

**Proposition de stage Microbiologie, métaux, Environnement
Février/Juillet 2020**

Public ciblé : Master 2

Titre du sujet : Solubilisation du nickel et du chrome dans les sols en Nouvelle-Calédonie : rôle de l'activité bactérienne.

Mots clés : Nickel, Chrome, microorganismes, bactéries, solubilisation, risques de toxicité

Laboratoires d'accueil et lieux de stage : Institut des sciences exactes et appliquées (ISEA), EA 7484. Université de la Nouvelle-Calédonie.

Profil de formation initiale souhaitée pour le candidat : Master 2 avec de bonnes connaissances en microbiologie et pédologie/géochimie.

Responsables du stage : AMIR Hamid (Pr, microbiologie) ;

Co-encadrantes : GUENTAS Linda (MCF microbiologie, biochimie) ; Peggy Gunckel (chimie de l'environnement)

Equipe d'accueil : ISEA-UNC UNC

Organisme de rattachement : Université de la Nouvelle-Calédonie

Descriptif du sujet de stage

Contexte :

Les éléments traces métalliques (ETM) présentent un caractère toxique reconnu pour un grand nombre d'espèces terrestres et marines lorsqu'ils sont présents à des concentrations élevées (Long et al., 1995 ; Giller et al., 1999). Des transferts importants d'ETM vers des écosystèmes terrestres et océaniques sont donc susceptibles d'impacter défavorablement la faune et la flore terrestre et aquatique (Nagajyoti et al., 2010 ; Lushchak, 2011) et finalement, à travers l'eau et la chaîne alimentaire, impacter la santé humaine (Bonnet et al., 2014 ; Briand et al., 2018).

Le nickel et le chrome sont présents à des concentrations significatives dans une grande partie de la couverture pédologique de la Nouvelle-Calédonie (Trescaces, 1975 ; Dublet et al., 2012) et sont susceptibles de représenter un risque d'exposition et d'imprégnation de la population. Cependant, l'origine exacte de cette imprégnation n'est pas bien précisée, et il est important d'entreprendre des investigations pour connaître les facteurs susceptibles de déterminer les quantités de Ni et Cr libérées dans le milieu sous une forme plus ou moins toxique.

Ce sujet de master 2 s'inscrit dans le projet *ChroNick* financé par le Centre National de Recherche Technologique (CNRT) « Nickel et son Environnement », porté par l'IRD-Nouméa (Farid Juillot) et qui propose une étude destinée à évaluer l'influence de différents forçages environnementaux et humains, tels que la nature du couvert végétal (notamment l'implantation du pin caraïbe et la présence de plantes hyper-accumulatrices), le feu, certaines pratiques agricoles (notamment l'utilisation d'amendements phosphatés), l'augmentation naturelle ou forcée de l'activité biologique du sol et les cycles sécheresse/pluie, sur la biodisponibilité du chrome et du nickel dans les sols et leur transfert jusqu'à la ressource en eau.

Objectif du stage :

L'activité microbienne, en particulier celle des bactéries, est connue comme étant capable de transformer ou de libérer certains métaux dans les sols, les rendant disponibles pour les microorganismes et les plantes (Berthelin et al., 1995 ; Amir et Pineau 2003). La libération du nickel dans le sol sous l'influence de l'activité microbienne a été rapportée par Amir et Pineau (2003). En ce qui concerne Cr, l'influence de l'activité microbienne sur ses formes et sa disponibilité sont très peu connues.

L'étude proposée ici cherchera à évaluer l'influence de l'activité microbienne, et plus spécifiquement bactérienne, sur la libération et la solubilisation de Ni et Cr dans les diverses conditions citées ci-dessus, sur le terrain et au laboratoire.

Le stagiaire participera à au moins une sortie sur terrain permettant de récupérer des échantillons de sols sur différents sites de bassins versants correspondant aux diverses conditions citées ci-dessus (comportant certaines espèces végétales, impacté par le feu, fertilisé, soumis à des sécheresses ou des inondations). Il devra ensuite réaliser deux types de travaux :

- 1- Quantifier et qualifier les diverses formes de Ni et Cr des différents échantillons ramenés du terrain, après extractions séquentielles (métaux liés à la matière organique, aux minéraux, faiblement liés, solubilisés ou résiduels). Pour Cr les formes III et VI seront dosées. l'activité microbienne globale (activité phosphatasique) est ensuite mesurée et une étude des corrélations existantes entre les quantités des diverses formes de métaux et cette activité microbienne est effectuée. Un lien avec les autres caractéristiques des sols (obtenus par ailleurs au sein du projet) sera également fait.
- 2- Incuber au laboratoire des quantités précises de certains de ces échantillons de sols dans diverses conditions (sols naturels ; sols stérilisés pour supprimer la microflore autochtone, sols amendés; humidité et aération normale ou engorgement et faible aération). Des prélèvements sont alors réalisés à 3 temps différents (10 jours, 20 jours et 40 jours) et des dosages séquentiels des 2 métaux sont de nouveau réalisés, ainsi que l'activité phosphatasique globale comme précédemment. Les comparaisons des différents traitements permettront de déduire les conditions les plus favorables à la libération et la solubilisation de chacun des 2 métaux et le rôle de la microflore dans ce processus.

Si le temps le permet, le stagiaire tentera d'approfondir l'étude de influence des bactéries sur la libération des 2 métaux. A partir des différents échantillons de sols incubés dans diverses conditions, il récupérera la microflore bactérienne hétérotrophe cultivable sur boîte de Pétri et la réinoculera dans le sol stérilisé, afin de vérifier son influence directe sur le processus de libération/solubilisation des métaux. Quelques bactéries isolées et purifiées séparément pourront aussi être étudiées de la même façon.

La synthèse de l'ensemble des expériences devrait permettre d'évaluer le rôle de l'activité microbienne, et spécifiquement bactérienne, dans le processus de libération/solubilisation des métaux dans les diverses conditions étudiées et d'émettre des hypothèses, en fonction des quantités et des formes libérées, sur les risques de toxicité environnementale inhérentes à ces processus.

Date et durée: 5-6 mois

Contacts : hamid.amir@unc.nc; linda.guentas@unc.nc

Rémunération : Gratification de stage.

NB : Le billet d'avion est à la charge de l'étudiant

Référence Bibliographique :

- Amir H., Pineau R. (2003) Relationships between extractable Ni, Co and other metals and microbiological characteristics of different ultramafic soils from New Caledonia. *Australian Journal of Soil Research*, 41: 1-14
- Amir H., Pineau R. (2003) Release of Ni and Co by microbial activity in New Caledonian ultramafic soils. *Canadian Journal of Microbiology*, 49 : 288-293.
- Berthelin et al. (1995) Effect of microorganisms on mobility of heavy metals in soils. In "Environmental impact of soil component interactions. Metals, other inorganics and microbial activities" (Eds PM Huang, J Berthelin., JM Bollag, WB McGill, AL Page) pp. 3-17 (CRC Lewis, London)
- Bonnet et al. (2014) Anguilliform fish reveal large scale contamination by mine trace elements in the coral reefs of New Caledonia. *Sci Total Environ* 470–471: 876–882. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.10.027
- Briand et al (2018) Tracking trace elements into complex coral reef trophic networks. *Sci Total Environ* 612:1091–1104. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.08.257
- Dublet et al. (2012) Ni speciation in a New Caledonian lateritic regolith : A quantitative X-ray absorption spectroscopy investigation. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 95, 119-133
- Fandeur et al. (2009). XANES evidence for oxidation of Cr(III) to Cr(VI) by Mn-oxides in a lateritic regolith developed on serpentized ultramafic rocks in New Caledonia. *Environ. Sci. Technol.*, 43, 7384-7390.
- Giller et al. (1999) Heavy metals and soil microbes. *Soil Biol. & Biochem.*, 41, 2031-2037.
- Long et al. (1995) Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environ. Manag.*, 19, 81-97.
- Lushchak V.I. (2011) Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. *Aquat. Toxicol.*, 101, 13-30.
- Nagajyoti et al. (2010) Heavy metals, occurrence and toxicity for plants : a review. *Env. Chem. Lett.*, 8, 199-2016.
- Trescases (1975) L'évolution géochimique supergène des roches ultrabasiques en zone tropicale. Formation des gisements nickélifères de Nouvelle-Calédonie. *Mémoire ORSTOM*. 260 p.