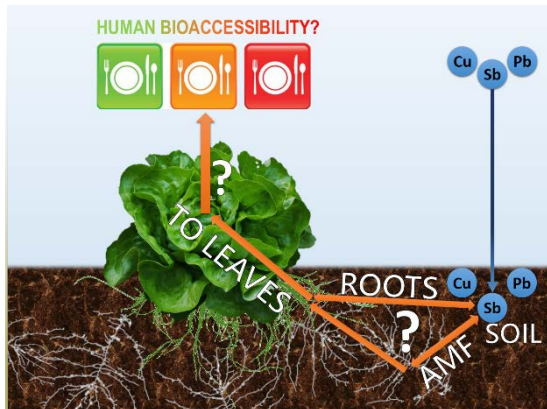


Influence de la mycorhization sur la phytodisponibilité et la bioaccessibilité du plomb, du cuivre et de l'antimoine dans les sols.

A . Pierart, C. Dumat, N. Sejalon. Université de Toulouse, Ecolab et CERTOP.
camille.dumat@ensat.fr

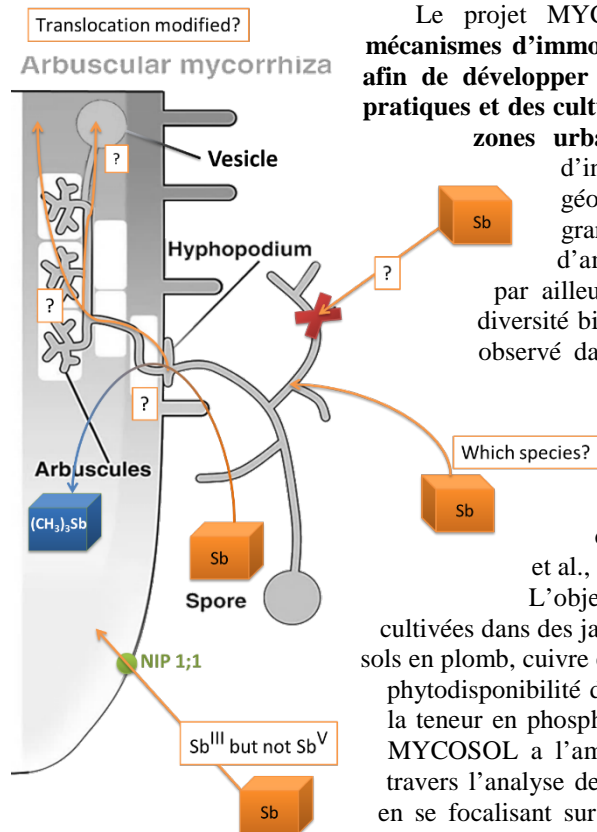


La plupart des plantes terrestres (80%) vivent dans leur milieu naturel en interaction étroite avec des champignons du sol. Ces champignons constituent avec les racines des plantes, une interaction symbiotique de type endomycorhize : les plantes fournissent au champignon jusqu'à 20% des sucres issus de la photosynthèse, en échange de quoi, le champignon fournit à la plante, l'eau, le phosphate peu mobilisable et les sels minéraux prélevés dans le sol par le réseau de filaments mycéliens. Les plantes endomycorhizées sont ainsi mieux alimentées et plus résistantes aux agressions extérieures (Hildebrandt et al., 2007). Par ailleurs, la capacité des champignons mycorhiziens à détoxifier les sols pollués en métaux et métalloïdes est connue depuis plusieurs années (Barea and

Jeffries, 1995, Gonzalez-Chavez et al, 2004). Néanmoins, il n'est pas clair à ce jour, si les caractéristiques du sol (phase solide et solution du sol) influence les stratégies mises en place (Haselwandter et al, 1994). En particulier les interactions phosphore-polluant inorganique-champignon-plante ont été peu étudiées alors que la formation de phosphates métalliques peut fortement influencer la phytodisponibilité des polluants (Shahid et al., 2013). Par ailleurs, les écosystèmes microbiens des sols doivent aussi être pris en compte dans le système polluant-champignon-plante. En effet, ils participent aux transformations et transferts de matières et de nutriments. Ils excrètent divers composés susceptibles d'interagir avec les polluants et donc de moduler leur solubilisation et leur biodisponibilité (Wu et al., 2010). Par ailleurs, la toxicité de polluants métalliques sur le compartiment microbien a été mise en évidence en termes de diminution de diversité et d'activité (Khan et al., 2007 ; Shentu et al., 2008).

L'exposition humaine individuelle aux contaminants est en grande partie due à la consommation d'aliments contaminés (Cap 2003; Gorna-Binkul et Buszewsky 1997). Les réglementations nationales et internationales sur la qualité des aliments ont abaissé les niveaux maximaux admissibles de métaux toxiques dans les produits alimentaires en raison d'une prise de conscience des risques posés par ces métaux à la contamination de la chaîne alimentaire (Radwan et Salama 2006). Les légumes et les fruits sont les principaux composants de l'alimentation de la population mondiale; leur contamination pourrait donc avoir un fort impact sur la santé humaine. En fait, de nombreuses études ont indiqué que le niveau des concentrations de plomb dans les tissus végétaux peut dépasser plusieurs centaines de fois le seuil européen: $0,3 \text{ mg Pb kg}^{-1}$ de poids frais (Gonzalez-Miqueo et al 2010). Jassir et al. (2005) ont rapporté des niveaux élevés de métaux lourds dans les légumes vendus dans les marchés de la ville de Riyad en Arabie Saoudite ainsi que Sharma et al. (2008) pour les légumes des marchés de Varanasi en Inde.

Dans un contexte de crise économique mondiale, les activités de jardinage se développent fortement dans tous les pays. Produire des végétaux de qualité (« bons pour la santé ») est un des objectifs visés par les jardiniers amateurs (Gojar et Weber, 1995). Aussi la préservation de l'environnement devient progressivement une préoccupation pour de nombreux jardiniers : utilisation de produits nutritifs ou de traitement « bio », intérêt pour la compréhension des phénomènes impliqués dans les transferts sol-plante des éléments nutritifs, préservation de la ressource en eau, amélioration de la biodiversité, etc. (Lindman, 2007 ; Putegnât, 2001). Dans les potagers comme dans les exploitations agricoles, les pratiques ont évolué ces dernières années et on parle désormais de plus en plus de jardinage raisonné et de jardinage biologique. Les activités de jardinage illustrent à plusieurs niveaux le lien « qualité de l'environnement » et « santé » : consommation de produits de qualité, activité physique, bien-être (Twigger-Ross et Uzzell, 1996), lien social (Vadrot, 2009), etc. Le constat est aujourd'hui que les populations montrent un engouement croissant pour le jardinage. Cependant, les pressions, contraintes et/ou convictions, sanitaires, écologiques ou économiques aboutissent à des pratiques très diversifiées et plus ou moins respectueuses de l'environnement. Il apparaît donc important de mieux comprendre les facteurs influant la phytodisponibilité et la bioaccessibilité de différents polluants retrouvés dans les sols de jardins pollués: le plomb (retombées atmosphériques des entreprises de recyclage et historiquement plomb des essences), le cuivre (bouillie bordelaise parfois utilisée en excès) et l'antimoine (polluant émergent, provenant en particulier des activités de transport).



Le projet MYCOSOL a pour objectif de mieux comprendre les **mécanismes d'immobilisation et de transfert des métaux et métalloïdes afin de développer des stratégies futures pour optimiser le choix des pratiques et des cultures adaptées dans le cadre de jardins contaminés en zones urbaines.**

Ces jardins sont contaminés par la présence d'industries polluantes plus ou moins proches géographiquement ou par la circulation automobile sur les grandes voies routières ou encore par l'apport d'amendements contaminés. Les sols de ces jardins urbains, par ailleurs modifiés par les aménagements, sont appauvris en diversité biologique (Bainard et al., 2011). Le plomb est largement observé dans les sols urbains où se développent les activités de jardinage à l'échelle de la planète (Foucault et al., 2013).

L'antimoine est en particulier retrouvé dans des sols ou des poussières collectées à proximité des axes routiers. Le rapport Sb/Cu (> 4.5) est utilisé pour tracer les émissions de particules atmosphériques dues au trafic automobile (Weckwerth, 2001 ; Sternbeck et al., 2002).

L'objectif général concerne la qualité des plantes potagères cultivées dans des jardins urbains susceptibles de présenter des pollutions des sols en plomb, cuivre et antimoine. Quelle est l'influence des mycorhizes sur la phytodisponibilité des polluants et ceci en fonction de l'espèce végétale, de la teneur en phosphore du sol, de la concentration en polluants ? Le projet MYCOSOL a l'ambition de réaliser des travaux de recherche poussés à travers l'analyse des transferts, de la bioaccessibilité pour l'homme et ceci en se focalisant sur la compréhension des mécanismes : (i) analyses de la spéciation et de la compartimentation des polluants dans les phases solide et

liquide du sol et dans le système plante-champignon par des techniques de microscopie et spectroscopie complémentaires ; (ii) modélisation de la spéciation en solution des polluants en relation avec les apports de phosphates et étude de la microbiologie du sol.

Par ailleurs les conditions de sols seront choisies pour être représentatives des sols de jardins pollués qui sont caractérisés par des teneurs en matières organiques généralement fortes (de 4 à 15%) et des teneurs en phosphore au-dessus de la moyenne nationale. Les résultats du projet ont en effet vocation à être communiqués auprès des responsables locaux en charge de la gestion des jardins associatifs (collectivités locales, ARS, etc).

Aucune étude de bioaccessibilité des polluants en relation avec l'influence des mycorhizes n'a été publiée. Un certain nombre d'études concernent le rôle des mycorhizes dans le transfert (ou l'immobilisation) du plomb et du cuivre dans les plantes, mais à ce jour, aucune étude ne concerne l'antimoine.

La modélisation des transferts sol-plante de polluants en tenant compte de l'association plante-champignon et des microorganismes est un challenge important en termes de gestion des risques sanitaires et pour des applications relatives à la phyto-remédiation des sols pollués et d'agriculture durable.

