

## **Modélisation des éléments traces et leurs isotopes dans le modèle global NEMO/PISCES : radium (Ra) et lithium (Li)**

**Directeur de thèse** : Jean-claude Dutay, LSCE

**Co-encadrement de thèse** : Pieter van Beek (LEGO) ; Nathalie Vigier, LOV ; Mohamed Ayache, LEGOS ; François Lacan (LEGOS)

Les éléments traces et leurs isotopes sont essentiels au fonctionnement des océans et, plus largement, du système terrestre. Certains agissent comme contaminants (par exemple, Hg, Cd, Li), d'autres comme micronutriments (par exemple, Fe, Zn, Ni). Ils servent aussi de traceurs de processus physiques, biologiques ou chimiques (par exemple, Ra, Th, Pa), et d'autres encore permettent de mieux comprendre les conditions environnementales passées (par exemple,  $\delta^{18}\text{O}$ , Nd, Pa, Th).

Dans ce contexte, le programme international GEOTRACES, « Étude internationale des cycles biogéochimiques marins des éléments traces et de leurs isotopes », a été créé : plus de 150 campagnes océanographiques, coordonnées par 35 pays, ont été menées dans les différents bassins du globe, ce qui donne lieu à une quantité extraordinaire de données désormais disponibles.

La modélisation numérique représente un outil unique pour valoriser ces observations et mieux comprendre les mécanismes qui contrôlent la distribution de ces traceurs dans l'océan : transport, biogéochimie, cycle interne, sources et puits...

Dans le cadre de cette thèse nous proposons de simuler explicitement le cycle du radium (Ra) et du lithium (Li) et de leurs isotopes dans le modèle global couplé dynamique NEMO couplé au modèle de biogéochimie marine PISCES.

Plusieurs isotopes du radium sont présents dans l'océan avec des périodes radioactives allant de quelques jours ( $^{224}\text{Ra}$  et  $^{223}\text{Ra}$ ), quelques années ( $^{228}\text{Ra}$ , 5.75 ans) à plusieurs centaines d'années ( $^{226}\text{Ra}$ , 1600 ans). Ces isotopes sont apportés à l'océan principalement par les fleuves, les sédiments marins (marges continentales et fond des océans), l'activité hydrothermale et les décharges d'eau souterraine en mer. Ces traceurs permettent donc de contraindre les échanges au niveau des interfaces 1) continents-océan ou 2) sédiments profonds-océan. . Nous comparerons le résultat des simulations avec les données GEOTRACES et plus particulièrement avec les données de la campagne GEOVIDE réalisées dans l'Océan Atlantique Nord (projet ANR GEOMOBS). Le lithium a un temps de résidence très long dans l'océan (plusieurs millions d'année). Avec la transition énergétique et la production de batterie la consommation mondiale sera multiplié par presque un millier dans les décennies à venir et ce composant étant encore très peu recyclé, une grande partie finira dans les océans. Ce traceur sera étudié dans le contexte du projet PREVENT (<https://prevent.lsce.ipsl.fr>) qui étudie la dissémination de ce traceur dans l'océan jusque la chaîne trophique (poissons).

Dans un cadre collaboratif, la doctorante ou le doctorant contribuera aussi aux travaux de modélisation des autres traceurs (Fe, Pa, Th, Nd ) prévus dans le projet ANR GEOMOBS ). La doctorante ou le doctorant bénéficiera d'un encadrant de grande qualité en modélisation (LSCE, IPSL) mais aussi d'une expertise reconnue sur les cycles des éléments traces et isotopes au sein de plusieurs laboratoires (LSCE, LEGOS, LOV).

Il participera à des conférences internationales et rédigera des publications scientifiques.

La thèse a déjà obtenu un financement : ANR GEOMOBS

Debut thèse : Octobre 2026

Contact : [jean-claude.dutay@lsce.ipsl.fr](mailto:jean-claude.dutay@lsce.ipsl.fr)