

Proposition de sujet de Master 2 - 2018

D. Lefèvre : dominique.lefevre@univ-amu.fr et T. Wagener : Thibaut.wagener@univ-amu.fr
MIO, Institut Méditerranéen d'Océanologie, UMR 7294
Campus de Luminy, case 901, 13 288 Marseille cedex 9, France
Tel 04 86 09 05 14 (DL) 04 86 09 06 03 (TW)

Dynamique du système des carbonates en zone côtière méditerranéenne

Contexte : L'étude du système des carbonates océaniques est liée à de nombreuses problématiques environnementales : e.g. accumulation de carbone anthropique dans l'océan et contrôle du CO₂ atmosphérique, acidification des océans et impact sur les organismes marins. Il a pu être estimé par exemple que les océans ont absorbé plus du quart du CO₂ émis par les activités d'origine humaine (~26%) depuis 200 ans entraînant une augmentation de l'acidité océanique (Feely et al. 2004) observée par la décroissance du pH (IPCC 2013, figure 1). Il est également aujourd'hui montré que l'augmentation du pH marin peut affecter la croissance de certains organismes calcifiants et il est donc probable que l'acidification affectera la biodiversité marine.

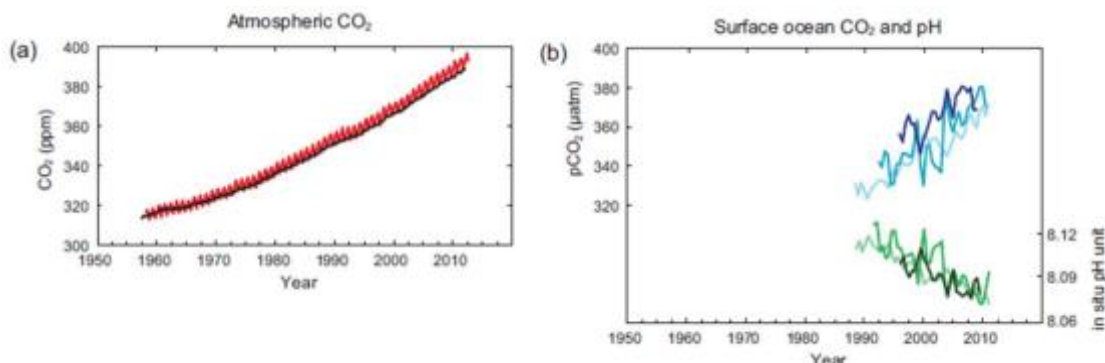


Figure 1: Des indicateurs multiples sont observés pour le changement global du cycle du carbone: (a) Concentration de CO₂ atmosphérique à Mauna Loa (19°32'N, 155°34'W – rouge) et au pôle sud (89°59'S, 24°48'W – noir) depuis 1958; (b) Pression partielle de CO₂ dissous dans l'océan de surface (courbe bleues) et de pH (courbes vertes), mesure de l'acidification du milieu marin. Les mesures ont été effectuées à 3 stations en Atlantique (29°10'N, 15°30'W – bleu foncé/vert foncé 31°40'N, 64°10'W – bleu/vert) et dans le pacifique (22°45'N, 158°00'W – bleu clair/vert clair). Source IPCC 2013.

Une étude récente (Lee et al., 2011) a mis en avant une « sur-accumulation » de carbone anthropique dans certaines mers marginales par rapport à l'océan global. Ceci est le cas de la mer Méditerranée. Cette « sur-accumulation » est certainement lié à des caractéristiques physico-chimiques intrinsèques : des eaux chaudes et une forte alcalinité totale (>2500 μmol.kg⁻¹) associées à une boucle de circulation thermohaline permanente. En Méditerranée Nord Occidentale (MNO), des travaux récents (basés sur les données acquises à la station DYFAMED) prédisent une diminution de 0.003 unités de pH par an des eaux de surface (Geri et al. 2014). Cependant, le long des marges continentales, des processus singuliers comme l'hétérogénéité de l'écosystème et/ou des apports allochtones pourraient fortement affecter cette tendance générale. La participation des écosystèmes côtiers aux flux globaux de CO₂ est mal prise en compte à l'heure actuelle, il est donc important de mieux étudier le rôle de l'océan côtier dans le bilan global de carbone océanique (Borges et al. 2006). Le système des carbonates (et donc le pH et la pCO₂) dans les zones côtières peut varier fortement à l'échelle journalière et donc largement « bruité » les variations saisonnières.

Dans ce contexte, de nombreuses initiatives de mesure du système des carbonates en M.N.O. ont été mis en place (en partie dans le cadre des activités du MIO). Ainsi :

- dans le cadre du réseau d'observation MOOSE (Mediterranean Ocean Observing System for the Environment), l'étude de la chimie des carbonates est basée sur des séries temporelles mensuelles à des sites fixes DYFAMED (1985-...) et ANTARES (2009- ...) et une couverture spatiale annuelle, synoptique du bassin nord-occidental répétée chaque année depuis 2011.

- Le réseau d'observation SOMLIT (Service d'observation en milieu Littoral) vise à examiner les changements des systèmes côtiers sur le long terme, les mesures de pH océanique ont été modifiées (Mesure sur l'échelle de pH_T par spectrophotométrie) afin de mieux appréhender les variations du système des carbonates à partir des mesures bimensuelles réalisées.

- Dans la baie de Marseille, un projet de mise en place d'un observatoire intégré du CO₂ (projet AMC OT-MED) doit aboutir à l'immersion de capteurs automatisés permettant de mesurer deux grandeurs du système des carbonates (pH et

pCO₂) avec une résolution temporelle élevée (inférieure à une heure). Les données acquises par ces capteurs seront validées avec les données acquises dans le cadre du SOMLIT Marseille.

Un jeu de données conséquent est donc en cours d'acquisition en M.N.O. et doit permettre d'appréhender la variabilité du système des carbonates en milieu hauturier et côtier à diverses échelles de temps.

Objectifs du stage :

Le stage proposé a pour objectif principal de décrire pour la première fois la variabilité saisonnière du système des carbonates en baie de Marseille à partir d'une série temporelle allant de Juin 2016 à Mai 2018. Ce travail contribuera également à la mise en place de procédures et protocoles associés à de nouvelles techniques de mesures en baie de Marseille. Pour répondre à cet objectif, l'étudiant pourra être amené à utiliser les jeux de données de chimie des carbonates du système d'observation MOOSE afin de mieux appréhender le contexte plus large échelle autour de la baie de Marseille. Dans le cadre du projet AMC, un travail de terrain dédié devrait également permettre de décrire la variabilité haute fréquence (échelle horaire) du système des carbonates.

L'étudiant sera ainsi amené à :

1. Participer à des sorties en mer pour collecter des échantillons d'AT/CT et de pH au site SOLEMIO et AMC en baie de Marseille, et sur le site MOOSE-ANTARES au large de Toulon.
2. Analyser au laboratoire les échantillons (Voir Méthodes dans Dickson et al. 2007)
3. Exploiter le jeu de données de pH_T, d'alcalinité totale et carbone inorganique total acquis à une fréquence bi mensuel au site SOMLIT Marseille depuis Juin 2016.
4. Contribuer aux procédures de mise à l'eau et d'étalonnage des capteurs automatisés de mesure de pH et pCO₂. Ces capteurs seront être immergés en baie de Marseille au cours du premier semestre 2018.
5. Exploiter des données de pH_T et de pCO₂ acquises à hautes fréquences temporelles à l'aide de capteurs automatisés en baie de Marseille.

Intérêts et compétences de l'étudiant:

- Intérêt pour la chimie marine et le travail analytique
- Intérêt pour l'instrumentation et le travail à la mer
- Maîtrise basique d'outils de traitement de données

Programme finançant la recherche : Projet AMC-OTMED

Poursuite en thèse :

Une demande bourse région et MRT sera effectuée lors de la publication des appels d'offre.

Références citées :

- Borges A.V., L.- S. Schiettecatte, G. Abril, B. Delille & F. Gazeau (2006) Carbon dioxide in European coastal waters, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 70(3), 375- 387.
- Dickson, A.G., Sabine, C.L. and Christian, J.R. (Eds.) 2007. Guide to best practices for ocean CO₂ measurements. PICES Special Publication 3, 191 pp.
- Feely RA, Sabine CL, Lee K, Berelson WM, Kleypas JA, et al. (2004) Impact of anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ system in the oceans. *Science* 305: 362-366.
- Geri P, El Yacoubi S, Goyet C, 2014: Forecast of sea surface acidification in the Northwestern Mediterranean Sea, *Journal of Computational Environmental Sciences*, 201819, 1-7 doi:10.1155/2014/201819.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2013) Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC* (Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tognor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V & Midgley PM (eds). Cambridge University Press, Cambridge UK and New York, USA.
- Lee, K., Sabine, C. L., Tanhua, T., Kim, T. W., Feely, R. A., and Kim, H. C.: Roles of marginal seas in absorbing and storing fossil fuel CO₂, *Energy Environ. Sci.*, 4, 1133–1146, doi:10.1039/C0EE00663G, 2011.