

Résumé des travaux

Le cuivre (Cu) est couramment utilisé comme fongicide sur la vigne, ce qui entraîne son accumulation dans les sols viticoles. La phytoextraction peut être envisagée pour pallier à cette problématique. Cependant, l'absence de plante hyperaccumulatrices de Cu et la disponibilité modérée de Cu contraignent son utilisation et limitent les rendements de phytoextraction de Cu à quelques centaines de g Cu ha⁻¹ an⁻¹.

Premièrement, cette thèse a eu pour objectif d'évaluer la sensibilité d'un panel de plantes à la contamination cuprique dans le but d'en trouver une ou plusieurs regroupant les critères d'une plante accumulatrices de Cu. Deuxièmement, cette thèse a visé à évaluer les effets d'un apport de substances humiques solubles (SHS) sur la dynamique de Cu dans les sols viticoles. Pour finir, le troisième objectif visait à la mise en place d'un itinéraire de culture pour maximiser la phytoextraction de Cu dans les sols viticoles.

Les plantes étudiées sont en majorité capables de lutter contre la contamination cuprique mais aucune espèce n'a accumulé suffisamment de Cu dans ses parties aériennes pour que son utilisation en phytoextraction de Cu puisse être considérée. Les SHS contenues dans les TCO ont permis d'augmenter la mobilité et la biodisponibilité de Cu dans les sols viticoles et des mesures isotopiques ont mis en évidence que cette mobilisation est limitée aux premiers cms du sol. Des essais réalisés en conditions réalistes ont permis de tripler le rendement de phytoextraction via l'apport de SHS. Cependant, les rendements d'extraction ont varié entre 25 et 165 g Cu ha⁻¹ an⁻¹, ce qui reste insuffisant pour compenser les apports annuels de Cu.

Copper (Cu) is widely used as a fungicide in viticulture to prevent downy mildew in grapevines, leading to its accumulation in vineyard soils. Phytoextraction can be considered to remedy this problem, but no plant is known to be a Cu hyperaccumulator, and Cu availability is limited in vineyard soils. As a result, Cu phytoextraction yields currently struggle to reach $100 \text{ g Cu ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$.

The first aim of this thesis is to evaluate the effects of aerated compost tea (ACT) on copper dynamics in vineyard soils. These liquids, which result from the infusion of compost in water, are rich in soluble humic substances (SHS), which have the capacity to mobilize and complex Cu present in the soil. Secondly, the aim of this thesis is to find one or several plants that respond positively to an increase in Cu phytoavailability, and that can accumulate a large quantity of copper in their aerial parts without biomass loss due to copper contamination. Finally, the third objective is to set up a cultivation itinerary to achieve a phytoextraction yield of $1 \text{ kg Cu ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$.

We have demonstrated that the SHS contained in ACT are able to complex Cu in vineyard soils. However, the efficiency of Cu mobilization by TCO depends on the affinity for Cu of the SHS it contains, and the degree to which its addition increases the concentration of SHS in soil pore water. Although the effects of TCO addition persist over time, they decrease as SHS bind to soil components and are degraded by soil micro-organisms. Plants have different strategies for counteracting cupric contamination, and the majority of species tested are not or only slightly sensitive to Cu. Moreover, no species accumulated more than 50 mg Cu kg^{-1} in its aerial parts, even in highly contaminated soil. Trials carried out under field conditions enabled us to almost triple phytoextraction yields using ACT, underlining the beneficial effect of ACT on plant growth and Cu phytoavailability. However, the calculated Cu extraction yields were of the order of $120 \text{ g Cu ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$, which remains low compared with the target of $1 \text{ kg Cu ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$.