

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

École Doctorale "Mer et Sciences" de l'UTLN

Mars 2017

Titre : Contribution à l'étude du front Nord Baléares (Méditerranée Nord Occidentale): rôle de la dynamique tourbillonnaire sur la circulation régionale et les effets de frontières

Direction: Bruno Zakardjian (PR1)
Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO UMR7294)
Université de Toulon
Campus de la Garde, Bat. X, bureau X116
CS 60584 - 83041 TOULON CEDEX 9

Contacts: Tél : 04 94 14 24 57 - courriel : Bruno.Zakardjian@univ-tln.fr

Problématique générale et objectifs

Le front Nord Baléares est défini comme la « zone frontière » entre les deux sous-bassins nord-ouest et sud-ouest (ou algérien) de la Méditerranée Occidentale (Millot, 1999 ; Millot and Taupier-Letage 2005) qui sont caractérisés par des dynamiques aux échelles spatio-temporelles très différentes. La circulation régionale du sous-bassin nord-ouest (NWMed) est principalement régie par l'écoulement instable du Courant Nord méditerranéen (CN) et un forçage éolien soutenu (Tramontane, Mistral) générant des épisodes d'upwellings marqués et de formation d'eaux profondes (convection hivernale). Le sous-bassin algérien (SWMed) est lui dominé par l'écoulement des eaux atlantiques (AW) récemment entrées par le détroit de Gibraltar et qui forment à la sortie de la mer d'Alboran le Courant Algérien (AC). Les instabilités de l'AC sont à l'origine de la formation de large (~ 100 km) tourbillons (Algerian Eddies, AEs) qui entraînent une accumulation de ces AW dans le sous-bassin Sud.

Le front Nord Baléares apparaît donc en premier lieu comme une frontière dynamique qui est clairement visible sur les images satellites de hauteur dynamique (SSH) et les courants géostrophiques associés comme sur celles de température de surface. Cet effet de frontière suggère une quasi-fermeture de la circulation/gyre du sous-bassin nord-ouest, mais avec une variabilité saisonnière à inter-annuelle qui reste encore à élucider (e.g., Jordi and Wang, 2009 ; Olita et al., 2011). Si les modèles numériques reproduisent globalement la circulation cyclonique de l'AW dans les deux sous-bassins (e.g. Béranger et al., 2005, 2010), la question même de l'existence d'une « gyre » Nord-ouest méditerranéenne, comme celle de l'alimentation du courant Ouest Corse, restent encore largement ouvertes. Cette zone est en effet caractérisée par une activité tourbillonnaire intense générant une circulation de type « eddy-like » complexe (e.g., Millot 1999, Millot and Taupier-Letage 2005, Fuda et al. 2000, ; Testor et Gascard 2003 ; Schroeder et al., 2008) qui reste encore méconnue et n'a jamais fait l'objet d'étude spécifique.

Cette frontière dynamique et hydrologique est tout aussi apparente sur les grandeurs biologiques accessibles par télédétection, principalement la Chla et les produits associés de type production primaire, qui montrent des gradients marqués de ces propriétés précisément associés au Front Nord Baléares. La plus forte productivité du sous-bassin nord-ouest, déduite des concentrations moyennes de Chla de surface, s'explique classiquement par un plus fort réapprovisionnement des couches de surface via la convection hivernale, en référence aux eaux du sous-bassin sud-ouest, majoritairement de l'AW s'étant appauvrie en ressources nutritives au cours de son parcours dans ce sous-bassin. Ces différences de productivité influent autant le régime saisonnier de production primaire que la part relative des groupes phytoplanctoniques (e.g., Bosc et al., 2004 ; D'ortenzio and Ribera d'Alcalà, 2009; Uitz et al., 2012 ; Mayot et al, 2015). Les connaissances sur les distributions de biomasses ou sur la diversité zooplanctonique dans cette région, restent très parcellaires et n'ont jamais été clairement caractérisées (F. Carlotti, com. Perso.).

L'objectif général de la thèse est donc de contribuer à l'avancement des connaissances sur la dynamique et la variabilité du front Nord Baléares regardant plus particulièrement

- i. le rôle de la dynamique tourbillonnaire sur la fermeture ou recirculation partielle des MAW de la «gyre» NWMed
- ii. le degré de perméabilité de cette «frontière» et son rôle sur le transport méridien de chaleur et, possiblement, les flux biogéochimiques et les distributions d'espèces associées.

Contexte programmatique et stratégie générale

Ce sujet de thèse s'inscrit dans le cadre d'une proposition d'action coordonnée HyMex/MERMEX portée par le MIO (projet CLOSCHEMED) dans le cadre de la prospective MISTRALS 2016-2020. La proposition s'appuie sur quelques premiers éléments de réflexions (Zakardjian et al., 2015) regardant le rôle de cette frontière en terme de bilan hydrologique, de transfert méridien de chaleur et de biogéographie de la Méditerranée Occidentale qui sont autant de sujet d'intérêt pour les communautés HyMex/MERMEX de MISTRALS. Un focus sur cette région clef s'inscrirait de plus dans la suite logique des efforts menés actuellement sur le sous-bassin nord-ouest (DEWEX, ASICSMed) et précédemment le sous-bassin algérien (MATER/ELISA), qui ont permis de développer une forte expertise nationale en terme d'opérations in situ multi-disciplinaire et multiplate-forme sur des situations de complexité dynamique similaire (forte variabilité méso- à sous-mésoéchelle). Le SHOM a aussi manifesté récemment de l'intérêt pour cette proposition, intérêt qui s'est concrétisé depuis deux ans par un focus spécifique de la campagne PROTEUS annuelle du SHOM en Méditerranée Occidentale sur le front Nord Baléares et le courant Ouest Corse. Une pré-étude est actuellement en cours dans le cadre d'un stage de Master 2 (M2 PSI PSE – Barral Quentin-Boris) en co-direction avec I. Taupier-Letage du MIO (resp. TRANSMED et campagnes in situ ASICSMed).

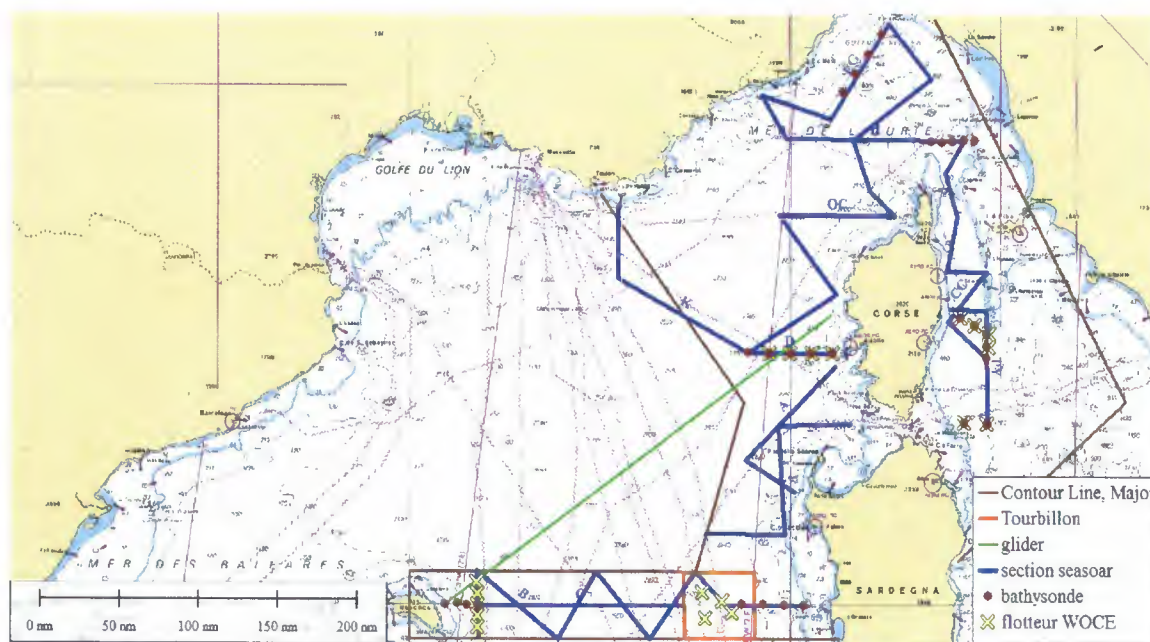


Figure 1. Plan des opérations prévues dans le cadre de la campagne PROTEUS 2016et 2017 du SHOM

Ce travail pourra donc s'appuyer sur :

- i. les simulations académiques MED12/MED36 (collaborations dans le cadre du projet SIMED2) ou opérationnelles MENOR/PSY2V4R4/IBI36 (disponibles via le CMEMS) pour l'analyse de la variabilité du

transport des eaux atlantiques modifiées (MAW) des eaux intermédiaires et profondes, et des estimation des transports méridiens associés

ii. l'ensemble de la base de données MISTRALS, en particulier les données MOOSE/HyMex/MERMEX accumulées dans la zone d'étude pour l'analyse des trajectoires de bouées dérivantes ou de flotteurs/profileurs transitant spécifiquement dans la zone d'étude (transport lagrangien, recirculation de l'AW, perméabilité du front, échanges de masses d'eaux, ...), l'analyse des données de SST ou de thermo-salinographe TRANSMED (position et variabilité du front)

iii. les données des campagnes PROTEUS 2016 et 2017 du SHOM (collaborations F. Dumas/P. Garreau), en particulier les radiales haute résolution SeaSOAR/ADCP qui sont programmées spécifiquement sur le front Nord Baléares et le long du parcours du courant Ouest Corse (voir figure ci-dessus).

Références cités dans le texte

- Béranger, K., Drillet, Y., Houssais, M.-N., Testor, P., Bourdallé-Badie, R., Alhammoud, B., Bozec, A., Mortier, L., Bouruet-Aubertot, P., Crépon, M., 2010. Impact of the spatial distribution of the atmospheric forcing on water mass formation in the Mediterranean Sea. *J. Geophys. Res.* 115, C12041. doi:10.1029/2009JC005648.
- Béranger, K., L. Mortier, and M. Crépon, 2005. Seasonal variability of water transport through the Straits of Gibraltar, Sicily and Corsica, derived from a high-resolution model of the Mediterranean circulation, *Progr. Oceanogr.*, 66 : 341–364.
- Bosc, E., A. Bricaud, and D. Antoine (2004), Seasonal and interannual variability in algal biomass and primary production in the Mediterranean Sea, as derived from 4 years of SeaWiFS observations, *Global Biogeochem. Cycles*, 18, GB1005, doi:10.1029/2003GB002034.
- D'ortenzio F and M Ribera d'Alcalà, 2009. On the trophic regimes of the Mediterranean Sea: a satellite analysis. *Biogeosciences*, 6, 139–148.
- Fuda JL, Millot C, Taupier-Letage I, Send U, Bocognano JM, 2000. XBT monitoring of a meridian section across the western Mediterranean Sea. *Deep-Sea Res. I*: 47(11) : 2191-2218
- Jordi A and DP Wang, 2009. Mean dynamic topography and eddy kinetic energy in the Mediterranean Sea: Comparison between altimetry and a 1/16 degree ocean circulation model. *Ocean Modelling* 29 :137–146
- Mayot N, D'ortenzio F, Ribera d'Alcalà M, Lavigne, Claustre H, 2015. Interannual variability of the Mediterranean trophic regimes from ocean color satellites. *Biogeosciences Discuss.*, 12, 14941–14980- doi:10.5194/bgd-12-14941-2015
- Millot C and I Taupier-Letage, 2005. Circulation in the Mediterranean Sea. *Hdb Env Chem Vol. 5, Part K* : 29–66 - DOI 10.1007/b107143
- Millot C, 1999. Circulation in the Western Mediterranean Sea. *J. Mar. Syst.* 20 : 423–442
- Olita A, Ribotti A, Sorgente R, Fazioli L, Perilli A, 2011. SLA–chlorophyll-a variability and covariability in the Algero-Provençal Basin (1997–2007) through combined use of EOF and wavelet analysis of satellite data. *Ocean Dynamics*, 61:89–102 - DOI 10.1007/s10236-010-0344-9
- Schroeder K, Taillandier V, Vetrano A, Gasparini GP, 2008. The circulation of the western Mediterranean Sea in spring 2005 as inferred from observations and from model outputs. *Deep-Sea Research I*, 55 :947– 965
- Testor, P., and J.-C. Gascard, 2003. Large-Scale Spreading of Deep Waters in the Western Mediterranean Sea by Submesoscale Coherent Eddies, *J. of Phy. Oceanogr.*, 33 : 75-87,
- Uitz, J., D. Stramski, B. Gentili, F. D'Ortenzio, and H. Claustre (2012), Estimates of phytoplankton class-specific and total primary production in the Mediterranean Sea from satellite ocean color observations, *Global Biogeochem. Cycles*, 26, GB2024, doi:10.1029/2011GB004055.
- Zakardjian B., Petrenko A.1, Doglioli A., Ourmières Y., Jullion L., Taupier-Letage I., Bellomo L., Carlotti F., Berline L., Moutin T., Baklouti M., D'ortenzio F., Claustre H., Prieur L., Testor P., Mortier L., Giordani H., Somot S., Lebeaupin-Brossier C., Birol F., Estournel C., Arsouze T., Beranger K., Beuvier J., Garreau P, Garnier V., Dumas F., Louazel S., 2015. CLOsure SCHEme of the NW MEDiterranean Gyre. *Mistrals International Conference: Environment In The Mediterranean Statements And Prospects For Research And Society.* 20-22 October 2015, Villa Méditerranée, Marseille, France

Thèses encadrées ou co-encadrées au cours des quatre dernières années

Nom : **K. Guihou**

Intitulé : Étude de la dynamique du Courant Nord au large de Toulon, à l'aide de modèles, observations in situ et données satellites

Type d'allocation : **bourse région PACA**

Date de début de l'allocation de doctorat : **octobre 2009**

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : **septembre 2013**

Programme finançant la recherche : **MOOSE**

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : **postdoc National Oceanography Centre (UK)**

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : **50 %, co-encadrant non-HDR Y. Ourmières**

Nom : **F. Jebri**

Intitulé : Apport de l'altimétrie satellitale pour l'étude de la variabilité de la circulation de surface dans le canal de Sicile et sur le plateau continental Tunisien

Type d'allocation : **bourse BEST Institut de Recherche pour le Développement (IRD)**

Date de début de l'allocation de doctorat : **novembre 2013 (1^{ère} inscription UTLN en octobre 2014)**

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : **7 avril 2017**

Programme finançant la recherche : nil

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : nil

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : **.50 % co-tutelle avec l'Université de Tunis El-Manar, Pr. Cherif Sammari INSTM co-direction**

Choix de cinq publications récentes issues de ces encadrements de thèse:

Jebri E., Zakardjian B., Birol F., Bouffard J., Jullion L., Sammari C. (soumis). Interannual variations of surface currents and transports in the Tunisia–Sicily Channel derived from coastal altimetry. Soumis Journal of Geophysical Research-Ocean, février 2017 ms # 2017JC012836

Jebri E., Birol F., Zakardjian B., Bouffard J., Sammari C., 2016. Exploiting coastal altimetry to improve the surface circulation scheme over the Central Mediterranean Sea. J. Geophys. Res. Ocean. 121, doi:10.1002/ 2016JC011961

Quentin C., Barbin Y., Bellomo L., Forget P., Gagelli J., Grosdidier S., Guerin C.-A., Guihou K., Marmain J., Molcard A., Zakardjian B., Guterman P., Bernardet K., 2013. HF radar in French Mediterranean Sea: an element of MOOSE Mediterranean Ocean Observing System on Environment. OCOSS'2013 Proceedings, vol. (2013) p.25-30

Guihou K., Marmain J., Ourmières Y, Molcard A, Zakardjian B., Forget P, 2013. New insight of the meso to sub-mesoscale dynamics in the North-Western Mediterranean Sea: a combined data-model approach. Ocean. Dyn. , 63(7) : 793-808

Berline L, Zakardjian B., Molcard A, Ourmières Y, Guihou K., 2013. Modelling jellyfish Pelagia noctiluca transport and stranding in the Ligurian Sea. Mar. Poll. Bull. 70(1-2): 90-99