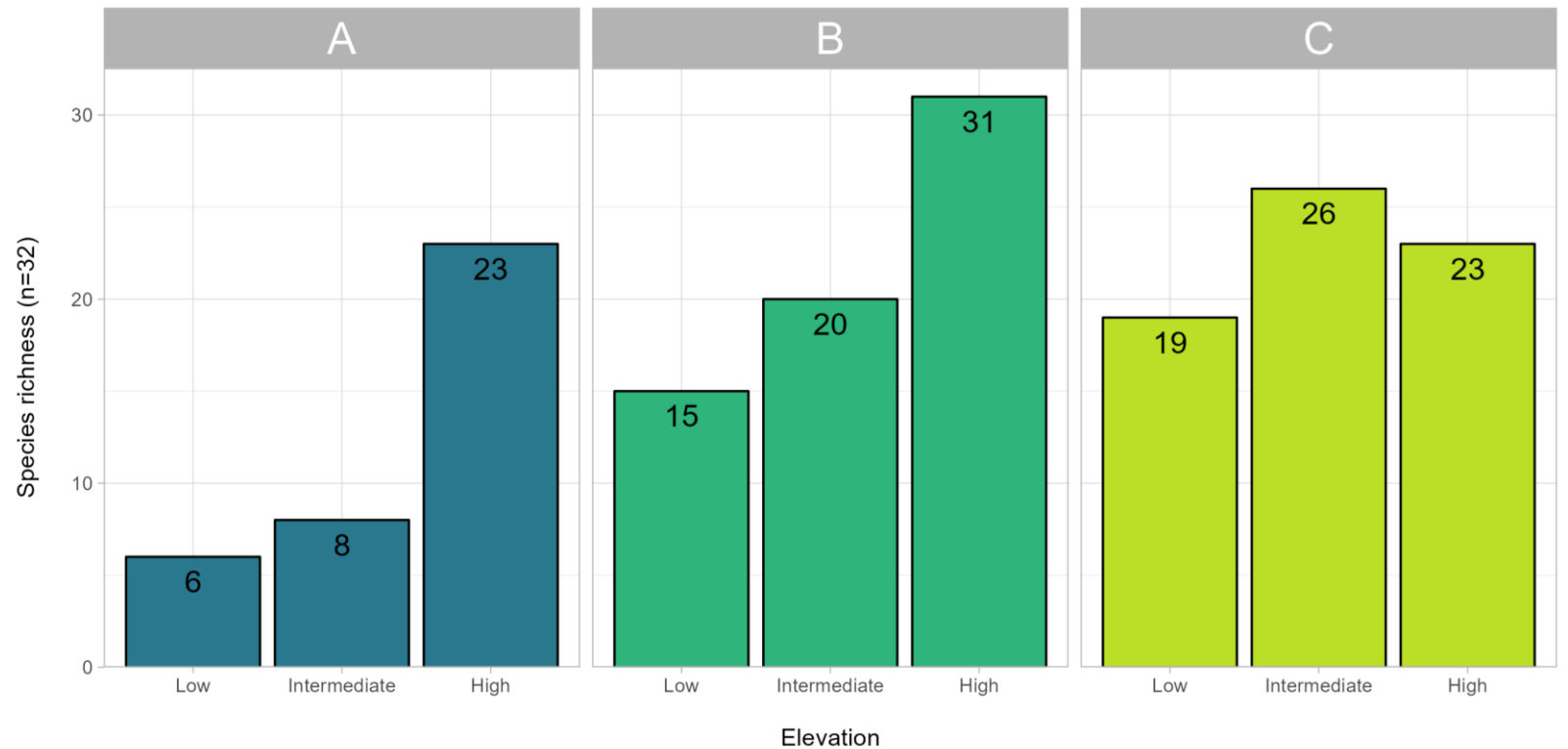
C

→ Inventaires de végétation sur 4x4 m² en 2019, 2020 and 2021.
→ Description physico-chimique des sols en 2019-2020.

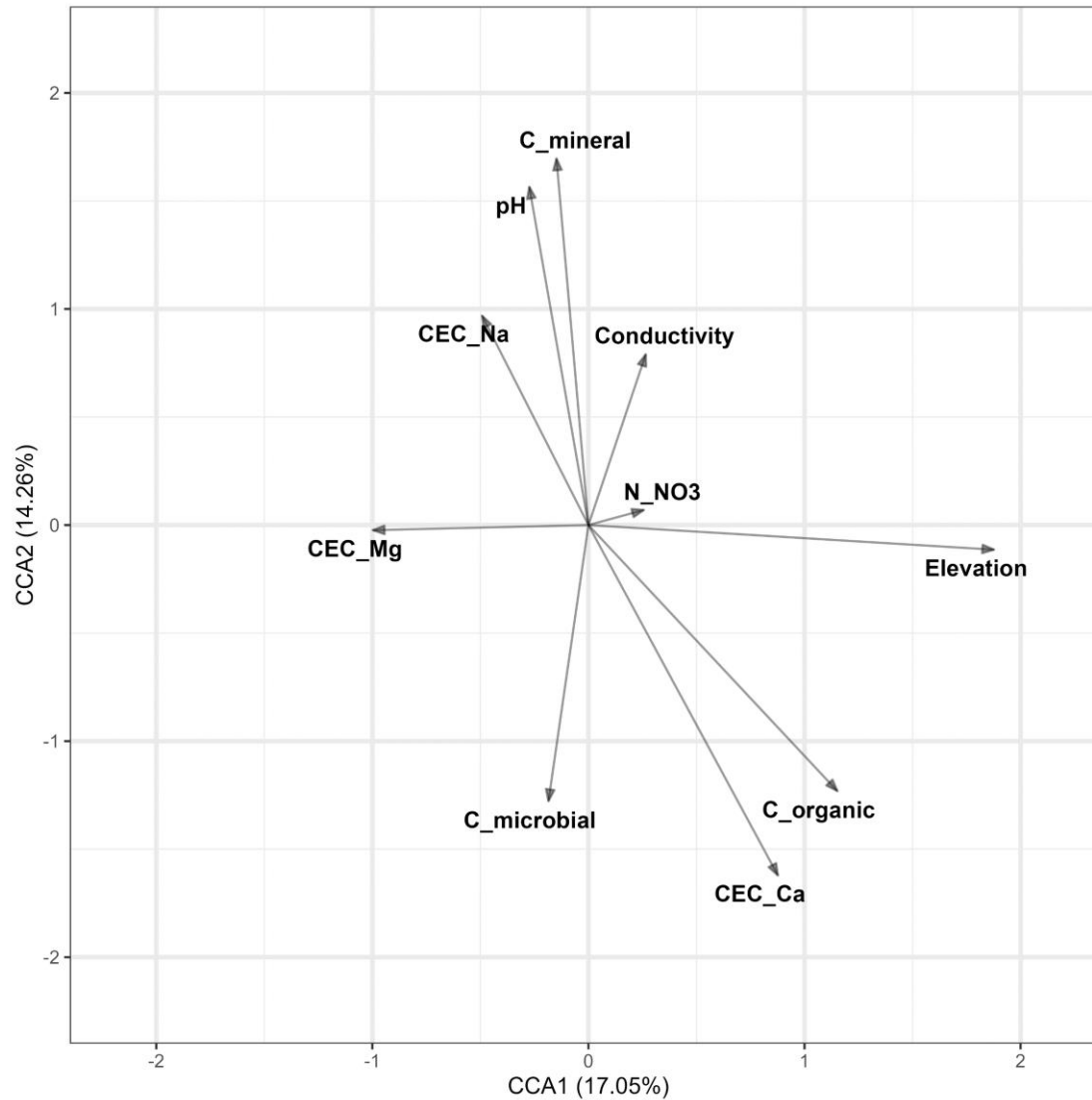
Richesse spécifique



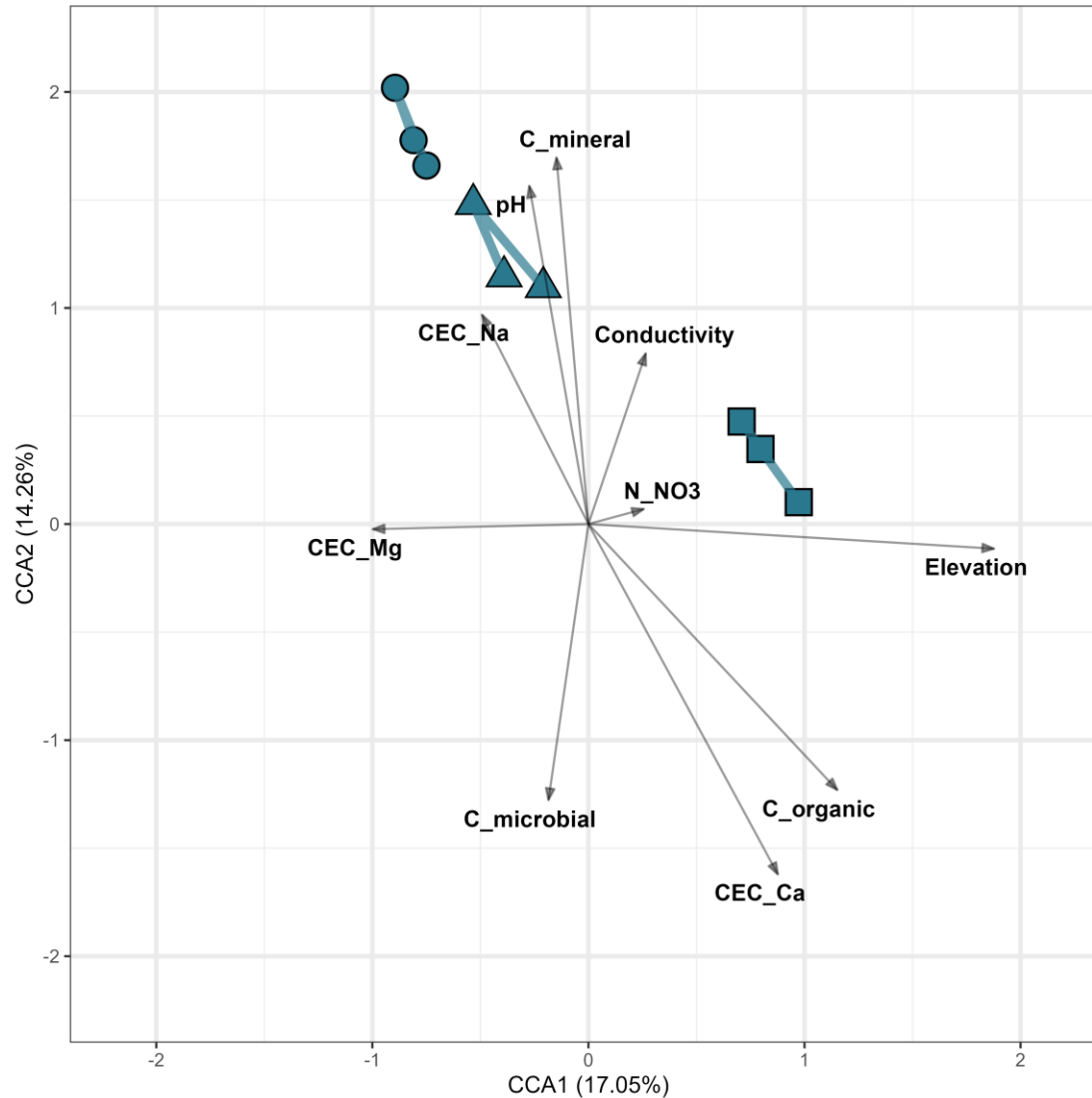
- Gradient raide sur le site témoin;
- Gradient similaire avec richesses plus élevées sur Vanne B;
- Allure différente sur Tignol.



Facteurs abiotiques



Facteurs abiotiques

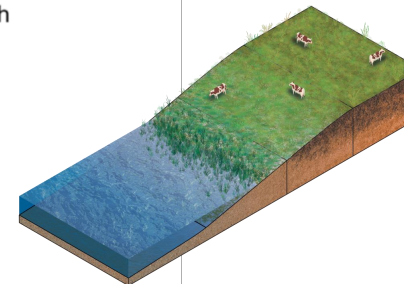


Topographical level

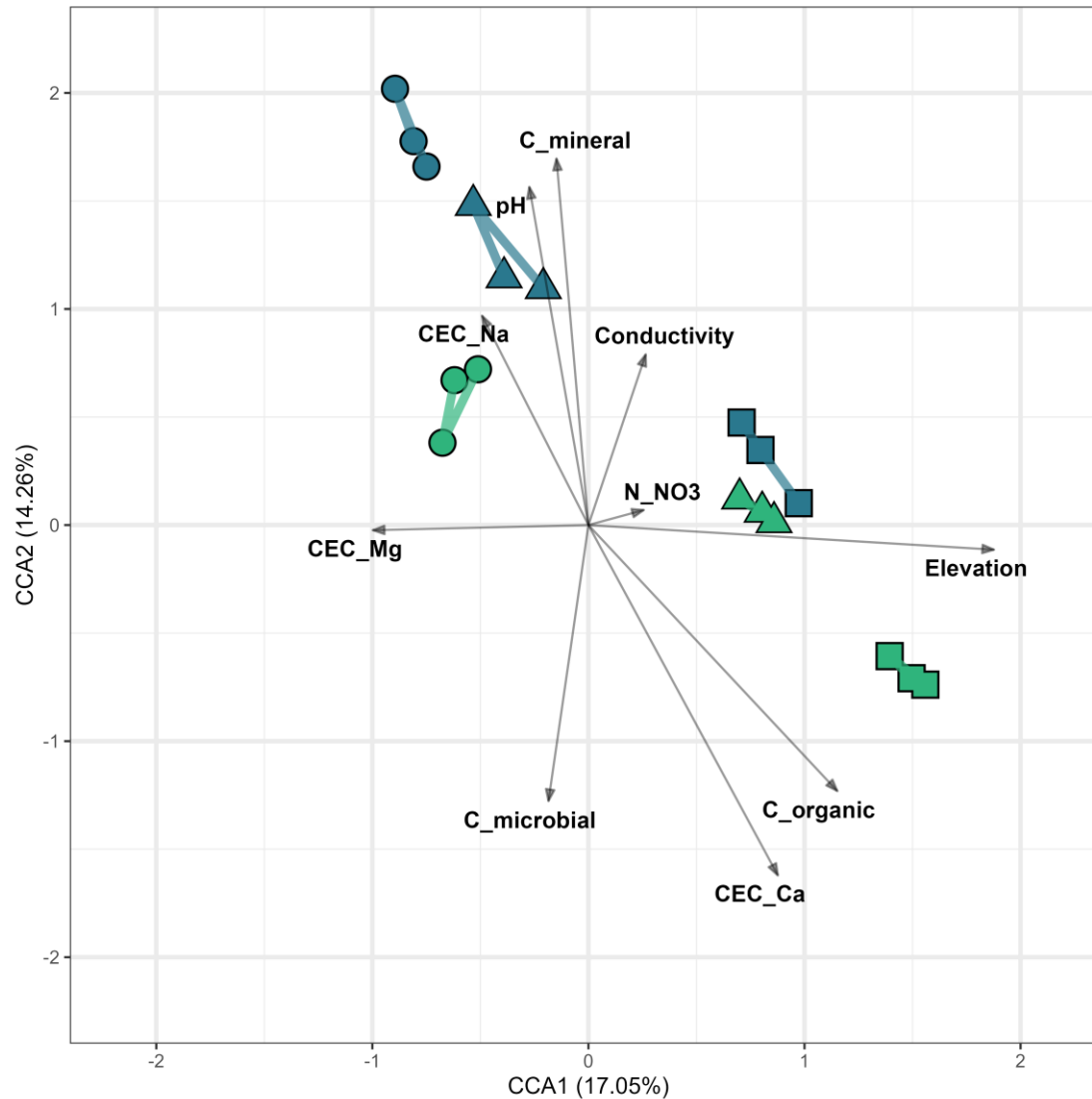
- Low
- ▲ Intermediate
- High

Site

- A
- B
- C



Facteurs abiotiques

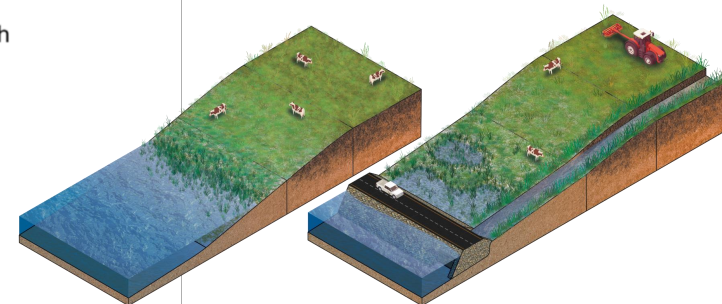


Topographical level

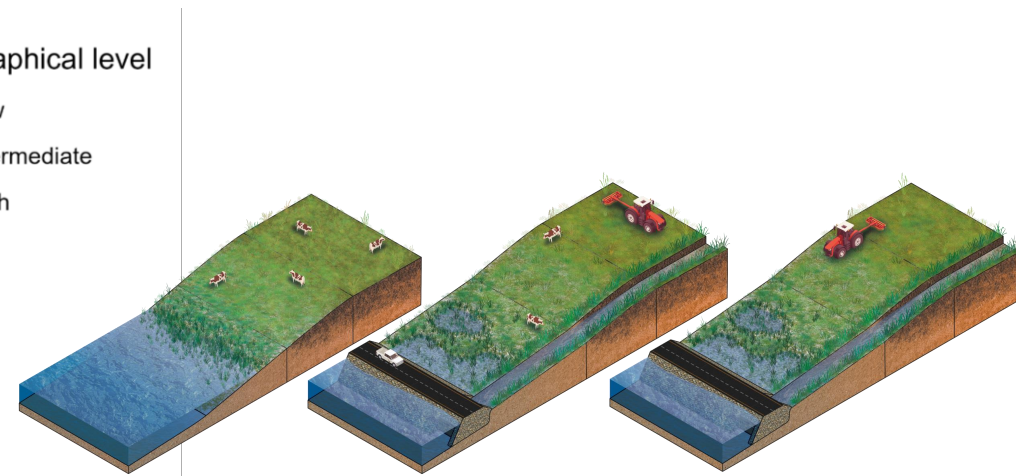
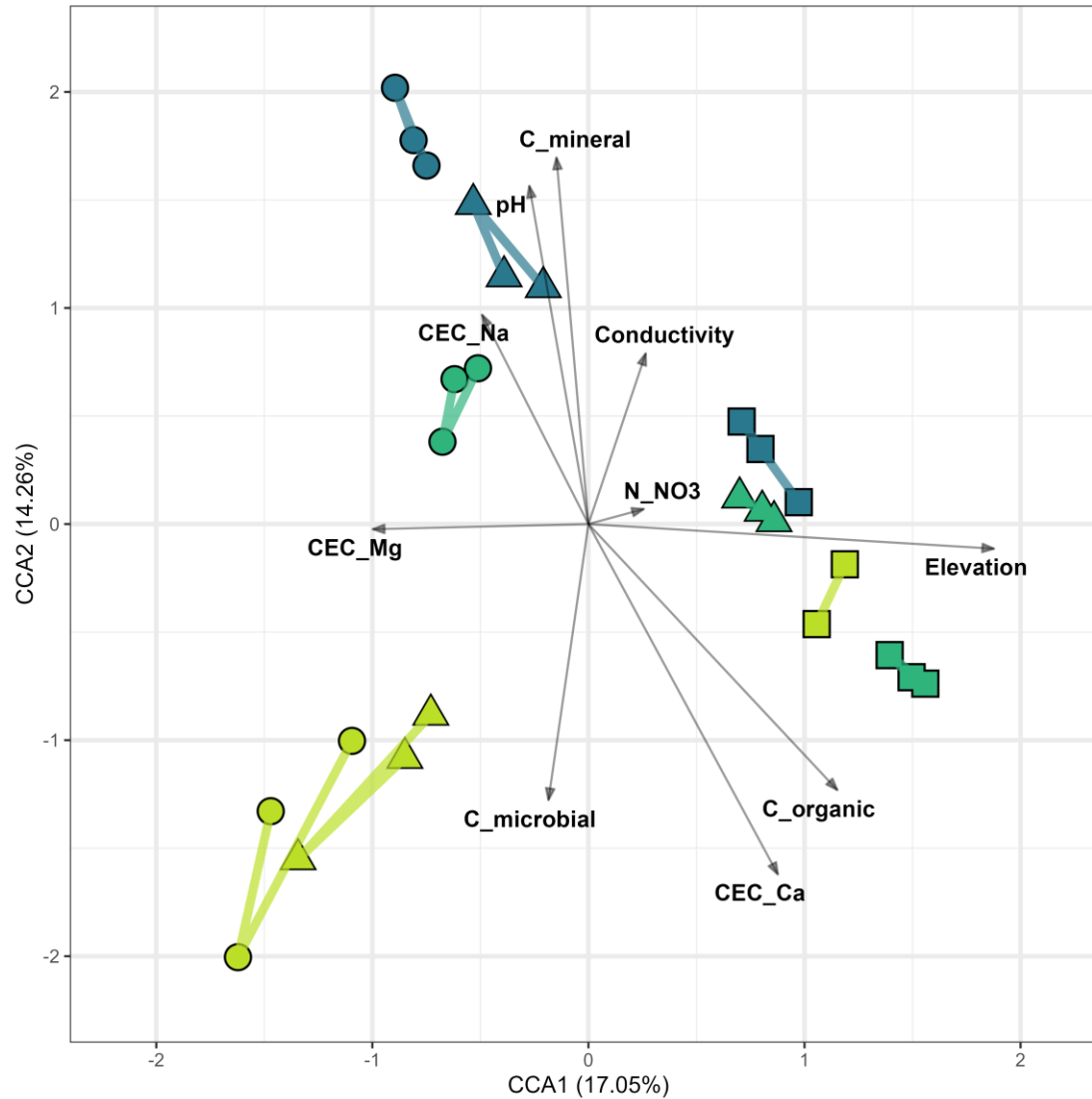
- Low
- ▲ Intermediate
- High

Site

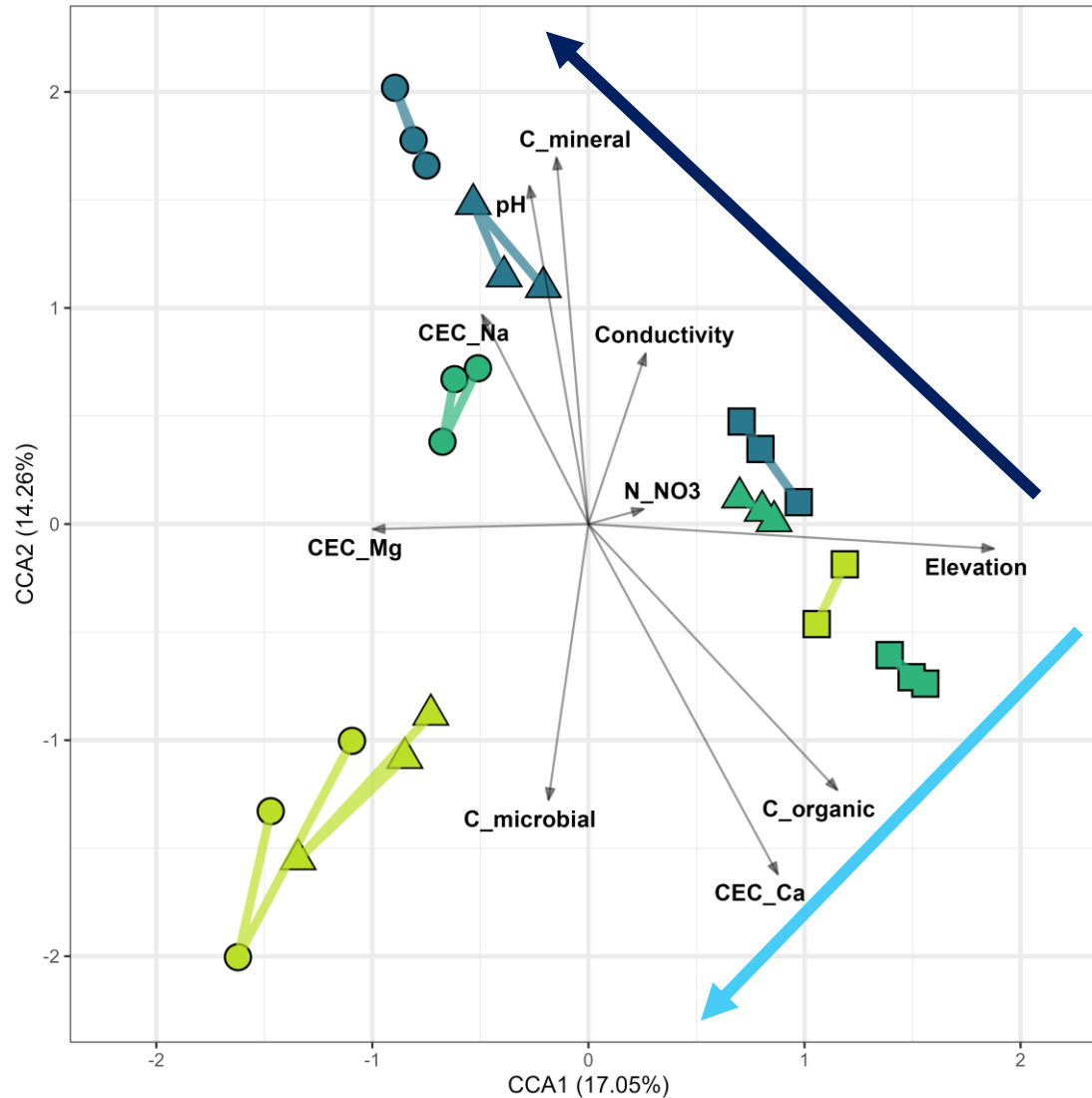
- A
- B
- C



Facteurs abiotiques



Facteurs abiotiques



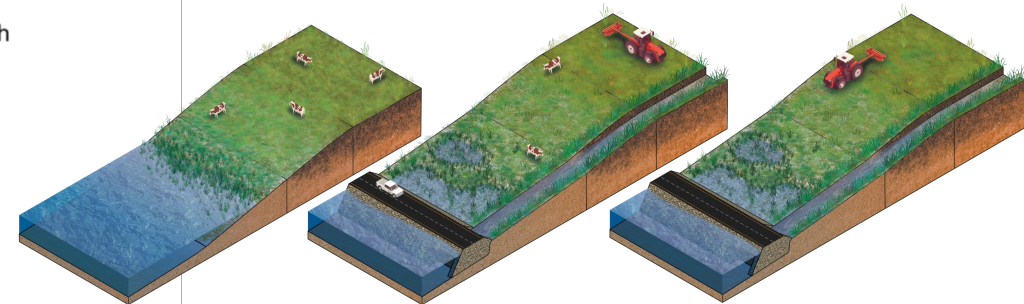
- Convergence des sites élevés.
- Divergence des sites bas.
- Tignol est particulier:
 - Remontée d'eau douce depuis les falaises,
 - Rétention d'eau à cause d'une vanne d'eau sous-dimensionnée.

Topographical level

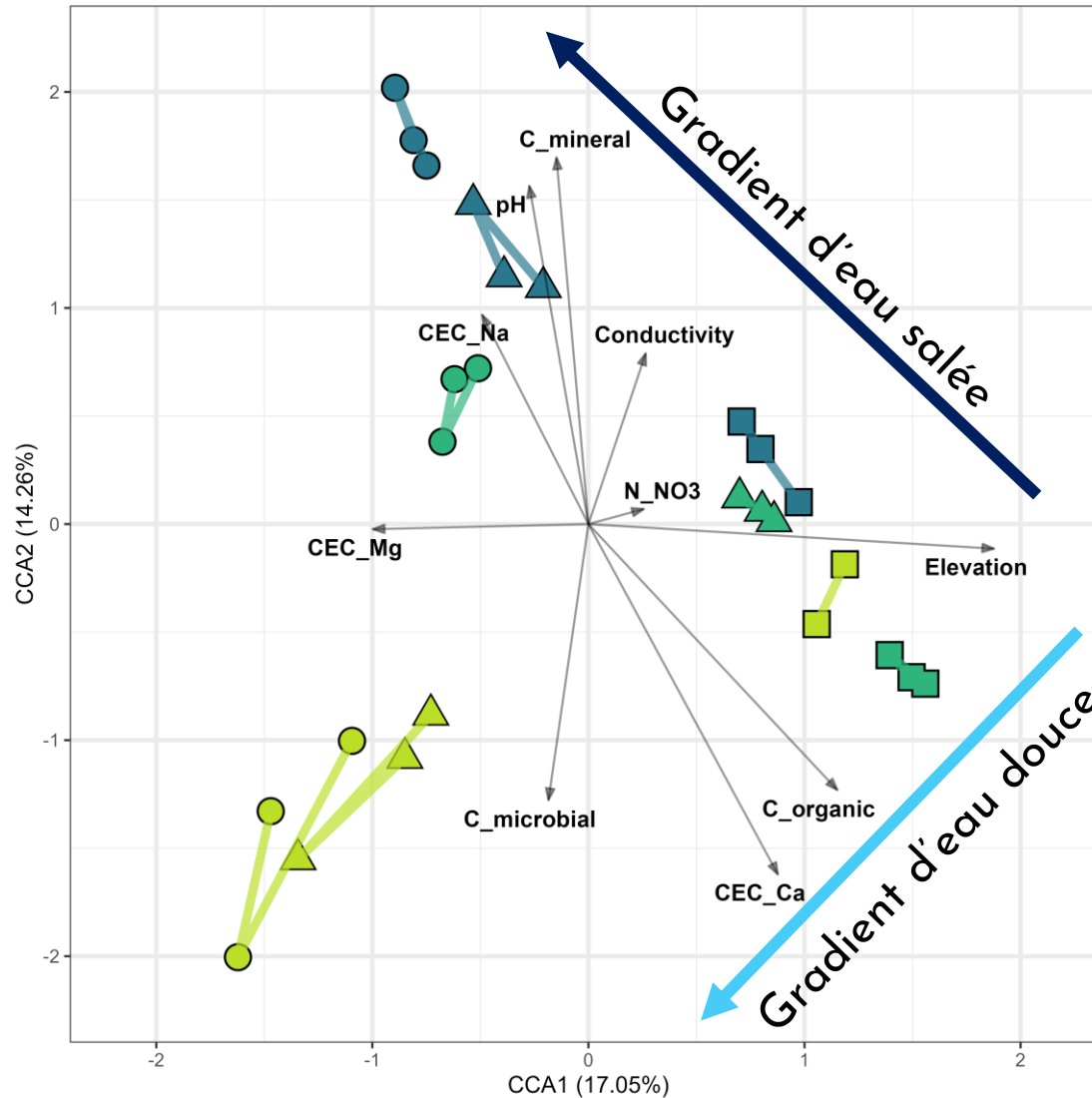
- Low
- ▲ Intermediate
- High

Site

- A
- B
- C



Facteurs abiotiques



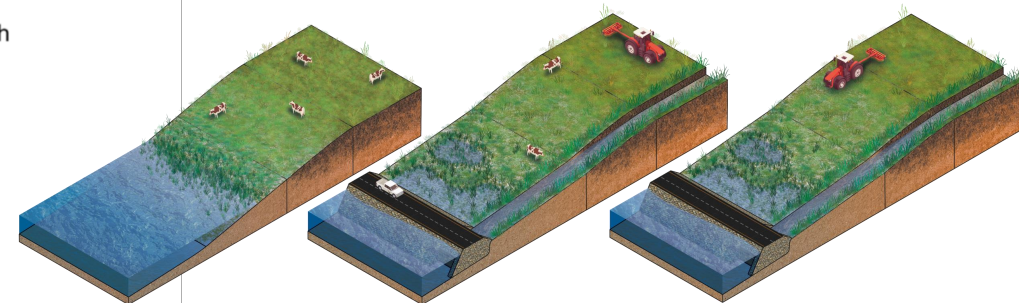
- Convergence des sites élevés.
- Divergence des sites bas.
- Tignol est particulier:
 - Remontée d'eau douce depuis les falaises,
 - Rétention d'eau à cause d'une vanne d'eau sous-dimensionnée.

Topographical level

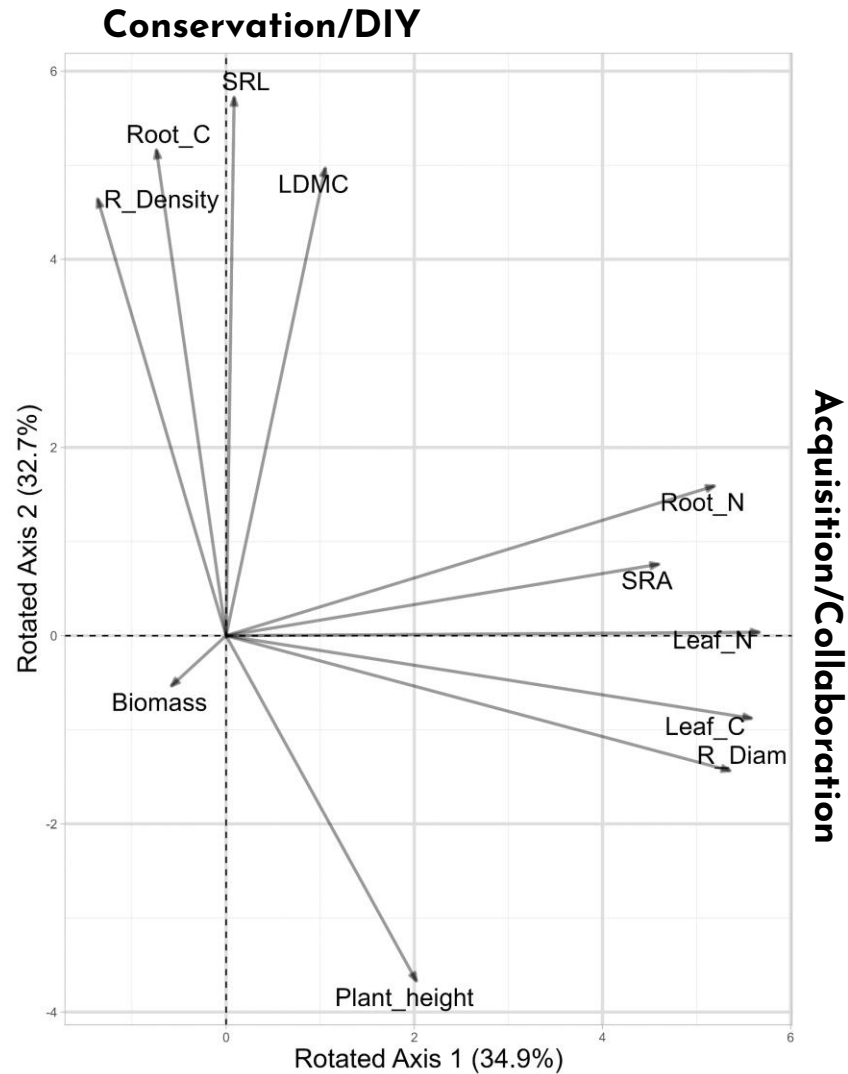
- Low
- ▲ Intermediate
- High

Site

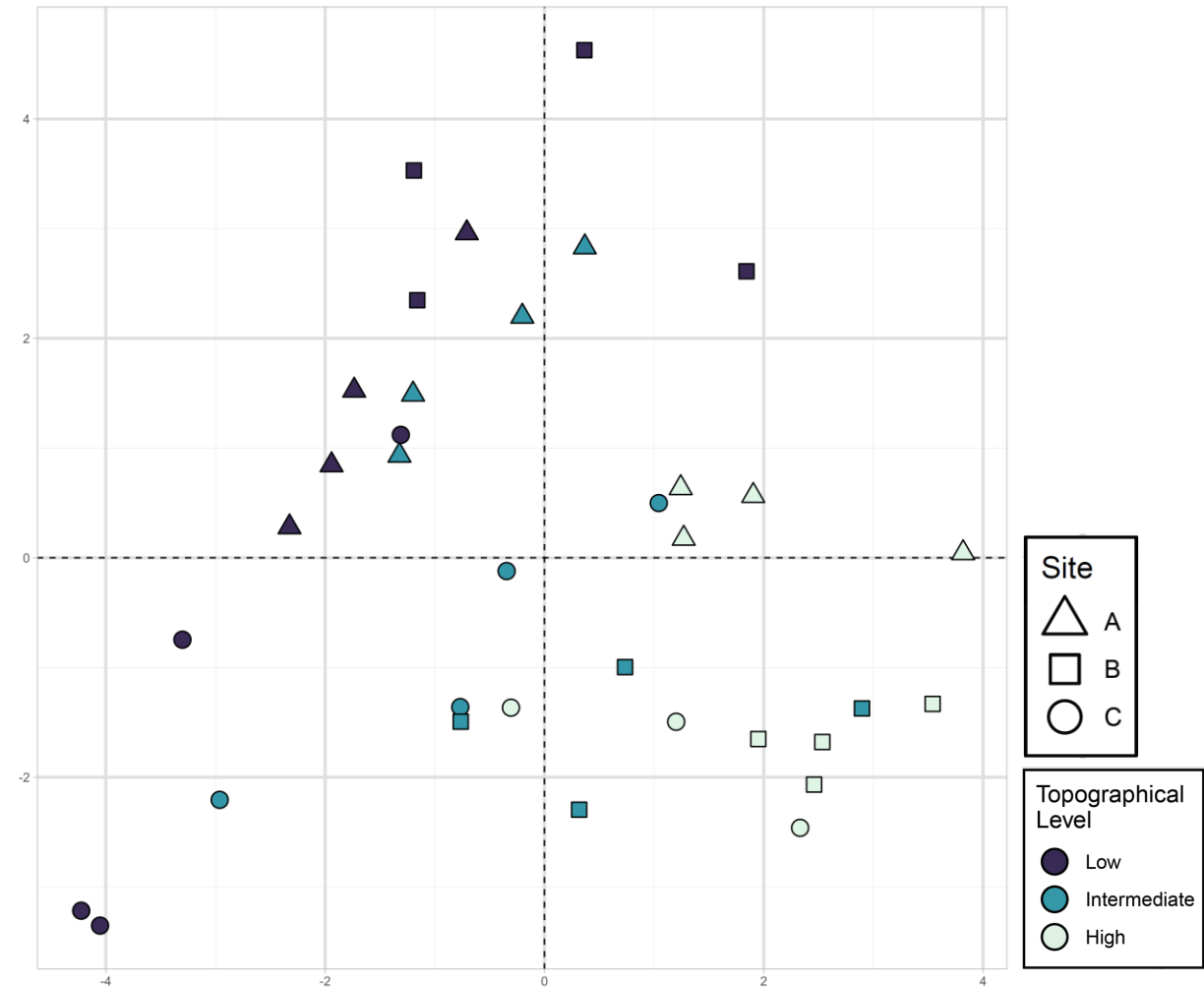
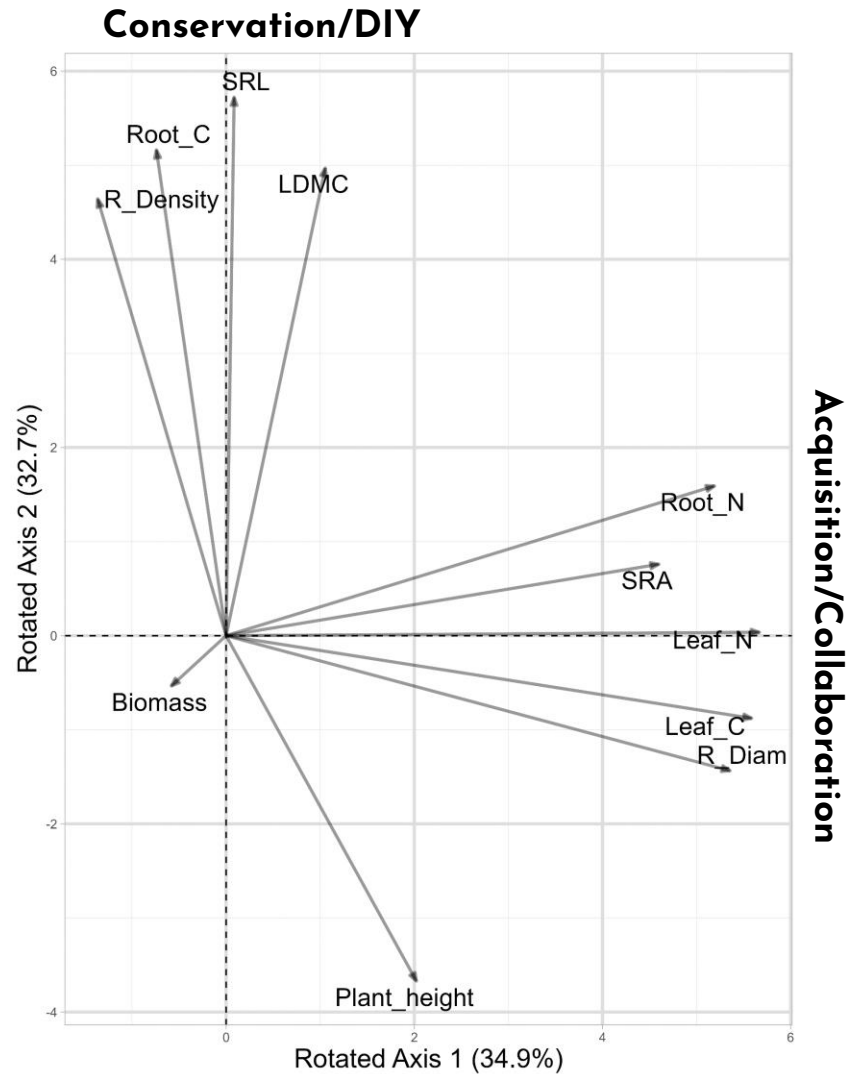
- A
- B
- C



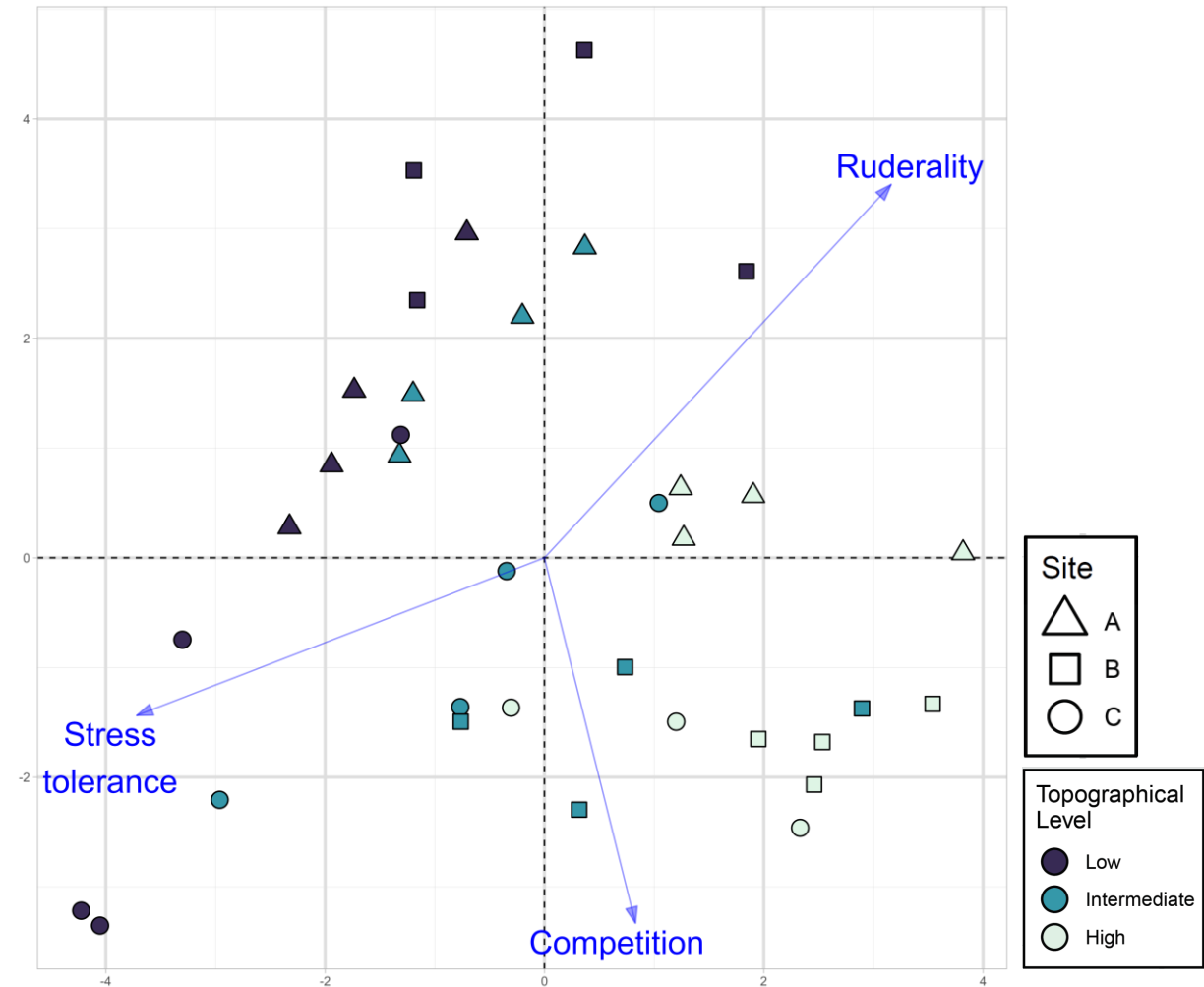
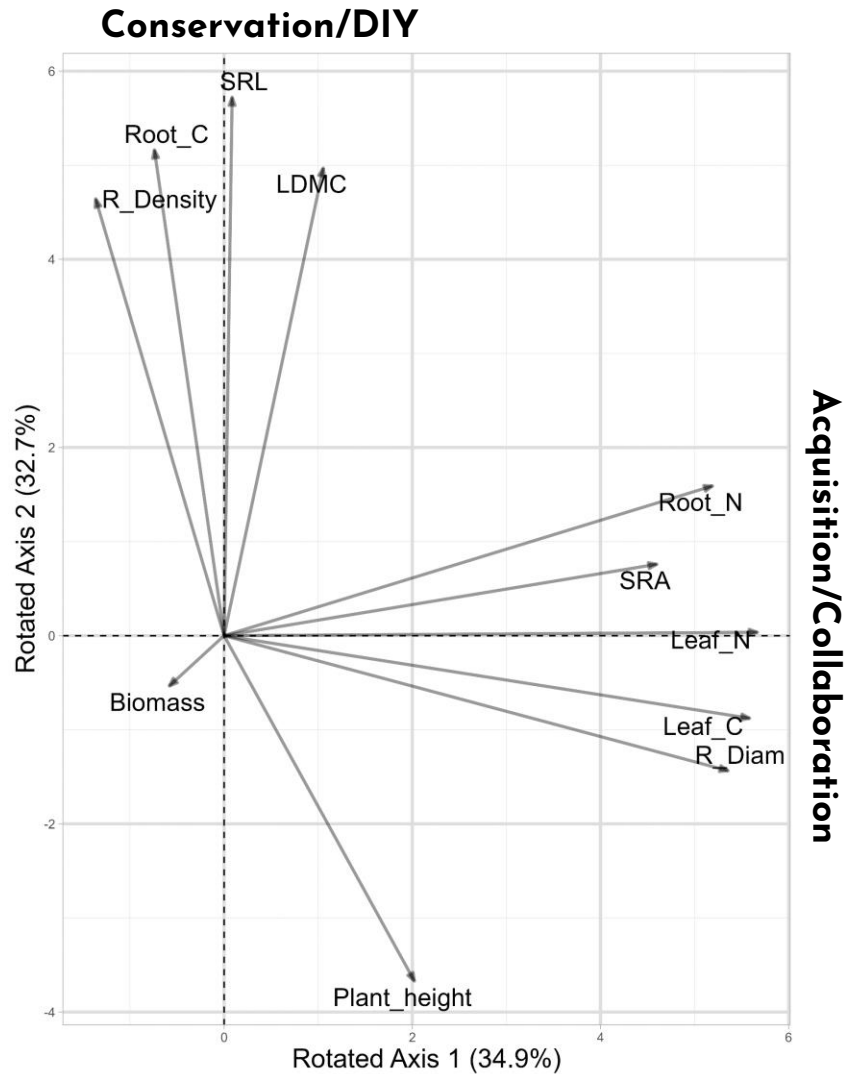
Stratégies et traits fonctionnels



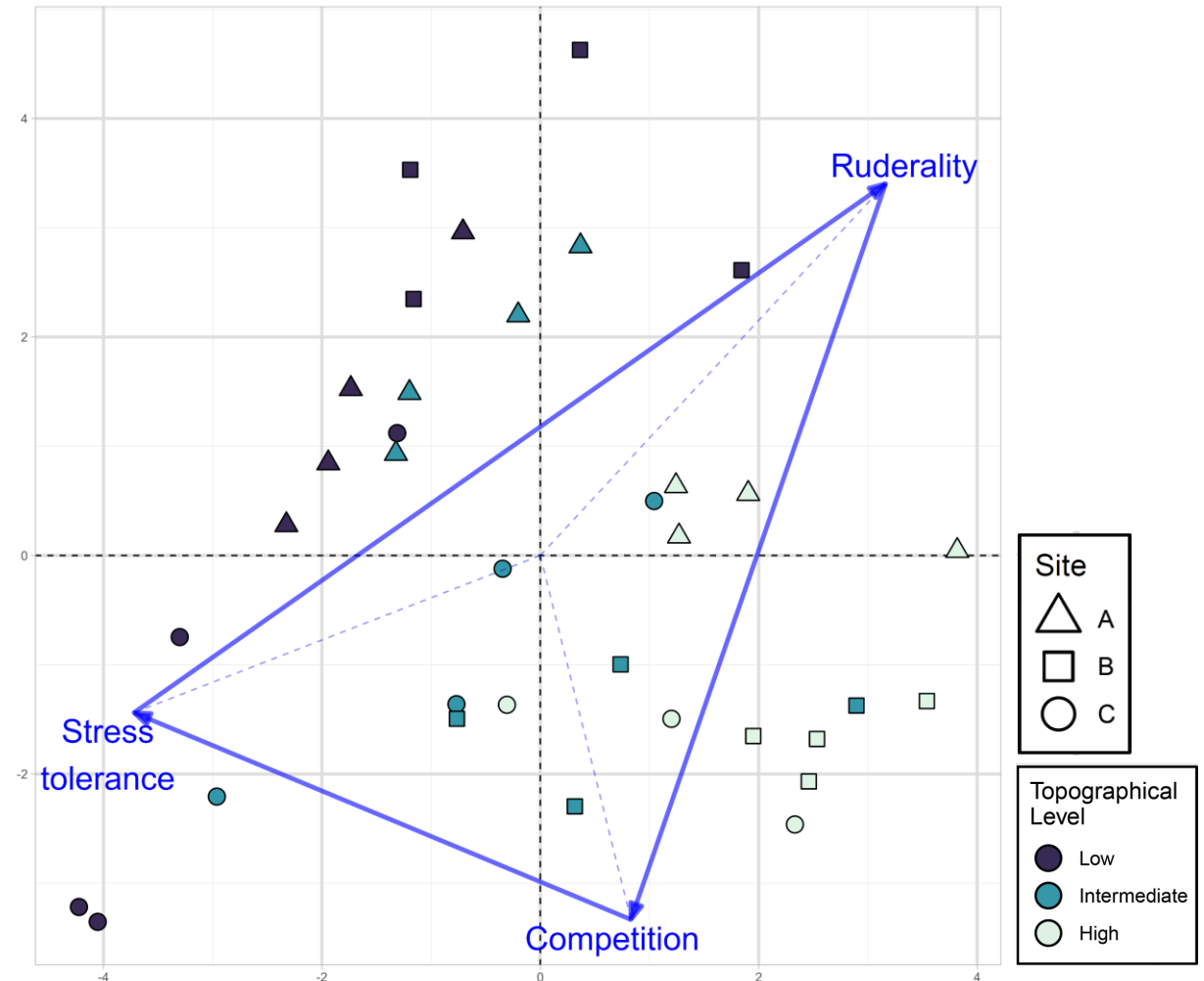
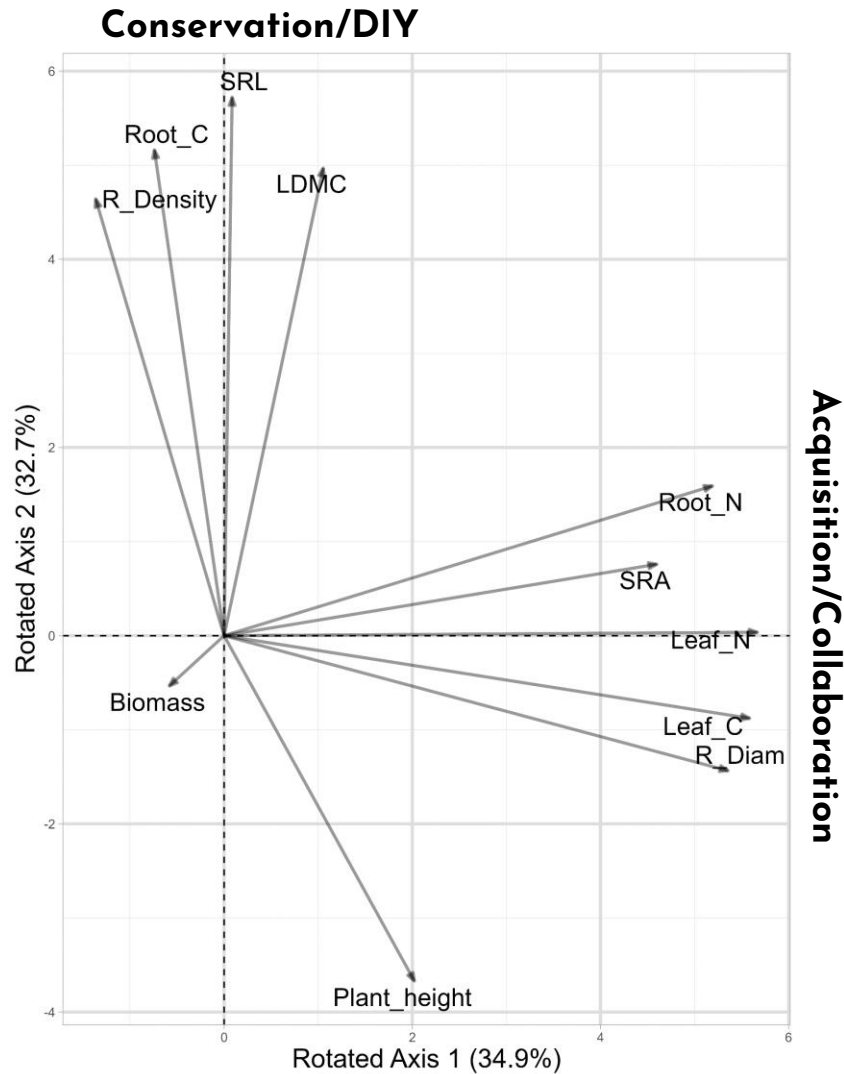
Stratégies et traits fonctionnels



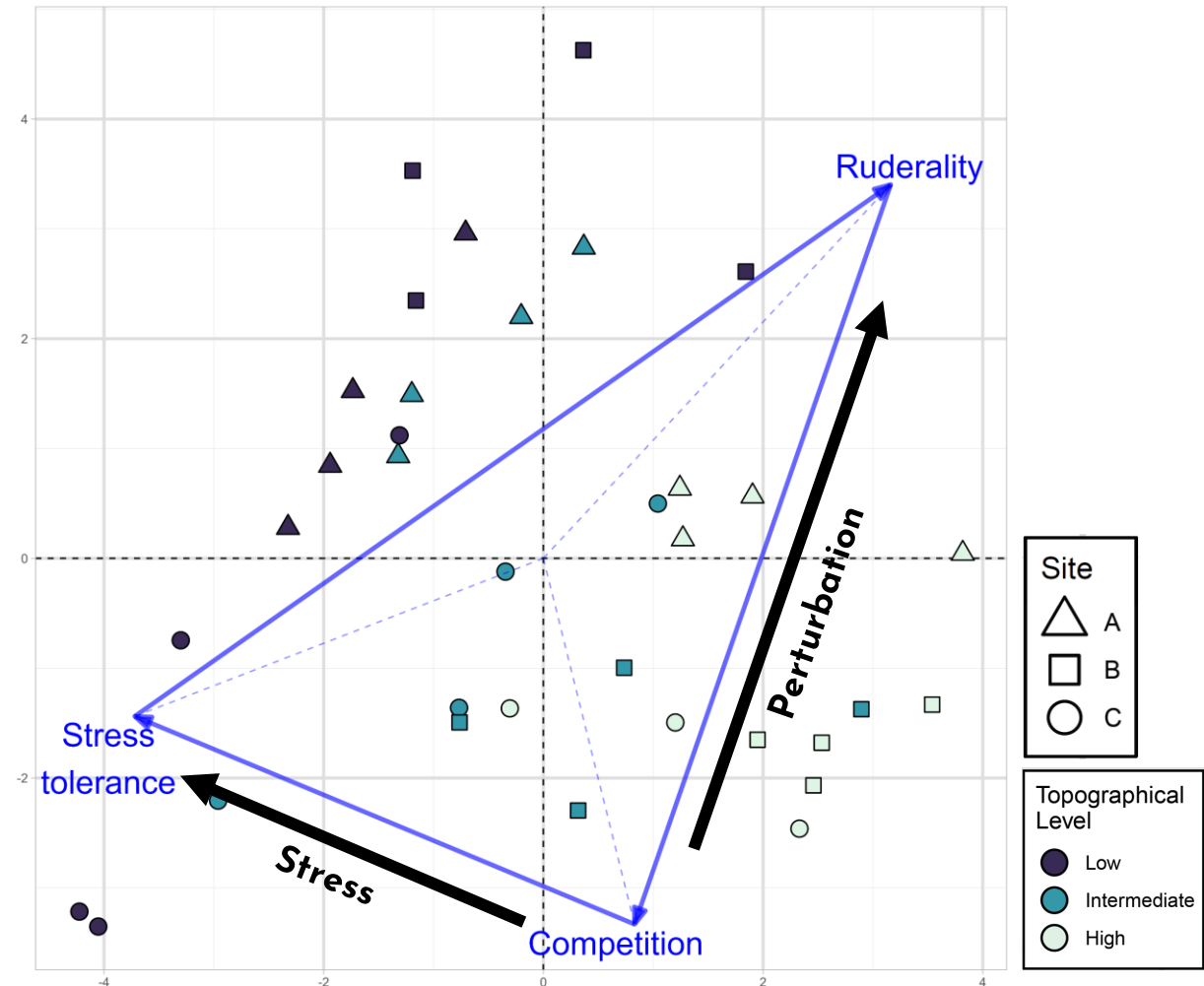
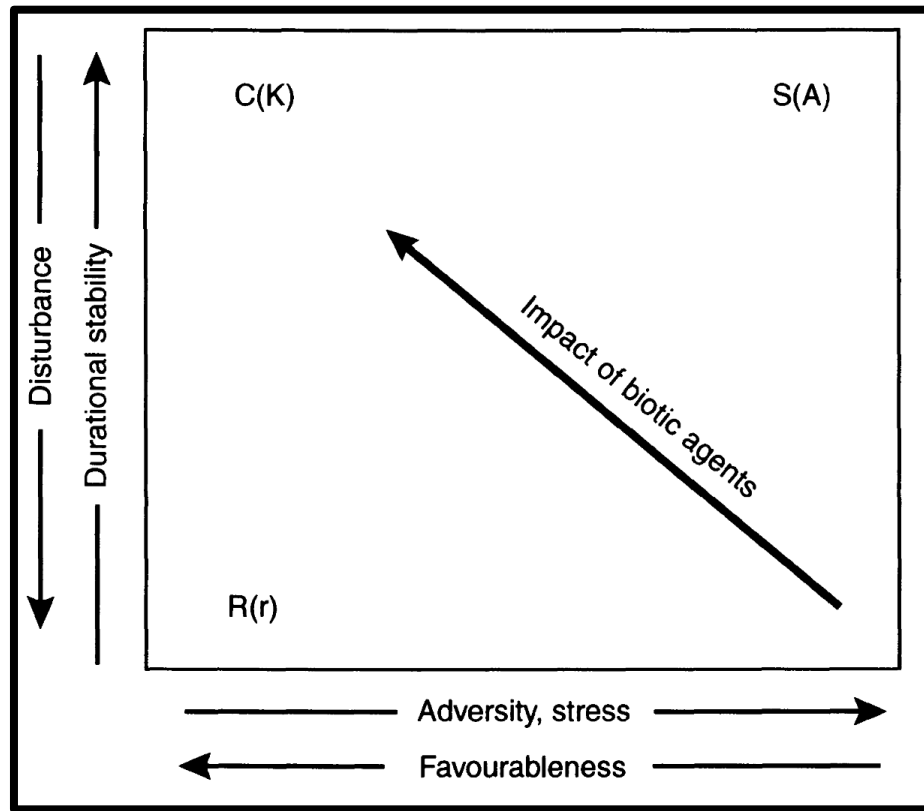
Stratégies et traits fonctionnels



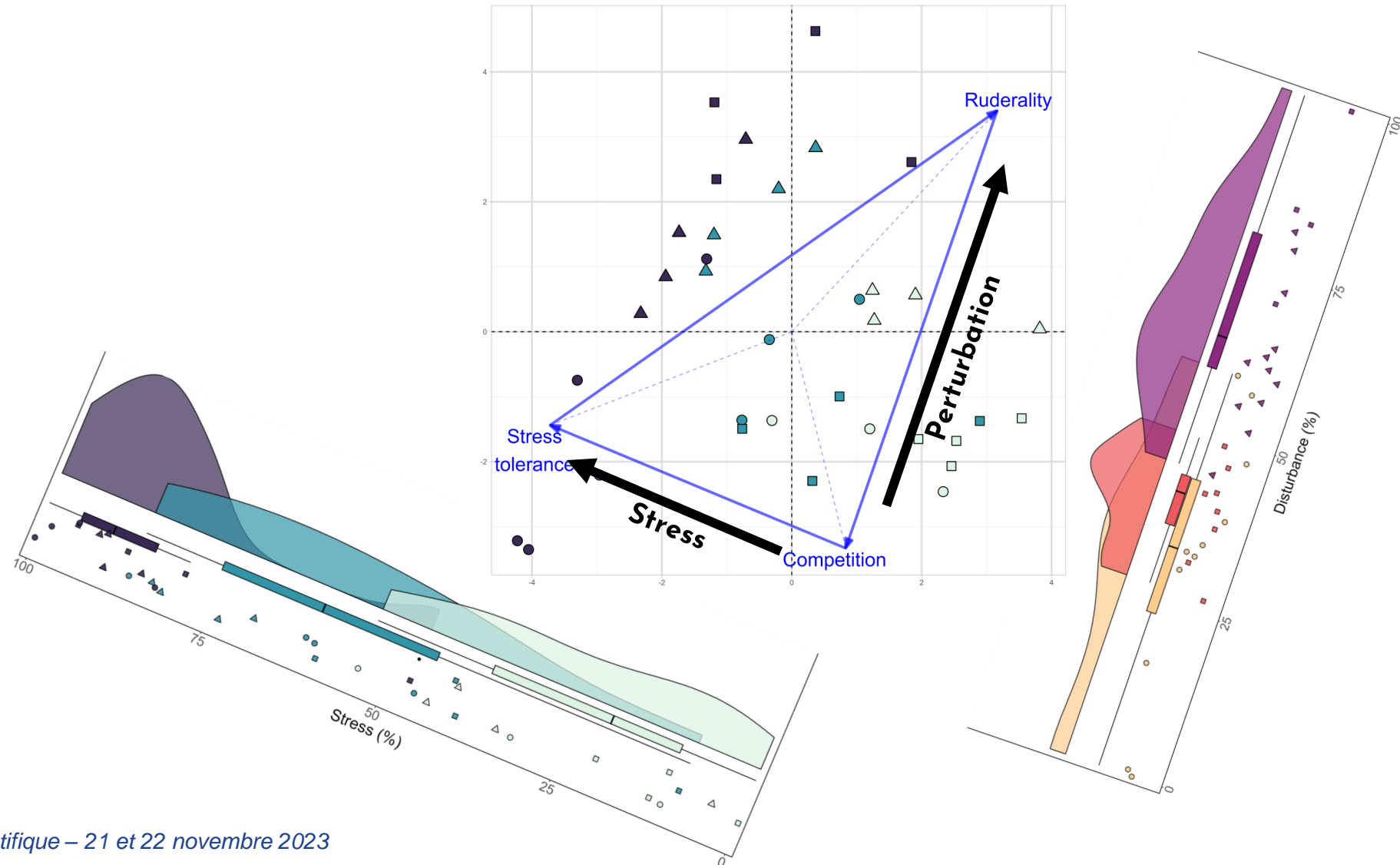
Stratégies et traits fonctionnels



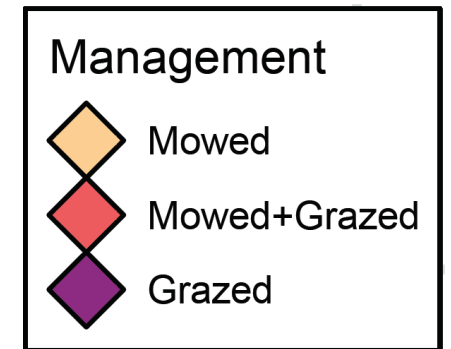
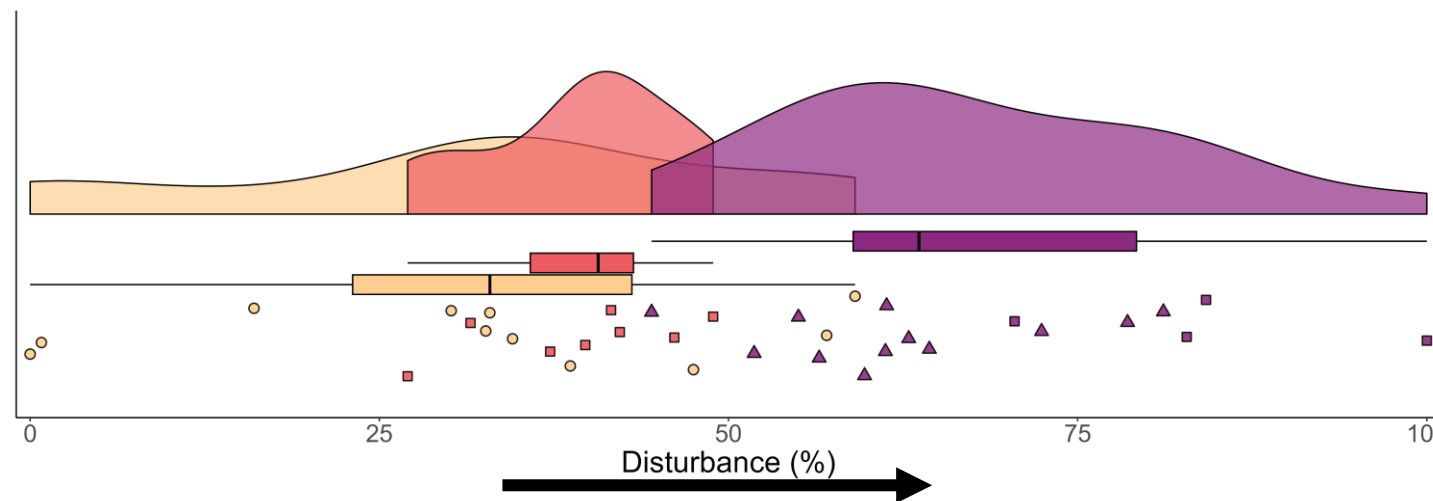
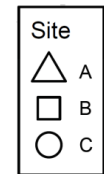
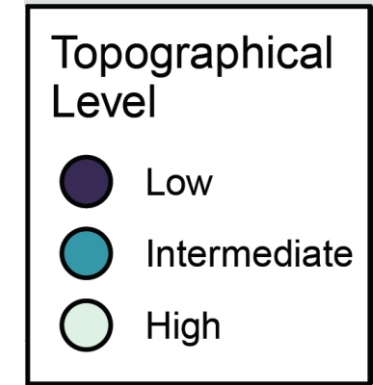
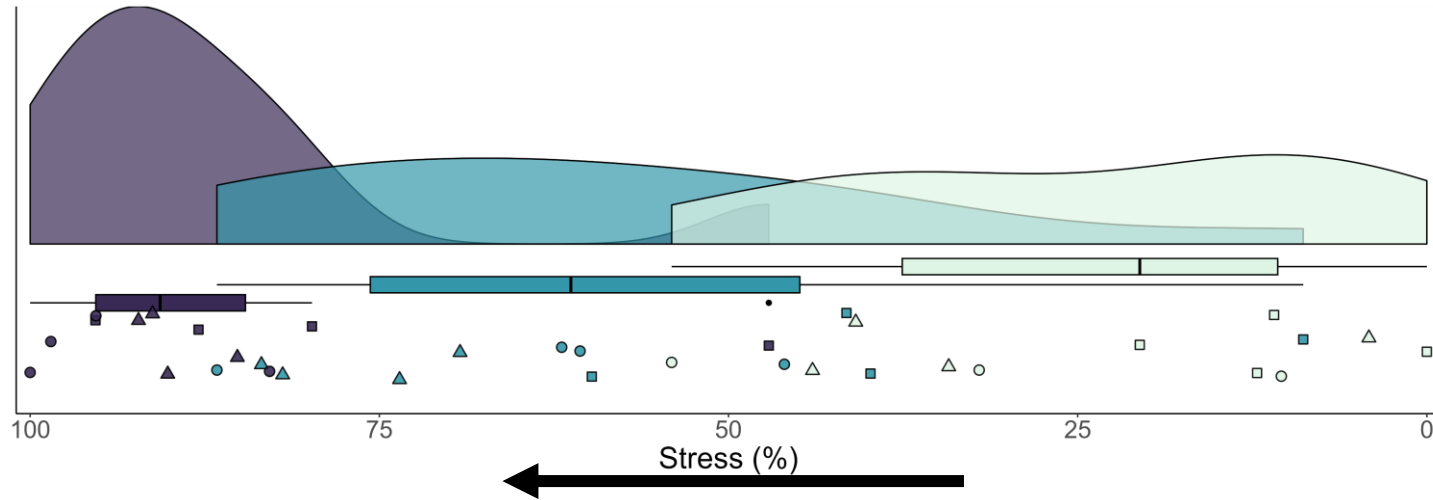
Stratégies et traits fonctionnels



Stratégies et traits fonctionnels



Stratégies et traits fonctionnels



Conclusion intermédiaire

1. La restriction tidale **atténue** les gradients de salinité et d'inondation...
 - a) ...résultant en assemblages de végétation **différents** ...
 - b) ... expliqués par les paramètres **physico-chimiques modifiés**.

2. Les conditions abiotiques sélectionnent des **stratégies** de vie appropriées.

Conclusion intermédiaire

1. La restriction tidale **atténue** les gradients de salinité et d'inondation...
 - a) ...résultant en assemblages de végétation **différents** ...
 - b) ... expliqués par les paramètres **physico-chimiques modifiés**.
2. Les conditions abiotiques sélectionnent des **stratégies** de vie appropriées.



Effets secondaires de la restriction tidale :

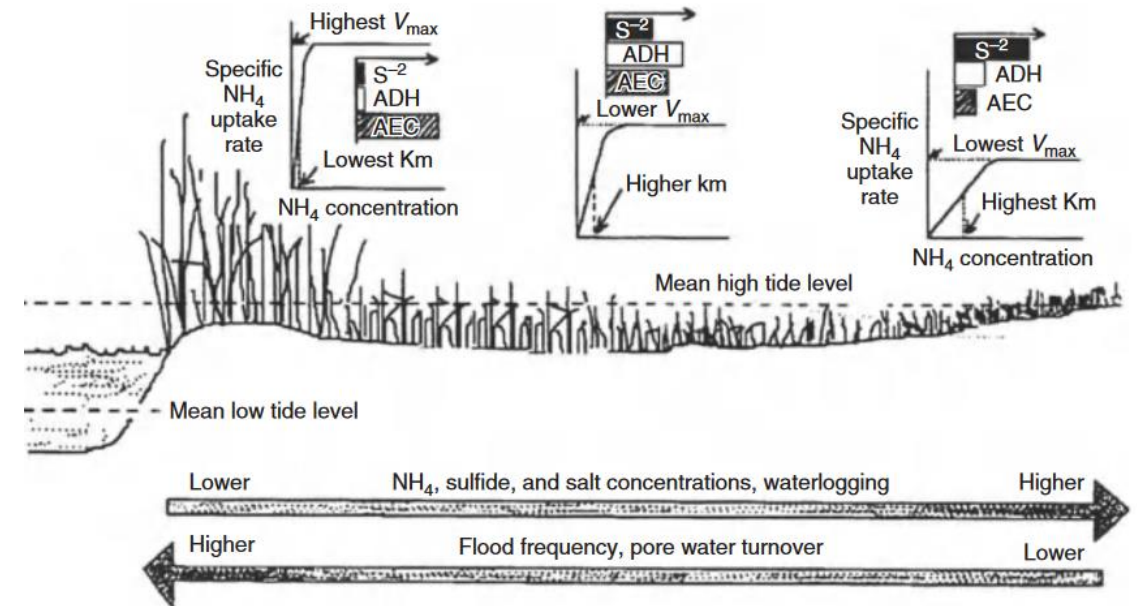
- Rétention d'eau,
- Déstockage de carbone.

La restriction tidale allonge le gradient de stress environnemental :

- Connard : 300 m
- Vanne B : 1,000 m
- Tignol : 1,200 m

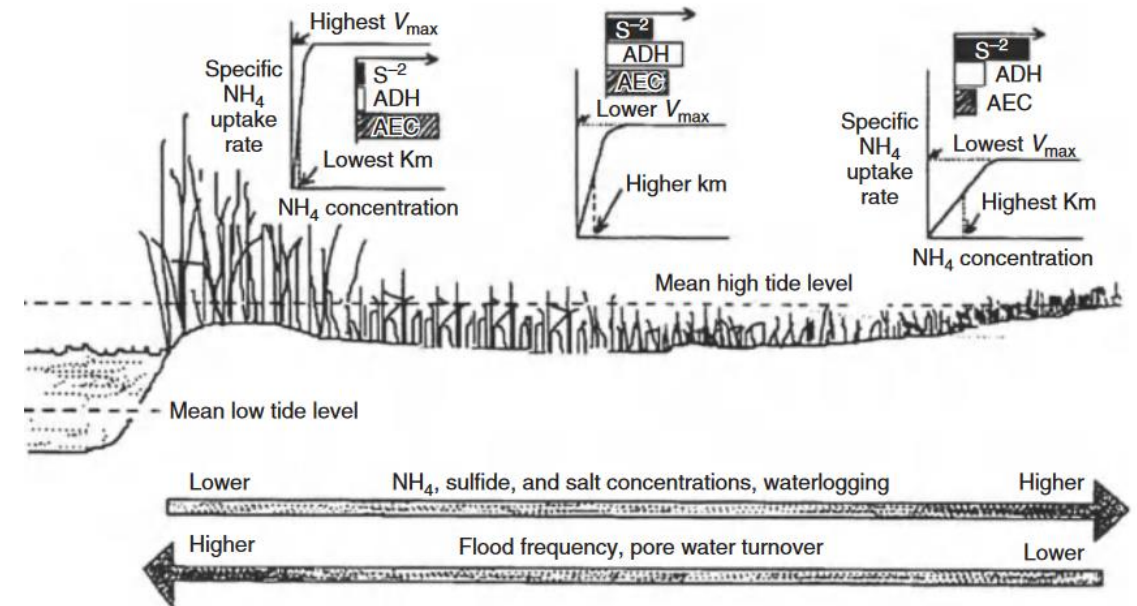
Communautés VS individus

- Structuration des communautés le long des gradients.
 - Remplacement d'espèces progressif.



Communautés VS individus

- Structuration des communautés le long des gradients.
 - Remplacement d'espèces progressif.
- **Quelle est la réponse à l'échelle spécifique des modifications des contraintes liées au changement climatique ?**

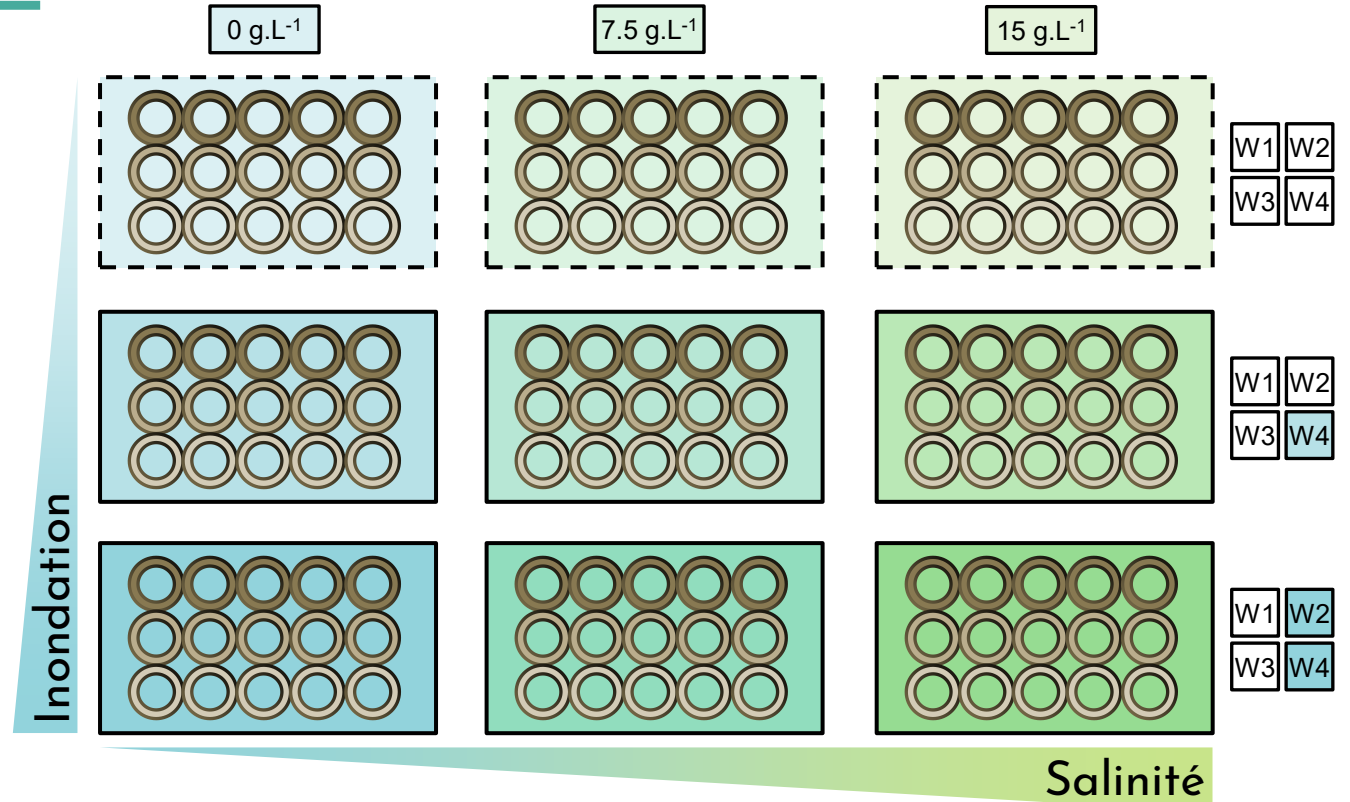


Inondation

Salinité

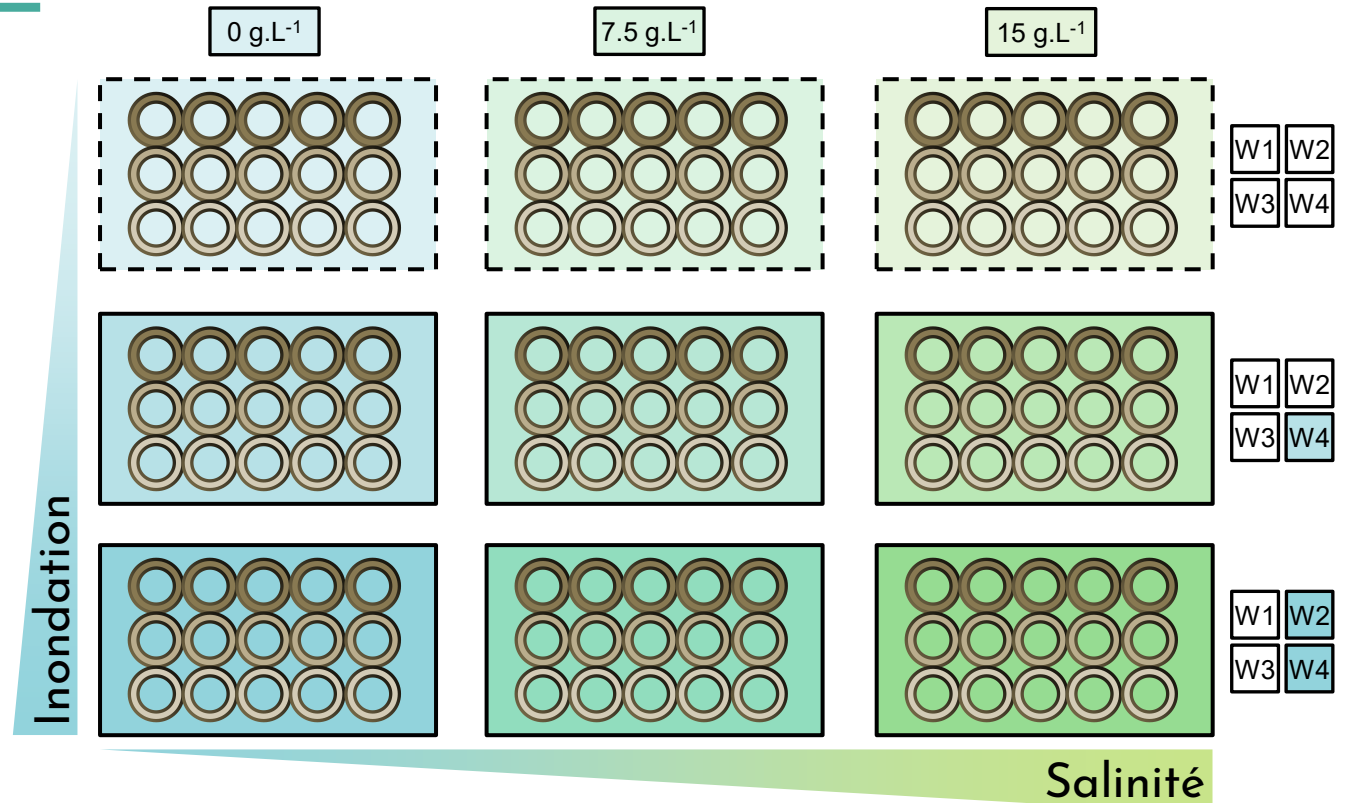
Dispositif expérimental

- 3 concentrations de sel, correspondant au gradient *in-situ*.
- 3 cycles d'inondation, mimant l'éloignement à la Seine et le cycle des marées.



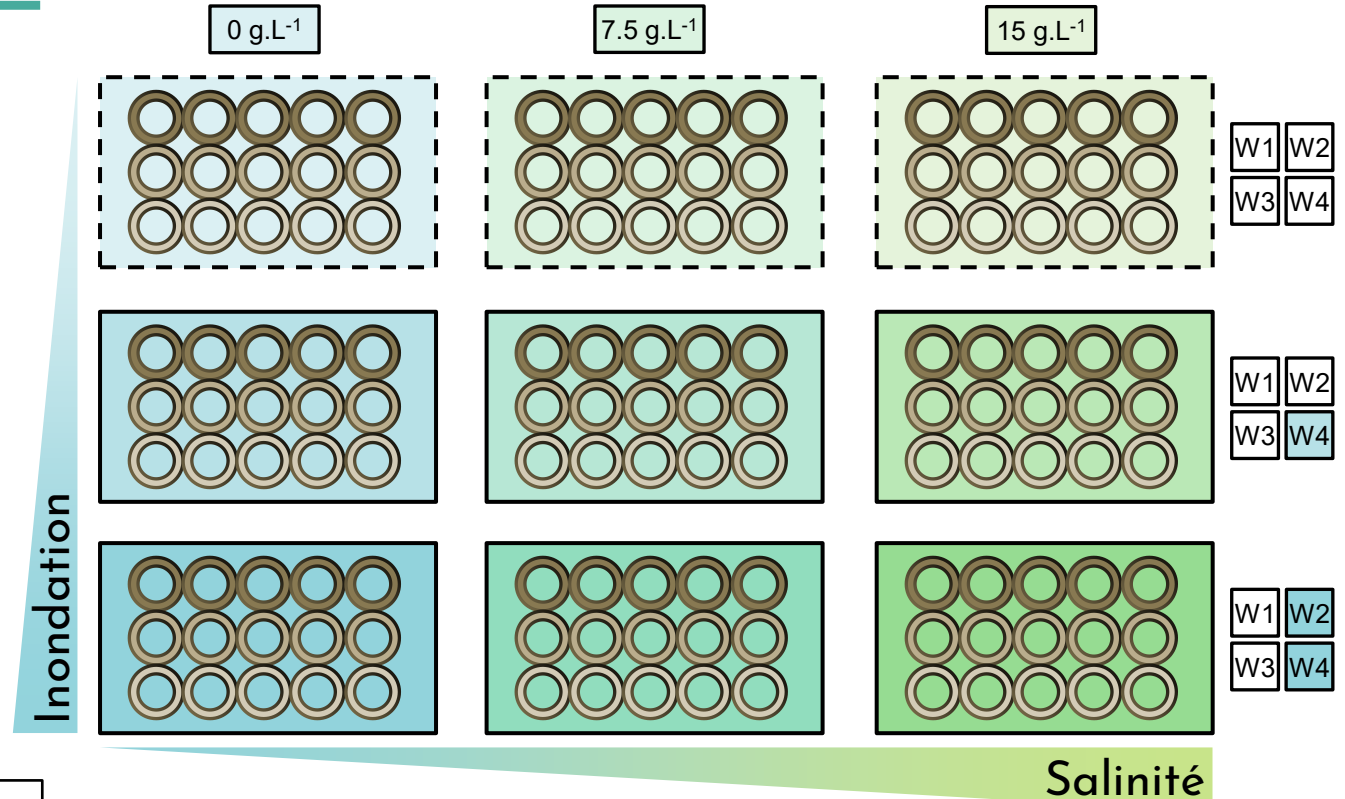
Dispositif expérimental

- 3 concentrations de sel, correspondant au gradient *in-situ*.
- 3 cycles d'inondation, mimant l'éloignement à la Seine et le cycle des marées.
- 3 espèces caractéristiques des marais oligohalins de la Seine (5 répliques):
 - *Alopecurus geniculatus* L.
 - *Festuca arundinacea* Schreb.
 - *Holcus lanatus* L.
- Pots (4 litres) remplis de sol de l'estuaire de la Seine.



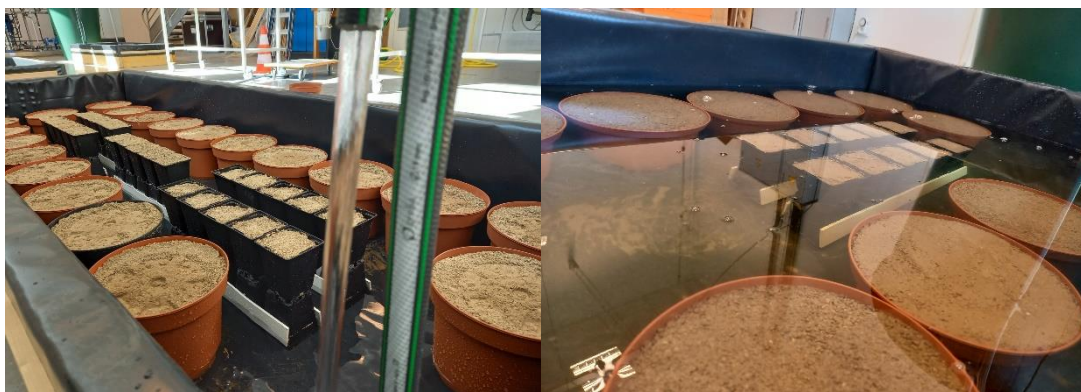
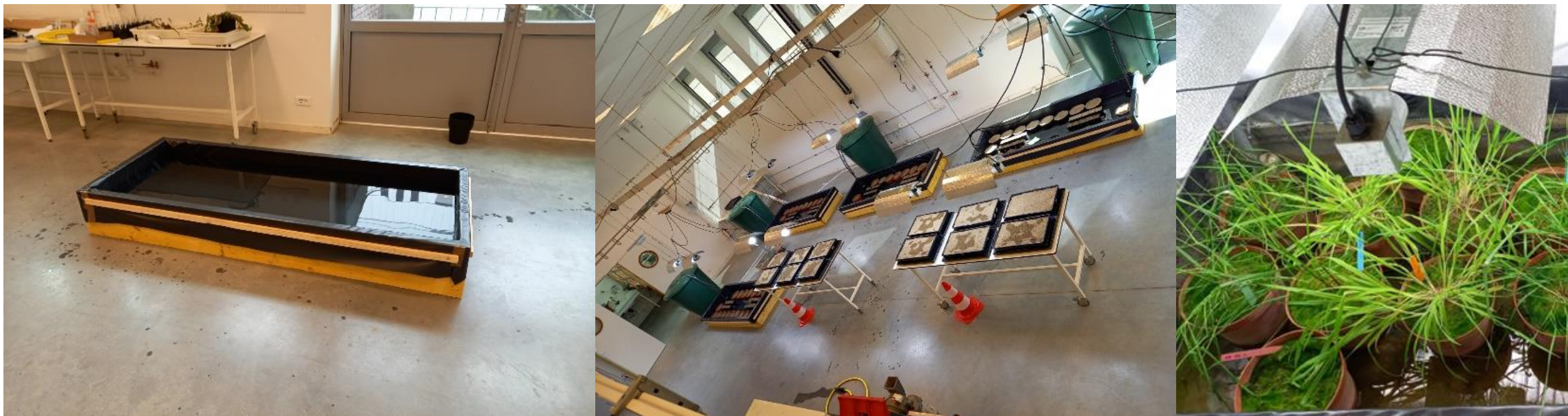
Dispositif expérimental

- 3 concentrations de sel, correspondant au gradient *in-situ*.
- 3 cycles d'inondation, mimant l'éloignement à la Seine et le cycle des marées.
- 3 espèces caractéristiques des marais oligohalins de la Seine (5 répliquas):
 - Alopecurus geniculatus* L.
 - Festuca arundinacea* Schreb.
 - Holcus lanatus* L.
- Pots (4 litres) remplis de sol de l'estuaire de la Seine.



- Données acquises:
 - Surface foliaire spécifique;
 - Matière sèche foliaire;
 - Teneur en chlorophylle;
 - Biomasse;
 - Croissance.
- } Destructif
 } Non-Destructif

Dispositif expérimental



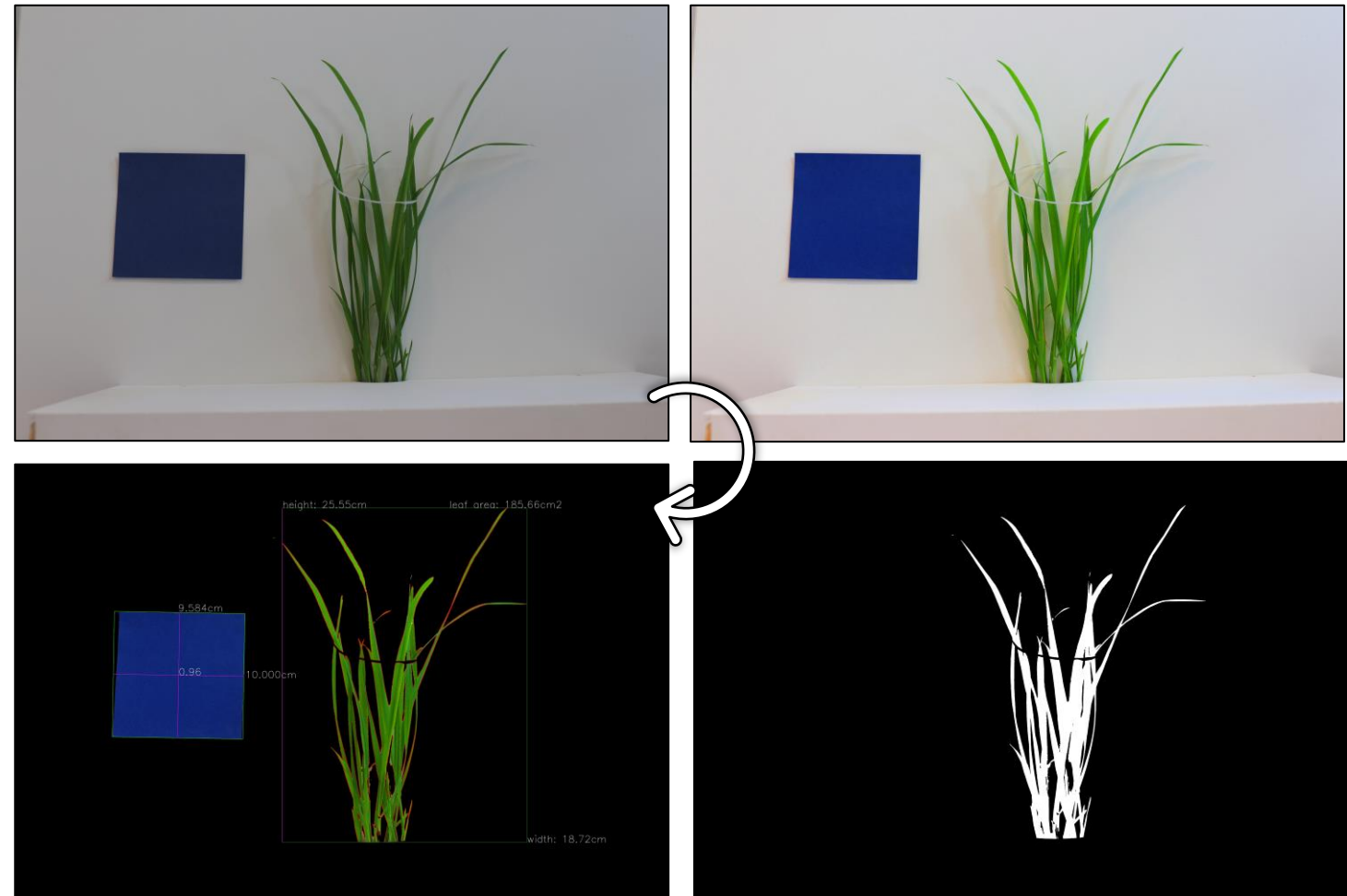
- Réseau de pompes automatisé ;
- Cycle circadien 8-22h.
- Suivi de croissance non-destructif.

Suivi de croissance par photographie

- **Expérience préliminaire :**
 - 90 individus de 4 espèces ;
 - Photographie, scan des feuilles, pesées.
- **Algorithme d'analyse des photos:**
 - 1) Lecture et ajustement de la photo ;
 - 2) Détection du carré de référence (10x10 cm) ;
 - 3) Détection des feuilles vertes ;
 - 4) Comptage des pixels et conversion en cm².

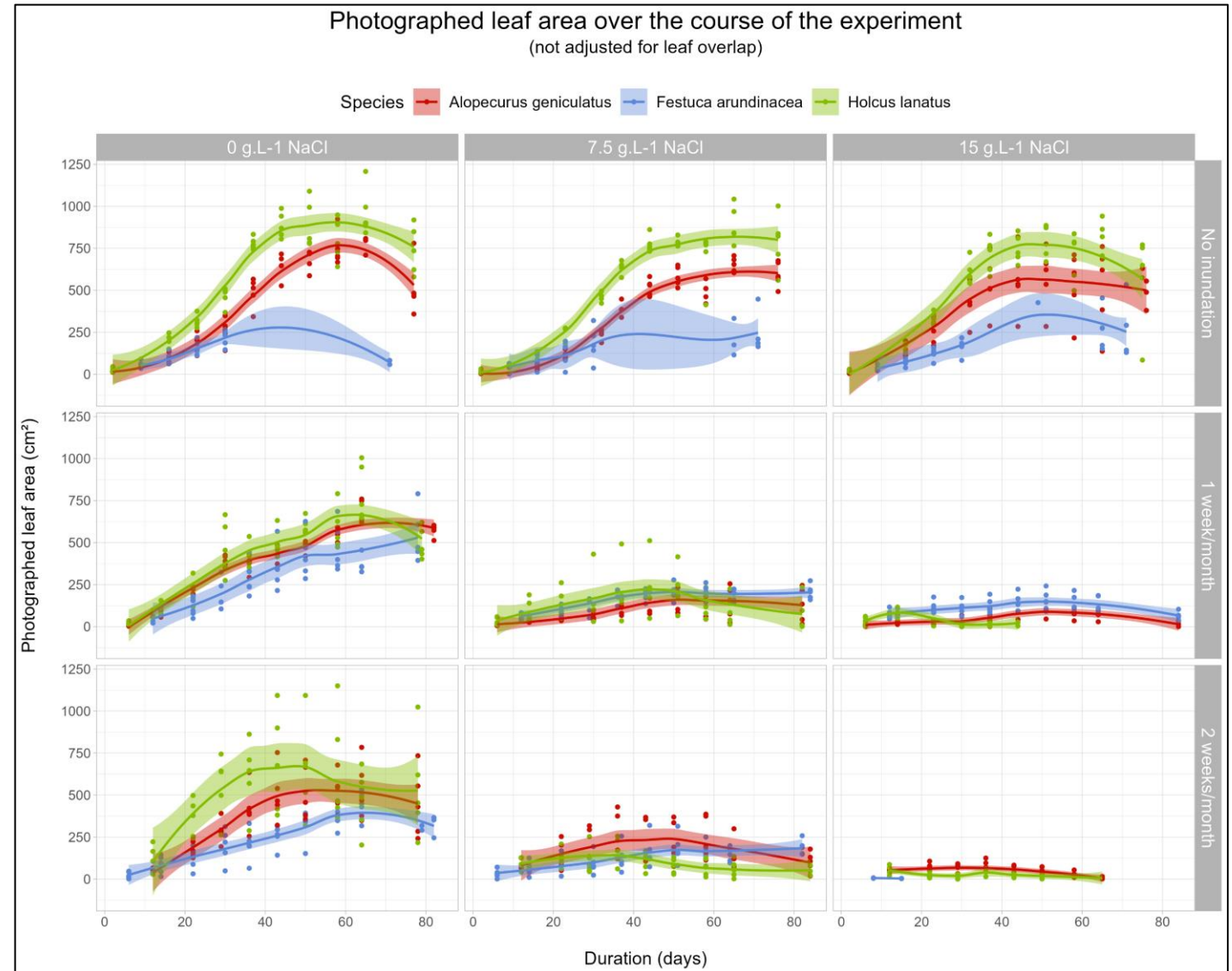


**Biomasse modélisable
par photographie.**



Résultats

- **Suivi de croissance :**
 - Mortalité élevée en fortes contraintes ;
 - Seuils de tolérance propres à chaque espèce ;
 - Synergie entre salinité et fréquence d'inondation :
 - Taux de survie inférieur ;
 - Productivité inférieure.



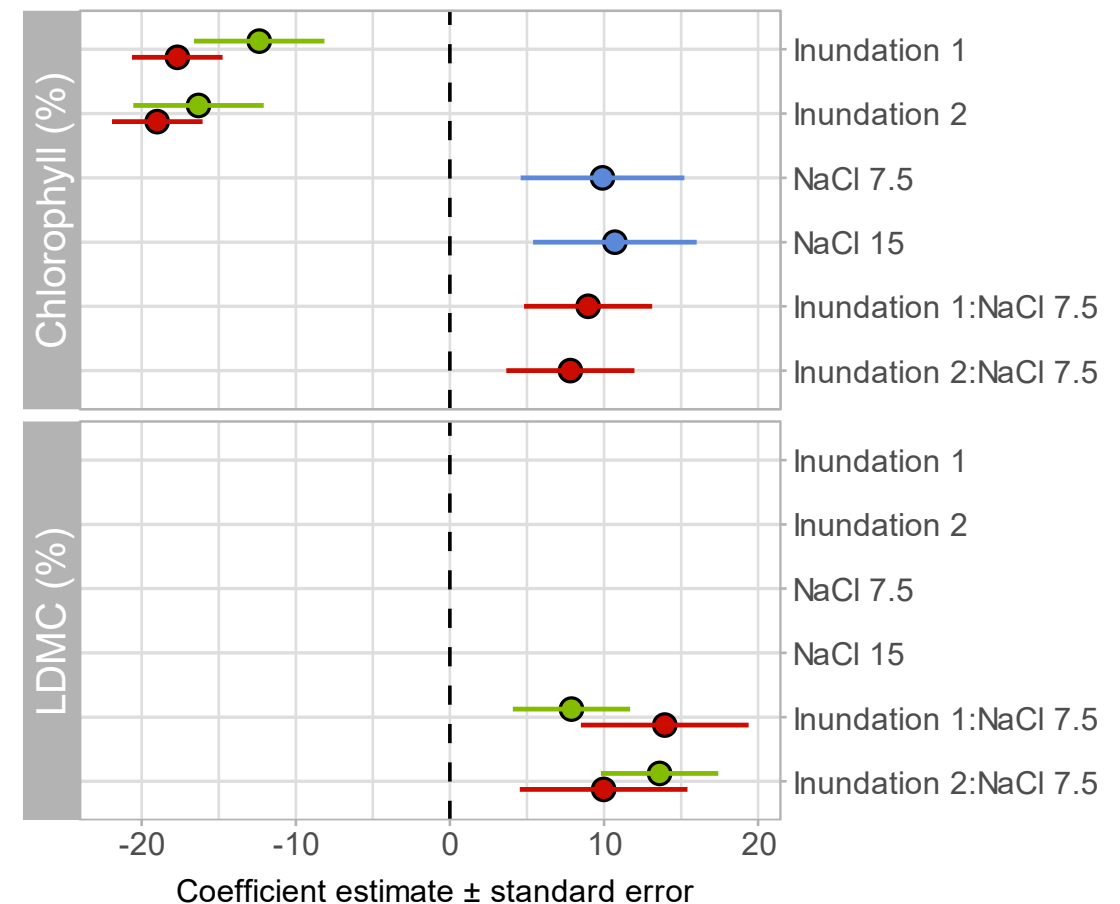
Résultats

- **Traits fonctionnels :**
 - Teneur en chlorophylle sensible aux modifications de conditions ;
 - Réponses propres à chaque espèce :
 - Inondation diminue la teneur en chlorophylle de *A. geniculatus* et *H. lanatus* ;
 - Leur teneur en matière sèche augmente en cas d'augmentation des deux facteurs.
 - *F. arundinacea* assez peu sensible aux contraintes.

LINEAR MODEL COEFFICIENTS OF LEAF TRAIT RESPONSE

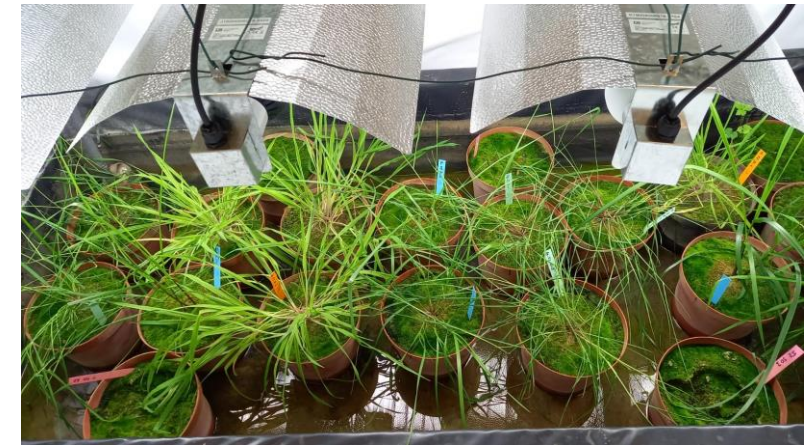
Formula: Trait ~ Inundation * Salinity
 Only most significant coefficients shown (p<0.07)

Species: ● *Alopecurus geniculatus* ● *Festuca arundinacea* ● *Holcus lanatus*



Conclusion

- **A l'échelle de l'individu :**
 - Modification des stratégies d'allocation des ressources de chaque espèce.
 - Synergie entre les facteurs de contrainte.

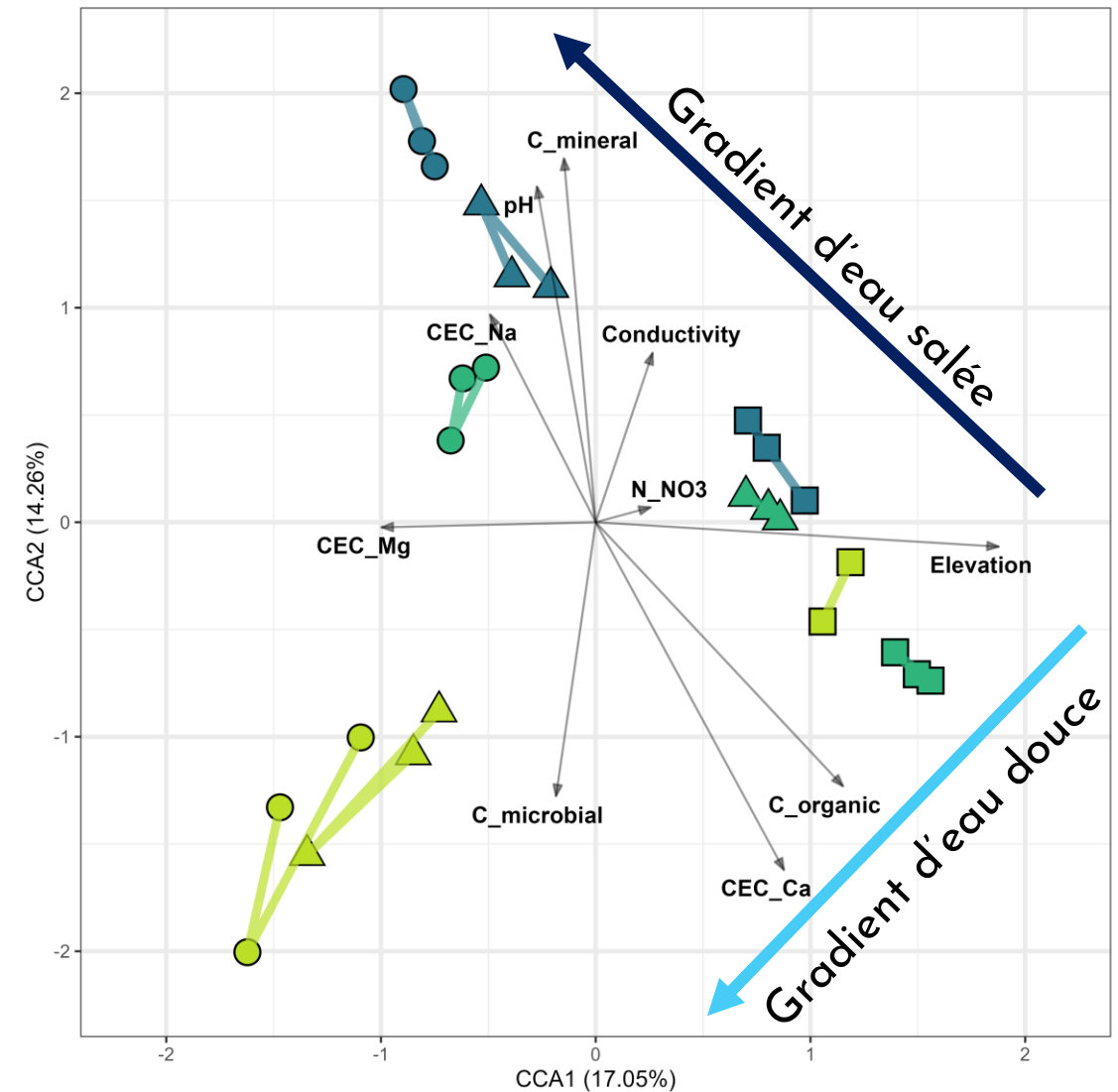


Salinité



Conclusion

- **A l'échelle de l'individu :**
 - Modification des stratégies d'allocation des ressources de chaque espèce.
 - Synergie entre les facteurs de contrainte.
- **A l'échelle de la communauté :**
 - Changements de *composition* et de *stratégies* le long des gradients de contrainte.
 - L'endiguement n'est *PAS* suffisant pour expliquer la structuration des communautés végétales.





Merci de votre attention.

Markus Neupert, Michaël Aubert & Estelle Langlois



Interactions entre la gestion de l'eau et les cycles biogéochimiques à l'interface eau-sédiment des prairies estuariennes

Jérôme Morelle

Coordinateur tache : Annet M. Laverman

Coordinateur projet (FEREE): Estelle Langlois

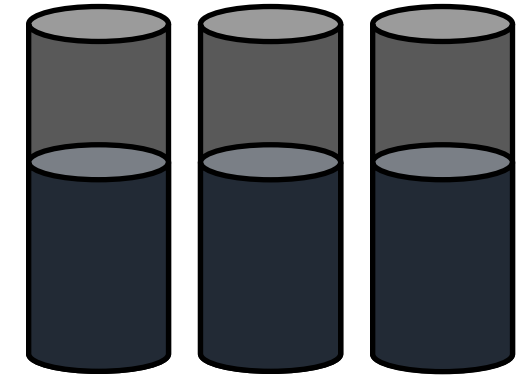
Avec participation de : Laurent Jeanneau, Edith Parlanti, Arnaud Huguet, Samuel Hermant et Thomas Lecarpentier

Echantillonnage



3 Secteurs à 2 saisons

- 1 - « Tignol » 4 sites
- 2 - « Vanne B » 4 sites
- 3 - « Sud » 5 sites



FLUX de NO_3^- , NO_2^- , NH_4
DOC



**CARACTÉRISTIQUES
SEDIMENTAIRES**

ACTIVITES ENZYMATIQUES

**ABONDANCES BACTERIENNE ET
GENE FONCTIONNELS**

**2 - REACTEURS EN FLUX CONTINU
avec ajout de MO d'origine végétale**
Taux de réduction de NO_3
Taux de production de NO_2 , NH_4

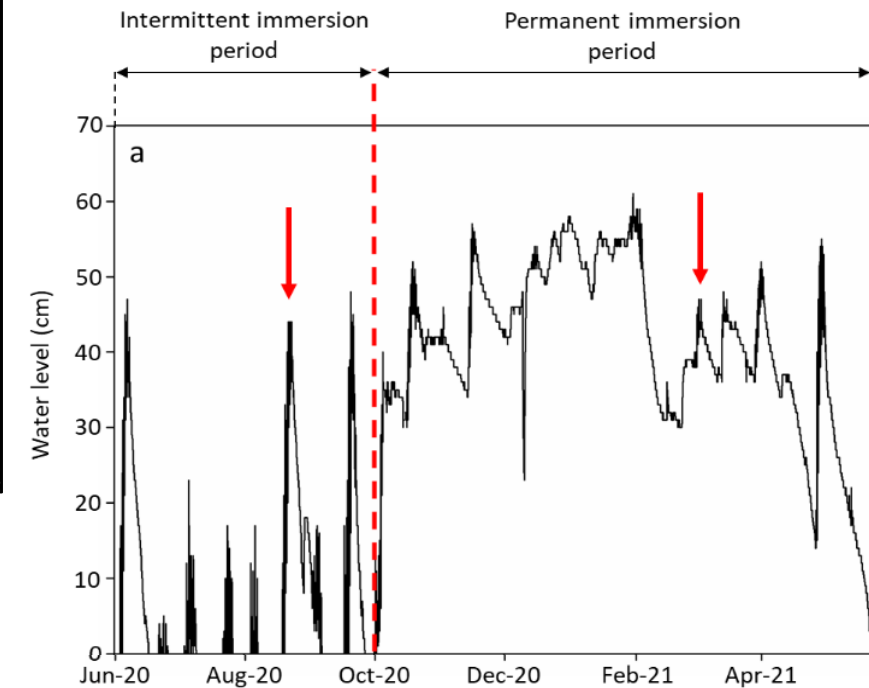


Effet de la gestion de l'eau sur les cycles du carbone et de l'azote

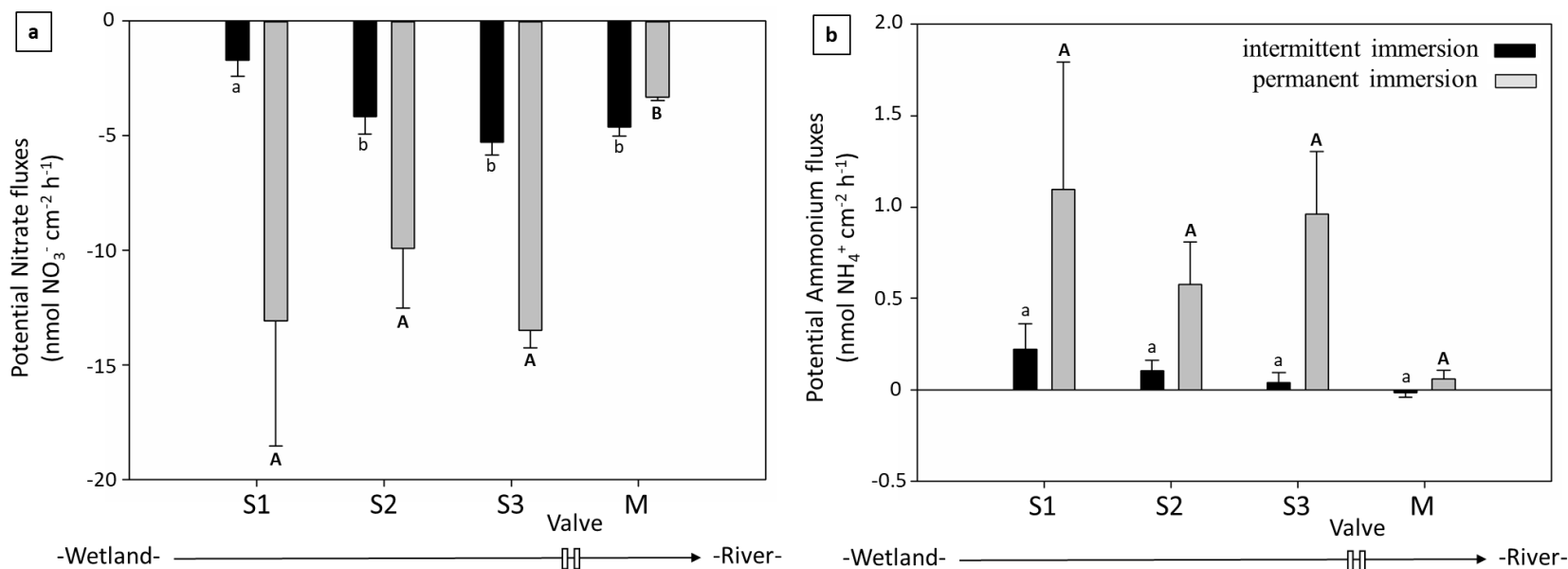
(Morelle *et al*, [in prep](#))



Effet de la gestion de l'eau sur les cycles du carbone et de l'azote (Morelle *et al*, [in prep](#))

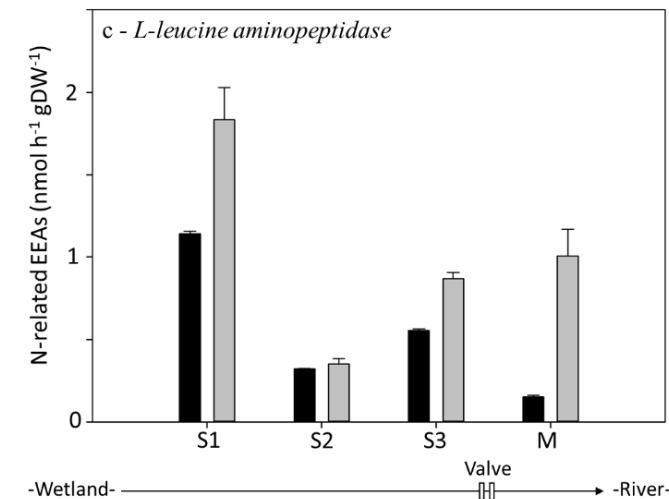
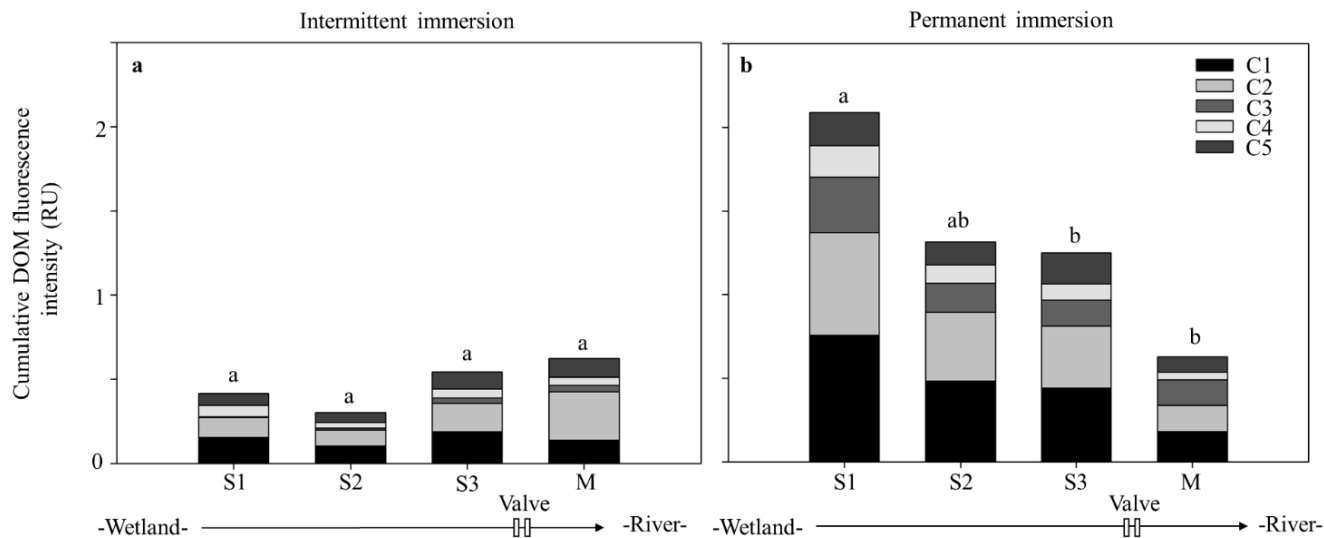


Effet de la gestion de l'eau sur les cycles du carbone et de l'azote (Morelle *et al*, [in prep](#))



- Potentiel de réduction de nitrate et de production d'ammonium plus élevé en hiver lorsque l'inondation est permanente

Effet de la gestion de l'eau sur les cycles du carbone et de l'azote (Morelle *et al*, [in prep](#))

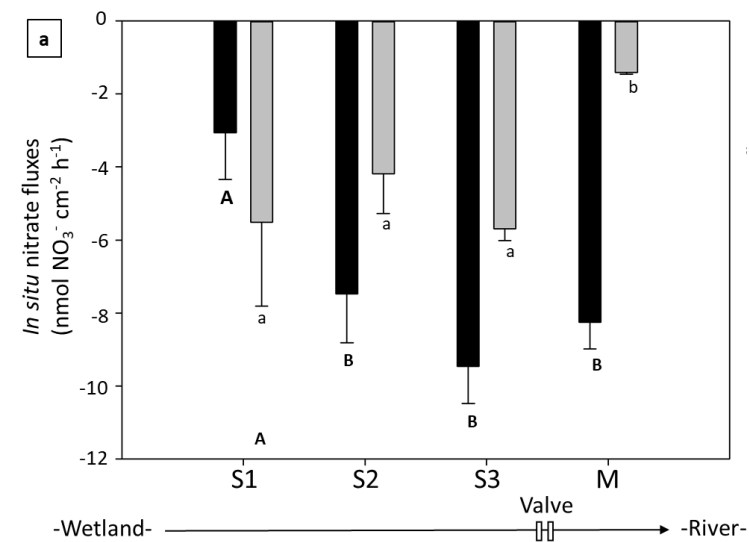
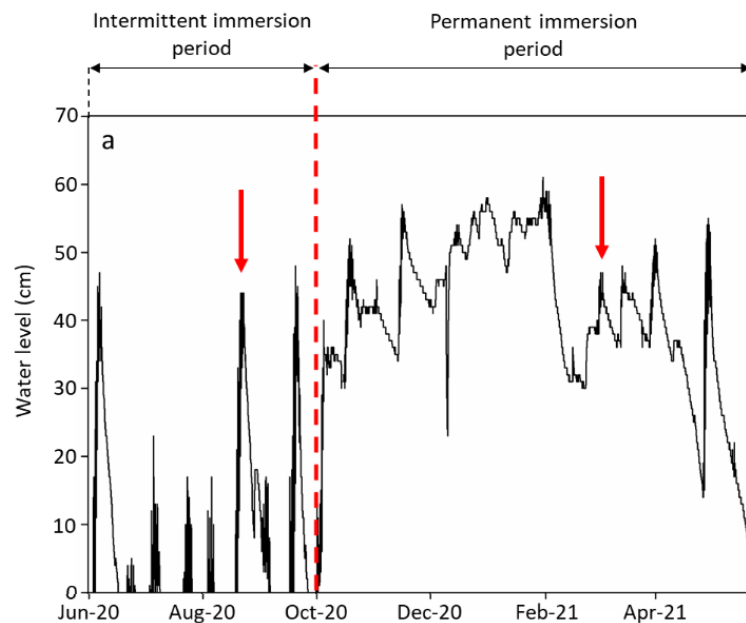


- Plus de MOD fluorescente en immersion permanente (pas de différence de matière organique sédimentaire (sedOM-C_{org}))
- Plus d'activités enzymatiques externes en immersion permanente

Il semble que les conditions d'immersion permanente permettent :

- de retenir une plus grande quantité de MOD dans la ZH (y compris MOD d'origine terrigène C1+C4 – lien runoff)
- de stimuler les activités enzymatiques externes (plus forte dégradation – lien avec production de NH₄⁺)
- de stimuler la réduction des nitrates de l'eau sus-jacente (lien conditions anoxiques et disponibilité MOD)

Effet de la gestion de l'eau sur les cycles du carbone et de l'azote (Morelle *et al*, [in prep](#))



- Cependant les conditions d'immersion permanente sont principalement hivernales.
- En estimant les flux *in situ* considérant les températures, ces dernières limitent la réduction hivernale des nitrates

• Il semble donc que un apport de MOD en été, *via* des inondations moins « épisodiques » pourrait augmenter considérablement l'apport de MOD et favoriser les conditions nécessaires à la **fonctionnalité écologique** de réduction des nitrates

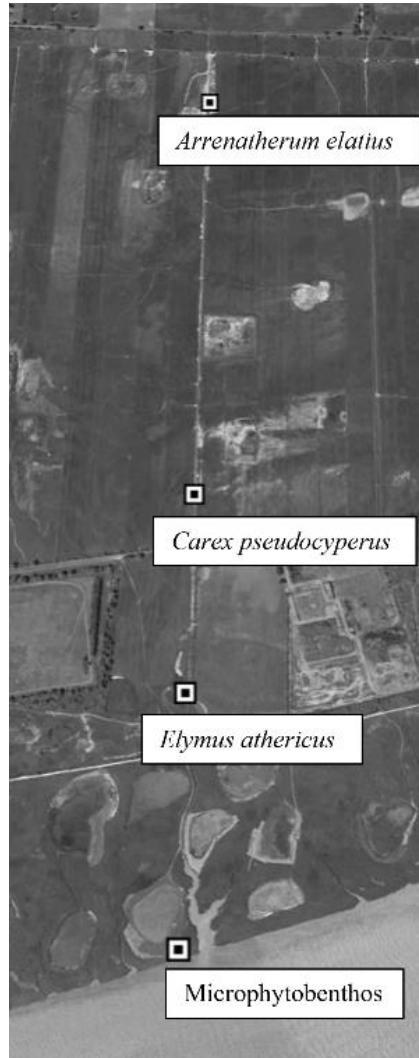
Effet de la qualité du carbone organique sur la fonctionnalité de la réduction des nitrates

(Morelle *et al*, 2023 - www.doi.org/10.1007/s13157-023-01747-7)



Effet de la qualité du carbone organique sur la fonctionnalité de la réduction des nitrates

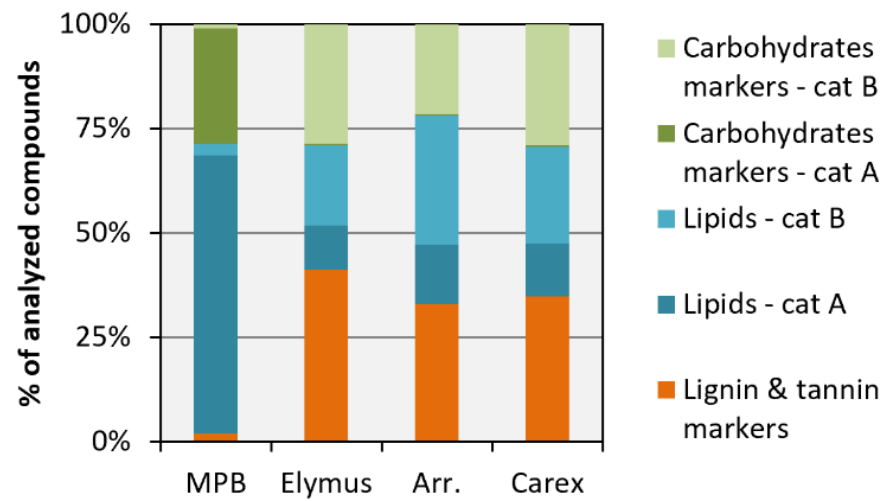
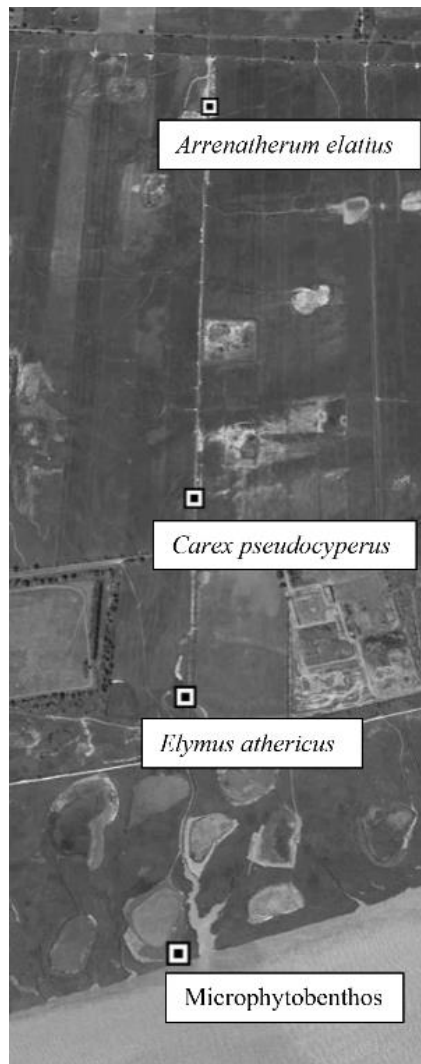
(Morelle *et al*, 2023 - www.doi.org/10.1007/s13157-023-01747-7)



- La qualité de carbone organique dans les sols/sédiment diffère en fonction des communautés végétales installées aux alentours qui se succèdent le long du gradient d'inondation et au sein de la mosaïque d'habitats des zones humides intertidales
- Comment ces différences de qualités en carbone organique issues des communautés végétales impactent la réduction des nitrates dans les eaux sus-jacentes?

Effet de la qualité du carbone organique sur la fonctionnalité de la réduction des nitrates

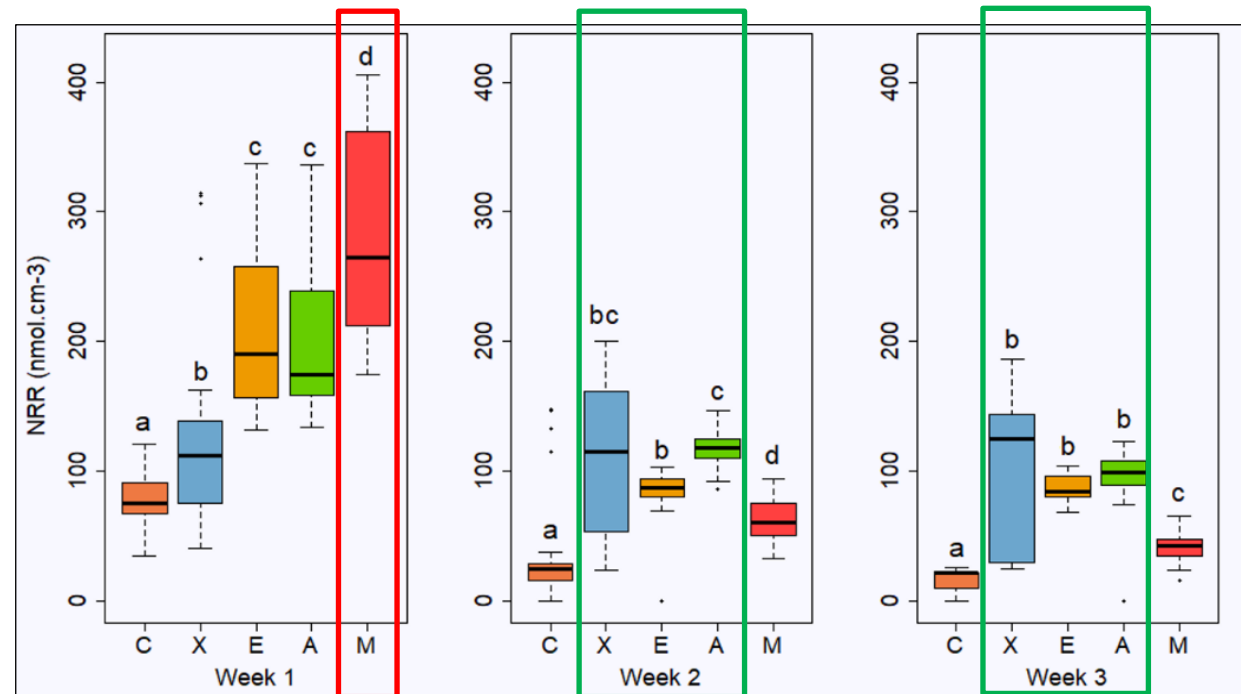
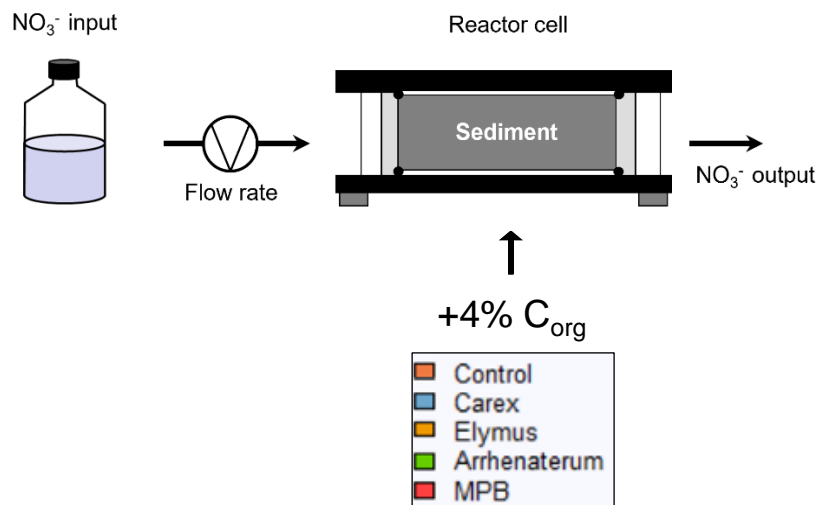
(Morelle *et al*, 2023 - www.doi.org/10.1007/s13157-023-01747-7)



- Le microphytobenthos présentait une structure très différente des plantes avec de petits lipides (< 20C – cat A) et des carbohydrates de type acide desoxyaldonique (polysaccharides, ADN – cat A) représentant une structure très labile
- Les plantes étaient constituées plutôt de lignine (polymère structurel des parois cellulaires) et de tannins (composés phénoliques), de grands lipides (> 20C – cat B) et de carbohydrates.

Effet de la qualité du carbone organique sur la fonctionnalité de la réduction des nitrates

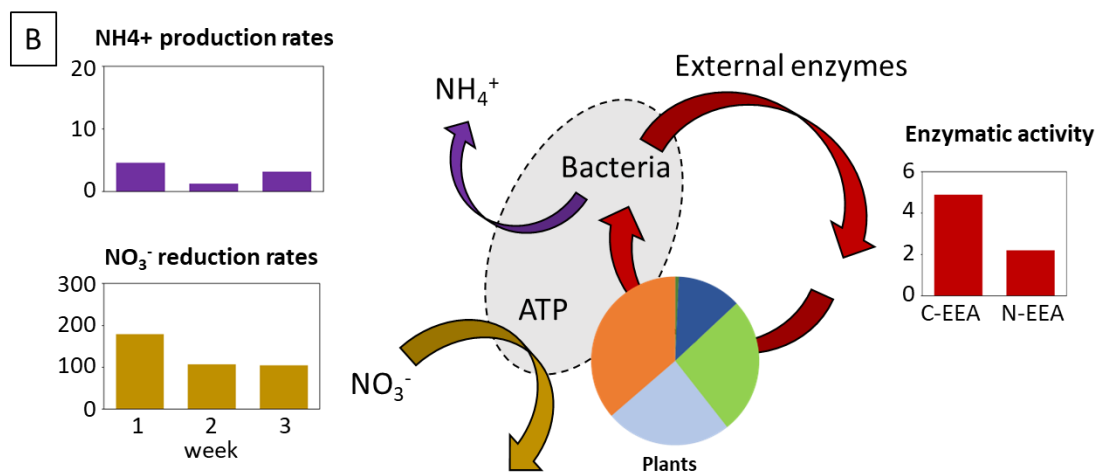
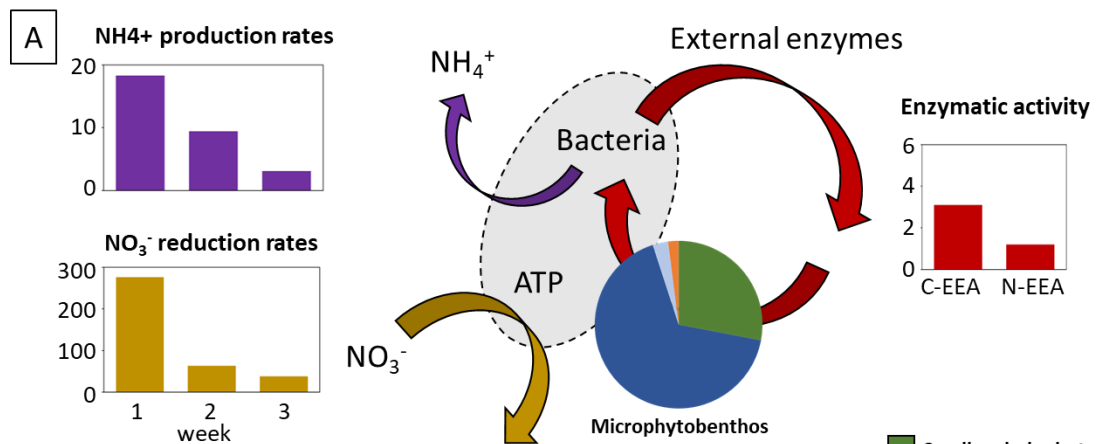
(Morelle *et al*, 2023 - www.doi.org/10.1007/s13157-023-01747-7)



- Le microphytobenthos augmentait la réduction de nitrates au début (1ere semaine) et diminue après
→ Dû à la structure labile, qui s'épuisait très rapidement.
- Les plantes augmentaient la réduction des nitrates de façon plus faible mais plus durable.
→ La quantité totale de nitrates réduits fut plus importante après ajout de végétaux que de microphytobenthos.

Effet de la qualité du carbone organique sur la fonctionnalité de la réduction des nitrates

(Morelle *et al*, 2023 - www.doi.org/10.1007/s13157-023-01747-7)



- Cette étude a montré que la MO issue du microphytobenthos ET des plantes peuvent contribuer significativement à la stimulation de la réduction des nitrates

- Le microphytobenthos contribue rapidement mais cette ressource s'épuise vite.

➤ Plus que le renouvellement des biofilms

- Les plantes sur le plus long terme nécessitant une dégradation préalable

- Les deux types de MO semble se compléter et renforce l'intérêt d'un apport de MO allochtone à la fois dans les sédiments végétalisés ou non (connexion entre les systèmes).



Merci de votre attention

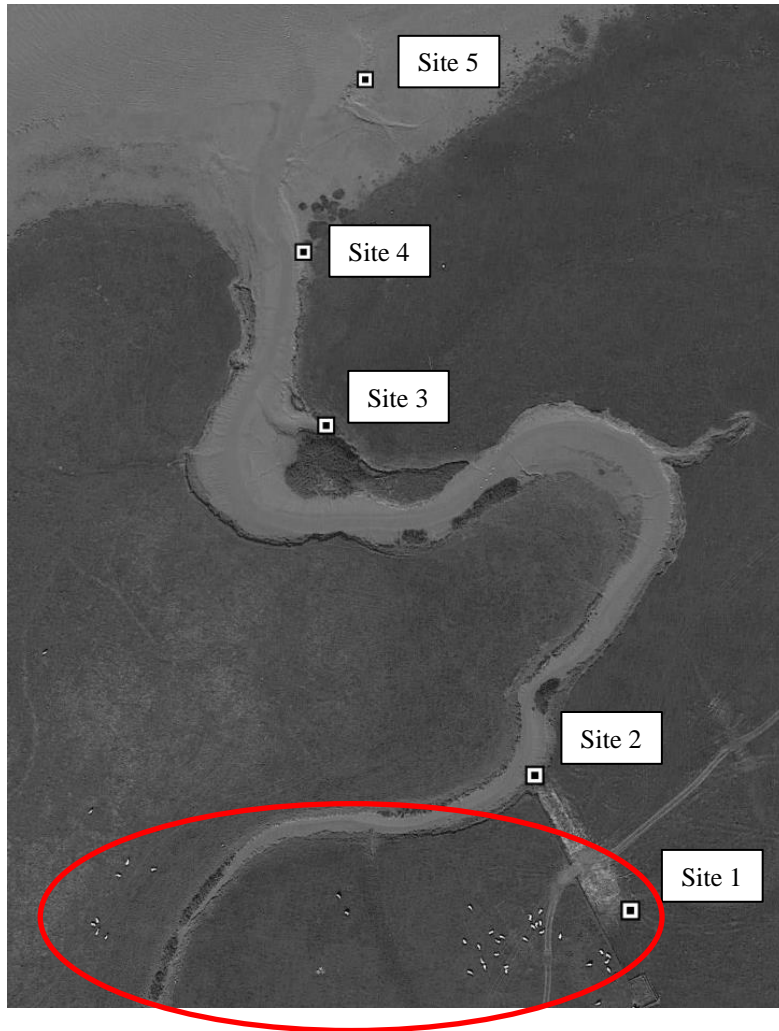
Effet de la présence de troupeaux sur les fonctionnalités écologiques

(Morelle *et al*, [in prep](#)) – [résultats préliminaires](#)



Effet de la présence de troupeaux sur les fonctionnalités écologiques

(Morelle *et al*, [in prep](#)) – [résultats préliminaires](#)



Effet de la présence de troupeaux sur les fonctionnalités écologiques

(Morelle *et al*, [in prep](#)) – [résultats préliminaires](#)

Fonctionnalités écologiques du continuum « vasière – filandre – zone humide »

Flux positif:

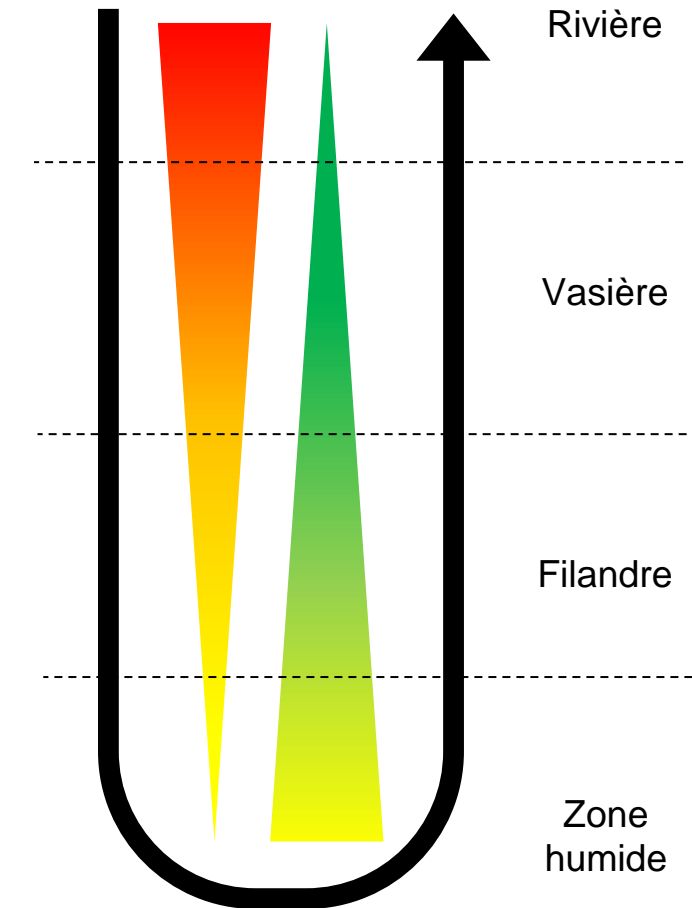
- Les zones humides intertidales sont supposées agir comme des **pièges à sédiments**. Les particules organiques de l'eau sont piégées dans les sols. Ces sédiments riches sont souvent **anoxiques**, ce qui **ralentit la décomposition** et **favorise la séquestration du carbone**.
- Les zones humides intertidales sont supposées agir comme des **filtres naturels**, **retenant les nitrates et d'autres nutriments** des eaux contribuant à **prévenir la pollution des eaux** et à maintenir un **équilibre des cycles** des nutriments.

Potentielle perturbations liées à la présence de troupeaux:

Flux négatifs:

- Sur les zones humides intertidales, les **troupeaux** peuvent entraîner une **compaction du sol**, favoriser l'érosion et la libération de **carbone organique** dans les eaux.
- Les **excréments** introduisent des nutriments tels que l'azote et le phosphore dont l'excès entraîne des problèmes tels que l'**eutrophisation**, avec des conséquences négatives sur la **qualité de l'eau** et le **cycle des nutriments**.

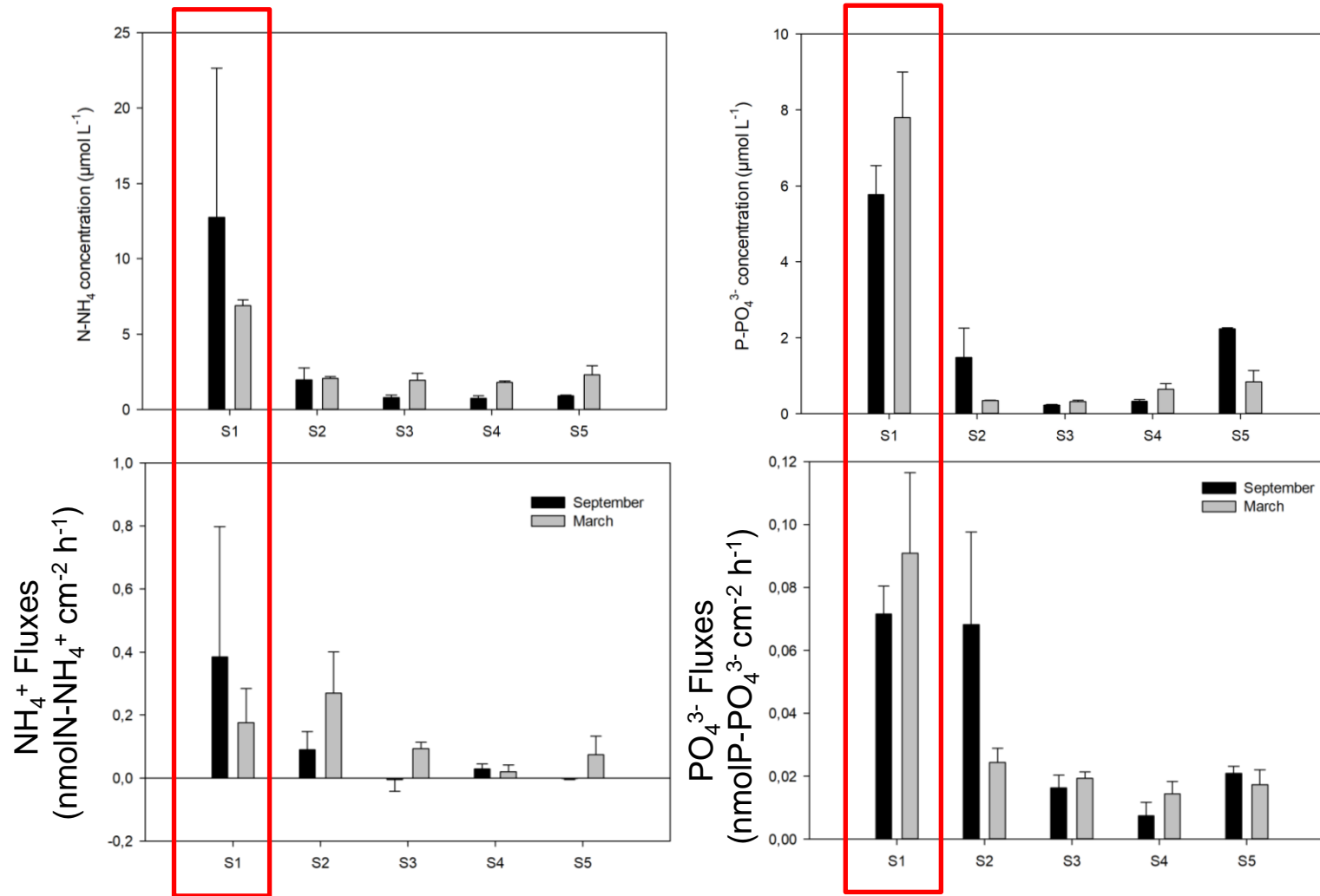
Minimiser ces impacts est essentiel pour préserver les fonctions écologiques des zones humides.



**Séquestration du carbone
Rétention des nutriments (N/P)**

Effet de la présence de troupeaux sur les fonctionnalités écologiques

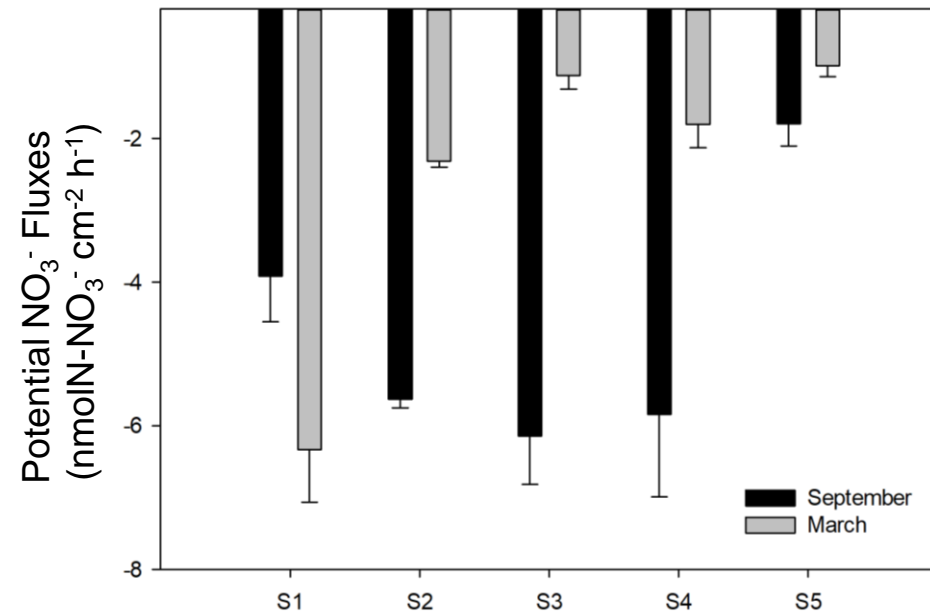
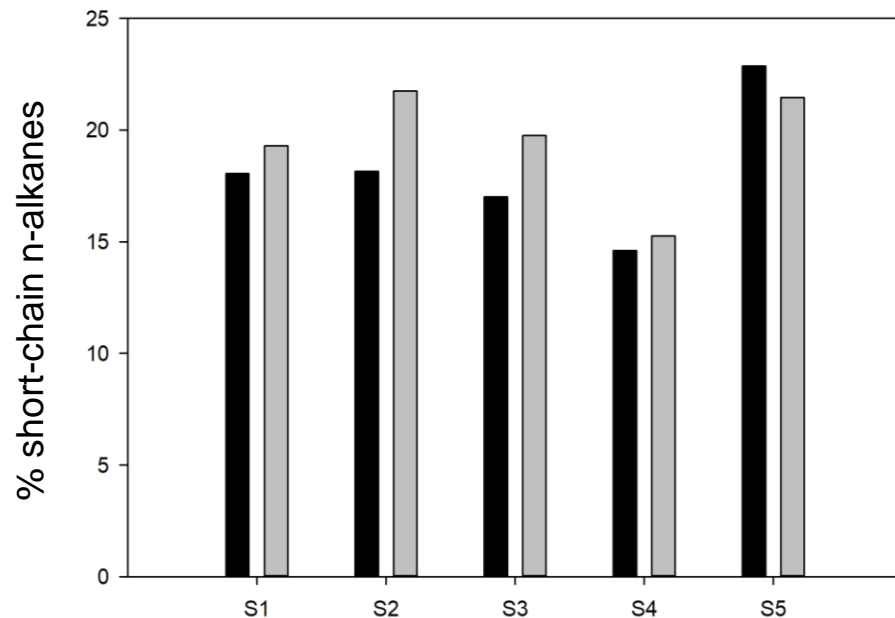
(Morelle *et al*, *in prep*) – résultats préliminaires



- Grande proportion d'ammonium et de phosphore dans le sédiment avec une grande désorption initiale au site 1
- Flux positifs du sédiment/sol vers l'eau après désorption initiale lors de la dégradation de la MO

Effet de la présence de troupeaux sur les fonctionnalités écologiques

(Morelle *et al*, [in prep](#)) – [résultats préliminaires](#)



- **Pas d'accumulation** évidente de **carbone** organique **d'origine aquatique** dans les sols/sédiments (principalement **origine terrigène**) – **analyses complémentaires en cours**
- La fonctionnalité de réduction des nitrates, quant à elle, est toujours présente et les sols/sédiments agissent tous comme des **puits de nitrates**



Merci de votre attention

Utilisations des habitats estuariens latéraux par les peuplements de poissons

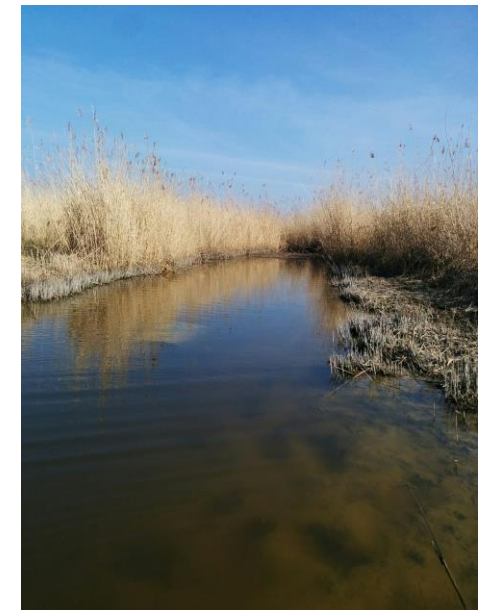
Matia Pavkovic - MNHN, Alexandre Carpentier – Rennes/MNHN, Nils Teichert – MNHN, Sylvain Duhamel - CLSN

Quelles connaissances des communautés de poissons sur les milieux latéraux ? Et en estuaire de Seine ?

- Rôle de nurserie pour les espèces marines
- Zones de croissance et refuge pour les poissons amphihalins et estuariens



- Altération des fonctionnalités des habitats par les aménagements
- Besoin de connaissances à des fins de gestion
- Aucune étude sur un continuum latéral estuarien complet



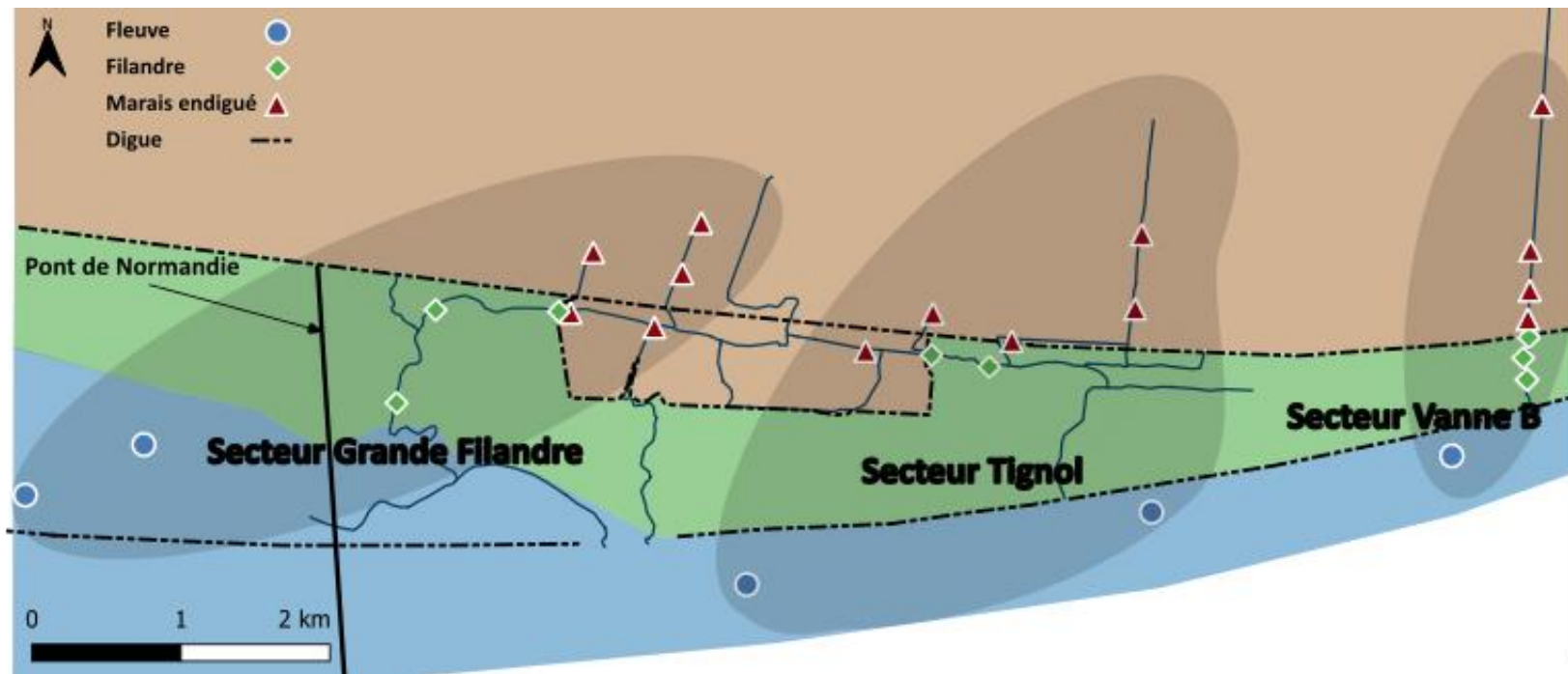
Objectif de l'étude

- Changement dans la structure des communautés de poissons
- Fonction d'alimentation des habitats pour les communautés
- Focus sur la fonction d'alimentation pour le bar et le gobie tacheté
- Stratégies d'utilisation spatiale de 5 espèces caractérisant les habitats latéraux (anguille, bar, flet, mulot porc et gobie tacheté)



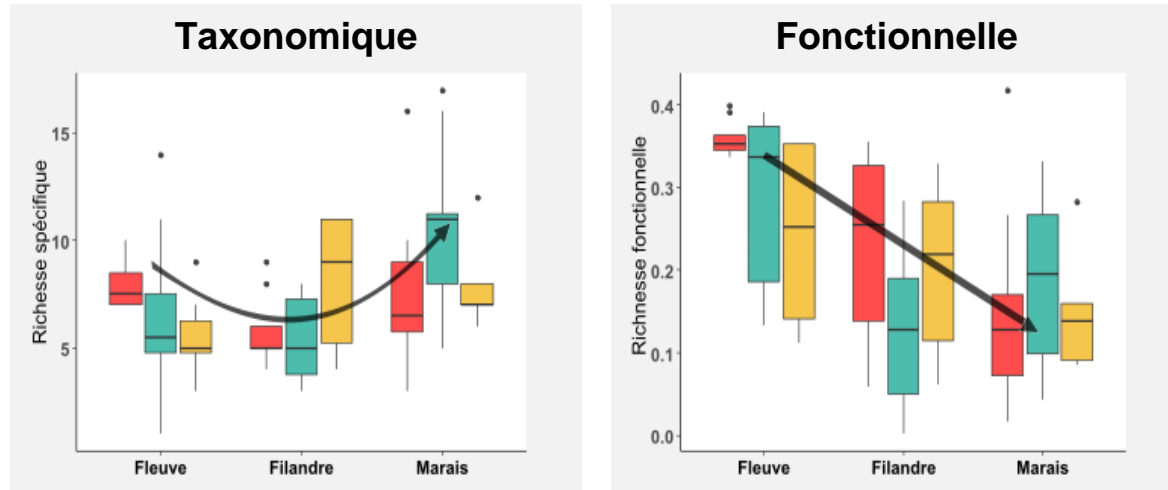
Site d'étude

- Année 2020 et 2021
- Printemps et automne
- 3 secteurs du domaine halin
- 3 habitats
- Utilisation de 3 méthodes d'échantillonnages



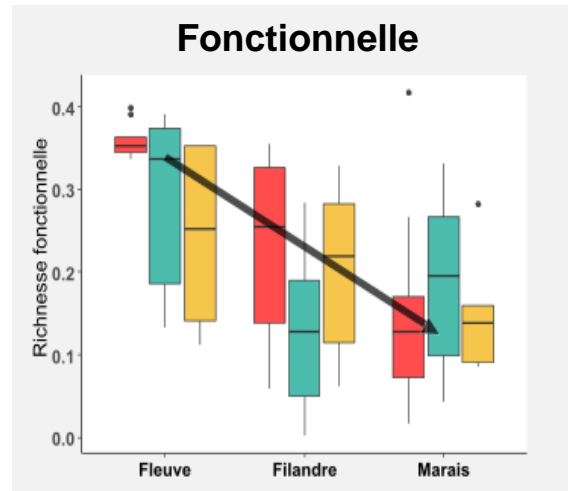
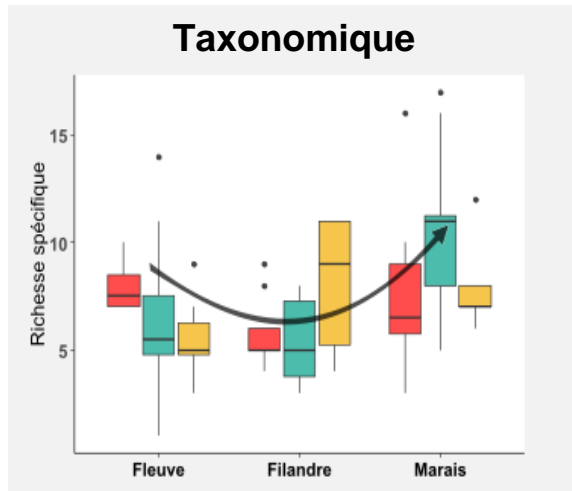
Représentation schématique des réseaux hydrauliques du site d'étude sur les trois grand Habitats

Structure des communautés sur le continuum latéral estuarien



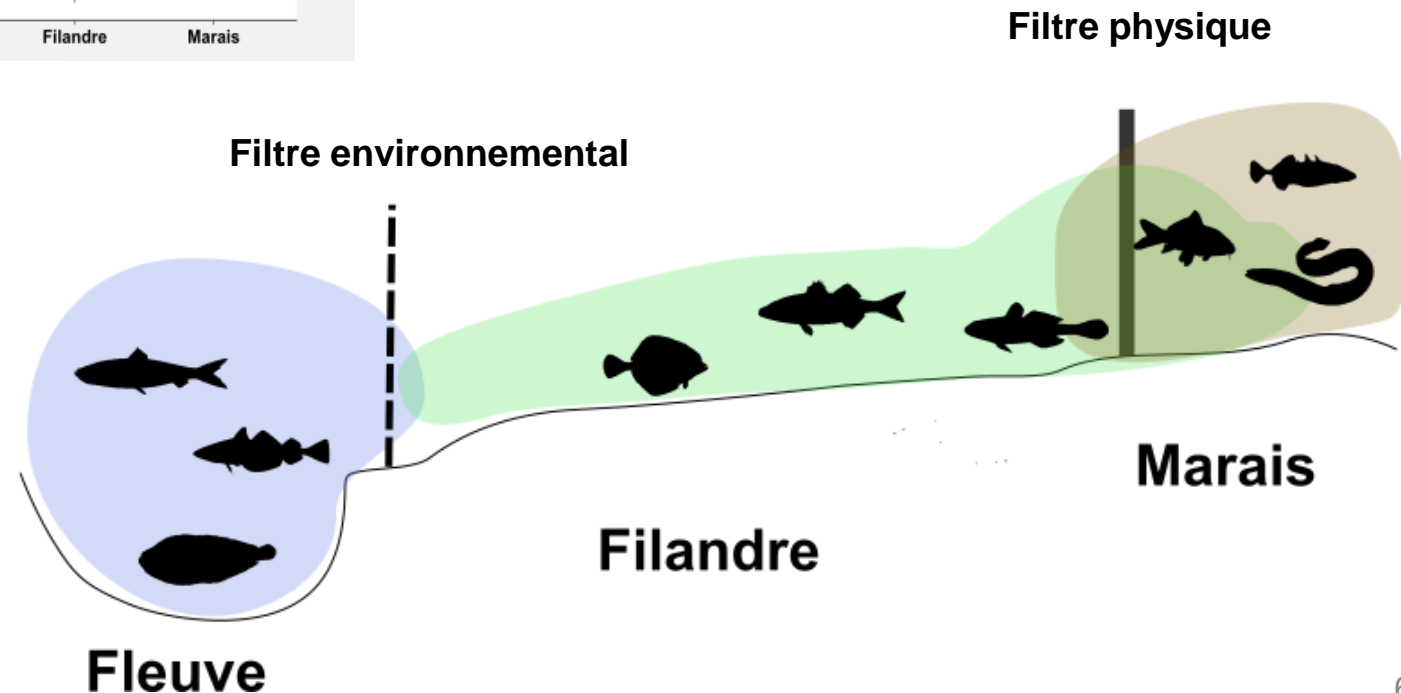
- Augmentation de la richesse spécifique
- Diminution de la richesse fonctionnelle vers le marais

Structure des communautés sur le continuum latéral estuarien



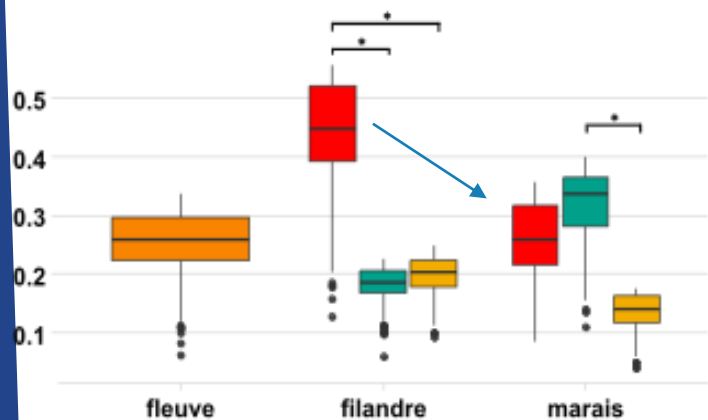
- Augmentation de la richesse spécifique
- Diminution de la richesse fonctionnelle vers le marais

- Fleuve et filandre partagent peu d'espèces
- Pool d'espèces communes entre filandre et marais

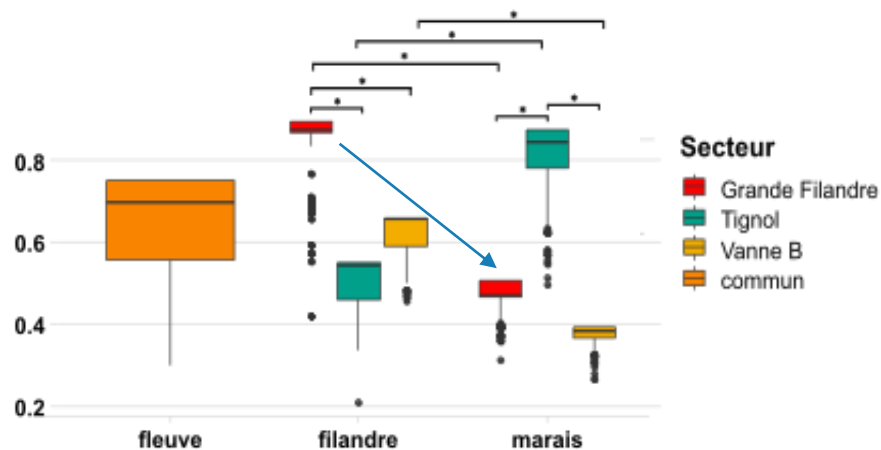


Structure des niches trophiques des communautés

Etendue de niche trophique

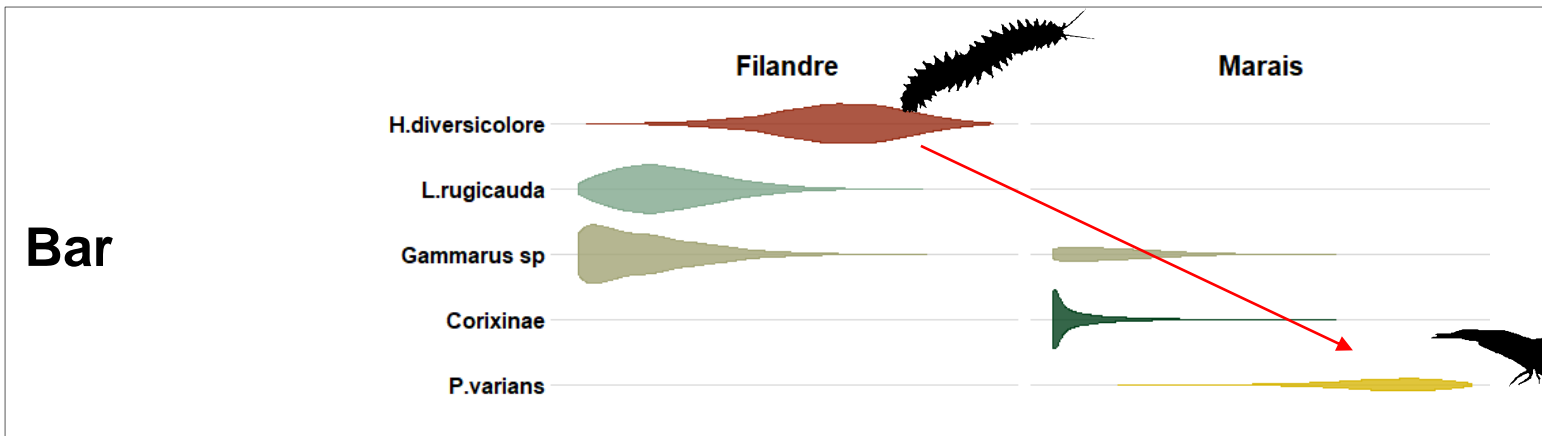


Diversité de niveaux trophique

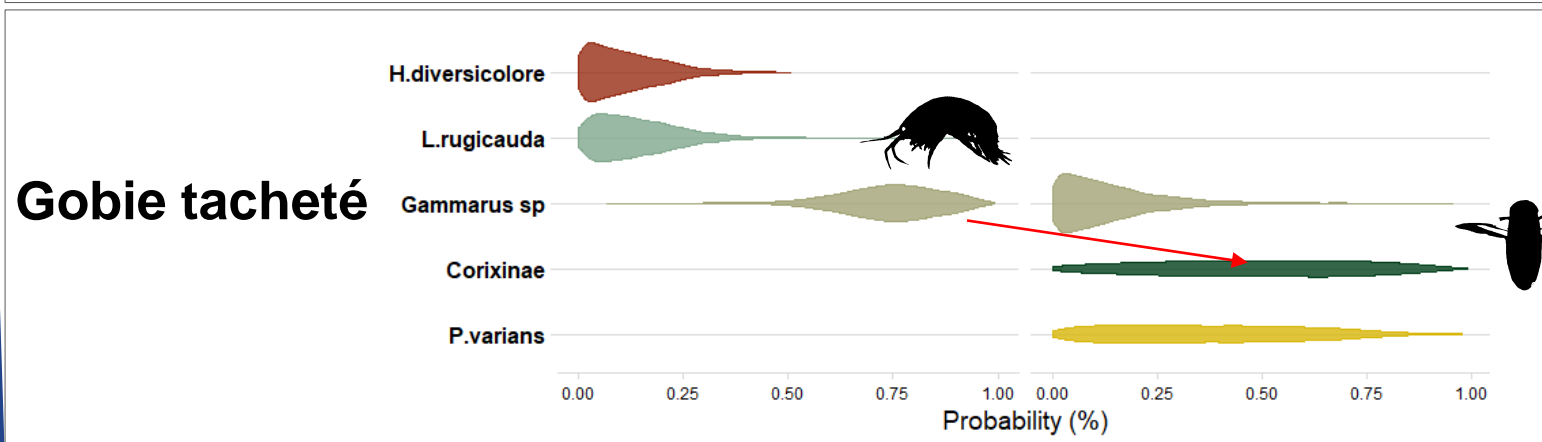


- Pas d'effet du type d'habitat sur la structure des niches
- Différences entre secteurs
- Variations exprimées sur les niveaux trophiques ($\delta^{15}\text{N}$)

Fonction trophique pour le bar et le gobie tacheté



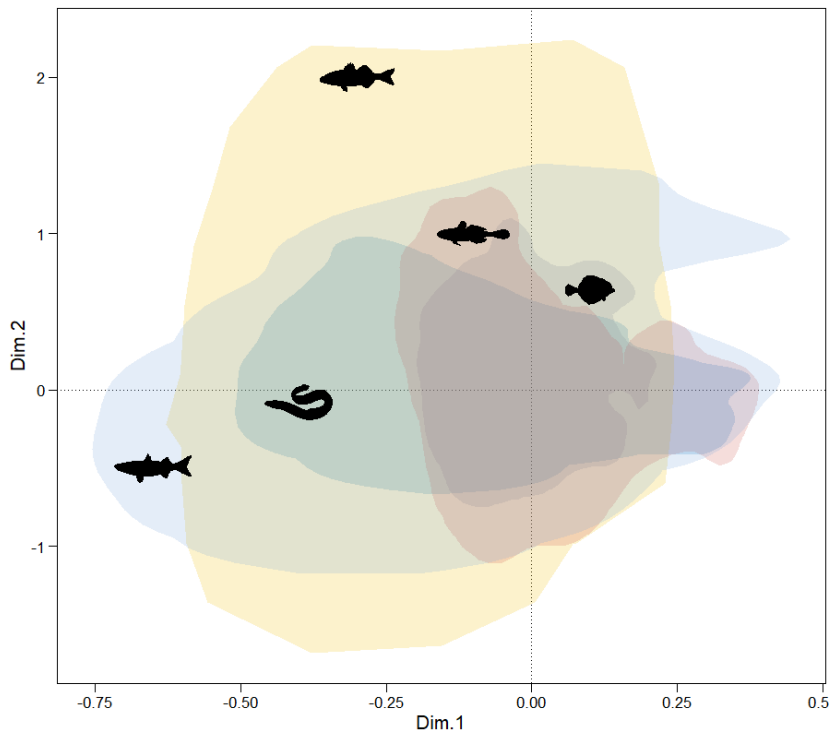
- Spécialisation des régimes alimentaires
- Changement de régime entre habitats
- Consommation de proies terrestres dans le marais



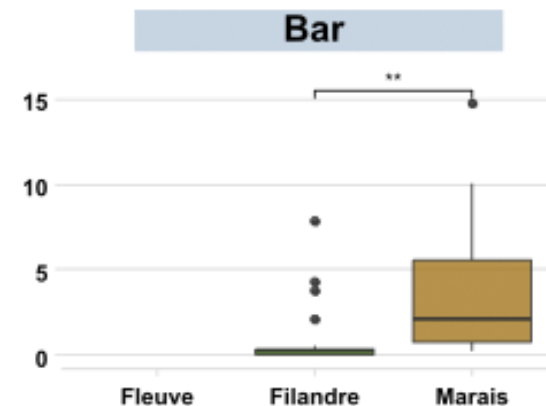
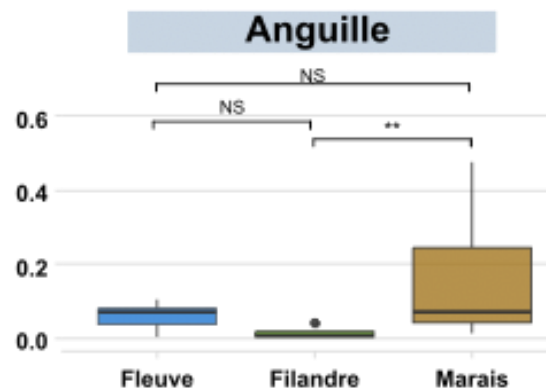
Stratégie d'utilisation des habitats latéraux de 5 espèces



Sélection de la phase temporelle d'intérêt (e.g. 150 μm)



Etendues de niche chimique



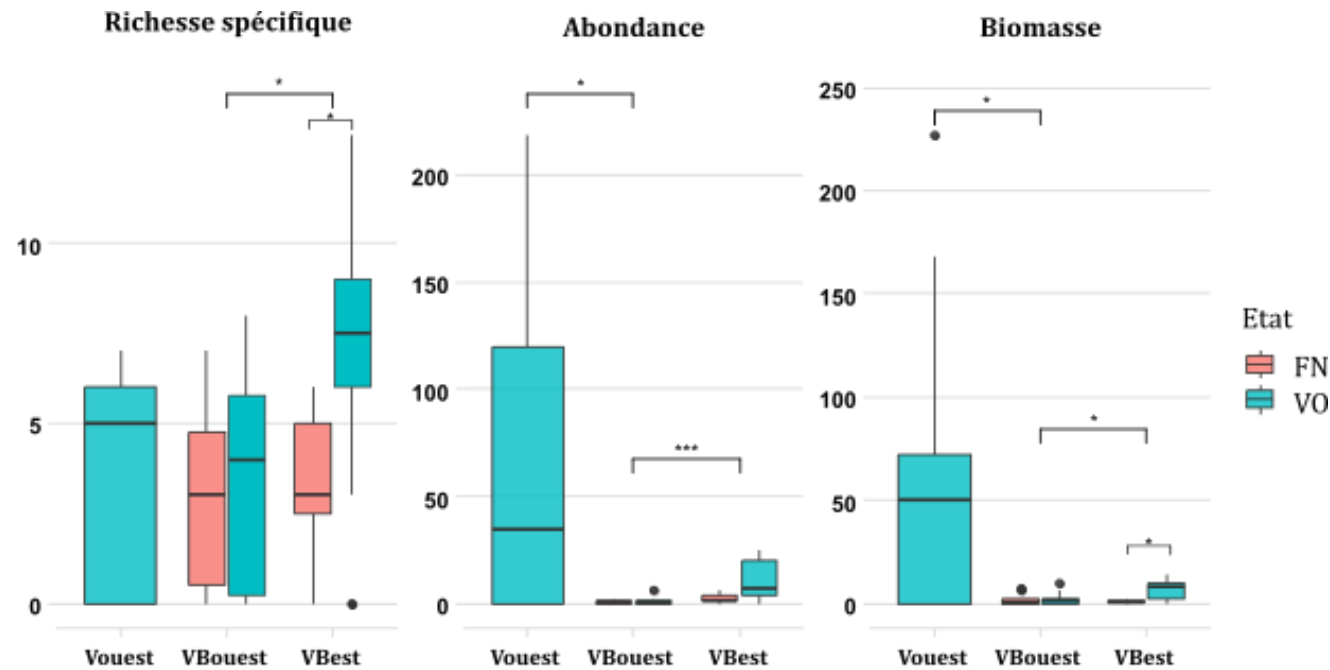
- Anguilles et bars du marais plus mobiles
- Comportement plus sédentaire des individus de la filandre et du fleuve

Flux entrants dans le marais endigué

Vanne à guillotine



Vanne à clapet



- Nombre d'espèces entrantes équivalent entre secteurs halins
- Plus d'espèces capturées lors des ouvertures complètes des vannes (Vbest)
- Nombre et taille des poissons moins importants sur VBouest
- Biomasse plus importante lors des ouvertures des vannes

Conclusions

- Le continuum latéral regroupe des habitats aux rôles fonctionnels importants
- Différents continuums latéraux sur le gradient longitudinal estuarien
- Les filandres assurent la connectivité entre les habitats du continuum latéral
- Les filandres ont des fonctions différentes mais complémentaires au sein de l'estuaire
- Les marais endigués sont un refuge pour les espèces dulcicoles et amphihalines
- Les modes de gestion sont probablement impliqués dans la structuration des communautés sur certains sites



Source : Port du havre HAROPA

Comparaison du Fonctionnement Écologique de secteurs intertidaux contrastés pour la compréhension de leurs connectivités et la Restauration des fonctions Écologiques Estuariennes

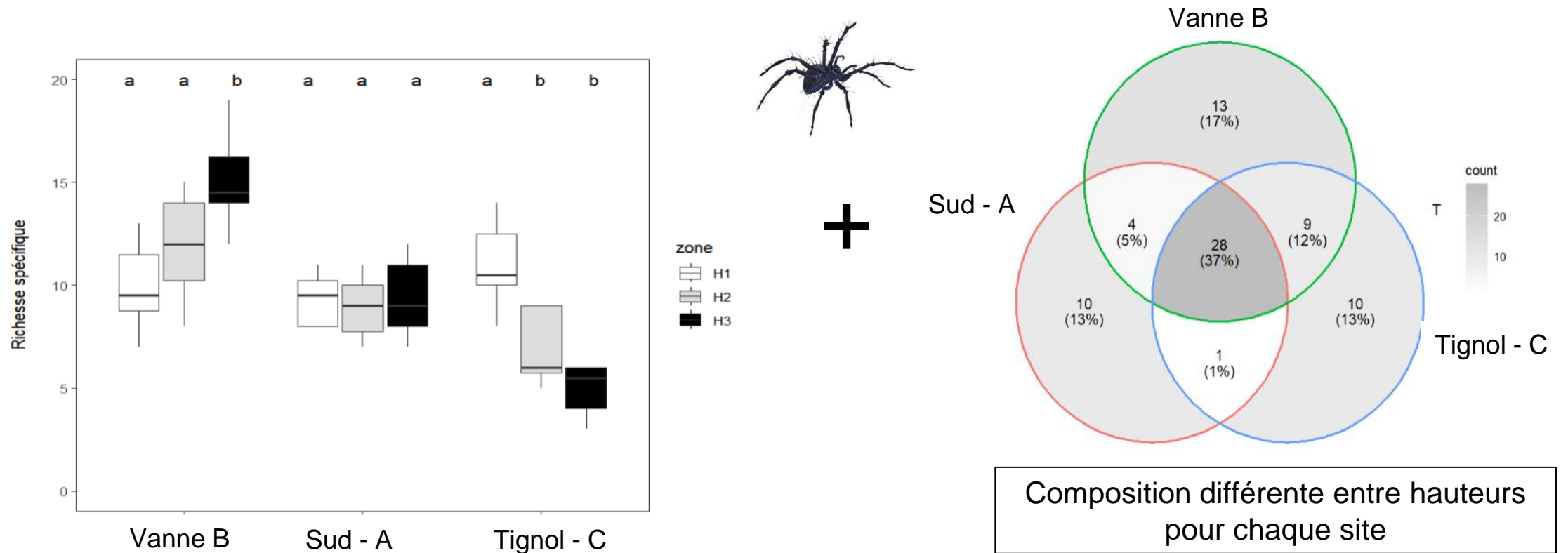
—

Projet FEREE

E. Langlois, M. Aubert, E. Blanchard, F. Bureau, A. Carpentier, J. Deloffre, S. Duhamel, M. Girondel, A. Jordani, A. Laverman, T. Lecarpentier, J. Morelle, M. Neupert, M. Pavkovic, J. Pétilion, A. Ridet, N. Teichert, L. Vincenot

Projet FEREE -Quelques résultats complémentaires

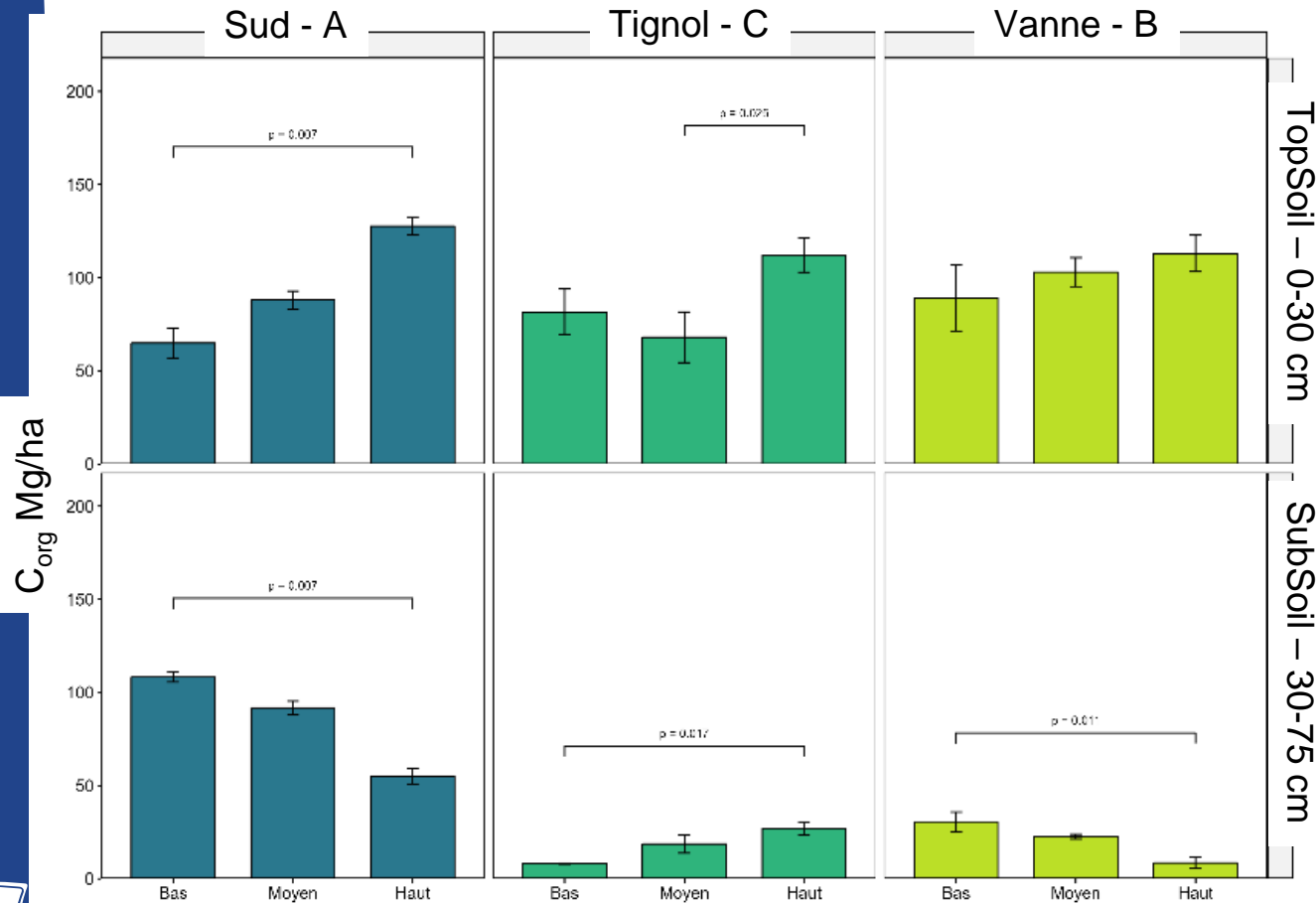
Gradients et structuration des communautés d'Araignées. *A Ridel – J. Pétilion*



- Vanne B: Assemblages plus riches sur les zones basses expliqués par des variables locales (e.g. épaisseur de la litière)
- Sud: Transition des communautés dues à l'influence directe de la Seine.
- Tignol: Contraintes fortes sur les zones basses non liées à la salinité (e.g. immersion prolongée par de l'eau douce)

Projet FEREE -Quelques résultats complémentaires

Gradients et stockage du carbone – analyses préliminaires. *M. Neupert, F. Bureau, M. Aubert et E. Langlois*



- **Site Rive Sud** : quasiment 2 x plus de C_{org} stocké sur l'ensemble profil de sol (0-75cm) / aux autres sites
 - TopSoil site bas : moins de stockage / aux autres sites et autres niveaux -> MO lessivée, Influence marine sur sites bas
 - SubSoil: bcp plus de MO stockées / aux autres sites -> MO enfouie, piégée et en anoxie (accrétion de 15 à 18 cm sur zones moyenne et haute en 33 mois)



Projet FEREE

Devenir et vulnérabilité des milieux estuariens

Marais endigué par rapport au marais ouvert :

- montre une diminution du stockage de la MO dans les sols prairiaux
- induit une modification des assemblages d'espèces végétales, d'araignées et poissons
- stimule la réduction des nitrates de l'eau sus-jacente des fossés d'alimentation

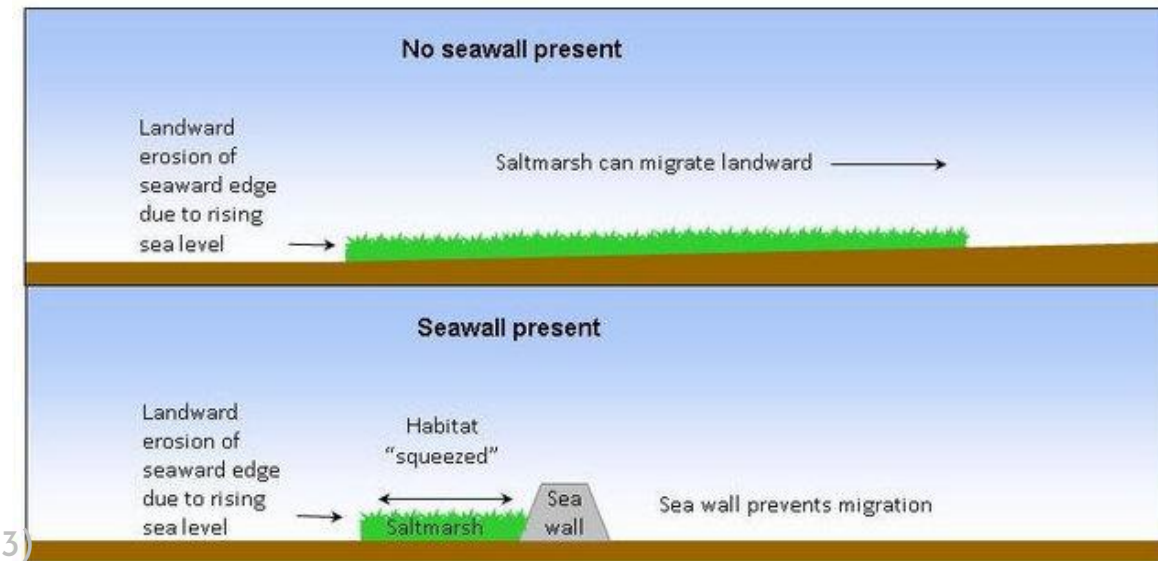
Toutefois :

- Endiguement n'est pas le seul facteur structurant
- Circulation hydraulique et origine de l'eau (nappe *versus* Seine) = facteur fort de sélection des espèces

Quelle réponse de ces milieux à la modification de ces facteurs dans un contexte de Changement Climatique :

- migration des espèces et des fonctions écologiques plus en amont, vers les terres (In Land) possible s'il y a la place et que les facteurs écologiques associés à ces milieux suivent : dyn sed dyn hydro
- si espace limité, milieux bloqués / coincés avec une trajectoire évolutive plus incertaine

➡ Avec à terme risque de disparition des habitats si l'augmentation du niveau relatif de la mer se poursuit



Projet FEREE

Devenir et vulnérabilité des milieux estuariens

Questions débat :

Que faire des digues existantes face à cette élévation du niveau de la mer ?

Risques d'érosion : que faire ? Les reconstruire ? Laisser faire

Quelles conséquences sur les usages de ces milieux : fauche - pâturage

Quels risques pour les infrastructures en place ?

→ Mettre en place un "Managed realigned" = réalignement : ouverture de certaines digues, là où c'est judicieux pour gagner de la surface d'expansion des masses d'eau

