

Caractérisation du chrome disponible par les cinétiques d'échange isotopique : application aux sols du massif de Niquelândia (Brésil)

Garnier J.¹, Quantin C.¹, Echevarria G.², Becquer T.³

¹ UMR 8148 IDES, Univ. Paris Sud, 91405 Orsay

² UMR 1120 ENSAIA-INPL-INRA, 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy

³ UMR 137, IRD-Embrapa, 71619-970 Brasilia-DF, Brésil

Introduction

Le massif ultramafique de Niquelândia possède des sols caractéristiques aux teneurs en Eléments en Traces très élevées suscitant un fort intérêt pour l'exploitation minière (Co, Cr et Ni). Ces sols sont aussi le siège d'une végétation endémique et métallicole qui a su s'adapter au stress métallique. Parmi les métaux potentiellement phytotoxiques, le Cr y est particulièrement présent sous ses deux valences, Cr(III) et Cr(VI). Des extractions chimiques sur plusieurs sols caractéristiques du massif (Garnier *et al.*, 2006) ont permis de mettre en évidence une importante fraction facilement disponible sous la forme toxique Cr(VI). Caractériser les paramètres de contrôle d'échange du Cr(VI) dans ces sols permettrait d'identifier les facteurs contrôlant l'exposition des végétaux au stress en Cr(VI). Afin de répondre à cette question, des cinétiques d'échange isotopique (CEI) sur le Cr(VI) ont été réalisées pour la première fois. Cette méthode, qui a déjà montré son efficacité pour le P, le Cd, le Zn et le Ni, permet de caractériser la dynamique du stock de métal échangeable de la phase solide du sol et son pouvoir tampon vis-à-vis de la fraction en solution (Echevarria *et al.*, 1998). Il a été montré qu'indépendamment de leur comportement, les plantes prélèvent le métal à partir du pool isotopiquement échangeable (Massoura *et al.*, 2004). L'objectif de ce travail était de valider la méthode des CEI pour caractériser la disponibilité des ions chromates et si possible de comprendre les mécanismes la contrôlant. Pour cela, deux Ferralsols ultramafiques contenant des proportions variables de Cr(VI) ont été choisis.

Matériel et Méthodes

Les deux Ferralsols étudiés (8 et 9) sont riches en Cr et en Ni, notamment le sol 8 qui montre des teneurs supérieures à 1% dans les deux horizons profond(>60 cm). La minéralogie des horizons des deux sols est dominée par les oxydes de Fe (Goethite et Hématite) ainsi que par les spinelles (Magnetite et Chromite) et le quartz. L'hématite est plus présente dans le sol 9 que dans le sol 8. Des extractions séquentielles du Cr et du Fe ont été réalisées sur la terre fine de chacun des horizons des deux profils (Garnier *et al.*, 2006).

Les CEI ont été adaptées à l'étude de la disponibilité des ions chromate dans les sols. Le protocole utilisé pour le Ni (détails complets dans Echevarria *et al.*, 1998) a été utilisé en suivant les ions CrO_4^{2-} dans la solution du sol et en apportant des ions $^{51}\text{CrO}_4^{2-}$ comme traceurs de l'échange isotopique. Ces derniers sont injectés dans des suspensions terre/eau (rapport 1/10) et leur cinétique de disparition de la solution est suivie dans le temps après filtration. Cet isotope a été mesuré dans les solutions de sol extraites aux différents temps d'échange isotopique par comptage γ . Le taux de dilution maximal des ions marqués pour des temps infinis est en général compris comme le rapport de l'espèce considérée en solution sur la concentration totale de cette espèce dans la phase solide (*i.e.* $\text{CrVI}_S/\text{CrVI}_T$). Dans le cas des ions chromate, il a fallu estimer cette dernière par l'ensemble des fractions mobilisables de CrO_4^{2-} par la méthode d'extraction au KH_2PO_4 (sélective pour CrO_4^{2-}) car le Cr total du sol

comprend une majorité d'ions Cr^{3+} non impliqués dans l'échange isotopique avec les ions CrO_4^{2-} dans la solution du sol.

Résultats et discussion

Les compartiments isotopiquement échangeables sont très significatifs (Figure 1) et coïncident avec les fractions échangeables, liés aux oxydes de Mn et oxydes de Fe amorphes et confirment donc ceux obtenus par les extractions séquentielles (Garnier *et al.*, 2006). La prépondérance des compartiments échangeables en moins de 1 minute ou 24h montre le caractère très labile de l'association des ions CrO_4^{2-} avec les surfaces des colloïdes des sols. Ces ions sont donc extrêmement disponibles et les ions PO_4^{3-} , beaucoup plus fortement retenus par ces mêmes colloïdes, peuvent les chasser aisément.

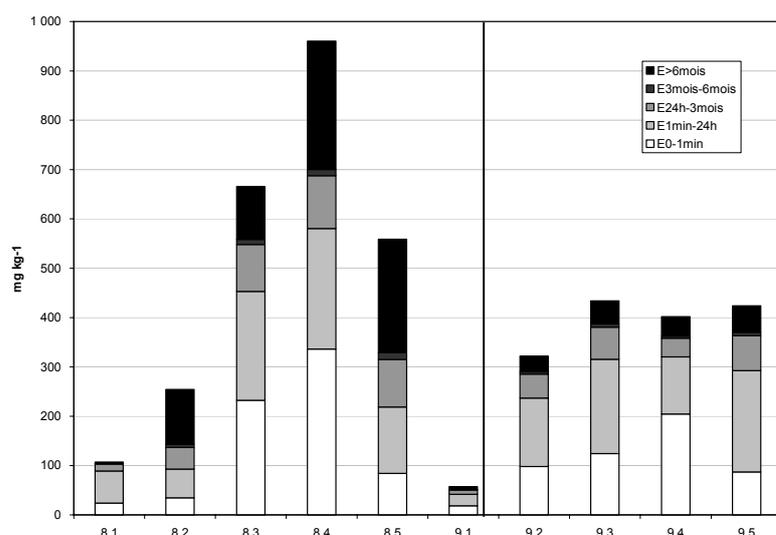


Figure 1 : Distribution des ions chromate dans les différents compartiments isotopiquement échangeables (CEI) pour deux ferralsols (sols 8 et 9) de Niquelândia, Brésil.

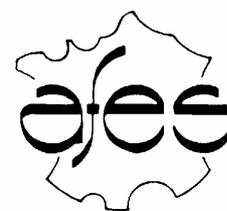
Conclusion

L'aspect cinétique de l'échange du métal entre la phase solide et la solution du sol est exploré par cette méthode, et permet donc d'avoir accès à la fraction disponible pour les organismes vivants. Moyennant quelques mises au point pour généraliser la méthode à d'autres contextes, les résultats permis par les CEI devraient permettre de mieux évaluer l'impact éventuel du Cr(VI) sur l'écosystème et de mieux comprendre la tolérance des végétaux et leur niveau d'adaptation aux forts niveaux de disponibilité de Cr(VI) ainsi qu'aux pouvoir tampons élevés observés dans ces sols.

Références

- Echevarria G., Morel J.L., Fardeau J.C. et Leclerc-Cessac E. 1998. Assessment of phytoavailability of nickel in soils. *J. Environ. Qual.* 27, 1064-1070.
- Garnier J., Quantin C., Martins E.S. et Becquer T. 2006. Solid speciation and availability of chromium in ultramafic soils from Niquelândia, Brazil. *J. Geochem. Expl.* 88, 206-209.
- Massoura S. T., Echevarria G., Leclerc-Cessac E., Morel J. L. 2004. Response of excluder, indicator and hyperaccumulator plants to nickel availability in soils. *Aust. J. Soil Res.* 42, 933-938.

Association Française pour l'Etude des Sols



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

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