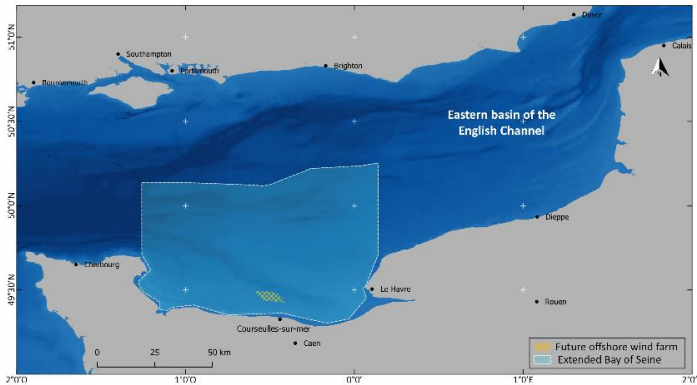


Proposition de stage de Master 2

Responsable du stage Nathalie Niquil, en co-encadrement par Quentin Noguès Doctorant, Laboratoire BOREA, Université de Caen Normandie et Jean-Claude Dauvin, UMR M2C, université de Caen Normandie

Modélisation spatialisée des effets du cumul d'impact sur le fonctionnement écosystémique en baie de Seine, développements de scénarios de gestion de l'espace.



Carte de la zone modélisée par l'approche Ecospace ou 'Baie de Seine Étendue' en bleu clair et de la zone du futur parc éolien de Courseulles-sur-mer en jaune.

Résumé :

Dans le cadre des projets ANR-FEM TROPHIK (<https://www.france-energies-marines.org/R-D/Projets-acheves/TROPHIK>) et APPEAL (<https://www.france-energies-marines.org/R-D/Projets-en-cours/APPEAL>), un modèle spatialisé du réseau trophique Ecospace de la Baie de Seine étendue a été mis en place. Des scénarios sont actuellement en cours de développement dans le cadre de la thèse de Quentin Noguès. Ils simulent l'effet réserve lié au futur parc éolien offshore de Courseulles-sur-Mer et son spillover (effet de débordement lié au déplacement des espèces d'une zone fermée à la pêche vers l'extérieur), le déplacement lié aux changements climatiques des espèces qui dominent la biomasse et des modifications de la pêche en lien avec le Brexit. Le rôle de l'étudiant(e) de M2 sera de compléter ces scénarios d'évolution temporelle et de gestion de l'environnement dans cet espace et de rajouter en particulier un nouvel impact, celui lié à l'extraction de granulats marins présents dans plusieurs sites dans le périmètre de la baie de Seine étendue. Les résultats seront analysés sous l'angle des indices caractérisant les propriétés écologiques issus de l'analyse des réseaux (recyclage, omnivorie, détritivorie/herbivorie par exemple). Ainsi le cumul d'impact entre ces différentes pressions, sur le fonctionnement de l'écosystème pourra être caractérisé.

Nous recherchons un étudiant possédant des bonnes bases sous R et en écologie marine.

Localisation du stage : Caen, BOREA.

Envoyez vos candidatures (CV, lettre de motivation, relevé de notes, liste des modules suivis ce semestre) à nathalie.niquil@unicaen.fr au plus vite (nous arrêterons le processus de sélection dès que le candidat adéquat sera identifié) et en tout cas avant 15 novembre 2019. N'hésitez pas à solliciter à la même adresse un rendez-vous téléphonique pour plus d'informations.

Collaborations prévues avec Aurore Raoux (M2C Caen), Frida Lasram (LOG Wimereux), François Le Loc'h et Marie Lemarchand (LEMAR, Brest) et Emma Araignous (France Energie Marine, Brest).

Projet détaillé :

La thèse d'Aurore Raoux (2014-2017) et les projets ANR ITE/EMR TROPHIK (2016-2019) et APPEAL (2018-22) ainsi que la thèse de Quentin Noguès en cours (2018-2021) ont permis une première approche du cumul d'impact en Baie de Seine, autour du projet de parc éolien de Courseulles-sur-mer. Dans le cadre de ces travaux, plusieurs modèles

complémentaires ont été construits. Un modèle qualitatif a permis d'appréhender les interactions entre les acteurs principaux du site et le réseau trophique (Raoux et al 2018). Les modèles de réseau trophique ont donné une vision quantitative du fonctionnement de l'écosystème. Ces derniers sont soit ponctuels (en 0 Dimension, modèle Ecopath, Raoux et al 2017, 2019), soit spatialisés (modèle Ecospace, Christensen et al, 2008, Halouani et al, soumis). Les modèles 0D sont construits comme une situation moyenne de la zone du futur parc et le modèle 2D comme un maillage (tous les milles marins) de la baie de Seine étendue au Nord jusqu'à la limite des eaux territoriales France / Grande-Bretagne, à partir de fonds subtidiaux inférieurs à 10 m. Ces modèles ont permis de synthétiser les connaissances locales sur tous les compartiments vivants dans la zone et d'y joindre les observations faites dans des parcs déjà construits (en mer du Nord en particulier), des effets des EMR sur le fonctionnement écologique et la biodiversité marine. En recroisant ces observations avec les avis des experts des habitats et communautés marines locaux, une simulation de différents scénarios a pu être réalisée. Les scénarios en question concernaient la construction et l'exploitation du parc éolien offshore, avec l'arrivée massive de moules suspensivores et d'espèces associées sur les mats (effet récif), la limitation de la pêche dans une surface correspondant à 15 % de la zone, selon l'objectif visé par le consortium Eolienne Offshore Calvados qui souhaite autoriser la pêche le long des séries d'éoliennes en ligne (effet réserve) ou dans 100 % de la zone (étude de sensibilité), le changement d'aires de répartition d'espèces commerciales (coquille st Jacques, sole et céphalopodes) et dominant la biomasse (70 espèces en tout), liées aux changements climatiques et encore la pêche (scénarios de modification des zones de pêche en fonction des conditions du Brexit). Dans le cadre de sa thèse sur le cumul d'impact, Quentin Noguès a commencé à croiser des forçages pour simuler le cumul d'impacts entre pêche, EMR et changement climatique.

Ces modèles de réseaux trophiques, quantifiant l'ensemble des flux prédateurs-proies dans l'écosystème, permettent d'appliquer des indices écologiques caractérisant le fonctionnement de l'écosystème. Certains de ces indices sont reliés à la théorie de la thermodynamique, d'autres proviennent de théories écologiques, par exemple les méthodes d'estimation du recyclage, ou de l'efficacité de transfert entre échelons trophiques. Ces indices font partie de ce qu'on nomme l'analyse des réseaux écologiques (Ecological Network Analysis ou ENA, Latham 2006). Ils sont utiles en écologie fonctionnelle et théorique car ils décrivent les propriétés émergentes des écosystèmes (propriétés du système non directement déductible des propriétés de ses parties isolées), et permettent de lier les observations de la dynamique des écosystèmes avec les théories reliant fonctionnement trophique et résilience, résistance, maturité ou encore stress dans les écosystèmes (Saint-Béat et al 2015). Le calcul des ENA est donc réalisé dans différentes situations (actuelles ou scénario) en 0D comme en 2D (dans chaque case de la grille). Ces ENA ont été proposées à l'OSPAR et au Ministère de la Transition énergétique comme indicateurs de santé des réseaux trophiques dans le cadre de la Directive Cadre Stratégique pour le Milieu Marin (DCSMM, Safi et al. 2019).

Les nouveaux scénarios développés en lien entre la thèse de Quentin Noguès et le stage de M2 proposé permettront de tester les différents indicateurs de santé des réseaux trophiques dans un nouveau contexte : celui des impacts cumulés. Ils permettront de rechercher les situations où les effets sont additifs, en synergie ou en antagonisme. Cette approche du cumul d'impact manque actuellement dans les développements d'indicateurs de santé écosystémique qui sont développés pour les réseaux trophiques. Le travail propre au stage concernera la mise en place dans le modèle Ecospace de l'impact de l'extraction des granulats et les scénarios associant ce processus aux autres pressions citées plus haut. La question centrale sera ainsi : quel est le rôle de l'extraction de granulats dans le cumul d'impacts en Baie de Seine étendue sur le fonctionnement du réseau trophique ?

Moyens mis à disposition : un portable avec le modèle Ecospace déjà développé sera mis à disposition de l'étudiant.

Références :

Christensen V, Walters CJ, Pauly D, Forrest R (2008) Ecopath with Ecosim version 6 user guide. Lenfest Ocean Futures Project, 235.

Halouani G, Villanueva MC, Raoux A, Dauvin JC, Ben Rais Lasram F, Foucher E, Le Loc'h F, Safi G, Aраignous E, Robin JP, Niquil N (soumis) A spatial food web model to investigate potential spillover effects of an offshore wind farm. Soumis à Journal of Marine Systems

Latham II LG (2006) Network flow analysis algorithms. *Ecological Modelling*, 192(3-4): 586-600

Raoux A, Dambacher J, Pezy JP, Mazé C, Dauvin JC, Niquil N (2018) Assessing cumulative socio-ecological impacts of offshore wind farm development in the Bay of Seine (English Channel). *Marine Policy* 89, 11-20

Raoux A, Lassalle G, Pezy JP, Tecchio S, Safi G, Ernande B, Mazé C, Le Loc'h F, Lequesne J, Girardin V, Dauvin JC, Niquil N (2019). Measuring sensitivity of two OSPAR indicators for a coastal food web model under offshore wind farm construction. *Ecological Indicators* 96 : 728-738

Raoux A, Tecchio S, Pezy JP, Lassalle G, Degraer S, Wilhelmsson D, Cachera M, Ernande B, Le Guen C, Haraldsson M, Grangeré K, Le Loc'h F, Dauvin JC, Niquil N (2017). Benthic and fish aggregation inside an offshore wind farm: Which effects on the trophic web functioning? *Ecological Indicators* 72: 33-46

Safi G, Giebels D, Arroya NL, Heymans JJ, Preciado I, Raoux A, Schückel U, Tecchio S, de Jonge VN, Niquil N (2019) Vitamine ENA: a framework for the development of ecosystem-based indicators for decision-makers. *Ocean & Coastal Management*, 174, 116-130.

Saint-Béat B, Baird D, Asmus H, Asmus R, Bacher C, Pacella SR, Johnson GA, David V, Vézina AF, Niquil N (2015). Trophic networks: How do theories link ecosystem structure and functioning to stability properties? A review. *Ecological Indicators* 52: 458-471