

# PROCESSUS BIOGEOCHIMIQUES SEDIMENTAIRES ET FACTEURS DE REGULATION DU MICRO-PHYTOBENTHOS

**Contributeurs:** Francis Orvain<sup>1</sup>, Arnaud Huguet<sup>2</sup>, Morelle Jérôme<sup>1</sup>, Rakotomalala Christiane<sup>1</sup>, Thouvenin Bénédicte<sup>3</sup>, Grasso Florent<sup>3</sup>, Deloffre Julien<sup>4</sup>, Lecoq Nicolas<sup>4</sup>, Mesnages Valérie<sup>4</sup>, Parlanti Edith<sup>5</sup>, Maire Olivier<sup>5</sup>, Richard Anaïs<sup>5</sup>, Laverman Anniét<sup>6</sup>, Amsaleg Céline<sup>6</sup>, Guizien Katell<sup>7</sup>, Jadwiga Orignac<sup>7</sup>, Lebreton Benoit<sup>8</sup>, Le Fouest Vincent<sup>8</sup>, Savelli Raphaël<sup>8</sup>, Dupuy Christine<sup>8</sup>, Viollier Eric<sup>9</sup>, Claquin Pascal<sup>1</sup>, Lecarpentier Thomas<sup>10</sup>

## Equipes impliquées :

<sup>1</sup> UMR BOREA Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques, Univ. Caen Normandie, Esplanade de la Paix, F-14032 Caen, France

<sup>2</sup> UMR 7619 METIS Milieux environnementaux, transferts et interactions dans les hydrosystèmes et les sols, Sorbonne Université/CNRS/EPHE, Paris, France

<sup>3</sup> IFREMER DYNECO (Plouzané) - département DHYSED

<sup>4</sup> Univ Rouen, UMR 6143 M2C Morphodynamique Côtière et Continentale

<sup>5</sup> Univ. Bordeaux, EPOC UMR 5805CNRS, Talence/Arcachon, France

<sup>6</sup> UMR 6553 ECOBIO, CNRS, Université de Rennes

<sup>7</sup> UMR Laboratoire d'écogéochimie des environnements benthiques (CNRS – Sorbonne Université), Observatoire Océanologique de Banyuls, Avenue du Fontaulé, 66650 Banyuls-sur-mer, France

<sup>8</sup> UMR Littoral, Environnement et Sociétés (CNRS - Université de La Rochelle), Institut du littoral et de l'environnement, 2 rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle, France

<sup>9</sup> UMR 7154 IGP Institut de Physique du Globe de Paris

<sup>10</sup> Maison de l'estuaire, Le Havre

## Résumé :

Les vasières intertidales ont un rôle majeur dans le fonctionnement écologique des estuaires, car elles abritent des communautés méio et macrobenthiques très diversifiées et représentent la principale zone d'alimentation de nombreux vertébrés dont certains d'intérêt écologique ou commercial majeur (e.g. poissons, oiseaux). Leur dynamique est fortement influencée par les processus hydro-sédimentaires estuariens, étant tantôt source, tantôt puits de sédiment. Elles constituent ainsi un élément essentiel des cycles biogéochimiques se déroulant au sein des estuaires. Les caractéristiques morphologiques et biogéochimiques de ces zones vont directement influencer les échanges de matière et d'énergie qui s'y déroulent.

Parmi la mosaïque d'habitats qui forment l'estuaire, les vasières nues sont clairement identifiées comme des zones essentielles en termes de services écosystémiques. La production phytoplanctonique autochtone dans l'estuaire de la Seine est en effet très limitée à cause de la turbidité empêchant la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau. Le maintien de la productivité végétale due principalement au microphytobenthos qui y réside et qui bénéficie d'apports de lumière incidente directe lors des périodes d'écoulement diurne est impératif pour améliorer la qualité de ces habitats et leur disponibilité pour les populations faunistiques. Il est ainsi indispensable d'arriver à relier les changements des conditions morphologiques et sédimentaires aux variations spatiotemporelles des processus biogéochimiques et de production microphytobenthique. En estuaire de Seine où les mélanges sablo-vaseux constituent des habitats sédimentaires fréquemment observés dans les zones de transition (entre vasières et estrans sableux), les diatomées benthiques semblent trouver les conditions optimales à leur photobiologie.

Notre étude cherche à comprendre l'effet de la variation de la composition sédimentaire et du degré et type de bioturbation sur la biogéochimie sédimentaire (qualité et quantité de la

matière, flux de nutriments) et à la relier à la productivité primaire microphytobenthique. Nous avons cherché par des expériences *in situ* et en laboratoire à comprendre et quantifier précisément, sur 2 stations de nature sédimentaire différente, le rôle de différents bioturbateurs dominant l'assemblage d'espèces des vasières (*Scrobicularia plana* et *Hediste diversicolor*) en faisant varier leurs densités spécifiques dans des tests de manipulations écologiques en milieu naturel. Ces deux espèces cohabitent parfaitement bien sur les vasières interdidales. Elles éviteraient des jeux de compétition interspécifiques grâce à des actions bioturbatrices antagonistes mais complémentaires en jouant sur la régulation des flux biogéochimiques avec des effets conjugués permettant de garantir à la fois un niveau de production primaire microphytobenthique optimum et une redistribution trophique efficace aux consommateurs supérieurs. Les manipulations ont été répétées en été et en hiver afin d'étudier l'effet saisonnalité sur la bioturbation et les processus biogéochimiques dans les sédiments, qui influencent directement la productivité primaire des biofilms de microphytobenthos.

L'ensemble des processus de bioturbation/bioirrigation en interaction avec le transport sédimentaire de surface ont été mesurés en couplant des mesures de topographie, de bioturbation (traceurs particulaires et dissous) et de productivité primaire microphytobenthique (fluorimètre imaging-PAM) pour valider et calibrer le modèle de production primaire dans la gamme de conditions sédimentaires considérées. Afin d'étudier le lien entre le cycle des éléments nutritifs et la production primaire microphytobenthique, la mesure des profils de concentrations de sels nutritifs dans les eaux porales a été réalisée par des techniques *in situ*. Les flux diffusifs de matériel dissous apportent de l'azote, du phosphore et de la silice aux diatomées de surface des vasières en rendant les biofilms microphytobenthiques plus productifs. Les flux de sels nutritifs jouent un rôle capital pour fournir les éléments nécessaires à la croissance microphytobenthique. La macrofaune benthique a un rôle particulièrement difficile à appréhender avec des influences bioturbatrices complexes et même parfois antagonistes. Nous avons mis en évidence des actions à la fois positives (biodiffusion des éléments dissous) et négatives (broutage / consommation, augmentation de l'érodabilité / brassage particulaire) sur la production primaire microphytobenthique.

Un suivi quantitatif et qualitatif (fluorescence 3D, absorbance, marqueurs isotopiques et lipidiques) de la matière organique dissoute (MOD) et sédimentaire (MOS) a également été réalisé de par son rôle clef dans le réseau trophique benthique. Les premiers résultats montrent une forte variabilité de la composition de la MOD avec la profondeur durant la saison hivernale à l'inverse de la MOS. Ces tendances seront comparées à celles obtenues au cours de la saison estivale. Elles permettront d'examiner les échanges de MO entre le sédiment et la phase dissoute, et de faire le lien entre les flux et la composition des substances fraîchement sécrétées par le microphytobenthos.

L'ensemble des expériences réalisées serviront à conceptualiser et modéliser les interactions entre la dynamique hydro-morpho-sédimentaire et biogéochimique d'une part et les processus écologiques au sein des vasières d'autre part.

### **Nom des projets de recherche supports :**

PHARESEE - Productivité microphytobenthique des HABitats intertidaux en lien avec la dynamique sédimentaire, biogéochimique et les ingénieurs d'écosystème de la faune benthique: implication pour des enjeux de modélisation et de REhabilitation des vasières de la SEine Estuarienne (<https://www.seine-aval.fr/projet/pharesee/> )