

Dynamique spatio-temporelle de diversité et de structure de communautés planctoniques en milieux marins côtiers exposés à de fortes pressions anthropiques : influence des interactions biotiques

Présentation du sujet :

La rade de Toulon représente un exemple d'écosystème côtier subissant une forte pression anthropique liée à la proximité de l'agglomération de la ville de Toulon ainsi qu'aux nombreuses activités navales, maritimes et aquacoles. Ces différentes activités lui confèrent un intérêt socio-économique majeur au niveau local et régional qui soulève l'enjeu de la qualité chimique et biologique de ce milieu. L'intérêt de cet écosystème s'est concrétisé sur le plan national et international par son intégration dans différents réseaux d'étude et de surveillance : la Rade de Toulon fait partie du Réseau des Stations et Observatoire MARins (RESOMAR) et elle est actuellement en cours d'accréditation et de labélisation pour le Service d'Observation en Milieu Littoral (SOMLIT). Elle est également devenue une des stations méditerranéennes de référence pour la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) qui définit, pour les Etats Membres de l'Union Européenne, le cadre des mesures à mettre en œuvre pour obtenir un bon état écologique des écosystèmes marins. La DCSMM inclut maintenant un nouvel indicateur qui est le plancton, le document mentionnant des indicateurs liés au descripteur 4.1 : abondance/répartition des groupes trophiques clés. Chaque Etat membre doit 1) développer un suivi environnemental de ses régions marines sur la base des descripteurs donnés et 2) prendre la mesure des pressions anthropiques qui les affectent.

L'intérêt socio-économique et scientifique de la rade de Toulon a mené à la mise en évidence d'une importante multicontamination chimique dans l'eau (Jean *et al.*, 2012 ; Rossi and Jamet, 2008) et les sédiments de la rade (Cossa *et al.*, 2014; Dang *et al.*, 2014, 2015; Pougnet *et al.*, 2014; Tessier *et al.*, 2011), résultant de la pression anthropique exercée sur ce milieu. Si ce type de contamination n'est pas propre à la rade de Toulon, l'amplitude de gradient observé sur une petite échelle de distance et dans un milieu aux caractéristiques morphodynamiques particulières (baie semi-ouverte, présence d'un important obstacle à la circulation océanique (brise-lame), temps de résidence moyen de l'eau assez élevé... ; Dufresne *et al.* 2014) en font un écosystème modèle pour l'étude (i) des processus de transfert de contaminants chimiques et (ii) de l'influence de ces derniers sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes marins côtiers. Si d'importantes différences de distribution et/ou de diversité pour certains groupes planctoniques ont été démontrée depuis longtemps le long d'un gradient côtière-large (Jamet *et al.*, 2001 ; Richard and Jamet, 2001 ; Rossi and Jamet, 2008 ; Delpy *et al.*, en préparation), des travaux récents suggèrent une influence majeure du gradient de contamination d'origine anthropique, supérieure ou égale à celle d'autres gradient physico-chimiques naturels observés dans tout milieu côtier, sur la distribution et/ou la diversité de certains groupes d'organismes planctoniques et benthiques dans la rade (projets MERMEX, METOPHYTO, PREVENT; Coclet *et al.*, en préparation ; Misson *et al.*, 2016). Ainsi, certains groupes d'organismes paraissent très sensibles alors que d'autres paraissent plus résistants, menant à de profonds remaniements de diversité. Cependant, la prise en compte systématique d'un seul type d'organisme (zooplancton, phytoplancton ou procaryotes hétérotrophes) ne permet pas d'appréhender avec précision l'impact des activités humaines sur cet écosystème. En effet, les interactions biotiques telles que la prédation et la compétition ou la simple co-occurrence de différentes espèces peuvent indirectement élargir le spectre d'influence d'un polluant vers des communautés non sensibles et ainsi se répercuter sur l'ensemble de la communauté vivant dans la colonne d'eau par l'altération des liens trophiques (Le Jeune *et al.*, 2007). Par ailleurs, une forte contamination chimique telle que celle observée dans la rade de Toulon représente un risque sanitaire majeur vis-à-vis de la production aquacole et des activités halieutiques en milieu marin côtier. Si la bioaccumulation, voire la bioamplification, de certains contaminants chimiques dans les différents maillons du réseau trophique sont bien connus (Atwell *et al.*, 1998 ; Harmelin-Vivien *et al.*, 2009), leur voie d'entrée et le rôle des plus petits organismes planctoniques dans leur transfert reste à explorer. Une prise en compte plus large se rapprochant de l'échelle écosystémique est à présent nécessaire pour mieux appréhender les conséquences de ce type de contamination sur l'environnement marin côtier, en termes d'impact sur la biodiversité marine comme en termes de devenir des contaminants dans cet environnement.

Objectifs

Dans ce contexte écologique et législatif et dans la continuité des travaux antérieurs de l'équipe EBMA du laboratoire PROTEE, cette thèse aura pour objectif général d'étudier et de **mettre en relation les variations spatio-temporelles d'abondance, de structure et de diversité de différents groupes planctoniques** (procaryotes hétérotrophes, picocyanobactéries, picophytoplancton eucaryote, nanophytoplancton, microphytoplancton, microzooplancton et mesozoplancton) **en milieu marin côtier**, le long de gradients de pression anthropique. Une attention toute particulière sera portée à l'influence des **contaminations métalliques** présentes dans la **rade de**

Toulon, parmi d'autres variables abiotiques, ainsi qu'au **rôle des interactions biotiques** telles que la prédation ou la compétition dans la réponse de ces différentes communautés aux pollutions métalliques. Ainsi, ce travail de thèse permettra de mieux caractériser l'empreinte des activités humaines sur l'écosystème planctonique marin côtier.

Trois axes de recherche spécifiques et complémentaires seront développés au cours de ce travail de recherche :

1. l'analyse comparative des variations spatio-temporelles d'abondance, de structure et de diversité des différentes communautés planctoniques dans le milieu marin côtier le long de gradients de contamination métallique, au cours d'un cycle annuel et lors d'évènements à caractères extrêmes favorisant des pics de contaminations (tempêtes, crues, dragage...), afin de mettre en relation leurs réponses à l'échelle d'un réseau trophique simplifié ;
2. l'étude du transfert de contaminants métalliques (ex. Pb, Hg) de l'eau vers différentes classes de taille de plancton (notamment les plus petites) en milieu marin côtier le long de gradients de contamination aux différentes saisons ou à la suite d'évènements extrêmes, afin d'améliorer nos connaissances sur l'entrée de ces contaminants dans le réseau trophique ;
3. l'analyse spécifique, en conditions contrôlées, de la contribution des interactions biotiques dans la résistance du phytoplancton (interactions avec les procaryotes hétérotrophes) aux contaminants métalliques ou dans le transfert de ces mêmes contaminants vers le zooplancton (adsorption directe, interaction avec ses proies, contribution des plus petites classes de taille).

Caractère innovant - applications

Ainsi ce projet se veut innovant scientifiquement de part le couplage entre une approche écologique End-To-End du plancton et une approche d'écotoxicologie pluridisciplinaire, ce qui permettra d'apporter un nouvel éclairage sur les liens (transfert et adaptation) entre organismes planctoniques et éléments métalliques toxiques. Ce travail consistera à tester différentes hypothèses d'écotoxicologie fondamentale comme l'influence du passif d'exposition sur la résistance aux contaminants métalliques et leur transfert vers la biomasse ou encore le rôle des associations de microorganismes dans le transfert de la résistance aux métaux toxiques.

En parallèle, cette thèse présentera une dimension appliquée importante *via* un diagnostic écologique poussé de la rade de Toulon, la recherche et la mise en évidence des meilleurs bioindicateurs planctoniques de l'état du milieu et des impacts des activités anthropiques. Elle permettra de continuer à alimenter les bases de données de réseaux nationaux et internationaux (RESOMAR, SOMLIT & DCSMM) et de bancariser et mettre à disposition des gestionnaires les séries temporelles et les résultats obtenus.

Profil du candidat

L'étudiant devra présenter des compétences étendues en écologie marine et en écotoxicologie microbienne. Le spectre de techniques proposées s'étend de l'imagerie (microscopie, zooscan) à la biologie moléculaire (qPCR, séquençage ADN) en passant par la cytométrie en flux. Considérant que la thématique de recherche est à l'interface entre la biologie et la géochimie, le(la) candidat(e) devra démontrer une curiosité scientifique et un goût pour les approches pluridisciplinaires.

Encadrement de la thèse et financement

Compte tenu de la diversité d'approches et d'outils proposés pour ce sujet, l'encadrement de thèse sera assuré par 3 chercheurs du laboratoire PROTEE ayant des compétences complémentaires: J.-L. Jamet (écologue spécialiste du zooplancton, HDR), D. Jamet (écologue spécialiste du phytoplancton), B. Misson (écologue microbien).

Financement : contrat doctoral Région PACA.

Date limite et modalités de candidature

Envoyer CV et lettre de motivation par mail aux encadrants avant le 15 juin 2016.

Contacts

jamet@univ-tln.fr
d.jamet@univ-tln.fr
misson@univ-tln.fr

Laboratoire PROTEE (EA 3819)
Bâtiment R
Université de Toulon, BP 20132
83957 La Garde Cedex, FRANCE
<http://protee.univ-tln.fr/>

Bibliographie

- Atwell L., Hobson K.A., Welch H.E. (1998). Biomagnification and bioaccumulation of mercury in an arctic marine food web: insights from stable nitrogen isotope analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 1114–1121
- Cossa D., Garnier C., Buscail R., Elbaz-Poulichet F., Mikac N., Patel-Sorrentino N., Tessier E., Rigaud S., Lenoble V., Gobeil C. (2014). A Michaelis–Menten type equation for describing methylmercury dependence on inorganic mercury in aquatic sediments. *Biogeochemistry* 119: 35–43.
- Dang D.H., Lenoble V., Durrieu G., Omanović D., Mullot J.-U., Mounier S., Garnier C. (2015). Seasonal variations of coastal sedimentary trace metals cycling: insight on the effect of manganese and iron (oxy)hydroxides, sulphide and organic matter. *Mar. Pollut. Bull.* 92: 113–124.
- Dang D.H., Tessier E., Lenoble V., Durrieu G., Omanović D., Mullot J.-U., Pfeifer H.-R., Mounier S., Garnier C. (2014). Key parameters controlling arsenic dynamics in coastal sediments: An analytical and modeling approach. *Mar. Chem.* 161: 34–46.
- Delpy F., Serranito B., Jamet J.-L., Gregori G., Yang J., Jamet D. Distribution of pico- and nanophytoplankton into the two coupled contrasted ecosystems constituting the Toulon Bay (NW Mediterranean Sea). Soumis dans *Journal of Marine systems*.
- Dufresne C., Duffa C., Rey V. (2014). Wind-forced circulation model and water exchanges through the channel in the Bay of Toulon. *Ocean Dyn.* 64, 209–224.
- Harmelin-Vivien M., Cossa D., Crochet S., Banaru D., Letourneur Y., Mellon-Duval C. (2009). Difference of mercury bioaccumulation in red mullets from the north-western Mediterranean and Black seas. *Mar. Poll. Bulletin.* 58: 679-685.
- Jamet J.L., Boge G., Richard S., Geneys C., D. Jamet (2001). The zooplankton community in bays of Toulon area (northwest Mediterranean Sea, France). *Hydrobiologia*; 457: 155-165.
- Jean N., Dumont E., Durrieu G., Balliau T., Jamet J.-L., Personnic S., Garnier C. (2012). Protein expression from zooplankton communities in a metal contaminated NW Mediterranean coastal ecosystem. *Marine Environmental Research*, 80: 12-26.
- Le Jeune A.-H., Charpin M., Sargos D., Lenain J.-F., Deluchat V., Ngayila N., Baudu M., Amblard C. (2007). Planktonic microbial community responses to added copper. *Aquatic toxicology* 83: 223-237.
- Misson B., Garnier C., Lauga B., Dang D.-H., Ghiglione J.-F., Mullot J.-U., Duran R., Pringault O. Chemical multi-contamination drives benthic prokaryotic diversity in the anthropized Toulon bay. *Science of the Total Environment* 556, 319-329.
- Pougnet F., Schäfer J., Dutruch L., Garnier C., Tessier E., Dang D.H., Lancelleur L., Mullot J.-U., Lenoble V., Blanc G. (2014). Sources and historical record of tin and butyl-tin species in a Mediterranean bay (Toulon Bay, France). *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 21: 6640–6651.
- Richard S., Jamet J.L. (2001). An unusual distribution of *Oithona nana* GIESBRECHT 1892 (Crustacea: Cyclopoida) in a bay : the case of Toulon Bay (France, Mediterranean Sea). *J. Coastal Res.*; 17: 957-963.
- Rossi, N., Jamet, J.-L.(2008). In situ heavy metals (copper, lead and cadmium) in different plankton compartments and suspended particulate matter in two coupled Mediterranean ecosystems (Toulon Bay, France). *Mar. Poll. Bulletin* 56: 1862-1870.
- Tessier E., Garnier C., Mullot J.-U., Lenoble V., Arnaud M., Raynaud M., Mounier S. (2011). Study of the spatial and historical distribution of sediment inorganic contamination in the Toulon Bay (France). *Mar. Poll. Bull.* 62: 2075-2086.