

Lieu du stage : IUEM (LEMAR/LOPS), Technopole Brest Iroise, 29280 Plouzané

Contact : Laurent Memery, LEMAR (02 98 49 88 97; laurent.memery@univ-brest.fr) ; Jonathan Gula, LOPS (02 90 91 55 39; Jonathan.gula@univ-brest.fr)

Durée : 6 mois en 2021

Sujet : Caractérisation des structures tourbillonnaires et frontales dans l'Atlantique Nord Est : vers l'analyse de leur impact sur les flux de carbone.

L'augmentation de la résolution des modèles et des observations spatiales a révélé la prévalence de structures tourbillonnaires et frontales sur tout l'océan mondial (Chelton *et al.*, 2011). Ces structures sont responsables du transport de chaleur et de masse, ainsi que de traceurs et d'éléments biogènes sur de grandes distances. Elles induisent aussi des modifications des caractéristiques des masses d'eau et contrôlent les flux de production primaire et d'export de carbone (Lévy *et al.*, 2015). Il est donc essentiel de pouvoir les décrire précisément (nombre, taille, intensité, temps de vie, rotation, etc..) afin d'en diagnostiquer leur impact.

Dans le cadre du **projet APERO**, basé sur de nombreuses collaborations internationales (UK, D, USA) au sein du consortium JETZON, ce stage vise à effectuer une étude préliminaire de la zone couverte par la **campagne prévue dans l'Atlantique Nord Est** de manière à **optimiser la stratégie d'échantillonnage, étape essentielle pour le projet**. Plus particulièrement, les objectifs du travail sont :

- Etablir les statistiques sur les caractéristiques des structures tourbillonnaires de l'Atlantique Nord Est et leur variabilité saisonnière et inter annuelle.
- Estimer leur impact sur le transport de traceurs, dont la chlorophylle.
- Décrire l'intensité et la stabilité des structures frontales associées aux tourbillons, et l'impact potentiel sur les flux de carbone.

Plusieurs outils ont été développés pour décrire les caractéristiques des structures tourbillonnaires et l'impact de la petite échelle sur la circulation et la distribution de traceurs. Etant donné sa capacité à être adaptée à des données de résolution spatiale variée et à être utilisée à la fois sur des observations satellitales et des sorties de modèles numériques, le logiciel utilisé est AMEDA (Le Vu *et al.*, 2018), capable par ailleurs gérer des trous dans les données, ainsi que la fusion/dislocation de tourbillons. L'étude de la cohérence des structures identifiées, ainsi que les lignes de convergence/divergence du fluide, suivra l'approche par Finite Size Lyapunov Exponents (FSLE : Lehahn *et al.*, 2018). Le stage s'effectuera en plusieurs étapes.

- Variabilité saisonnière et inter annuelle des structures tourbillonnaires et frontales à l'aide des sorties d'une simulation haute résolution (1/60°) de l'Atlantique Nord.
- Variabilité saisonnière et inter annuelle des structures tourbillonnaires et frontales à l'aide de l'altimétrie spatiale : comparaison statistique avec les sorties de la simulation
- Impact de cette variabilité sur la distribution de traceurs : température et chlorophylle de surface (données satellitales et sorties de modèles).

Ce stage se situe à la frontière entre la dynamique des fluides et la biogéochimie marine. Tous les outils/logiciels et les sorties de simulations numériques sont disponibles dans les laboratoires d'accueil.

Chelton, D. B., M. G. Schlax, and R. M. Samelson, 2011: Global observations of nonlinear mesoscale eddies. *Progress in Oceanography*, 91, 167-216 ; Le Vu, B., A. Stegner, and T. Arsouze, 2018: Angular Momentum Eddy Detection and Tracking Algorithm (AMEDA) and Its Application to Coastal Eddy Formation. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 35, 739-762.; Lehahn, Y., F. d'Ovidio, and I. Koren, 2018: A Satellite-Based Lagrangian View on Phytoplankton Dynamics. *Annual Review of Marine Science*, 10, 99-119 ; Lévy, M., O. Jahn, S. Dutkiewicz, M. J. Follows, and F. d'Ovidio, 2015: The dynamical landscape of marine phytoplankton diversity. *Journal of the Royal Society Interface*, 12.

Place : IUEM (LEMAR/LOPS), Technopole Brest Iroise, 29280 Plouzané

Contact : Laurent Memery, LEMAR (02 98 49 88 97; laurent.memery@univ-brest.fr) ; Jonathan Gula, LOPS (02 90 91 55 39; Jonathan.gula@univ-brest.fr)

Duration : 6 months in 2021

Title : Characterization of eddies and frontal structures in the North-East Atlantic: towards the analysis of their impact on carbon fluxes.

Increased resolution of spatial models and observations has revealed the prevalence of eddies and frontal structures throughout the world ocean (Chelton et al., 2011). These structures are responsible for the transport of heat and mass, as well as tracers and biogenic elements over long distances. They also induce changes in the characteristics of water masses, and control primary production and carbon export fluxes (Lévy et al., 2015). It is therefore essential to be able to describe them precisely (number, size, intensity, life time, rotation, etc.) in order to diagnose their impact. Within the framework of the APERO project, based on numerous international collaborations (UK, D, USA) within the JETZON consortium, this internship aims to carry out a preliminary study of the area covered by the campaign planned in the North East Atlantic in order to optimize the sampling strategy, an essential step for the project. More specifically, the work objectives are:

- Establish statistics on the characteristics of the eddy structures of the North-East Atlantic and their seasonal and interannual variability.
- Estimate their impact on the transport of tracers, including chlorophyll.
- Describe the intensity and stability of frontal structures associated with eddies, and the potential impact on carbon fluxes.

Several tools have been developed to describe the characteristics of the structures of the eddies and the impact of small scale on the circulation and distribution of tracers. Given its ability to be adapted to data of varying spatial resolution and to be used on both satellite observations and numerical model outputs, the software used is AMEDA (Le Vu et al., 2018), which is also capable of managing the gaps in the data, as well as the merging/dislocating of eddies. The study of the coherence of the identified structures, as well as the convergence/divergence lines of the fluid, will follow the approach by Finite Size Lyapunov Exponents (FSLE: Lehahn et al., 2018). The internship will be carried out in several stages.

- Seasonal and interannual variability of eddies and frontal structures using the outputs of a high-resolution (1/60°) simulation of the North Atlantic.
- Seasonal and interannual variability of eddies and frontal structures using satellite altimetry: statistical comparison with simulation outputs
- Impact of this variability on the distribution of tracers: surface temperature and chlorophyll (satellite data and model outputs).

This internship is at the frontier between fluid dynamics and marine biogeochemistry. All tools/software and numerical simulation outputs are available in the host laboratories.

Chelton, D. B., M. G. Schlax, and R. M. Samelson, 2011: Global observations of nonlinear mesoscale eddies. *Progress in Oceanography*, 91, 167-216 ; Le Vu, B., A. Stegner, and T. Arsouze, 2018: Angular Momentum Eddy Detection and Tracking Algorithm (AMEDA) and Its Application to Coastal Eddy Formation. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 35, 739-762.; Lehahn, Y., F. d'Ovidio, and I. Koren, 2018: A Satellite-Based Lagrangian View on Phytoplankton Dynamics. *Annual Review of Marine Science*, 10, 99-119 ; Lévy, M., O. Jahn, S. Dutkiewicz, M. J. Follows, and F. d'Ovidio, 2015: The dynamical landscape of marine phytoplankton diversity. *Journal of the Royal Society Interface*, 12.