

L'ANNEE 2023 DU CARBONE BLEU

Panorama des actions réalisées



Une année de recherche sur le continuum terre-mer

Quatre sorties terrain, une à chaque saison

Journée terrain en Baie de l'Aiguillon, Juillet 2023 ©N. Lachaussée, La Rochelle Université

Depuis le début de l'année 2023, deux stations de mesure de flux de CO₂ atmosphérique à grande échelle (technique d'Eddy Covariance*) ont été installées par l'IFREMER à Marans et sur la Baie de l'Aiguillon au niveau d'Esnandes.

Ces deux stations vont permettre de qualifier et de quantifier la captation carbone dans trois écosystèmes distincts : marais doux, pré-salé et vasière.

Afin de mieux comprendre les processus et flux de carbone dans ces écosystèmes, les chercheurs et chercheuses de La Rochelle Université, de l'IFREMER et du CNRS ont effectué, au cours de l'année 2023, quatre sessions de terrain sur ces deux sites.

Ces sorties ont permis de réaliser des mesures complémentaires, incluant des prélèvements de microphytobenthos*, de faune et de flore, l'utilisation de sondes CO₂

et de cloches statiques*, ainsi que la réalisation de carottes sédimentaires.

Cette étude vise à analyser le cycle complet du carbone, de la captation à la séquestration, en mettant en lumière le rôle spécifique de chaque compartiment de l'écosystème, tout en examinant les flux de carbone dits « horizontaux » qui circulent entre les domaines terrestres et marins.

Les premiers chiffres sur la séquestration des prés salés

Publication scientifique de Amann et al., 2023.
Collaboration LIENSs, EPOC ([lire la publication](#))

Cette étude a porté sur la sédimentation et la capacité de séquestration carbone des **prés salés de la Baie de l'Aiguillon**.

L'analyse de photographies aériennes et d'images satellites a d'abord montré que ces prés salés ont progressé latéralement vers la mer de manière très rapide : jusqu'à **14 mètres par an** depuis 1950.

« Des taux élevés de séquestration du carbone »

Les résultats des campagnes de carottage ont ensuite révélé de forts taux d'accumulation verticaux des sédiments, qui sont parmi les plus élevés au monde : de **0,8 à 2,2 cm par an**. Ils dépassent largement l'élévation moyenne locale du niveau de la mer, qui est de $2,8 \pm 0,73$ mm/an,

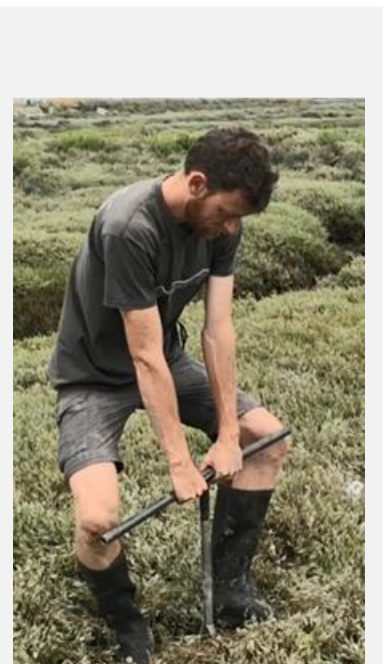


Prés salés de la Baie de l'Aiguillon ©N. Lachaussée

suggérant que ces prés salés sont capables de s'élever en même temps que le niveau marin.


Ces forts taux d'accumulation de sédiments conduisent à des taux élevés de séquestration carbone : de **0,99 à 3,45 tC/ha/an**^[1]. Cette capacité de séquestration du carbone dépend de la richesse des écosystèmes côtiers adjacents, notamment d'un apport sédimentaire important et du **bon état écologique** des milieux.

[1] Equivalence CO_{2eq} : 8,8 tCO_{2eq}/ha/an (moyenne)

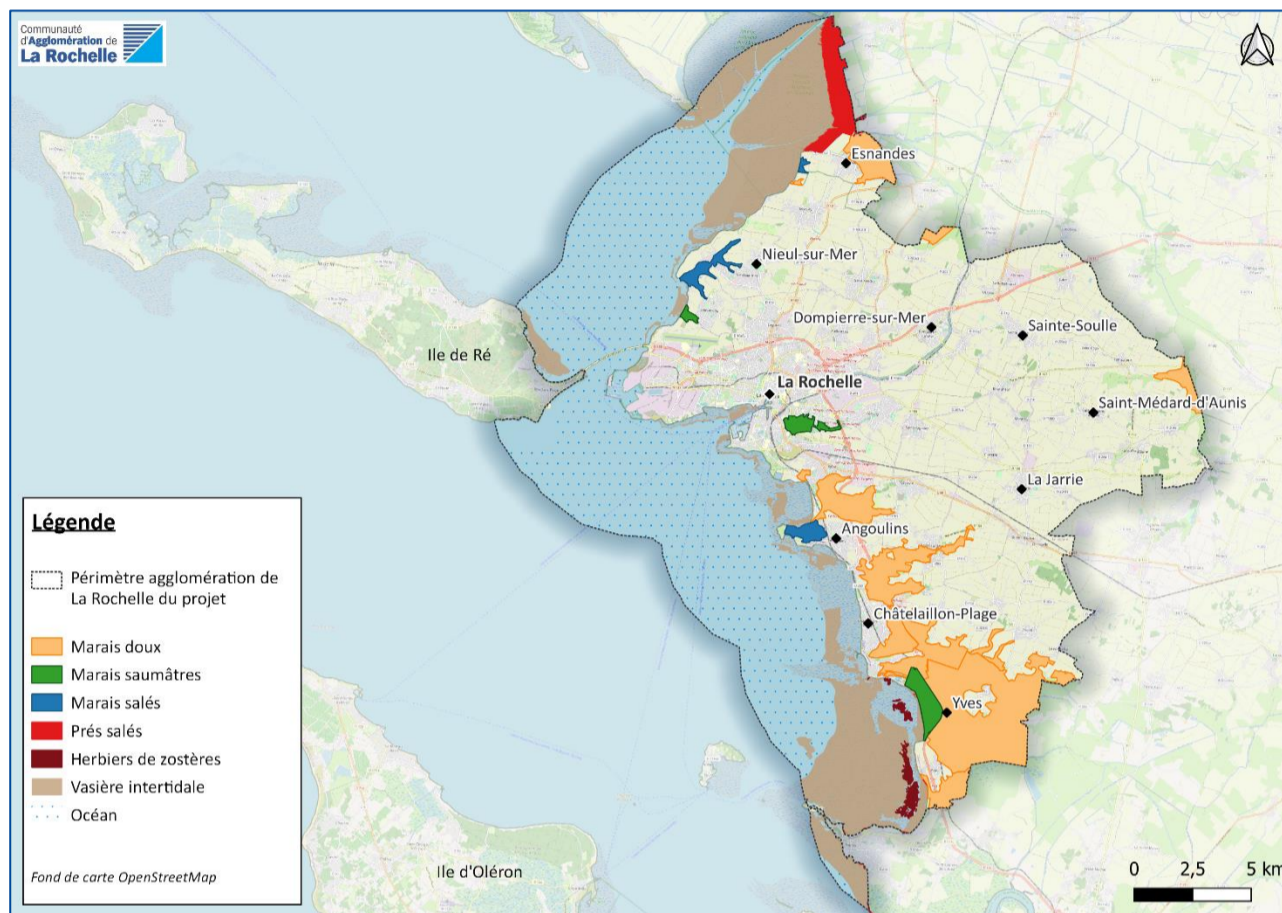


Carottage sédimentaire dans les prés salés

©B. Amann

 La formation sur le « carbone bleu » et le rôle crucial des zones humides littorales, organisée par la LPO et L'E.C.O.L.E de la Mer, se poursuit avec succès. Deux sessions ont eu lieu cette année, en janvier et novembre, réunissant 36 personnes.

Cartographie et surfaces carbone bleu de l'agglomération



Rapport de Marine AFONSO - Agglo de La Rochelle ([lire le rapport](#))

Afin de connaître le potentiel de captation et de séquestration carbone du territoire de l'agglomération de La Rochelle, il était nécessaire d'avoir un inventaire, une typologie et une cartographie des **habitats carbone bleu**.

Ce rapport présente les résultats du classement en typologie, du calcul des surfaces et de la cartographie de ces différents habitats.

Les milieux carbone bleu ont été classés selon **7 types** : marais doux, marais saumâtres, marais salés, prés salés, vasière, herbiers et océan.

Dans le cas des marais rétro-littoraux (doux, saumâtres, salés), seules les **zones en eau** (canaux et bassins) sont prises en compte en tant que surface carbone bleu. En revanche, pour les milieux côtiers (prés salés, herbiers, vasières) et océaniques, l'intégralité de la surface est considérée comme carbone bleu.

Chacune de ces typologies doit désormais être associée à une valeur de captation et de séquestration carbone.

L'écosystème pré-salé – vasière : puits de carbone atmosphérique

Stage de Camille PERY - Master 1, IFREMER ([consulter le rapport](#))

La station d'Eddy Covariance* a pour objectif de mesurer les flux de CO₂ atmosphérique en continu et à l'échelle de l'écosystème. Située sur la Baie de l'Aiguillon, en limite pré-salé - vasière, elle mesure la **captation** et les émissions de carbone atmosphérique au niveau de ces deux habitats.

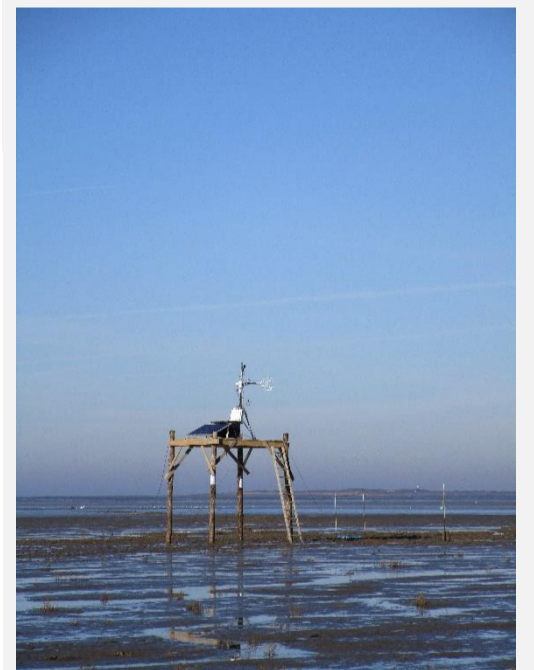
Ce stage a permis d'analyser les résultats des mesures effectuées entre janvier et mai 2023. En moyenne, sur cette période, les flux de CO₂ ont été de **-1,19 ± 3,09 μmol/m²/s**, traduisant le comportement puits de carbone atmosphérique de l'écosystème pré-salé – vasière étudié.

D'après les analyses, ce puits de carbone a été plus important : au **printemps** (-2,42) qu'en hiver (-0,73) ; en **basse mer**

(-1,26) qu'en pleine mer (-0,49) ; en provenance de la **vasière** (-1,47) que du pré-salé (-0,98).

Ces flux varient donc en fonction de la saison, de la marée et de l'habitat. L'acquisition de séries chronologiques plus longues (annuelle) permettra de préciser ces observations.

La station est restée en place sur tout 2023 et le sera également sur toute l'année 2024. Cela permettra d'enrichir les séries chronologiques et de mieux comprendre les processus et les **échanges de carbone avec l'atmosphère**.



Station d'Eddy Covariance ©M. Afonso

APPORT DE LA TELEDETECTION

Stage de Maxime PASCHAL
Master 2, LIENSs ([lire le rapport](#))

L'objectif de ce stage était d'élaborer un **protocole de télédétection** permettant d'analyser l'influence de l'occupation des sols sur les flux de CO₂.

Pour cela, il a été nécessaire de choisir la temporalité du suivi, la source des données à utiliser et la finesse de la typologie d'occupation des sols.

Un protocole fonctionnel a été mis en place avec l'utilisation d'images **Sentinel 2** à une échelle **mensuelle**.

La typologie d'occupation des sols est liée aux types de végétation pour le site d'Esnandes et aux pratiques agricoles pour Marans (blé, prairies, etc.).

Ce protocole et les cartographies d'occupation des sols réalisées au cours de ce stage permettront d'analyser les flux de CO₂ mesurés par les deux stations d'Eddy Covariance*, en fonction des types de végétation à Esnandes et en fonction des pratiques agricoles à Marans.



Dromestres sur la digue des Mizottes ©M. Afonso

Flux de carbone dans les communautés de Spartine maritime des prés salés

Stage de Dylan AMIAR
Master 2, LIENSs
([lire le rapport](#))



Mésocosmes sur habitat de *Spartina maritime* ©D. Amiar

Ce stage a analysé la contribution de l'habitat de *Spartina maritime** aux flux de carbone à l'aide de mésocosmes* lors d'expériences *in situ*. L'étude inclut la végétation, les micro-organismes, le microphytobenthos*, la méiofaune*, la macrofaune benthique* et les arthropodes terrestres (gammare, araignées).

Les mesures de flux de CO₂ atmosphérique, réalisées à l'aide de chambres statiques*, ont démontré que l'habitat de *Spartina* a été un **puits de carbone atmosphérique** pendant la durée de l'étude, avec une production primaire supérieure à la respiration. Ce stage a également permis d'amorcer un bilan carbone à l'échelle de *Spartina*.

Le stockage de carbone le plus important se trouve dans la **biomasse souterraine** de *Spartina* (625 gC/m²) suivi par la biomasse aérienne (317 gC/m²). Les procaryotes hétérotrophes représentent un stockage de 12 gC/m² et le microphytobenthos de 8 gC/m².

Les résultats suggèrent que les prés salés avec habitats de *Spartina maritime* captent et séquestrent du carbone. Leur **conservation** et leur **restauration** constituent donc une importante stratégie d'élimination du CO₂ atmosphérique.

RELATION ENTRE CARBONE DE L'EAU ET RESEAUX TROPHIQUES PLANCTONIQUES

Stage de Lucila XAUS – Master 2, LIENSs
([consulter le rapport](#))

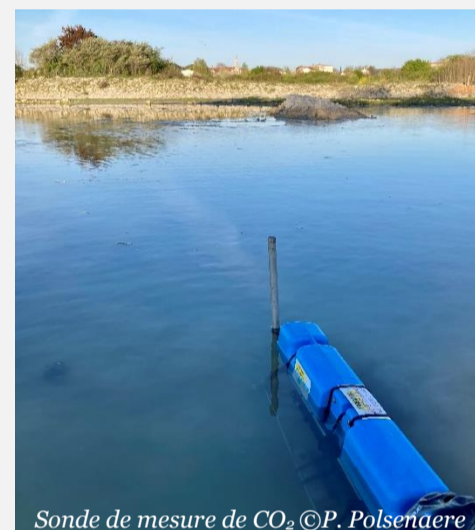
L'objectif de cette étude était d'analyser le lien potentiel entre les variations de CO₂ de l'eau et les réseaux trophiques* planctoniques*, tout en déterminant si cette possible relation demeure similaire dans deux écosystèmes carbone bleu distincts.

Pour cela, deux sites d'étude ont été utilisés : le marais salé de l'Houmeau et le marais doux/saumâtre de Tasdon.

Les résultats montrent un **lien important et existant** entre typologie de réseaux trophiques et carbone de l'eau. Ce lien est résumé dans le tableau ci-contre.

Réseau trophique planctonique	Pression partielle de CO ₂ (pCO ₂)
'Réseau microbien' 'Multivore'	Elevée (Tasdon et l'Houmeau)
'Multivore faible'	Faible (l'Houmeau) Moyenne ou élevée (Tasdon)
'Herbivore faible'	Les plus faibles (Tasdon) Moyenne (l'Houmeau)

Il est important de souligner que la **saisonnalité** joue un rôle important dans ces premiers résultats originaux acquis au cours de cette étude.



Sonde de mesure de CO₂ ©P. Polsemaere

Pour évaluer la perception du grand public à l'égard du concept de carbone bleu, **une enquête** a été réalisée en fin d'année par la LPO et l'E.C.O.L.E de la Mer. Lancée initialement en 2020, elle vise à suivre l'évolution des connaissances sur le carbone bleu et les zones humides littorales au fil des ans. Un **stage** est prévu en 2024 afin d'analyser les résultats de ces 2 enquêtes.

Soutenance de la thèse sur les dépôts calcomagnésiens

Thèse de Caroline MARAIS, La Rochelle Université et CNRS ([consulter la soutenance](#))

Les concrétions calcomagnésiennes à partir de matériaux **recyclés** : une solution alternative **douce** et **durable** pour la protection du littoral au niveau des zones partiellement immergées.

Ce procédé repose sur l'électrolyse* de l'eau de mer et l'utilisation de déchets inertes issus du BTP pour créer une concrétion calcomagnésienne similaire à un « béton ».

« Cette solution innovante peut être appliquée aux digues, aux falaises et à tout autre site partiellement immergé »

Pour la première fois, grâce à cette étude, des agglomérats calcomagnésiens ont pu être formés par écoulement. Leur volume a atteint **200 cm³ en seulement 2 mois**.

De manière novatrice, il a été démontré que les granulats recyclés issus du BTP sont **réactifs** dans l'eau de mer, notamment via leurs phases cimentaires, et que leur utilisation favoriserait la production de carbonate de calcium.

Cette solution **bas carbone** qui valorise des ressources locales permettrait de renforcer les digues existantes et de limiter l'érosion des falaises.



Granulats recyclés multimatériaux issus du BTP



Agglomérat calcomagnésien formé par écoulement ©C. Marais

Le petit lexique du carbone bleu

Eddy Covariance	Technique micrométéorologique qui mesure en continu et à l'échelle de l'écosystème les échanges de CO ₂ atmosphérique	Méiofaune Benthique	Petits animaux benthiques plus petits que la macrofaune Relatif au fond des mers ou des eaux
Microphytobenthos	Microorganismes photosynthétiques du sédiment	Réseau trophique Plancton	Ensemble de chaînes alimentaires au sein d'un écosystème Ensemble des animaux et végétaux flottant passivement dans les milieux aquatiques
Cloche statique	Système de mesure de flux de CO ₂ à l'interface sol/air ou sédiment/air à petite échelle	Electrolyse	Méthode qui permet de réaliser des réactions chimiques grâce à une activation électrique
Spartina maritime	Plante herbacée qui vit dans les vases salées		
Mésocosme	Lieu confiné et contrôlé où un expérimentateur peut faire varier des paramètres du milieu		

EVENEMENTS ET DIFFUSION

Le 3 juillet, dans l'auditorium du Musée Maritime, 7 doctorant.e.s de La Rochelle Université ont présenté, pour la première fois, un état de leurs recherches autour de la question commune de la captation et de la séquestration du carbone par nos écosystèmes littoraux. Cet évènement a réuni 80 personnes.
([Lire l'article du journal de la Ville](#))



Mars 2023

Présentation à la conférence « Climat : de l'impact positif de nos marais » pour la CDC Ile d'Oléron

Juillet 2023

Ateliers Carbone bleu au Village Francocéan de La Rochelle

Octobre 2023

Présentation à la conférence « Le marais dans tous ses états » pour la CDC Vendée Grand Littoral

Novembre 2023

Conférence pour le Forum Rivières organisé par le CPIE Val de Gartempe

Décembre 2023

Pitch au 2^{ème} salon de la neutralité carbone de La Rochelle organisé par la Coopérative carbone

Ça a débuté en 2023

- ✓ Post-doctorat – Impact du dragage du Port de Plaisance de La Rochelle sur les flux de carbone
- ✓ Thèse – Un modèle intégré du littoral et des marais : comment atteindre la neutralité carbone sur le territoire de La Rochelle
- ✓ Thèse – Séquestration carbone et impact de la gestion dans un marais doux. Projet MAVI, INRAE de St-Laurent de la Prée
- ✓ Thèse – Morphodynamisme à long terme d'un système vasière-pré-salé
- ✓ Thèse – Suivi et évaluation d'un jeu sérieux sur le carbone bleu
- ✓ Thèse – Modélisation des échanges à l'interface eau/sédiments
- ✓ Thèse – Modélisation d'écoulements en milieux poreux
- ✓ Dépôt d'un projet LIFE Gouvernance Climat avec étude des puits de carbone en coopération avec le PNR du Marais Poitevin
- ✓ Développement d'une cartographie interactive sur les milieux carbone bleu à l'échelle de l'agglomération

Retour en images sur l'année 2023



Contacts

La Rochelle Université : Christine Dupuy (christine.dupuy@univ-lr.fr) - Agglomération et ville de La Rochelle : Marine Afonso (marine.afonso@ville-larochelle.fr)

Site internet

<https://www.larochelle-zero carbone.fr/nos-actions/travailler-les-puits-de-carbone>

Rédactrice
Marine Afonso

Partenaires

