

Transfert sol-plante de Ni, Co, Cr et Mn dans un écosystème latéritique peu impacté de Nouvelle-Calédonie

Isabelle Conus¹, Nicolas Perrier², Jérôme Rose³, Catherine Keller³ et Jean-Paul Ambrosi^{2,3}

1 : Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, ENAC, LPE, Lausanne, Suisse

2 : IRD – Nouméa, Nouvelle Calédonie

3 : CEREGE – Aix-Marseille Universités, Aix-en-Provence, France

Introduction

La Nouvelle-Calédonie possède une variété de systèmes écologiques développés à partir de roches ultrabasiques. Les sols qui se sont développés sur ces matériaux exceptionnellement riches en Mg, Fe, Cr, Ni et Co, possèdent des propriétés particulières responsables de la présence d'une végétation riche et spécifique. La présence particulièrement abondante de plantes hyperaccumulatrices fait de la Nouvelle-Calédonie un laboratoire naturel pour l'étude et la compréhension du phénomène d'hyperaccumulation et de son impact encore peu connu sur les caractéristiques du sol. La compréhension des mécanismes de tolérance est un préalable nécessaire à la sélection de plantes potentiellement utilisables en phytoremédiation ou pour la réhabilitation d'anciens sites miniers. Nous avons donc étudié par des méthodes analytiques complémentaires la partition de Ni, Cr, Co et Mn dans deux plantes, une hyperaccumulatrice et une non-hyperaccumulatrice, et leur sol ferrallitique associé. L'objectif est de préciser la distribution de Ni au sein des végétaux et de mieux définir le cycle biogéochimique des métaux, en particulier leur transfert du sol aux plantes.

Matériels et méthodes

Les prélèvements ont été effectués dans un talweg non impacté du massif du Koniambo à environ 700m d'altitude, le long d'une mini-toposéquence. Le sol est développé à partir de colluvions issues du manteau d'altération latéritique des roches ultrabasiques sous-jacentes. La végétation du talweg est constituée de forêts de *Nothofagus balansae* et *N. codonandra*. Des échantillons de feuilles, tiges et racines ont été prélevés sur 5 « couples » de *Phyllanthus favieri* (hyperaccumulatrice de Ni) et *Phyllanthus cornuthus* (non-hyperaccumulatrice) ainsi que leur sol rhizosphérique. Des analyses chimiques totales (par fusion alcaline) (Ni, Mn, Cr, Co et Fe) et des analyses minéralogiques (DRX au diffractomètre MPD 3710, Philips) ont été effectuées sur les sols. Des extractions partielles (eau, KCl, DTPA) ont été réalisées afin d'étudier la biodisponibilité de ces ETM dans la rhizosphère. Les végétaux (feuilles, racines, tiges) ont été analysés pour les mêmes éléments. Enfin, des études de localisation ont été menées sur les feuilles des 2 plantes : observations par microscopie électronique à balayage sur échantillon cryogénisé (MEB, XL30S FEG, Philips) et analyse par micro-fluorescence X (XGT 5000 Jobin-Yvon-Horiba) sur coupe fine fraîche. Les métaux ont été dosés dans tous les extraits par ICP-OES (Perkin Elmer : Optima 3300 DV).

Résultats et discussion

Le pH_{H_2O} des sols rhizosphériques se situe entre 4,8 et 5,8. Bien que les différences ne soient pas significatives ($P=0,81$), on remarque la tendance à une acidité légèrement accrue dans les sols sous *P. favieri*. La goethite est le minéral constitutif principal sur l'ensemble de la toposéquence, suivie de l'hématite et du quartz. On trouve de la willemseite et ponctuellement des spinelles ferrugineuses, de la lizardite et de maghémite. Les sols rhizosphériques contiennent environ 0.5% de Ni, soit 5 à 10 fois plus que dans les horizons

organiques, resp. les litières, 2% de Cr, 0.5% Mn et moins de 1000 mg kg⁻¹ de Co. On remarque une augmentation de la concentration en Co, Cr, Fe, Mn, Ni des litières aux sols rhizosphériques, tandis que Ca, Na, K et P se concentrent principalement les litières et les horizons organiques. Les quantités biodisponibles restent très faibles (tableau 1). Par contre, les extractions par H₂O et KCl ont montré que les pourcentages extraits de Ni, Mn et Cr dans les litières étaient non négligeables, contrairement aux sols rhizosphériques (jusqu'à 40% pour Mn).

Tableau 1 : Pourcentage d'élément disponible (extractible par DTPA) par rapport à la concentration en élément total dans les sols rhizosphériques de *P. favieri* et *P. cornuthus*.

		Pourcentage				
		Ni	Co	Cr	Fe	Mn
<i>P. favieri</i>	moy	0.55	2.23	<0.001	0.007	2.13
	et	0.11	0.45	-	0.002	0.20
<i>P. cornuthus</i>	moy	0.38	2.60	<0.001	0.009	1.39
	et	0.15	0.75	-	0.006	0.17

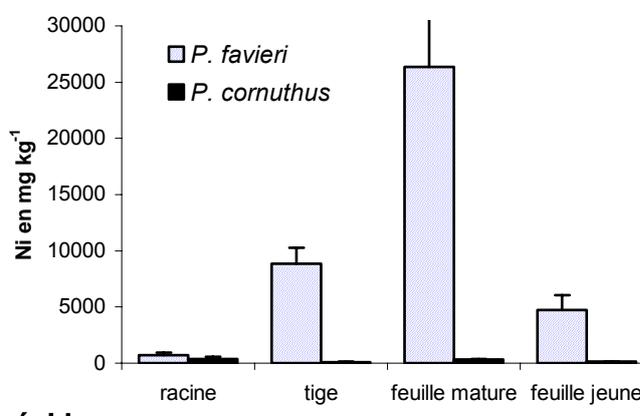


Figure 1 : Concentrations totales en Ni mesurées dans différentes parties de *Phyllanthus favieri* et *P. cornuthus*.

Dans ces conditions, *Phyllanthus favieri* peut accumuler des concentrations en Ni dépassant les 2% dans les parties aériennes. Les concentrations dans *P. cornuthus* sont 2 à 100 fois inférieures selon les organes bien que les concentrations dans le sol soient identiques (Figure 1)

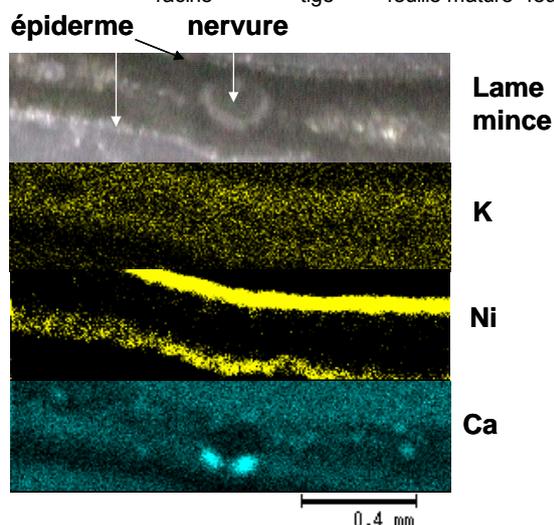
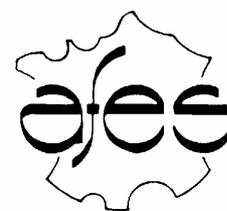


Figure 2 : Observation d'une coupe de feuille mature de *P. favieri* par micro-fluorescence X et cartographie élémentaire de K, Ni et Ca.

Conclusion

Les deux espèces de *Phyllanthus* étudiées sont toutes deux tolérantes à des concentrations très élevées de métaux dans leur sol rhizosphérique. La biodisponibilité de ces métaux dépend beaucoup de l'horizon considéré. *Phyllanthus cornuthus* possède des mécanismes d'exclusion limitant le transfert des métaux dans ses parties aériennes. Elle semble également s'installer sur des sites présentant une fertilité plus élevée en cations alcalins et alcalino-terreux. *Phyllanthus favieri* est hyperaccumulatrice de Ni. Elle séquestre le métal dans les cellules épidermiques de ses feuilles, probablement grâce à un stockage vacuolaire (Figure 2) protégeant ainsi les parties métaboliquement actives de la feuille.

Association Française pour l'Etude des Sols



Actes des 9^{es} J^{nes}

Journées Nationales de l'Etude des Sols



3 au 5 avril

2007

ANGERS

**Institut National d'Horticulture
UMR SAGAH**

© AFES – INH, 2007

Actes des 9^{es} Journées Nationales de l'Etude des Sols, 3-5/4/2007

J.P. Rossignol (ed) Angers