

L'acidification des sols : Origine, approche, enjeux et maîtrise

Acidification des sols et biodisponibilité des éléments en traces

Le pH est un des paramètres majeurs influant sur la biodisponibilité des éléments en traces métalliques et donc sur leur transfert vers les plantes. Si l'effet du pH sur la solubilité de la majorité des métaux de transition en solution est avéré, en revanche, il n'est pas toujours perceptible sur leur mobilité dans les sols. Dans le cas du nickel, la biodisponibilité augmente fortement avec la diminution du pH sur les sols développés sur roche mère calcaire. Dans les sols déjà pauvres en Ca, la diminution du pH affecte peu la solubilité de Ni. Dans le cas du cadmium, la biodisponibilité de Cd est très élevée dans les sols à pH acide tels que les luvisols limoneux. Un fort chaulage permet de réduire considérablement la biodisponibilité du Ni si le pH final est supérieur à 7 tandis que la réduction de la biodisponibilité du Cd n'est pas suffisante pour ramener les transferts sol-plante à des niveaux acceptables.

Les métaux lourds sont présents dans les sols suite à leur présence naturelle dans les roches mères et donc dans les sols développés sur ces roches. Cette origine géochimique peut dans certain cas se traduire par de très fortes teneurs en éléments en traces métalliques dans les sols (sols riches en nickel et en chrome sur serpentines, basaltes, etc...). Les pratiques humaines agricoles ou industrielles conduisent aussi à l'enrichissement des sols en métaux traces. Il s'agit principalement d'apports directs de phosphates naturels, de déchets urbains et industriels mais aussi d'apports atmosphériques dus à des rejets industriels.

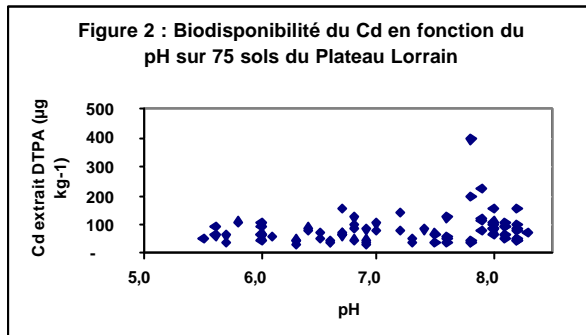
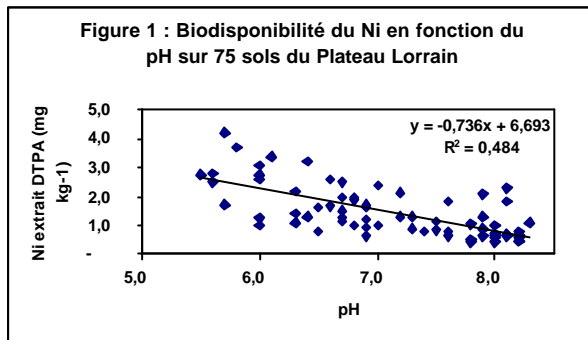
Le risque associé à la présence de ces métaux dans les sols est la possibilité de transfert vers les eaux ou vers les plantes. C'est ce que l'on définit par le terme biodisponibilité. La biodisponibilité peut être directement mesurée lors de cultures en vases de végétation avec des végétaux indicateurs ou indirectement par des méthodes plus universelles telles que les extractions chimiques sélectives ou les cinétiques d'échange isotopique. La biodisponibilité varie en fonction du type de sol et des processus physico-chimiques qui y règnent. Les paramètres tels que le pH, le potentiel d'oxydo-réduction lié à l'excès d'eau, la matière organique soluble

sont les facteurs essentiels expliquant la biodisponibilité des métaux dans les sols.

Pour illustrer le rôle du pH dans la biodisponibilité des éléments en traces métalliques, le nickel et le cadmium représentent deux situations différentes.

La biodisponibilité du Ni et du Cd a été mesurée par extraction à l'aide d'un réactif organique normalisé le DTPA sur un ensemble de 75 sols échantillonnés sur le Plateau Lorrain (affleurements liasique et triasique des départements de Meurthe-et-Moselle, de Moselle et des Vosges). Des expériences de mobilisation du Ni en fonction du pH sur un de ces sols ainsi que sur un sol acide des Landes ont été réalisées pour comparer l'influence de la présence de Ca dans les sols sur la mobilisation par diminution du pH. La biodisponibilité du Cd a été caractérisée par la méthode des cinétiques d'échange isotopique sur une série de luvisols de la région Nord-Pas-de-Calais chaulés ou non suivant un gradient de contamination par des poussières de l'industrie métallurgique.

Les résultats montrent une relation hautement significative entre le pH du sol et la biodisponibilité du Ni (Figure 1). Pour le Cd, le pH n'induit pas de modifications de la biodisponibilité sur cette même série de sols.



L'effet du pH sur la biodisponibilité de Ni dans ces sols a pu être attribué à la formation d'un complexe très soluble $NiCO_3$ en conditions acides qui disparaît à pH 7 suite à la précipitation de. Sur un sol sableux acide des Landes (Podzol) pauvre

en Ca, la solubilité du Ni est élevée à pH 7 mais n'est pas augmentée lorsque le pH diminue. L'augmentation du pH au delà de 7 n'entraîne pas de précipitation de $CaCO_3$ dans ce sol. Sur les sols du Nord-Pas-de-Calais, La teneur totale en Cd apporté par des retombées de poussières industrielles sur des luvisols limoneux peut atteindre plus de 20 mg kg⁻¹. Sa biodisponibilité est très importante à des pH acides (autour de 5,5 à 6,0) et se traduit par des toxicités aiguës chez de nombreux végétaux.. Pour limiter les transferts de Cd vers les végétaux, un chaulage a été entrepris sur ces sols limoneux acides contaminés par Cd et d'autres métaux. Une réduction de la biodisponibilité ainsi qu'une disparition des phénomènes de toxicité aiguë sont observés. En revanche, la moitié du Cd est échangeable à moyen terme (15 jours) dans ces sols entraînant des chutes de rendement par rapport à un sol témoin.

Conclusions et perspectives

La biodisponibilité des éléments en traces métalliques est fortement liée au pH des sols. Certains métaux tel que le Ni sont plus sensibles à l'effet du pH, notamment par des effets indirects sur la chimie des carbonates qui forment avec Ni des complexes très solubles. D'autres métaux, tels que Cd ou Pb sont sensibles au pH mais cet effet peut être imperceptible dans certaines situations comme celle du Plateau Lorrain. Dans des sols de pédogenèse acide sur limons, le pH devient une variable clé de la biodisponibilité du Cd, cependant, un chaulage peut s'avérer insuffisant pour réduire le risque de contamination de la chaîne alimentaire par le Cd. Des études en cours permettront de mieux élucider l'influence du pH sur la biodisponibilité des éléments en traces métalliques, notamment par son effet sur la « matière organique soluble » (complexant des métaux dont le cuivre) et sur la « capacité d'échange cationique » (augmentation des sites d'échanges susceptibles de retenir les cations métalliques).

Texte de G. Echevarria, J. L. Morel, T. Sterckeman, S. Massoura et E. Gérard. réalisé à partir des travaux du Laboratoire Sols et Environnement UMR INRA – ENSAIA/INPL de Nancy.

Pour en savoir plus :

Echevarria G., Massoura S., Morel J.L. 2000. Caractérisation de la biodisponibilité du nickel dans les sols du jurassique inférieur et du trias de la Région Lorraine. Rapport de fin de contrat Agence de l'eau Rhin-Meuse. 19p.

Gérard. E., Echevarria G., Sterckeman T. et Morel J.L. 2000. Cadmium availability to three plant species varying in cadmium accumulation pattern. Journal of Environmental Quality 29, 1117-1123.