

PhD position at Ifremer (Sète), UMR MARBEC & BRGM (Montpellier), FRANCE, 2016-2019

INFLUENCE DES APPORTS D'EAUX SOUTERRAINES SUR LE FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE ET BIOGEOCHIMIQUE DES LAGUNES MEDITERRANEENNES.

Les lagunes méditerranéennes françaises sont des écosystèmes riches, soumis à de multiples pressions, principalement anthropiques, qui peuvent perturber leur fonctionnement écologique et limiter la durabilité de leurs usages (Meinesz et al., 2013). Parmi elles, l'eutrophisation (Souchu et al., 2010; Derolez et al., 2015) et les contaminants chimiques (Munaron et al., 2012; Andral et al., 2013) constituent des problématiques majeures pour ces écosystèmes. Lorsqu'on s'intéresse aux processus internes potentiellement impactés par ces pressions, de nombreux travaux mettent en évidence l'importance des échanges de matière aux interfaces : eaux continentales de surface/lagune, lagune/mer, sédiments/colonne d'eau, biote/sédiments etc (Eggleton and Thomas, 2004; Janssen et al., 2005a, 2005b; Eyre et al., 2011; Alvarez et al., 2012; Ouisse et al., 2014). Afin de mieux caractériser les flux maximaux admissibles, préciser les durées et les cinétiques de restaurations de ces lagunes, ou réaliser des évaluations de l'exposition aux contaminants chimiques des organismes et des évaluations de risques, une connaissance globale des flux apportés est indispensable.

Jusqu'à présent, les apports liés aux eaux souterraines dans les lagunes ont été peu étudiés. Bien souvent, ils ne sont pas pris en compte dans les forçages des modèles de bilans de matière et leur impact sur les processus d'eutrophisation et sur la contamination chimique des lagunes ne peut donc pas être évalué. Pourtant, la présence de résurgences karstiques marines est documentée (Fleury et al., 2007), et concernant les lagunes, l'étang de La Palme est l'une des rares à avoir fait l'objet de ce type d'investigations (Stieglitz et al., 2013). Ces auteurs ont utilisé une technique innovante pour estimer les flux d'eau souterraine à partir de leur signature en isotopes radioactifs du radon (^{222}Rn), grâce à une approche multi-traceurs en combinaison avec la salinité (Cook et al., 2008; Stieglitz et al., 2010; Short et al., 2014). Par sa faible demi-vie (3.8 jours) et sa fugacité (dégazage rapide), la signature en radon provenant de l'équilibre eau-roche permet de localiser les arrivées d'eaux dans les lagunes, issues des échanges advectifs entre les sédiments et la colonne d'eau, c'est-à-dire les arrivées d'eaux douces souterraines provenant d'un aquifère côtier, mais également les échanges entre eaux interstitielles et colonne d'eau que l'on qualifiera de "recirculations" (Fig 1). Grâce à cette méthode, Stieglitz et al. (2013) suggèrent que (1) les apports d'eau douce souterraine peuvent contribuer significativement à maintenir des conditions saumâtres dans la lagune de La Palme, mais qu'ils ne sont pas suffisants pour équilibrer les bilans en radon et donc (2) que la recirculation pourrait également constituer un mécanisme de transfert d'eau et de matière important.

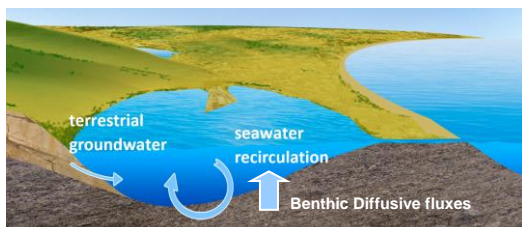


Figure 1 : Flux advectifs (i.e. apports des eaux souterraines et recirculation à travers l'interface sédiment-eau) et Flux diffusifs benthiques contribuent aux bilans hydriques et de matière dans les étangs. (Source : graphical abstract, Stieglitz et al., 2013)

Cette recirculation pose de multiples questions : Quels en sont les moteurs? Comment quantifier ces flux d'eau et les dissocier des flux d'eau douces souterraines ?

Ces deux types de flux advectifs (eaux souterraines /eaux recirculées) sont en outre susceptibles d'être des sources de nutriments et de contaminants chimiques pour les lagunes, en complément des flux diffusifs benthiques, et donc impacter les bilans biogéochimiques des lagunes. Quelle est la part de chacun de ces flux? Ces proportions sont-elles variables dans le temps, dans l'espace, à l'échelle d'une lagune, à l'échelle régionale ?



Ce projet cherche donc à consolider l'état des connaissances actuelles concernant :i) les apports d'eau, de nutriments et de contaminants aux lagunes via des sources souterraines *lato sensu*, ii) les processus à l'origine des flux recirculés au sein de ces écosystèmes, lesquels sont aujourd'hui clairement méconnus.

Pour répondre à ces objectifs, le programme scientifique de la thèse sera organisé en 4 tâches :

- T1 : Localiser et quantifier les apports d'eau souterraine *lato sensu* (*i-e* : eaux douces souterraines et eaux lagunaires recirculées) à 2 lagunes aux fonctionnements contrastés (Etangs de l'Or et de Leucate).
- T2 : Quantifier *in-situ* les flux de nutriments (et si possible de pesticides) apportés à ces deux lagunes via les eaux souterraines *lato sensu*.
- T3 : Dissocier et quantifier par une approche *in* et *ex-situ*, la part des flux diffusifs de celle des flux advectifs recirculés.
- T4 : Hiérarchiser la part des apports de nutriments via les eaux souterraines *lato sensu* dans le bilan total des apports (eaux superficielles naturelles et artificielles, flux diffusifs à l'interface eau/sédiment, échanges avec la mer) et si besoin les intégrer au modèle de simulation de bilan de matière dédié aux lagunes : GAMELag (Le Noc et al., 2013).

Ce sujet s'adresse à des étudiants titulaires d'un Master2 ou d'un diplôme de niveau équivalent, dans le domaine des sciences de l'environnement (biogéochimie, écologie ou chimie marines, hydrologie, hydrogéologie, océanographie ou des domaines proches). Le doctorant sera en charge de l'organisation de missions de terrain (en lagunes), de la collecte des données, de la réalisation d'analyses hydrologiques et géochimiques, du traitement et de l'analyse statistique des données jusqu'à la rédaction de publication scientifiques etc. Un intérêt fort pour le travail de terrain, les recherches interdisciplinaires, et une bonne communication orale et écrite en anglais sont requis. La maîtrise de la langue française sera également un avantage, de même que l'obtention du permis de conduire. La date de démarrage du contrat doctoral de 3 ans est prévue au 1er octobre 2016. Le doctorant sera positionné majoritairement à Sète (Ifremer, UMR MARBEC) mais sera amené à réaliser des missions ponctuelles à Montpellier (BRGM) et à l'université d'Aix-Marseille (CEREGE). La bourse doctorale sera payée par Ifremer selon les grilles habituelles de l'institut.

Les personnes désireuses de postuler doivent compléter l'ensemble des documents listés sur le site de l'Ifremer à l'adresse suivante :

<http://www.ifremer.fr/Nous-rejoindre/Bourses-de-recherche/Bourses-de-theses-2016-2017>

puis envoyer le tout à annie.fiandrino@ifremer.fr et/ou dominique.munaron@ifremer.fr, avant le 30 juin 2016. Il est recommandé de prendre contact avec l'équipe encadrante préalablement.

Equipe encadrante

Dr Annie Fiandrino (HDR, directrice de thèse); Cadre de recherche Ifremer / Laboratoire Environnement & Ressources du Languedoc-Roussillon (LER-LR), UMR MARBEC, Sète. Email: annie.fiandrino@ifremer.fr

Dr Thomas Stieglitz (HDR, co-directeur de thèse); Chair d'excellence ANR@RACTION / CNRS; Centre de Recherche et d'Enseignement de Géosciences de l'Environnement(CEREGE); Aix-Marseille Université. Email: thomas.stieglitz@jcu.edu.au

Dr Dominique Munaron (Resp. Scientifique Ifremer); Cadre de recherche Ifremer / Laboratoire Environnement & Ressources du Languedoc-Roussillon (LER-LR), UMR MARBEC, Sète. Email: dominique.munaron@ifremer.fr

Dr Vincent Bailly-Comte (Resp. Scientifique BRGM); Cadre de recherche BRGM / D3E/NRE, Montpellier. Email: v.bailly-comte@brgm.fr