

Apport des séries à long-terme dans la caractérisation, la quantification et la compréhension des changements de biodiversité

Unité de recherche - Laboratoire d'Ecologie Benthique (LEBCO) - Dynamique des Ecosystèmes Cotiers (DYNECO)

Encadrements et contacts -

- Mathieu Chevalier (PhD) – chercheur en écologie quantitative (Mathieu.Chevalier@ifremer.fr – 02 98 22 49 87)
- Stanislas Dubois (PhD, HDR) – chercheur en écologie benthique (sdubois@ifremer.fr – 02 98 22 49 18)

Contexte. Caractériser et quantifier les changements qui ont lieu à différents niveaux d'organisation (populations, communautés) et identifier quels sont les facteurs impliqués dans ces changements revêt un intérêt particulièrement important dans un contexte où les patrons de biodiversité sont fortement impactés par diverses pressions anthropiques (e.g. changement climatique). Alors que les deux premiers aspects (caractériser et quantifier) ont fait l'objet de nombreuses études qui ont notamment permis d'évaluer les risques d'extinctions de nombreuses espèces et écosystèmes (Stephens et al. 2016, Pecl et al. 2017), on connaît encore mal quels sont les facteurs impliqués dans les changements spatio-temporels de biodiversité. En particulier, la contribution relative de l'influence des facteurs biotiques (e.g. prédation, compétition) et abiotiques (e.g. variations du climat, pollutions, perte d'habitats) sur les dynamiques de populations, la distribution spatiale des espèces et les règles d'assemblage dans les communautés reste méconnu dans de nombreux écosystèmes, en particulier marins. Même si certains outils permettent en théorie d'aborder ces questions (e.g. modèles de distribution joint), les inférences sont pour le moment limitées par des données qui ne permettent pas de rendre compte des changements complexes qui ont lieu dans le temps et l'espace pour plusieurs espèces simultanément (i.e. la plupart des inférences sont basées sur des données de présence/absence collectées à un temps donné ; Blanchet et al. 2020). De plus, la plupart des études ne considèrent pas les interactions qui existent entre communautés situées à différents niveaux trophiques (e.g. entre producteurs primaires et consommateurs primaires) ce qui limite notre compréhension du fonctionnement global des écosystèmes. Par exemple, dans les écosystèmes côtiers, alors que des études récentes ont démontré l'importance des interactions entre les compartiments benthiques et pélagiques sur les flux de matières et d'énergies (Griffiths et al. 2017), ces deux compartiments sont la plupart du temps étudiés séparément. La mise à disposition croissante de bases de données long-terme - à la fois de biodiversité mais aussi environnementales - pourrait permettre de mieux appréhender quels sont les facteurs qui influencent les patrons de biodiversité. A ce titre, les données historiques collectées dans le cadre du suivi « Impact des grands aménagements » (IGA) représentent une opportunité unique pour caractériser, quantifier et identifier les facteurs impliqués dans les variations de biodiversité à différents niveaux trophiques. Améliorer notre compréhension du fonctionnement des écosystèmes est primordiale pour prédire et anticiper les effets des pressions anthropiques sur les espèces (leurs associations comme leurs abondances), ou la démographie et la composition des communautés. Ainsi, ce projet vise à mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes côtiers (intertidaux et subtidaux) en caractérisant et en quantifiant les changements à différents niveaux d'organisations pour ensuite identifier les facteurs responsables des variations observées. Il se décline en trois objectifs :

Objectif 1 : Construire une base de données standardisée long-terme

Les données collectées dans le cadre des suivis IGA sur différents CNPE (Centrale Nucléaire de Production d'Electricité) représentent une vaste source d'information avec plus de 40 années de données collectées sur 4 sites localisés en Manche (Flamanville, Gravelines, Paluel, Penly). Ce suivi temporel est unique. Cependant, l'hétérogénéité des données et les changements de protocoles d'échantillonnage qui ont eu lieu au cours du temps nécessitent un travail de mise en forme afin (i) de faire un état des lieux des informations présentes dans les différents compartiments taxonomiques (e.g. couverture temporelle, résolution taxonomique, nombre de réplicats spatiaux), (ii) d'identifier les potentiels biais d'échantillonnage (e.g. changement de protocole ou d'opérateurs) et (iii) d'obtenir une base de données exploitable pour conduire des analyses pertinentes pour caractériser les changements et identifier les facteurs impliqués dans les variations observées à différents niveaux d'organisation (e.g. analyses multivariées pour documenter les changements à l'échelle des communautés). Un travail préliminaire a déjà été effectué sur la base de données du site de Gravelines, avec des résultats encourageants.

Objectif 2 : Caractériser et quantifier les changements sur les populations et les communautés

Cet objectif reposera sur des analyses de tendances temporelles conduites à différents niveaux d'organisations (populations, communautés, guildes) et différents niveaux trophiques (phytoplancton, zooplancton, benthos) afin d'évaluer si un signal cohérent/dissemblable se dégage entre les différents sites. De telles analyses ont déjà été conduites en milieu terrestre (Lehikoinen et al. 2016, Stephens et al. 2016) mais reste très limitée en milieu marin. La mise en évidence d'un signal global pourrait refléter l'influence d'un facteur qui agit à large échelle comment par exemple le changement climatique.

Objectif 3 : Évaluer la contribution relative des facteurs biotiques et abiotiques

Alors que de nombreuses études ont mis en évidence le rôle de l'environnement et des pressions anthropiques sur les populations et les communautés (e.g. déplacement d'espèces en raison du changement climatique), peu d'entre elles ont considéré le rôle des facteurs biotiques sur les variations observées. Des études récentes ont démontré l'apport des séries temporelles long-terme pour l'analyse couplée des dynamiques de populations (ou de communautés) afin d'appréhender les interactions qui existent entre espèces (Barraquand et al. 2018). La base de données IGA présente l'avantage de disposer d'information temporelle pour plusieurs espèces clés à différents niveaux trophiques. Dans cet objectif, l'idée consistera à utiliser des approches de modélisation (e.g. modèle autorégressif multivariés) pour déterminer la nature et la force des interactions qui régissent la structure des communautés benthiques et pélagiques (phytoplancton et zooplancton) et d'évaluer les délais de réponse (lags) dans les dynamiques temporelles selon des compartiments trophiques. Une attention sera portée sur les différences et les similitudes observées entre les différentes communautés (e.g. plus forte influence des interactions biotiques dans les communautés benthiques par rapport aux communautés pélagiques). Un autre aspect consistera à étudier la stabilité temporelle des interactions biotiques dans un contexte environnementale dynamique (changement climatique).

Objectif 4 : Comprendre la dynamique du fonctionnement des écosystèmes côtiers

Alors que les interactions biotiques sont considérées séparément (i.e. pour chacune des communautés) dans l'objectif 3, l'objectif 4 visera à comprendre les liens dynamiques qui

existent entre les différents compartiments trophiques. En utilisant des modèles d'équation structurelle, on cherchera à comprendre comment est-ce que les variations environnementales modifient les flux de matières et d'énergie dans les réseaux trophiques. Par exemple, en modifiant la quantité (abondance) et la qualité (e.g. présence de taxon à forte valeur nutritive) de ressources dans le milieu (compartiment phytoplanctonique), les variations saisonnières de température peuvent avoir un effet indirect sur les communautés zooplanctoniques avec des conséquences sur les communautés benthiques.

Globalement, ce projet vise à (1) décrire et quantifier les changements long-terme à différents niveaux (population – communautés), (2) améliorer notre compréhension du rôle des interactions biotiques dans la structuration des communautés marines benthiques et pélagiques, (3) évaluer les liens qui existent entre ces deux compartiments en étudiant le couplage des dynamiques de populations et de communautés et (4) appréhender la dynamique du fonctionnement des écosystèmes.

Références

- Barraquand, F., C. Picoche, D. Maurer, L. Carassou, and I. Auby. 2018. Coastal phytoplankton community dynamics and coexistence driven by intragroup density-dependence, light and hydrodynamics. *Oikos* 127:1834–1852.
- Blanchet, F. G., K. Cazelles, and D. Gravel. 2020. Co-occurrence is not evidence of ecological interactions. *Ecology Letters* 23:1050–1063.
- Griffiths, J. R., M. Kadin, F. J. A. Nascimento, T. Tamelander, A. Törnroos, S. Bonaglia, E. Bonsdorff, V. Brüchert, A. Gårdmark, M. Järnström, J. Kotta, M. Lindegren, M. C. Nordström, A. Norkko, J. Olsson, B. Weigel, R. Žydelis, T. Blenckner, S. Niiranen, and M. Winder. 2017. The importance of benthic–pelagic coupling for marine ecosystem functioning in a changing world. *Global Change Biology* 23:2179–2196.
- Lehikoinen, A., R. P. B. Foppen, H. Heldbjerg, Å. Lindström, W. van Manen, S. Piirainen, C. . A. M. van Turnhout, and S. . H. M. Butchart. 2016. Large-scale climatic drivers of regional winter bird population trends. *Diversity and Distributions* 22:1163–1173.
- Pecl, G. T., M. B. Araújo, J. D. Bell, J. Blanchard, T. C. Bonebrake, I. C. Chen, T. D. Clark, R. K. Colwell, F. Danielsen, B. Evengård, L. Falconi, S. Ferrier, S. Frusher, R. A. Garcia, R. B. Griffis, A. J. Hobday, C. Janion-Scheepers, M. A. Jarzyna, S. Jennings, J. Lenoir, H. I. Linnetved, V. Y. Martin, P. C. McCormack, J. McDonald, N. J. Mitchell, T. Mustonen, J. M. Pandolfi, N. Pettolelli, E. Popova, S. A. Robinson, B. R. Scheffers, J. D. Shaw, C. J. B. Sorte, J. M. Strugnell, J. M. Sunday, M. N. Tuanmu, A. Vergés, C. Villanueva, T. Wernberg, E. Wapstra, and S. E. Williams. 2017. Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science* 355.
- Stephens, P. A., L. R. Mason, R. E. Green, R. D. Gregory, J. R. Sauer, J. Alison, A. Aunins, L. Brotons, S. H. M. Butchart, T. Campedelli, T. Chodkiewicz, P. Chylarecki, O. Crowe, J. Elts, V. Escandell, R. P. B. Foppen, H. Heldbjerg, S. Herrando, M. Husby, and S. G. Jigue. 2016. Consistent response of bird populations to climate change on two continents.

Partenariats scientifiques

- équipes IFREMER des Laboratoires Environnement Ressources (Boulogne et Port en Bessin) – M. Ropert, T. Hernandez, G. Wacquet
- équipes universitaire du Réseau des Stations Marines
- groupe de recherche EVOLECO

