

LE CUIVRE EST-IL DAVANTAGE PHYTOTOXIQUE EN SOL CALCAIRE ?

L'usage de fongicides à base de cuivre (Cu) pour lutter contre le mildiou de la vigne a conduit à une contamination des sols viticoles en Cu dont l'effet sur le fonctionnement et la pérennité des agroécosystèmes nécessite d'être évalué avec précision. Étonnamment, c'est en sols viticoles calcaires que la phytotoxicité du Cu s'extériorise le plus, là même où la disponibilité de Cu est a priori la plus faible en raison du pH élevé. L'hypothèse couramment avancée pour expliquer ce phénomène est que l'excès de Cu induirait, en contexte calcaire, une carence en fer sur les plantes, notamment les Poacées, en perturbant leurs mécanismes d'acquisition et d'homéostasie de Fe (Cornu, 2023).

Ce travail présente les résultats préliminaires d'une étude visant à tester cette hypothèse d'antagonisme Cu-Fe en sol viticole calcaire. Une Poacée (avoine) et une non-Poacée (moutarde) ont été cultivées en vase de végétation jusqu'à floraison, sur deux sols viticoles (calcaire vs non-calcaire) dont la teneur en Cu a été augmentée (par apport de CuSO_4) jusqu'à des valeurs représentatives d'une contamination médiane (90 mg kg^{-1}) à haute (300 mg kg^{-1}). La disponibilité de Cu (et Fe) dans le sol a été évaluée via une extraction au KCl (10 mM), et la réponse des plantes à la pression cuprique a été caractérisée en termes de croissance, de pigmentation foliaire (SPAD) et d'accumulation de Cu et Fe dans leurs tissus (racines, feuilles) à floraison. Une expérience parallèle suivant rigoureusement le même design expérimental a été menée sur l'enchytréide *Enchytraeus albidus* en suivant sa survie et sa reproduction ainsi qu'un marqueur de stress métallique (i.e. l'expression d'un gène de biosynthèse des metallothionéines), afin de tester si cette hypothèse d'antagonisme Cu-Fe s'appliquait également à la faune du sol.

Les résultats confirment qu'en sol calcaire le Cu a un effet plus marqué sur la croissance et la pigmentation des plantes (avoine comme moutarde) qu'en sol non calcaire, malgré une disponibilité de Cu plus faible. Sur la moutarde, les premiers symptômes de chlorose internervaire apparaissent dès 90 mg kg^{-1} en sol calcaire quand ils n'apparaissent qu'à 300 mg kg^{-1} en sol non calcaire. A ces symptômes de chlorose plus « précoces » s'ajoute une concentration en Cu dans les feuilles plus élevée dans les plantes (avoine comme moutarde) exposées au Cu en sol calcaire. Parce que cette hausse de la concentration en Cu ne s'accompagne pas d'une hausse de la concentration en Fe dans les feuilles, l'hypothèse d'une carence induite en Fe comme origine des chloroses observées dans les modalités contaminées en Cu est fragilisée au profit d'une phytotoxicité directe de Cu.

Par opposition, l'exposition au Cu a eu un effet plus marqué sur l'expression de gènes de biosynthèse de metallothionéines et sur l'accumulation de Cu par les enchytréides en sol non calcaire qu'en sol calcaire, sans que cela ne traduise par une différence d'effet de Cu sur leurs traits de vie entre les deux sols. Cette toxicité accrue du Cu en sols calcaires ne semble donc pas s'observer sur tous les organismes du sol pour des raisons liées à leur mode d'exposition au Cu et/ou à la nature des processus qu'ils mettent en œuvre pour couvrir leurs besoins en Fe dans ces sols.

Mots clés

Métaux traces, sol, disponibilité, écotoxicité, carence induite, fer, enchytréide

Remerciements

Nous remercions le personnel des UMR ISPA et ECOSYS ayant contribué à ce projet, ainsi que l'institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) pour son soutien financier.

Références

Cornu J-Y. 2023. Ecotoxicité du cuivre dans le sol des vignobles français. IVES Technical Reviews, <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2023.7854>

Antoine AUBERTIN (1), Jérémy CARON (2), Claire LASSERRE (1), Juliette FABURE (2), Laetitia PEDRONI (2), Noémie JANOT (1), Jean-Yves CORNU* (1)

(1) ISPA, Bordeaux Sciences Agro, INRAE, 33140 VILLENAVE D'ORNON

(2) Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR ECOSYS, 91120 PALAISEAU

Contact : jean-yves.cornu@inrae.fr