

VARIABILITE SPATIO-TEMPORELLE DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE DE LA VASIERE NORD DE L'ESTUAIRE DE SEINE ET MODELISATION DES HABITATS FONCTIONNELS.

DISCUSSION SUR LES EVOLUTIONS LONG TERME DES HABITATS BENTHIQUES INTERTIDaux.

Contributeurs :

Maiwen Le Coz¹, Sofiene Tlili², Chloé Dancie³, Gaël Dur⁴, Jean Philippe Lemoine⁵, Jérôme Morelle⁶, Francis Orvain⁶, Catherine Mouneyrac², Sami Souissi¹

Equipes impliquées :

¹ Université de Lille, UMR CNRS-ULCO LOG Laboratoire D'Océanologie et Géosciences, Lille, France

² Université Catholique de l'Ouest, MMS-UCO Mer Molécule & Santé, Angers, France

³ Cellule du Suivi du Littoral Normand, Le Havre, France

⁴ Creative Science Unit (Geosciences), Faculty of Science, Shizuoka University Suruga-ku, Japan

⁵ GIP Seine-Aval, Rouen, France

⁶ UMR BOREA Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques, Univ. Caen Normandie, Esplanade de la Paix, F-14032 Caen, France

Résumé :

La macrofaune benthique des vasières intertidales est un compartiment d'importance écologique majeure. Ces consommateurs primaires ont des liens étroits avec le microphytobenthos et représentent une ressource importante pour les consommateurs secondaires (poissons, oiseaux). Ils présentent aussi une interaction forte avec le sédiment, et interviennent dans le fonctionnement biogéochimique de la vasière. Au cours des dernières décennies, l'estuaire de Seine a subi d'importantes pressions anthropiques d'origines multiples (contamination organique, métallique, aménagements portuaires et modifications hydromorphologiques, etc.), avec pour conséquences d'importantes altérations hydro-sédimentaires, biogéochimiques et écologiques de l'écosystème. La vasière Nord et son fonctionnement écologique ont été particulièrement affectés par ces perturbations.

Dans le but de caractériser la variabilité des assemblages de macrofaune dans la vasière nord au cours des 2 dernières décennies et d'identifier les facteurs abiotiques qui y sont associés, le projet SENTINELLES s'est appuyé sur la construction et l'analyse d'une base de données synthétisant les travaux sur la macrofaune et les facteurs environnementaux de la vasière nord.

Une description et une analyse de la variabilité spatiale et temporelle des assemblages de macrofaune benthiques de la vasière nord ont été réalisées. Une cartographie multivariée des assemblages a ainsi été produite à partir des données d'abondance et de biomasse de macrofaune issues du suivi pluriannuel de la CSLN (couvrant 28 sites de 2000 à 2016). Six assemblages distincts en termes de composition taxonomique ont émergé de ces analyses, et les espèces suivantes ont pu être identifiées comme étant les principales taxons différenciant ces 6 assemblages par leur abondances relatives : *Hediste diversicolor*, *Cerastoderma edule*, *Corophium volutator*, *Peringia ulvae*, *Limacola balthica* et *Monticellina* sp. Des cartes annuelles de la probabilité de distribution des six assemblages basées sur l'interpolation spatiale par krigeage des probabilités conditionnelles ont pu être produites. La variabilité mise en évidence dans la composition des communautés a pu être décomposée en

3 périodes majeures et 2 zones amont-aval, et mise en relation avec les composantes granulométriques et hydrologiques de l'écosystème.

La base de données produite dans le cadre de SENTINELLES a également été utilisée pour modéliser l'habitat fonctionnel des 2 espèces ciblées dans le projet pour leur importance écologique, *Hediste diversicolor* et *Scrobicularia plana*. Des descripteurs intertidaux ont ainsi été testés en tant que variables d'habitat de *H. diversicolor* et de *S. plana*, en couplant les données d'abondance et de diversité de ces deux espèces avec des données de différentes origines (BARBES-SA5 ; suivi granulométrique de la CSLN ; sorties du modèle hydrodynamique MARS3D) disponibles aux mêmes dates et sites. Les premiers résultats semblent confirmer à l'échelle de l'espèce l'importance des descripteurs hydrologiques et granulométriques ci-dessus décrits comme structurants à l'échelle de la communauté. Cette démarche de modélisation des habitats fonctionnels sera utile à la fois pour comparer les habitats préférentiels entre espèces (e. g. *H. diversicolor* et *S. plana*) mais permettra également de confronter nos modèles obtenus en estuaire de Seine à d'autres systèmes estuariens. Par ailleurs, une extrapolation de ces modèles pourrait être envisagée pour tester différents scénarios / différentes conditions d'habitat, en couplage avec les descripteurs inclus dans le modèle MARS3D.

Pour comparer avec d'autres écosystèmes estuariens, des modèles d'adaptabilité des communautés de la macrofaune benthique ont été développés dans les estuaires Hollandais (Westerschelde / Oosterschelde - Cozzoli et al 2014, 2017). Les réponses attendues au réchauffement climatique ne sont pas du tout les mêmes entre les 2 estuaires avec une sensibilité plus forte de la communauté dans le Westerschelde. En estuaire de Seine, des prévisions similaires au Westerschelde peuvent être attendues car ces 2 estuaires ont des caractéristiques communes en termes de gamme de salinité, de forçage hydrodynamique, de composition sédimentaire et d'aménagements (construction de digues, creusement de chenaux de navigabilité). Selon les prédictions, certaines espèces comme *Scrobicularia plana* pourraient être peu menacées car cette espèce peut continuer à se développer sur différents types de faciès sédimentaires (sable ou vase) tout en supportant des variations de salinité de grande ampleur. Par contre les espèces inféodées aux vasières comme *Hediste diversicolor*, *Peringia ulvae* ou *Limacola balthica* ont beaucoup plus de chances de voir leurs aires de répartition se réduire en Seine.

En prenant en compte les effets complexes de la bioturbation, l'adaptabilité des aires de répartition peut être reexaminée à long terme en intégrant les différents rôles de la bioturbation qui modifient activement l'érodabilité des sédiments et donc la capacité de résilience de leurs habitats benthiques (Projet SA5 BARBES). Certaines populations comme *Hediste diversicolor* ont des capacités de résilience à long-terme très grandes grâce à ces mécanismes de bioturbation favorisant le maintien de leur habitat préféré que sont les vasières. Les mécanismes locaux de bioturbation à échelle individuelle joueraient finalement un rôle décisif sur les aires de répartition et leur évolution à long-terme.

Les résultats antérieurs de ce type d'exercice montrent que les populations de bivalves *Scrobicularia plana* sont capables de réduire considérablement les surfaces de vasière à long-terme à cause d'un impact déstabilisateur très prononcé. En Seine, ce bivalve cohabite avec une autre espèce qui joue un effet antagoniste remarquable en renforçant la stabilité cohésive. Il s'agit de l'annélide *Hediste diversicolor* qui est également dominante à l'heure actuelle et cette espèce peut être très efficace pour protéger les vasières contre les effets destructeurs

de l'érosion par les vagues et de la déstabilisation par *Scrobicularia plana* (projet SA5 BARBES). Quand les 2 espèces vivent ensemble, l'influence de la scrobiculaire semble ne plus jouer et c'est bien l'influence biostabilisatrice de *Hediste diversicolor* qui semble jouer seule. Cette action biostabilisatrice ne suffit cependant pas à empêcher les phénomènes d'érosion des vasières intertidales face à l'assaut des vagues, mais les pertes de vasière seraient probablement beaucoup plus fortes si ces populations de vers n'étaient pas présentes. Dans l'avenir, une raréfaction des vers *Hediste* couplée à une persistance du bivalve *Scrobicularia* dans les communautés benthiques pourrait entraîner une diminution des surfaces de vasières les plus en aval de l'estuaire à cause d'un changement brutal des effets bioturbateurs en passant d'une intense biostabilisation à une intense déstabilisation.

Il serait nécessaire de développer des exercices de modélisation couplant les simulations hydrosédimentaires de MARS3D (avec les modules de bioturbation jouant sur l'érodabilité et le développement de biofilms protecteurs) à des lois de préférendum des espèces aux facteurs environnementaux (salinité, courant max, composition sédimentaire, temps d'inondation) des habitats benthiques pour les différentes populations macrozoobenthiques afin de prédire au mieux l'évolution des aires d'occurrence à venir. Pour conclure, les vasières de l'estuaire de la Seine, malgré qu'elles soient soumises à de multiples stress physiques et anthropiques montrent des capacités de résilience inattendues grâce à des actions régulatrices exercées par les organismes benthiques qui sont de véritables ingénieurs d'écosystèmes. Néanmoins, une dégradation de ces communautés pourraient vite se traduire par des pertes de fonctionnalité de l'écosystème estuarien. Les outils développés permettront à terme la recherche de leviers d'actions utiles pour la mise en œuvre d'aménagement et de travaux de restauration les plus favorables au maintien de ces habitats.

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/>)

SENTINELLES : Fonctionnement des écosystèmes de l'embouchure de l'estuaire de la Seine à travers une étude interdisciplinaire ciblant le zooplancton et le macro-zoobenthos (<https://www.seine-aval.fr/projet/sentinelles/>)

BARBES - Associations biologiques en relation avec le transport sédimentaire : développement d'un modèle de bioturbation par les ingénieurs d'écosystèmes en estuaire de Seine (<https://www.seine-aval.fr/projet/barbes/>)