

Proposition de postdoctorat de 36 mois

Sujet : MOANA : « Rôle de la Matière Organique naturelle dissoute et particulaire sur la sorption de radionucléides dans l'Océan Pacifique »

Contexte : Le travail proposé s'inscrit dans une problématique générale de compréhension des cycles couplés de la matière organique et des radionucléides (RNs) en milieu océanique. En effet, la connaissance des processus de transport des RNs et autres polluants métalliques est un enjeu majeur pour l'évaluation des risques environnementaux en vue d'anticiper et de gérer un impact environnemental potentiel. Le comportement des RNs dans l'environnement (à partir de sources naturelles ou anthropiques) est régi par un ensemble de réactions physicochimiques et microbiologiques complexes (oxydoréduction, complexation, sorption, précipitation). Pour un certain nombre de RNs et de métaux traces, les études de spéciation environnementale récentes révèlent le rôle majeur que joue la matière organique naturelle sur leur migration environnementale, par le biais de réactions d'adsorption spécifique et de chélation. En effet, les groupements fonctionnels de type « hydroxamate » de certains composés organiques (par exemple certains sidérophores) produits dans la colonne d'eau et présents sur les particules ou dans les sédiments peuvent complexer les RNs et les métaux traces (via leurs ligands oligodentés) et jouent ainsi un rôle dans leur transport dans la colonne d'eau et leur rétention dans les sédiments marins. Le projet MOANA est articulé autour de trois volets :

- **Volet 1 :** conception et validation d'un protocole de préconcentration et de purification des matières organiques dissoutes (MOD, par extraction sur phase solide / ultrafiltration), particulaires (MOP, filtration sur pompes McLane) et sédimentaires (MOS). Ces protocoles de prélèvement devront permettre d'isoler une quantité suffisante de matières organiques, avec un rendement d'extraction optimisé et garantir les meilleures conditions de conservation des matières organiques en vue de leur analyse à l'échelle moléculaire.
- **Volet 2 :** la caractérisation moléculaire de la MON, métallophores et complexes métalliques des échantillons par deux approches :
 - i) non-ciblée par spectrométrie de masse ultrahaute résolution (SMHR, Orbitrap Lumos 1M) et
 - ii) ciblée par des méthodes de type « métabolomiques » par couplage de la chromatographie liquide / gazeuse à la spectrométrie de masse haute résolution (Orbitrap, Q-TOF)
- **Volet 3 :** des expériences de spéciation chimique de RNs (actinides) au laboratoire. Ce volet sera consacré à l'étude des effets du fractionnement de sorption des MOD, MOP et MOS sur la rétention compétitive de RNs d'intérêt et ce, à la surface de divers types de phases minérales (particules sédimentaires collectées in-situ, chlorite, montmorillonite et kaolinite). Des isothermes de sorption des actinides sur les phases minérales seront obtenues à partir d'expériences de sorption compétitive des métaux en réacteur fermé effectuées en l'absence et en présence de MO, en fonction du pH, et à différents rapports MO/minéraux initiaux.

Afin de mener à bien ce projet de recherche, des missions seront organisées pour collecter des échantillons dans l'Océan Pacifique.

Objectifs : L'objectif de ce projet de doctorat est tout d'abord analytique car il vise à disposer, au terme de cette thèse, d'un protocole de prélèvement, de purification et d'analyses de matières organiques dissoutes, particulaires et sédimentaires en milieu marin en vue de leur caractérisation moléculaire. Par ailleurs, les analyses devront permettre de dresser un inventaire des différents types de matières organiques, de métaux, métallophores et complexes métalliques (RNs) présents. Les développements analytiques attendus seront basés sur le couplage de la chromatographie liquide à ultrahaute performance ou de l'électrophorèse capillaire à (i) la spectrométrie de masse ultrahaute résolution de toute dernière génération (Orbitrap Lumos 1M) dont le laboratoire vient de se doter et ii) un ICPMS. Cette double détection devrait permettre de déterminer la spéciation chimique de métaux et RNs d'intérêt sur les prélèvements d'intérêt en milieu océanique (Océan Pacifique).

Par ailleurs, La combinaison des données macroscopiques sur la sorption des métaux et des données à l'échelle moléculaire sur le fractionnement de sorption des MO permettra d'étudier les mécanismes et l'identité des molécules de la MO qui interviennent dans la sorption des métaux sur des surface minérales de différentes natures. L'approche novatrice proposée ici permettra d'obtenir des informations cruciales sur les mécanismes et les paramètres moléculaires qui régissent le fractionnement de sorption des matières organiques sur des surfaces minérales, et sur l'importance de ce fractionnement dans le comportement de rétention des métaux/RNs aux interfaces solide-solution.

Compétences requises : MOANA est un projet interdisciplinaire à l'interface de plusieurs disciplines (chimie analytique, géochimie organique, océanographie,...) qui nécessite une expérience dans la caractérisation de milieux complexes à l'échelle moléculaire par spectrométrie de masse à ultra-haute résolution (Orbitrap Lumos 1M ; FT-ICRMS, UPLC/Orbitrap MS et GC/Q-TOF MS).

De nombreux déplacements entre le centre CEA de Bruyères-le-Châtel (environ 20 kms au sud de Paris, France) et l'Université de Washington à Seattle aux USA (School of Oceanography) sont à prévoir. Le candidat doit maîtriser l'anglais à l'oral et à l'écrit.

Contacts :

Dr. Maxime Bridoux
CEA/DAM/DIF
F-91297 Arpajon
Tél : 0169266742
maxime.bridoux@cea.fr

Dr. Anitra Ingalls
School of Oceanography
University of Washington
Seattle, WA
aingalls@uw.edu