

LE RHIZOTEST

Nouveau biotest pour déterminer la phytodisponibilité des éléments traces en sols contaminés

Bravin M. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)

Contact : matthieu.bravin@cirad.fr

POURQUOI UN NOUVEAU BIOTEST ?

Le saviez-vous ?

Les éléments traces peuvent être classés en deux groupes distincts en fonction de leur comportement écotoxicologique vis-à-vis des plantes cultivées. Certains (e.g. Cu, Ni et Zn) sont essentiellement phytotoxiques et peuvent donc affecter le rendement des cultures. D'autres (e.g. As, Cd, Hg et Pb) tendent plutôt à s'accumuler dans les plantes, se traduisant donc par un risque accru de contamination de la chaîne alimentaire pour les Hommes et les animaux d'élevage.

Un consensus international a récemment été obtenu sur la définition du concept de biodisponibilité des contaminants dans les sols, permettant ainsi de fixer un cadre directeur pour la sélection et l'application de méthodes d'évaluation de la biodisponibilité (ISO 17402). En ce qui concerne plus particulièrement l'évaluation de la phytodisponibilité des éléments traces, un certain nombre de méthodes chimiques et biologiques sont normalisées à l'échelle internationale.

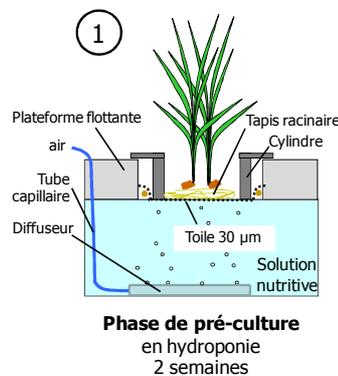
- Si les méthodes chimiques sont à l'heure actuelle les méthodes les plus éprouvées pour estimer la phytodisponibilité des éléments traces, leur validation par corrélation avec des mesures biologiques reste toutefois partielle. Par ailleurs, ces méthodes chimiques ne peuvent, par définition, pas tenir compte de la diversité biologique des réponses observées chez les végétaux supérieurs.
- Quant aux méthodes biologiques, si quatre biotests sont actuellement normalisés à l'échelle internationale, ils n'ont été développés que pour évaluer la phytotoxicité des éléments traces.

Il n'existe donc à l'heure actuelle aucune méthode biologique normalisée permettant d'évaluer la phytodisponibilité des éléments traces présents dans les sols contaminés. C'est notamment pour répondre à ce manque méthodologique que le RHIZOTest a été développé et est en cours de validation en vue de l'obtention d'une normalisation ISO.

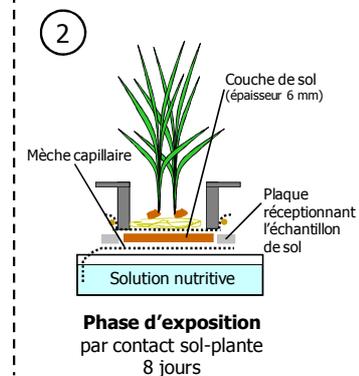
PRINCIPE DE MISE EN ŒUVRE

Le RHIZOTest a été développé spécifiquement pour déterminer la phytodisponibilité des éléments traces. La procédure expérimentale se déroule en deux étapes de culture successives :

- Pendant les deux premières semaines du test, les plantes sont pré-cultivées (incluant la germination) en hydroponie dans des pots cylindriques dont l'extrémité inférieure est obturée par une toile en polyamide empêchant les racines de passer à travers. Ce système de culture permet le développement d'un tapis racinaire plan et dense à la surface de la solution nutritive.



- Durant les huit jours suivants, les plantes maintenues dans les pots sont mises en contact avec une couche de sol de 6 mm d'épaisseur. En maintenant les racines au contact de l'échantillon de sol sans que celles-ci ne puissent se développer en son sein, ce système permet une récolte aisée, propre et complète du système racinaire de la plante (en plus des parties aériennes).



A l'issue de cette deuxième phase de culture, les parties aériennes et racinaires des plantes sont récoltées. Les concentrations en éléments traces sont alors déterminées dans les différents compartiments végétaux. La mesure de phytodisponibilité est alors exprimée pour chaque élément trace :

- soit sous la forme d'une concentration dans les parties aériennes et/ou racinaires,
- soit sous la forme du flux de prélèvement par la plante entière durant la phase d'exposition au sol.

EXEMPLES D'APPLICATION A DES PROBLEMATIQUES DE SOLS CONTAMINES

Le RHIZOtest a été utilisé lors d'une étude portant sur l'évaluation des risques de phytotoxicité du cuivre (Cu) sur le blé dur implanté sur des sols à antécédent viticole dans l'Hérault. Le RHIZOtest a ainsi permis (Figure 1) :

- de discriminer la phytodisponibilité de Cu pour le blé dur pour une gamme de 40 sols représentatifs du département et présentant des propriétés physicochimiques variées, notamment du point de vue du pH et du niveau de contamination en Cu.
- de montrer que sa réponse était principalement sensible au niveau de contamination des sols comme cela a également été mesuré sur des plantes prélevées sur le terrain.

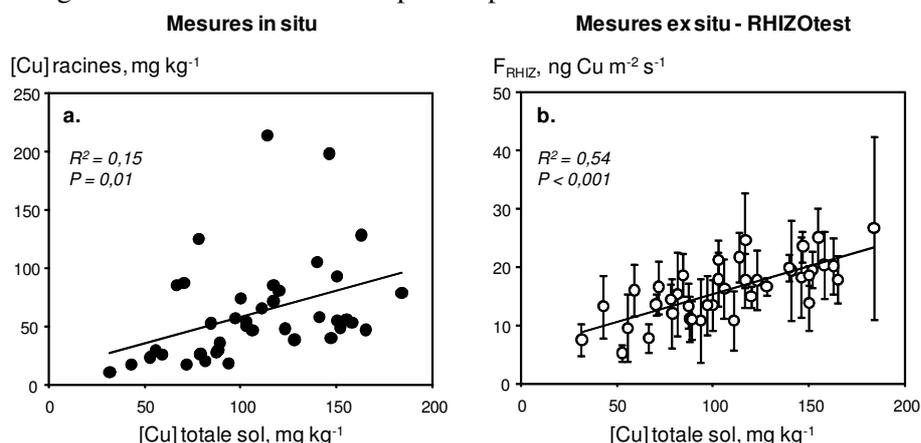


Figure 1 : Phytodisponibilité de Cu pour le blé dur mesurée in situ (a ; concentration en Cu dans les racines) et ex situ avec le RHIZOtest (b ; flux de prélèvement de Cu par la plante) en fonction du niveau de contamination de 40 sols à antécédent viticole.

Malgré cette dépendance similaire vis-à-vis des propriétés du sol, aucune corrélation directe et significative n'a pu être trouvée entre les mesures de terrain et en RHIZOtest, soulignant ainsi la difficulté à mettre au point des outils de laboratoire qui permettent une prédiction précise des risques sur le terrain.

Le RHIZOtest a également été utilisé pour évaluer la phytodisponibilité du cadmium (Cd) pour 10 espèces végétales cultivées sur un sol du nord de la France contaminé (4,5 mg Cd kg⁻¹) par les retombées atmosphériques d'une ancienne usine métallurgique (Figure 2). En élargissant cette étude à deux autres types de sol et quatre autres éléments traces (i.e. As, Cu, Pb et Zn), le RHIZOtest a permis :

- d'étudier les principaux facteurs (i.e. espèces végétales, types de sol et d'éléments traces) déterminant la variabilité de la phytodisponibilité des éléments traces.
- de réaliser un screening de plusieurs espèces végétales suivant leur capacité à accumuler les éléments traces.
- de sélectionner des espèces indicatrices de la teneur en éléments traces dans le cadre de la biosurveillance des sols ou des études d'évaluation des risques écologiques nécessitant des mesures de transferts dans les chaînes trophiques terrestres.

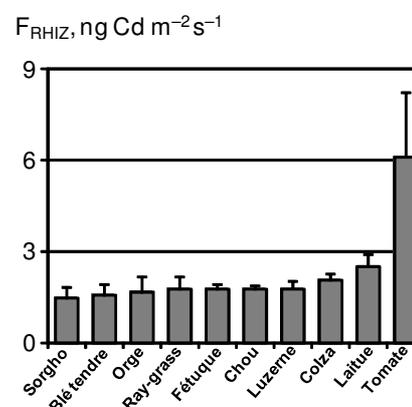


Figure 2 : Phytodisponibilité de Cd pour dix espèces cultivées avec le RHIZOtest

PERSPECTIVES : VERS LA NORMALISATION ISO

Le développement du RHIZOtest se poursuit actuellement avec l'objectif d'en faire un outil normalisé, utilisable en routine, pour l'évaluation des risques de phytodisponibilité des éléments traces dans les sols contaminés. A ce jour, l'avancée des travaux ont permis :

- de valider le prototype de l'outil ainsi que la méthodologie,
- d'élargir la gamme des éléments traces qui inclus maintenant As, Cd, Cr, Cs, Cu, Ni, Pb et Zn,
- de sélectionner trois espèces végétales cibles (i.e. le chou, la fétuque et la tomate) tendant globalement à maximiser la phytodisponibilité des éléments traces.

La dernière étape de validation du RHIZOtest à travers un test interlaboratoire internationale va être réalisée en 2012 et devrait permettre l'acceptation finale de la norme ISO (ISO/CD 16198).