

## Master 2 mention Sciences de la mer Proposition de sujet de stage 2024-2025

- Parcours
- Biologie et Ecologie Marines
  - Environnement – Eau Littoral
  - Sédimentologie et Paléocéanographie

### TITRE DU SUJET

Evolution long terme des communautés phytoplanctoniques : structure de taille et variabilité spatiale au sein des écosystèmes français


### MOTS CLES

Evolution long-terme, classes de taille, diversité du phytoplancton, changement climatique, écosystèmes côtiers, observation

### RESPONSABLE(S) DU STAGE

Nom DEL AMO Yolanda

Grade MCU HC


 UMR EPOC, Station Marine d'Arcachon


 06.67.06.36.97

@ [yolanda.del-amo@u-bordeaux.fr](mailto:yolanda.del-amo@u-bordeaux.fr)

Nom VOISIN Adrien

Grade Doctorant


 UMR EPOC, Station Marine d'Arcachon

 06.01.17.20.32

@ [adrien.voisin@u-bordeaux.fr](mailto:adrien.voisin@u-bordeaux.fr)

Nom JUDE-LEMEILLEUR Florence

Grade MCU HC

 UMR EPOC, Station Marine d'Arcachon



@ [florence.jude@u-bordeaux.fr](mailto:florence.jude@u-bordeaux.fr)

L'étudiant sera encadré, guidé et suivi régulièrement par ses 3 co-encadrants en fonction des compétences sollicitées ainsi que par des membres des réseaux SOMLIT et PHYTOBS dont la connaissance des écosystèmes est indispensable.

### STRUCTURE D'ACCUEIL / LIEU DU STAGE

Ce stage de Master 2 se déroulera à l'UMR 5805 EPOC au sein de la station marine d'Arcachon

### GRATIFICATION

Attention ! La [gratification](#) est obligatoire en M2 et pour tout stage au-delà de 308 heures de présence effective du stagiaire.

Gratification pour un stage de M2 de la part de l'IR ILICO.

### PROFIL DE FORMATION INITIAL SOUHAITEE POUR LE CHOIX DU CANDIDAT

Niveau académique : Master Sciences de la Mer ou équivalent

Compétences : écologie aquatique, analyse numérique

### POSSIBILITE DE POURSUITE EN THESE

Non

**DESCRIPTION DU PROJET (1 ou 2 pages maximum)****Contexte scientifique général**

L'impact du changement global sur les écosystèmes affecte directement les biocénoses, les facteurs abiotiques, et par conséquent les services écosystémiques. Au sein des écosystèmes côtiers, ces services, comme la production de ressources marines, reposent en grande partie, sur la structure du réseau trophique planctonique. Parmi l'immense diversité d'espèces susceptibles d'être affectées, les organismes phytoplanctoniques sont des "baromètres" sensibles aux modifications de leur environnement en raison de leur dépendance directe à l'égard des facteurs climatiques, physiques et chimiques de la colonne d'eau et de la brièveté de leur cycle de vie qui permettent des réponses démographiques rapides aux modifications environnementales (Hays et al., 2005). De plus, les fortes diversités taxonomique et morphologique de ce compartiment lui confèrent des moyens d'adaptation considérables face aux changements globaux.

Dans le contexte actuel de réchauffement des eaux marines, certains modèles prévoient une diminution de la biomasse du phytoplancton et une expansion des régions dominées par des communautés de picophytoplancton (Bopp et al. 2013). Ces phénomènes résulteraient de la combinaison de processus biogéochimiques, physiologiques, physiques qui expliquent le fait que le picophytoplancton domine dans les régions chaudes et oligotrophes, alors que le microphytoplancton domine dans les eaux froides et riches en nutriments (Chisholm 1992). Effet direct ou indirect, la réduction de taille des organismes figure parmi les 3 réponses écologiques universelles du vivant face au réchauffement climatique dans les écosystèmes aquatiques (Daufresne et al. 2009). Cette réponse en terme de taille est en accord avec les règles écologiques classiques de biogéographie (Bergmann 1847, James 1970) qui globalement stipulent que les environnements plus chauds hébergent des organismes et/ou des espèces de plus petite taille. Au cours des dernières années, le phytoplancton est devenu l'un des systèmes modèles pour étudier l'effet du réchauffement sur la taille des organismes.

Étant donné qu'il paraît difficile d'établir un effet unique et universel du réchauffement climatique sur la structure des communautés de phytoplancton, une étude multi-sites et rendant compte de l'ensemble des communautés d'unicellulaires photo-autotrophes est essentielle.

**Objectifs du stage**

Ce stage s'intéresse à l'évolution au cours des deux dernières décennies de la biodiversité du phytoplancton (du pico- au micro-phytoplancton) des écosystèmes côtiers français, et à sa variabilité spatiale en lien avec les forçages naturels et anthropiques. Il vise en particulier à étudier les éventuelles modifications de la structure de taille de ces communautés, en termes de biomasse/abondance totale et par groupes taxonomiques. Sur la base de ces résultats, le stage permettra d'apporter des renseignements sur des changements précoces ou des déséquilibres en devenir, base d'une réflexion autour de la mise en place d'un « réseau sentinelle » de l'impact du changement climatique sur le fonctionnement des écosystèmes.

**Outils envisagés et données**

Ce travail repose sur l'analyse des données caractérisant les communautés phytoplanctoniques comprenant le microphytoplancton (inventaires optiques) et les groupes taxonomiques de plus petite taille tels que le pico- et le nano-plancton (données de cytométrie en flux (CMF)). Depuis 10 à 15 ans, le Service d'Observation du Milieu Littoral (SNO SOMLIT) recueille, outre des données physiques et chimiques, des données d'abondances des procaryotes hétérotrophes et du pico- (< 2 µm) et nano-phytoplancton (2 à 20 µm) par CMF en complément de la biomasse chlorophyllienne. Le SNO PHYTOBS, dédié à l'OBServation du PHYTOplancton réunit les stations SOMLIT et des laboratoires de l'Ifremer afin d'étudier la structure des communautés microphytoplanctoniques (> 20 µm) et le contexte hydrologique associé. Par ailleurs, des suivis des communautés planctoniques sont mis en œuvre par certains Parcs Naturels Marins (PNM) gérés par l'Office Français de la Biodiversité (OFB), dans le cadre du programme de préservation de l'état des écosystèmes marins. D'un point de vue spatial, ces données concernent divers sites se répartissant sur les façades maritimes françaises (Manche, Atlantique, Méditerranée). Ces données de pico-, nano- et micro-phytoplancton sont complémentaires et constituent le cœur de ce sujet de stage.

L'exploration de l'ensemble des données sera orientée vers la description des structures spatiales et temporelles de l'hydrologie et des communautés planctoniques ainsi que des forçages mis en jeu. Les analyses temporelles seront réalisées à l'aide d'outils statistiques tels que des modèles linéaires dynamiques (DLM), déjà utilisés par A. Lheureux (2022, 2023), ainsi que par A. Voisin pour un premier jeu de données pour sa thèse. Ces modèles sont capables d'analyser des séries temporelles non-stationnaires, avec un pas de temps hétérogène, et qui bien souvent présentent des données manquantes. Les DLM correspondent à une approche théorique menant à de nombreuses perspectives de travail (Soudant et Hernández-Fariñas, 2021) et sont une des méthodes les plus adaptées aux données sollicitées pour cette étude de par leur caractère dynamique. Les liens avec les paramètres de forçage seront obtenus via des analyses en co-inertie (Dray et al. 2003).

### Lien avec d'autres études

Ce projet est lié à la thèse de doctorat d'Adrien Voisin (Ecole Doctorale « Sciences et Environnements » de l'Université de Bordeaux, 2024-2026), financée par l'OFB (I. Gailhard-Rocher, OFB Brest). La thèse est co-cadrée par Y. del Amo, B. Sautour et F. Jude-Lemeilleur (EPOC).

### Références bibliographiques

- Bergmann C. 1847. Ueber die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. Göttinger Studien 1: 595-708.
- Bopp L., Resplandy L., Orr J.C., Doney S.C., Dunne J.P., Gehlen M., Halloran P., Heinze C., Ilyina T., Séférian R., Tjiputra J., Vichi M. 2013. Multiple stressors of ocean ecosystems in the 21st century: projections with CMIP5 models. *Biogeosciences*, 10: 6225–6245
- Cazères M. 2021. Evolution spatio-temporelle de la diversité du phytoplancton dans les écosystèmes côtiers français face aux influences climatiques et anthropiques. Stage de M2, Aix-Marseille Université. 43p.
- Chisholm S.W. 1992. Phytoplankton Size. In: Falkowski P.G., Woodhead A.D., Vviritto K. (eds). Primary Productivity and Biogeochemical Cycles in the Sea. *Environmental Science Research*, 43
- Daufresne M., Lengfellner K., Sommer U. 2009. Global warming benefits the small in aquatic ecosystems. *PNAS*, 106(31): 12788–12793
- Dray S., Chessel D., Thioulouse J. 2003. Co-inertia analysis and the linking of ecological data tables. *Ecology* 84: 3078-3089
- Hays G.C., Richardson A.J., Robinson C. 2005. Climate change and marine plankton. *Trends Ecol Evol*, 20: 337-344
- James F.C. 1970. Geographic Size Variation in Birds and Its Relationship to Climate. *Ecology*, 51: 365-390.
- Lheureux A. 2022. Les nutriments dans les écosystèmes côtiers : évolution à long terme, forçages du changement global et conséquence sur la biomasse et la diversité du phytoplancton. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux. 355p.
- Lheureux A. et al. [29 auteurs] 2023. Trajectories of nutrients concentrations and ratios in the French coastal ecosystems: 20 years of changes in relation with large-scale and local drivers. *Science of the Total Environment*, 857 (3), pp.159619.
- Soudant D. et Hernandez-Fariñas T. 2021. Dynamic Linear Models for analysing time series data in coastal environmental monitoring. PREPRINT (Version 1) available at Research Square [<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2613044/v1>]
- Voisin A. 2022. Analyse temporelle des paramètres physico-chimiques et de dénombrements phytoplanctoniques dans les PNM : un premier pas vers des observatoires du changement climatique ? Stage de M2, Université de Bordeaux. 46p.