

## Proposition de Sujet de thèse 2015

**Nom du laboratoire** (et n° de l'unité) dans lequel se déroulera la thèse :  
LEGOS/UMR5566

**Titre du sujet proposé :**  
**Etude des décharges d'eau souterraine en mer – Chantiers : Littoral méditerranéen français & Nouvelle Calédonie**

**Financement :**

- acquis (*préciser nom de l'organisme*)     mis au concours (contrat doctoral ministériel)  
 candidature auprès d'un organisme (*préciser nom de l'organisme*)

**Spécialités de l'école doctorale :** (*cocher **une seule** spécialité sans la modifier*)

- Astrophysique, Sciences de l'Espace, Planétologie  
 Climat, Océan, Atmosphère, Surfaces Continentales  
 Ecologie Fonctionnelle  
 Hydrologie, Hydrochimie, Sol, Environnement  
 Sciences de la Terre et des Planètes solides

**Nom et statut** (PR, DR, MCF, CR, ...) du (des) responsable(s) de thèse (**préciser si HDR**) :

Pieter van Beek, MCF HDR

**Coordonnées** (téléphone et e-mail) du (des) responsable(s) de thèse :

Tel. : 0561333051

Email : vanbeek@legos.obs-mip.fr

Résumé du sujet de la thèse (*le descriptif ne doit pas dépasser une page recto/verso*)

**Contexte scientifique général, Compétences souhaitables,...**

Les plateaux continentaux et les marges océaniques, à l'interface entre les continents et les océans, constituent une zone clé d'échange d'éléments chimiques et de matière. Ces éléments chimiques sont i) apportés par les fleuves, ii) potentiellement relâchés par les sédiments déposés sur les marges ou iii) apportés par les résurgences sous-marines (ou plus globalement par les SGD, « Submarine Groundwater Discharge »), puis sont transmis à l'océan ouvert. Les flux d'éléments chimiques (sels nutritifs, éléments limitants, contaminants) échangés entre la côte et le large ont un impact sur la composition chimique de l'océan ainsi que sur les écosystèmes (planctoniques et benthiques). Ces échanges ont notamment un impact sur le développement du phytoplancton qui constitue une pompe biologique du carbone. Ces flux exercent donc un contrôle sur le cycle du carbone et par conséquent sur le climat.

Au cours de cette thèse, nous nous focaliserons sur les apports d'éléments chimiques associés aux SGD. Les SGD regroupent aussi bien (i) les résurgences sous-marines telles qu'on peut les observer notamment dans les systèmes karstiques quand le conduit est directement connecté à la mer, (ii) l'eau douce qui percole au travers du sédiment ou du sable de façon diffuse, et iii) l'eau de mer qui recircule au travers du sédiment et qui se charge potentiellement en éléments chimiques. Les SGD transportent ainsi de nombreux éléments

chimiques vers l'océan (sels nutritifs, polluants) qui peuvent avoir un impact sur la qualité des eaux côtières et sur les écosystèmes. Les SGD présentent souvent des concentrations en sels nutritifs (nitrates, phosphates) élevées (Charette et al., 2001 ; Garcia-Solsona et al., 2010). Il a été montré que des développements de micro-algues pouvaient être associés aux SGD. Des blooms d'algues toxiques ont ainsi été reliés à l'apport d'éléments chimiques par les SGD (Lee et Kim, 2006). Les SGD peuvent également transporter des polluants (métaux, polluants organiques). Des concentrations élevées en mercure ont ainsi été rapportées dans certains systèmes (Bone et al., 2007). Il est nécessaire de mieux comprendre l'impact des SGD sur le domaine côtier (écosystèmes planctoniques et benthiques) en terme de transfert de sels nutritifs et polluants et d'évaluer l'importance de ces flux sur les bilans en éléments chimiques au niveau des mers et océans.

Dans ce travail, nous chercherons notamment i) à localiser le long du littoral méditerranéen français et dans les étangs côtiers (étang de Salses-Leucate, étang de Thau, étang de La Palme etc...) les sites majeurs de SGD en utilisant une approche multiple (imagerie infra-rouge thermique ; mesure de la salinité, température, isotopes du radium), ii) à quantifier les flux d'eau et d'éléments chimiques (sels nutritifs, métaux, contaminants etc...) associés à ces SGD et iii) à évaluer leur impact sur la qualité des eaux côtières et lagunaires ainsi que sur les bilans en éléments chimiques de la Mer Méditerranée occidentale.

Nous utiliserons notamment les isotopes du radium ( $^{223}\text{Ra}$ ,  $T_{1/2}= 11.4$  d ;  $^{224}\text{Ra}$ ,  $T_{1/2}= 3.66$  d ;  $^{228}\text{Ra}$ ,  $T_{1/2}= 5.75$  a ;  $^{226}\text{Ra}$ ,  $T_{1/2}= 1600$  a) qui sont présents dans les eaux souterraines et qui se dispersent dans les étangs et en mer. Ces radioéléments seront utilisés pour quantifier les flux de SGD. En combinant ces flux avec les concentrations élémentaires analysées dans les SGD par les partenaires français et étrangers du projet (LOMIC, GET etc...), les flux de nombreux éléments chimiques transportés par les SGD dans les étangs et le domaine côtier seront quantifiés. Les isotopes du Ra seront également utilisés pour estimer le temps de résidence des eaux dans les étangs et le domaine côtier, ainsi que les cinétiques d'échange entre la côte et le large. Les isotopes du Ra seront analysés à l'Observatoire Midi Pyrénées de Toulouse au moyen de RaDeCCs (Radium Delayed Coincidence Counters) et des spectromètres gamma bas-bruit placés au laboratoire souterrain LAFARA en Ariège (van Beek et al., 2010, 2013).

Les études réalisées le long du littoral méditerranéen français seront menées dans le cadre i) du projet ANR medLOC 2015-2018 (Mediterranean Land-Ocean Connectivity ; « Rethinking Land-Ocean Connectivity – an Integrated Approach to Understanding the Effects of Groundwater on Coastal Ecosystems » (Chaire ANR, PI : T. Stieglitz) dans lequel nous sommes un partenaire majeur, ceci en collaboration avec de nombreux instituts français et étrangers ii) du chantier SEDILION, labellisé par le RTRA-STAE, (PI : C. Jeandel ; C. Estournel) et iii) du projet IDEX 2015 MED-SGD (PI : P. van Beek, en cours d'évaluation). Un chantier plus ponctuel est prévu dans le lagon de Nouvelle Calédonie au niveau duquel une étude préliminaire a été menée en 2014. Enfin, ce travail de thèse constituera une contribution au programme international GEOTRACES qui vise à contraindre les termes source d'éléments traces et isotopes à l'océan.

*Références citées impliquant le directeur de thèse:*

Stieglitz T., van Beek P., Souhaut M., Cook P., 2013. Groundwater discharge Karstic groundwater discharge and seawater recirculation through sediments in shallow coastal Mediterranean lagoons, determined from water, salt and radon budgets, *Marine Chemistry* 156, 73-84.

van Beek P., Souhaut M., Lansard B., Bourquin M., Reyss J-L., Jean P., von Ballmoos P., 2013. LAFARA : A new underground laboratory in the French Pyrénées for low-background gamma spectrometry, *Journal of Environmental Radioactivity* 116, 152-158.

van Beek P., Souhaut M., Reyss J-L., 2010. Measuring the radium quartet ( $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{223}\text{Ra}$ ) in water samples using gamma spectrometry, *Journal of Environmental Radioactivity*, 101, 521-529.

