

Proposition de stage Microbiologie/Biologie Végétale Février/Juin 2020

Public ciblé : Master 2 en Microbiologie, Biologie Végétale

Titre du sujet : Etude des mécanismes d'adaptation aux stress salin et métallique des plantes halophytes de Nouvelle-Calédonie : applications à la bioremédiation des pollutions lagunaires.

Mots clés : Halophytes, Microorganismes, Métaux, Phytostabilisation, Estuaires

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 Physiologie et biologie végétale, Biochimie et Microbiologie.

Responsables du stage : GUENTAS Linda (MCF microbiologie, biochimie)

Co-encadrant : BURTET-SARRAMEGNA Valérie (MCF, biochimie, biologie moléculaire) ; AMIR Hamid (Pr, microbiologie, biologie végétale) ; Yvon Cavaloc (MCF, biologie moléculaire)

Equipe d'accueil : Biologie Végétale terrestre, ISEA-UNC UNC

Organisme de rattachement : Université de la Nouvelle-Calédonie

Descriptif du sujet de stage

Contexte :

L'archipel de Nouvelle-Calédonie est recouvert pour un tiers de sa surface par des massifs ultramafiques. Ces massifs présentent des conditions édaphiques extrêmes. Ces contraintes font que les écosystèmes qui se développent sur ces sols montrent une biodiversité unique [1], [2]. Associée à cette grande diversité floristique, une importante communauté fongique et microbienne a été mise en évidence [3]. L'étude de ces microorganismes a montré une grande diversité et une faculté d'adaptation aux contraintes édaphiques. En Nouvelle-Calédonie, l'exploitation par excavation des massifs ultramafiques comme source de minerai de nickel et l'érosion induisent fréquemment une pollution des rivières, des estuaires et du lagon par des apports terrigènes riches en métaux [4].

Les bords de mer et estuaires sont souvent colonisés par des espèces végétales particulières, bien adaptées à ces milieux. Parmi ces plantes, les espèces dites halophytes présentent non seulement la capacité à résister au stress salin, mais également à fixer les cations métalliques au niveau du système racinaire ou à les accumuler au niveau des feuilles, par divers mécanismes [5]. Des études ont montré que les mécanismes de résistance au stress induits par les sels présents de manière massive dans l'environnement direct de ces plantes sont analogues à ceux produits par les métaux, ce qui rend ces végétaux plus susceptibles que d'autres d'avoir acquis des mécanismes de tolérance aux métaux par fixation ou accumulation [6,7]. Les quantités de métaux ainsi neutralisées par les plantes halophytes peuvent être considérables [5]. C'est pourquoi, plusieurs auteurs préconisent leur utilisation pour la bioremédiation des pollutions aux métaux [5,8].

En Nouvelle-Calédonie, alors que les enjeux de bioremédiation à des fins de dépollution sont importants, seules de rares études ont pour l'instant été consacrées aux halophytes et aucune recherche n'a encore porté sur leur possible utilisation dans ce domaine.

Un recensement récent fait état d'une trentaine d'espèces halophytes présentes en bord de mer, dans les tannes et estuaires de Nouvelle-Calédonie (Della Patrona 2016). Parmi ces espèces, certaines,

comme *Sesuvium portulacastrum* possèdent une capacité importante à tolérer et fixer les métaux [10], en particulier le nickel [11]. L'intérêt porté pour ces plantes ne cesse donc de croître depuis quelques années, puisqu'elles représentent une solution efficace et à priori peu coûteuse pour neutraliser les métaux toxiques.

Les travaux précédents ont permis de sélectionner 3 espèces qui ont fait l'objet d'une première étude : *Sesuvium portulacastrum* (faux pourpier) *Sarcocornia quinqueflora* (Chenopodiaceae) et *Suaeda australis* (Chenopodiaceae). Cette étude montre clairement les capacités à tolérer et fixer Ni, Cr, Mn et Co de ces espèces, sur substrat inerte, avec une certaine influence de la salinité sur les teneurs en métaux fixés.

Objectif du stage :

Les objectifs précis sont susceptibles d'évoluer en fonction du profil du candidat.

L'objectif du sujet de stage est d'étudier, en serre, avec du sol, la capacité des 3 espèces halophytes à neutraliser différents métaux, soit en les fixant dans leur système racinaire, soit en les accumulant dans leurs parties aériennes.

Pour cela, une première expérimentation en serre sera réalisée en sol naturel impacté par les métaux, avec les 3 espèces végétales étudiées prises séparément en conditions semi-contrôlées (humidité, salinité). Elle aura pour objectif d'évaluer (i) la capacité de ces espèces à fixer les métaux par un suivi de différents paramètres chimiques et biologiques et (ii) les conditions de croissance et d'accumulation optimales des métaux par les plantes sur ces sols. Les taux de sels et de métaux seront mesurés dans les différents compartiments de la plante et les gènes impliqués dans les résistances et adaptations observés seront recherchés. Afin d'appréhender le rôle des microorganismes dans la neutralisation des métaux, une évaluation du taux de mycorhization des différentes plantes étudiées sera également réalisée. L'impact des différentes conditions sur la diversité des champignons mycorhiziens à arbuscules sera également évalué.

Il s'agit donc d'un stage pluridisciplinaire qui impliquera du terrain (échantillonnage), des expériences en conditions contrôlées (serre). Il formera le stagiaire à diverses techniques telles que préparation des échantillons, dosages des métaux par ICP, étude des mycorhizes, extraction d'ADN et séquençage, etc.

Date et durée: 5-6 mois

Contacts : linda.quentas@unc.nc; valerie.sarramegna@unc.nc; hamid.amir@unc.nc ;

Rémunération : Gratification de stage.

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

Référence Bibliographique :

- [1] L. L'Huillier and T. Jaffre, "L'exploitation des minerais de Nickel en Nouvelle-Calédonie," in *Mines et environnement en Nouvelle-Calédonie : les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration*, IAC., vol. 5, no. 2, L. L'Huillier, T. Jaffré, and A. Wulff, Eds. Nouméa, 2010, pp. 129–145.
- [2] T. Jaffré and L. L'Huillier, "La végétation des roches ultramafiques ou terrains miniers," in *Mines et environnement en Nouvelle-Calédonie : les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration*, IAC., L. L'Huillier, T. Jaffré, and A. Wulff, Eds. Nouméa, 2010, pp. 45–103.
- [3] H. Amir and M. Ducouso, "Les bactéries et les champignons du sol sur roches ultramafiques," in *Mines et environnement en Nouvelle-Calédonie : les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration.*, IAC., L. L'Huillier, T. Jaffré, and A. Wulff, Eds. Nouméa, 2010, pp. 129–145.
- [4] Allenbach M, et al. (2015) – Volume I - Rapport de Synthèse. Programme « Fonctionnement des petits bassins versants miniers ». CNRT « Nickel & son environnement. 55 pages.
- [5] Lutts S, Lefèvre I (2015) How can we take advantage of halophyte properties to cope with heavy metal toxicity in salt-affected areas? *Ann Bot* 115:509–528. doi: 10.1093/aob/mcu264
- [6] McLaughlin MJ, Palmer LT, Tiller KG, et al (1994) Increased Soil Salinity Causes Elevated Cadmium Concentrations in Field-Grown Potato Tubers. *J Environ Qual* 23:1013. doi: 10.2134/jeq1994.00472425002300050023x
- [7] Mühling KH, Läuchli A (2003) Interaction of NaCl and Cd stress on compartmentation pattern of cations, antioxidant enzymes and proteins in leaves of two wheat genotypes differing in salt tolerance. *Plant Soil* 253:219–231. doi: 10.1023/A:1024517919764
- [8] Agoramorthy G, Chen FA, Hsu MJ (2008) Threat of heavy metal pollution in halophytic and mangrove

- plants of Tamil Nadu, India. *Environ Pollut* 155: 320–326. doi: 10.1016/j.envpol.2007.11.011
- [9] Della Patrona L (2016). Evaluation, valorisation et gestion durable des ressources biologiques de la mangrove : 30 années de R & D en agriculture bio-saline, pisciculture et crevetticulture. Habilitation à Diriger les Recherches, Université de la Nouvelle-Calédonie.
- [10] Lokhande VH, Gor BK, Desai NS, et al (2013) *Sesuvium portulacastrum*, a plant for drought, salt stress, sand fixation, food and phytoremediation. A review. *Agron Sustain Dev* 33:329–348. doi: 10.1007/s13593-012-0113-x
- [11] Fourati E, Wali M, Vogel-Mikuš K, et al (2016) Nickel tolerance, accumulation and subcellular distribution in the halophytes *Sesuvium portulacastrum* and *Cakile maritima*. *Plant Physiol Biochem* 108:295–303. doi: 10.1016/j.plaphy.2016.07.024