

## Sujet de doctorat en co-tutelle ISMER/IUEM

### Devenir des subsides de macroalgues en zone littorale

#### Résumé

Les apports de matière d'un écosystème donneur à un écosystème receveur, connus sous le nom de subsides, jouent un rôle crucial dans le fonctionnement des communautés et la dynamique des réseaux alimentaires (Polis et al. 1997). Dans les zones côtières des régions tempérées à polaires, les macroalgues brunes dominées par les laminaires forment des communautés hautement productives (Steneck et al. 2002). Ces macroalgues génèrent des détritiques par le biais de l'érosion progressive de leurs frondes, de leur fragmentation et du délogement de thalles entiers (Krumhansl et al. 2012). La matière organique ainsi produite est exportée vers les écosystèmes adjacents, parfois s'échouant sur les plages pour former des échouements et des laisses de mer. Ce transfert d'algues marines des fonds infralittoraux vers les côtes rocheuses voisines est un phénomène courant mais souvent mal caractérisé et estimé. Ces algues fraîchement détachées représentent pourtant des subsides essentiels pour les réseaux trophiques des littoraux souvent considérés comme faiblement productifs (Quintanilla-Ahumada et al. 2018). La matière organique apportée par les algues échouées soutient le développement d'un réseau trophique riche et diversifié, à l'origine d'une forte production secondaire (Hyndes et al. 2022). Cette matière organique peut aussi être enfouie dans les sédiments côtiers, participant à la séquestration à long terme du carbone (Perkin et al. 2022). Cependant, des accumulations excessives peuvent également causer des nuisances côtières en raison de la dégradation de la matière organique produisant du méthane ou de l'hydrogène sulfuré (Liu et al. 2019). Ce projet de thèse a pour objectif de comprendre le devenir des subsides de macroalgues en lien avec les échouements sur les littoraux des zones tempérées de Bretagne et boréales du Québec et leur rôle dans la productivité des écosystèmes de laisse de mer en (1) détectant les échouements en lien avec les événements de météo marine, (2) quantifiant la dégradation des macroalgues échouées et les flux de carbone associés et (3) Déterminer le rôle des subsides sur les réseaux trophiques des écosystèmes de laisse de mer.



#### Enjeux :

Bien que les biomasses d'algues échouées sur les plages puissent atteindre jusqu'à 325 kg m<sup>-1</sup> de côte, l'estimation de ces échouements est complexe en raison de la grande variation spatio-temporelle liée aux vecteurs de transport, à la géomorphologie des côtes et aux caractéristiques des écosystèmes sources desquels les macroalgues sont arrachées (Hyndes et al. 2022). Ces échouements peuvent alimenter différents niveaux trophiques côtiers assurant un transfert océan-continent mais leur rôle exact reste encore peu caractérisé et considéré dans les plans de gestion et conservation des littoraux. Enfin, dans certaines régions, les échouements de macroalgues ont un potentiel économique d'exploitation durable

à différentes échelles ou peuvent être une nuisance pour les riverains : dans tous les cas, des mesures de gestion adaptées doivent être mises en place pour la protection des zones côtières.

### **Objectifs détaillés :**

#### **Obj. 1 : Détecter et quantifier les échouements de macroalgues en lien avec la météo marine**

Les phénomènes d'accumulation d'algues sur les plages sont dépendants de nombreuses variables dont l'intensité des forces physiques (courants, vagues, glaces, marées), la morphologie et la géologie de la côte, les espèces présentes dans les écosystèmes donneurs. Les images des échouements obtenues à partir de caméra de suivi (ex. spots de surf, suivi d'érosion côtière) seront corrélées aux données météorologiques disponibles sur les côtes québécoises et bretonnes afin d'évaluer les conditions météorologiques et marégraphiques les plus propices aux échouements et le temps de rétention des algues sur le rivage.

#### **Obj. 2 : Quantifier la dégradation des macroalgues échouées et la séquestration du carbone à travers une approche multiproxi.**

L'accumulation des macroalgues en échouage sur les plages est d'une importance capitale pour le recyclage des nutriments, la connectivité trophique et le fonctionnement des écosystèmes côtiers. Ces processus sont dépendants du temps de rétention des macroalgues et de la vitesse de décomposition. La décomposition/reminéralisation des algues en échouage ainsi que la qualité de la matière organique de la laisse de mer seront mesurées au cours d'expériences de dégradation à différentes saisons. Des marqueurs isotopiques et lipidiques permettront de suivre la dégradation des algues alors que leur état physiologique et capacité photosynthétique seront suivies à l'aide d'un PAM.

#### **Obj. 3 : Déterminer le rôle des subsides sur les réseaux trophiques des écosystèmes de laisse de mer dans un contexte de protection des littoraux**

Les écosystèmes transitoires formés par la laisse de mer abritent des communautés originales, qui incluent des organismes marins (amphipodes) et terrestres (larves et adultes d'insectes), servant de source de nourriture à des prédateurs, également marins (poissons) et terrestres (oiseaux). Si l'importance de la laisse de mer pour les assemblages associés est relativement bien connue pour les écosystèmes d'herbiers ou de prés salés, les lisses de mer macroalgales restent encore largement méconnues au niveau de leur rôle trophique. Ce troisième objectif s'attachera à caractériser la structure du réseau trophique associé à la laisse de mer, en y incluant à la fois la faune résidente et transitoire, par une approche de biomarqueurs trophique couplant isotopes stables ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) et traceurs lipidiques (acides gras, stérols, alcanes).

### **Références :**

Hyndes, G. A., Berdan, E. L., Duarte, C., Dugan, J. E., Emery, K. A., Hambäck, P. A., ... & Schlacher, T. A. (2022). The role of inputs of marine wrack and carrion in sandy-beach ecosystems: a global review. *Biological Reviews*, 97(6), 2127-2161.

Krumhansl, K. A., & Scheibling, R. E. (2012). Production and fate of kelp detritus. *Marine Ecology Progress Series*, 467, 281-302.

Liu, S., Trevathan-Tackett, S. M., Lewis, C. J. E., Ollivier, Q. R., Jiang, Z., Huang, X., & Macreadie, P. I. (2019). Beach-cast seagrass wrack contributes substantially to global greenhouse gas emissions. *Journal of environmental management*, 231, 329-335.

Perkins, A. K., Santos, I. R., Rose, A. L., Schulz, K. G., Grossart, H. P., Eyre, B. D., ... & Oakes, J. M. (2022). Production of dissolved carbon and alkalinity during macroalgal wrack degradation on beaches: a mesocosm experiment with implications for blue carbon. *Biogeochemistry*, 160(2), 159-175.

Polis, G. A., Anderson, W. B., & Holt, R. D. (1997). Toward an integration of landscape and food web ecology: the dynamics of spatially subsidized food webs. *Annual review of ecology and systematics*, 28(1), 289-316.

Quintanilla-Ahumada, D., Quijón, P. A., Navarro, J. M., Pulgar, J., & Duarte, C. (2018). Living on a trophic subsidy: Algal quality drives an upper-shore herbivore's consumption, preference and absorption but not growth rates. *PLoS One*, 13(4), e0196121.

Steneck, R. S., Graham, M. H., Bourque, B. J., Corbett, D., Erlandson, J. M., Estes, J. A., & Tegner, M. J. (2002). Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. *Environmental conservation*, 29(4), 436-459.

### **Moyens et Équipe d'encadrement**

Direction thèse ISMER : Fanny Noisette

Direction thèse IUEM : Gauthier Schaal

Partenaires envisagés pour le projet :

- Chaire de recherche en géosciences côtière, Pascal Bernatchez, UQAR
- Arctus, entreprise de R&D spécialisée en télédétection optique des milieux aquatiques, Rimouski
- Christian Nozais, chercheur en écologie trophique, UQAR
- Comité ZIP du Sud de l'estuaire, OBNL de gestion des littoraux
- Observatoire participatif de la biodiversité des hauts de grèves « Plages vivantes : Laisse de mer" (station de Concarneau)
- Maeva Gonzalvez et Antoine Carlier (Ifremer Brest)

Les partenariats déjà en place au Québec comme en Bretagne permettront l'immersion du candidat ou de la candidate au sein des milieux professionnels de l'exploitation des algues ou de la gestion et conservation des milieux côtiers. Les moyens de détection des échouements (ex. caméra, drones) et les équipement de caractérisation de la dégradation (ex. PAM, chambres d'incubation, LICOR pour mesure du CO<sub>2</sub> émis) sont déjà disponibles dans les équipes de direction du projet. Les plateformes analytiques in isotopie et lipides du LEMAR ainsi que les moyens à la mer et expérimentaux de l'ISMER seront mis à disposition du candidat ou de la candidate pour la réalisation de son projet de recherche.

### **Prérequis et critères d'admissibilité :**

- Être titulaire d'un diplôme de maîtrise (M.Sc.) en sciences naturelles, biologie, écologie ou tout autre discipline connexe.
- Avoir une moyenne supérieure à 3,2/4,3, à 3,0/4,0 ou à 11/20 au deuxième cycle. Cependant, une attention particulière sera accordée aux candidats et candidates ayant une moyenne légèrement inférieure à 3,2, mais présentant d'excellents rapports confidentiels et possédant une expérience pertinente dans le domaine marin.
- Les rapports confidentiels d'évaluation ou les lettres de recommandation doivent établir sans réserve la capacité du candidat ou de la candidate à mener des études doctorales.
- Posséder une très bonne connaissance du français et une connaissance suffisante de l'anglais.

Nous souscrivons à un programme d'accès à l'égalité et notre milieu prône les valeurs d'équité, de diversité et d'inclusion et mettons en place des mesures d'accommodement au besoin. Nous encourageons fortement les femmes, les personnes en situation de handicap, les personnes issues de

minorités visibles et ethniques, les Autochtones et les personnes des communautés LGBTQ2E+ à présenter leur candidature. L'UQAR reconnaît les répercussions que les interruptions de carrière peuvent avoir sur l'évaluation du dossier des réalisations en recherche. Le cas échéant, la candidate ou le candidat est invité à expliquer la situation dans son dossier de candidature.

Les CVs narratifs sont acceptés au même titre que les CVs réguliers et devront être accompagnés d'une lettre de candidature décrivant les motivations pour une poursuite en recherche, l'adéquation du candidat ou de la candidate avec le sujet de recherche et son ouverture à entrer dans un programme de thèse en cotutelle entre le Québec et la France.