

« Toxicité du cuivre sur graminées en sols viticoles carbonatés »
Sujet de Master II 2024 – UMR ISPA, jean-yves.cornu@inrae.fr

Les fongicides à base de cuivre sont utilisés en viticulture depuis la fin du 19^{ème} siècle pour lutter contre le mildiou de la vigne. Ces produits de contacts sont emportés des feuilles de vigne vers le sol lors des précipitations consécutives au traitement. Ce lessivage conduit à une contamination cuprique des sols viticoles dont les conséquences sur l'environnement nécessitent d'être évaluées avec précision en vue, notamment, du renouvellement (ou non) de l'autorisation de leur utilisation en 2025.

Etonnamment, c'est en sols calcaires que les effets de Cu s'extériorisent le plus souvent sur les couverts, là même où la biodisponibilité de Cu est a priori faible en raison du pH élevé. L'exemple le plus décrit est celui du vignoble languedocien dans lequel la crise viticole a provoqué l'arrachage de vignes, puis leur remplacement par d'autres cultures, notamment du blé dur. Le fait que le blé dur extériorise spécifiquement sur les parcelles calcaires chargées en Cu, un jaunissement révélateur d'une chlorose ferrique et ce, selon des zones correspondant parfois à des anciens rangs de vignes, souvent à des tournières, a permis d'établir un lien, depuis confirmé, entre contamination cuprique des sols et déficience en Fe des cultures (Chaignon et al. 2002 ; Michaud et al. 2007 ; Braun 2019). Le fait que cette carence induite en Fe soit le plus souvent observée sur graminées suggère que l'excès de Cu perturbe l'acquisition de Fe(III) dans le sol basé, pour les graminées, sur la production de phytosidérophores (stratégie II). L'hypothèse sous-jacente est que dans les sols où la biodisponibilité de Fe est faible, typiquement en sol calcaire, le Cu(II) détournerait les phytosidérophores de leur fonction initiale de complexation du Fe(III).

Avant de lancer des investigations plus poussées visant à tester cette hypothèse, il semble nécessaire de vérifier que les graminées extériorisent spécifiquement une toxicité cuprique en sols viticoles carbonatés. Ce sujet de Master II vise donc à vérifier que :

- (i) La toxicité de Cu sur graminées s'exprime en sol carbonaté à des doses de Cu plus faibles qu'en sol non carbonaté
- (ii) La toxicité de Cu en sol viticole carbonaté est spécifique des graminées, c'est à dire des plantes productrices de phytosidérophores
- (iii) Les symptômes de toxicité cuprique en sols viticoles carbonatés s'apparentent à une déficience en fer

Ce projet repose sur une expérimentation principale visant à cultiver du blé dur et de la moutarde sur un même sol viticole contaminé ou non en Cu, et dont le pH aura été graduellement augmenté par ajout de chaux. La réponse du blé dur et de la moutarde en termes de croissance, pigmentation foliaire et architecture racinaire permettra de savoir si le blé dur est particulièrement sensible à l'excès de Cu en sols carbonatés. Des mesures physiologiques (teneur tissulaire en Fe, voire expression de gènes sentinelles) permettront de renseigner le degré de carence en Fe des deux plantes et, ainsi, de savoir si la sensibilité potentiellement accrue du blé dur au Cu en sols carbonatés est liée à une carence induite en Fe. Enfin, une évaluation de la disponibilité de Fe dans le sol rhizosphérique permettra de tester si cette présumée carence induite en Fe est liée à un effet délétère de Cu sur la mobilisation de Fe par le blé dur en contexte carbonaté.

Le stage se déroulera sur le centre INRAE de la Grande Ferrade à Villenave d'Ornon (33), au sein de l'UMR ISPA. Une collaboration avec des physiologistes moléculaires spécialistes du fer sera envisagée en cas de déficience suspectée en Fe.