

Modélisation de la dynamique des efflorescences d'*Alexandrium minutum* en compétition interspécifique. Impact de la diversité intraspécifique d'*A. minutum* sur la phénologie des blooms. Application à la rade de Brest

Encadrants : Martin Plus, Annie Chapelle, Marc Sourisseau

Laboratoire d'accueil : Ifremer/DYNECO PELAGOS, Brest

Durée : 6 mois, année 2016

Niveau demandé : **Master 2 recherche ou Ingénieur**

Contacts : martin.plus@ifremer.fr, annie.chapelle@ifremer.fr, marc.sourisseau@ifremer.fr

Contexte :

Phénomène récent pour la Rade de Brest, un événement de grande ampleur d'efflorescence de la micro-algue toxique *Alexandrium minutum* est survenu au cours de l'été 2012, et a entraîné une forte toxicité des coquillages (Chapelle et al 2015). Cet événement est devenu récurrent depuis, créant des épisodes toxiques en 2013, 2014 et 2015 (Figure 1). Il rappelle les épisodes de toxicité apparus en baie de Morlaix et en estuaire de la Penzé dans les années 90 ainsi qu'en Rance (1996). Il s'agit à chaque fois de blooms très localisés (au niveau des estuaires, riches en sels nutritifs) et dont la période à risque se situe en fin de printemps ou début d'été.

A. minutum est une microalgue du groupe des dinoflagellés. Une partie de son cycle de vie se passe sous forme de kystes enfouis dans les sédiments (8 à 10 mois), c'est une forme de résistance. Lorsque les conditions environnementales sont favorables, les kystes germent et donnent naissance à la phase planctonique, les cellules se multiplient et peuvent alors atteindre de grandes abondances, on parle alors d'eau colorée. Le seuil sanitaire d'alerte pour *A. minutum* est de 10000 cellules par litre.

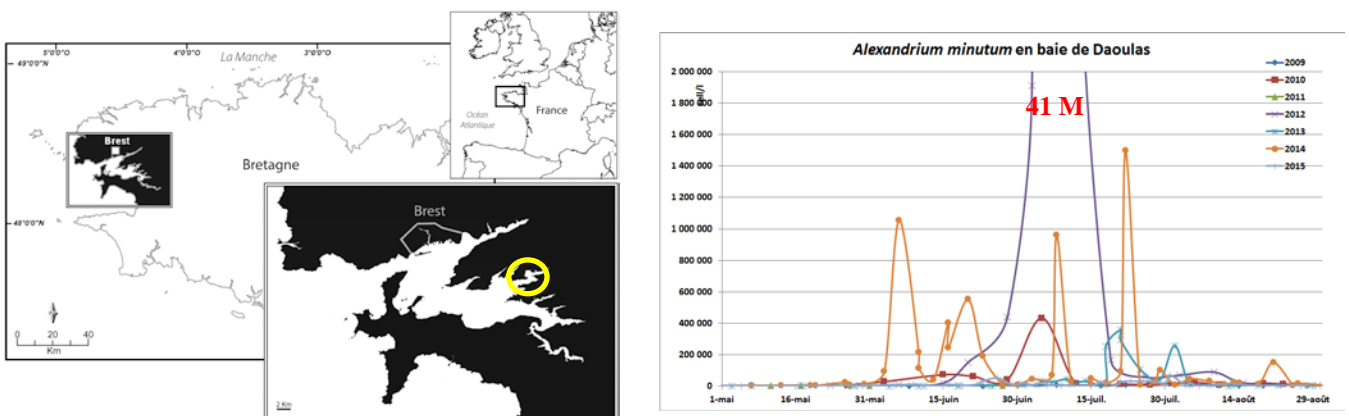


Figure 1 : A) Rade de Brest et Estuaire de Daoulas ;
B) Abondances d'*Alexandrium minutum* en rade de Brest (données Velyger)

Un premier modèle numérique d'*A. minutum* a été développé sur l'estuaire de Daoulas en rade de Brest, testant la capacité d'*A. minutum* à croître en fonction des paramètres environnementaux (données : lumière, température, sels nutritifs). Les échanges entre l'estuaire et la rade de Brest sont calculés à partir d'un modèle hydrodynamique 3D puis reliés à la marée, au vent et au débit de la rivière Mignonne. Ce modèle met *A. minutum* en compétition avec 50 autres espèces de phytoplancton, dont la température optimale et les capacités d'absorption de nutriments sont tirées de manière aléatoire, selon la méthode développée sur l'océan du large par Dutkiewicz et Follows, 2009 ; Barton et al., 2010. Ce modèle a été appliqué aux années 2012, 2013 et 2014 et s'est avéré capable de reproduire à la fois la phénologie, l'ordre de grandeur des efflorescences et leur variabilité interannuelle (Le Gland et al, 2013 ; Le Guennec et al, 2014). Ce modèle a permis aussi de mettre en évidence la succession des contrôles qui s'exercent au cours du bloom. La température de l'eau

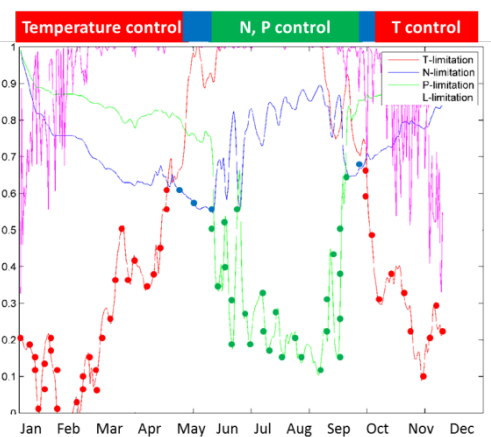


Figure 2 : Evolution des contrôles du bloom d'*A. minutum* au cours de l'année

contrôle pour l'initiation du bloom et les nutriments de l'amplitude du bloom en lien qui est modéré par la compétition interspécifique (Figure 2).

Objet du stage :

L'objectif du stage est de poursuivre cette démarche de modélisation en y intégrant :

- La variabilité phénotypique d'*A. minutum* : il s'agira de simuler plusieurs souches d'*A. minutum* définies en faisant varier les paramètres physiologiques (traits) comme le taux de croissance, les vitesses d'assimilation de nutriments et de regarder comment se succèdent les souches au cours du bloom ainsi que si cette succession est la même d'une année à l'autre. En parallèle à l'utilisation du modèle pour étudier la diversité intraspécifique, une thèse est en cours pour quantifier cette diversité par écologie moléculaire sur les blooms de 2013, 2014 et 2015. Une étape d'analyse statistique de ces paramètres sera donc nécessaire pour définir les distributions statistiques des paramètres.
- Selon la présence de trade-offs entre les paramètres, la diversité interspécifique sera comparée à la diversité intraspécifique. Un effort particulier sera mis sur la diversité des autres espèces de phytoplancton simulée, comparant la diversité saisonnière et interannuelle aux données d'abondance d'espèces microphytoplanctoniques.

En pratique l'étudiant(e) aura pour mission de :

1. Se former au code Fortran du modèle *Alexandrium* en compétition en rade de Brest ;
2. Récupérer les jeux de données nécessaires la validation du modèle sur les 7 années simulées (2009-2015) (lumière, température, de concentrations en sels nutritifs, taux de dilution, diversité phytoplanctonique, *A. minutum*).
3. D'analyser puis d'introduire une variabilité intraspécifique pour *A. minutum*.
4. Analyser les données de diversité phytoplanctonique et rechercher un indice de diversité intra/interspécifique. Simuler les 7 années (2009-2015) en continu.
5. Simuler les 7 années (2009-2015) en continu.
6. Rédiger le rapport de stage et le plan d'un article.

Références citées :

Barton, A. D., Dutkiewicz, S., Flierl, G., Bragg, J., & Follows, M. J. (2010, Mar). Patterns of Diversity in Marine Phytoplankton. *Science*, 327(5972), 1509-1511.

Chapelle A., Le Gac M., Labry C., Siano R., Quere J., Caradec F., Le Bec C., Nezan E., Doner A., Gouriou J. 2015. The Bay of Brest (France), a new risky site for toxic *Alexandrium minutum* bloom and PSP shellfish contamination. *Harmful Algae News* 51, 4-5.

Dutkiewicz, S., & Follows, M. J. (2009). Modeling the Coupling of Ocean Ecology and Biogeochemistry. *Global biogeochemical cycles*, 23. Le Gland. 2014 . Modélisation 0D des efflorescences d'*Alexandrium* en rade de Brest en compétition inter-spécifique. Rapport Master 2, Ensta – Ifremer, 49p.

Le Guennec V., Plus M. Sourisseau M., **Chapelle A.** (2015). Compétition interspécifique et efflorescences d'*Alexandrium minutum* en rade de Brest : approche par modélisation. Rapport M2 UPMC/Ifremer, 49pp.