

THESE DE DOCTORAT

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 596

Matière, Molécules, Matériaux et Géosciences

Spécialité : « Sciences de la Terre et de l'environnement »

Par

« Justine GARRAUD »

« Réduction de la charge en cuivre des sols viticoles par phytoextraction associée à la bioaugmentation »

Thèse présentée et soutenue à « Nantes », le « 6 décembre 2023 »

Unité de recherche : Laboratoire de Planétologie et Géosciences – UMR 6112 - CNRS

Rapporteurs avant soutenance :

Valérie Bert Ingénieure de recherche, HDR, INERIS
Cristiana Cravo Laureau Maître de conférences, HDR, IPREM

Composition du Jury :

Attention, en cas d'absence d'un des membres du Jury le jour de la soutenance, la composition du jury doit être revue pour s'assurer qu'elle est conforme et devra être répercutée sur la couverture de thèse

Président :	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (8)(à préciser après la soutenance)
Examineurs :	Matthieu Bravin	Chercheur, CIRAD
	Philippe Simier	Professeur, Nantes université

Dir. de thèse :	Thierry Lebeau	Professeur, Nantes université
Co-dir. de thèse :	Hervé Capiaux	Maître de conférences, Nantes université

Invité(s)

Cécile Le Gern Ingénieur de recherche, BRGM, Nantes

Titre : Réduction de la charge en cuivre des sols viticoles par phytoextraction associée à la bioaugmentation.

Mots clés : Bioaugmentation, Chicorée, Cuivre, Matière organique dissoute (MOD), Phytomanagement, Sol viticole

L'utilisation répétée de fongicides à base de cuivre (Cu) a engendré son accumulation dans les sols viticoles. La phytoextraction permet de réduire leur charge en Cu. Dans la solution du sol, le Cu est cependant complexé majoritairement à la matière organique dissoute (MOD), qui est peu phytodisponible. Les travaux menés ont visé à (i) sélectionner une plante accumulatrice de Cu qui puisse être valorisée en alimentation animale et (ii) augmenter le pool de Cu phytodisponible par bioaugmentation du sol. Parmi 7 plantes testées en hydroponie (avoine, chanvre, chicorée, moutarde brune, ray-grass, sarrasin et tournesol), la chicorée a accumulé le plus de Cu dans ses parties récoltables. Un isolat et un consortium bactérien ont été testés pour i) mobiliser le Cu des phases porteuses du sol, ii) dégrader les complexes Cu-MOD et iii) accroître la croissance de la plante.	L'isolat <i>Pseudomonas</i> sp. 171 (P171) a été utilisé pour ses propriétés PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) et de mobilisation du Cu. En revanche, aucune bactérie capable de dégrader la MOD n'a été clairement identifiée. Afin d'améliorer la survie de P171, de potentiels partenaires ont été identifiés sur la base de réseaux d'association. Un consortium constitué de <i>Flavobacterium</i> (isolat F47-2) et de P171 a été testé en cultivant la chicorée sur le sol viticole bioaugmenté par ce consortium (sous forme libre ou immobilisé dans des billes d'alginate). La chicorée a accumulé plus de cuivre avec le consortium qu'avec P171 seul. Le suivi de P171 par le gène GFP et par métabarcoding du gène <i>rpoB</i> et 16S a également montré que l'immobilisation de ce consortium favorisait l'installation de P171 dans le sol.
---	---

Title : Reducing the copper load in vineyard soils by phytoextraction combined with bioaugmentation

Keywords : Bioaugmentation, Chicory, Copper, Dissolved organic matter (DOM), Phytomanagement, Wine-growing soil

Abstract : The repeated use of copper (Cu)-based fungicides has led to its accumulation in wine-growing soils. Phytoextraction allows reducing their Cu load. In the soil solution, Cu is however mainly complexed with dissolved organic matter (DOM), which shows low plant availability. The work carried out in this PhD thesis aims to (i) select a Cu-accumulating plant that can be used to feed animals and (ii) increase the pool of plant-available Cu by bioaugmentation of the soil. Among the 7 plants tested in hydroponics (oats, hemp, chicory, brown mustard, ryegrass, buckwheat and sunflower), chicory accumulated the most Cu in its harvestable parts. A bacterial isolate and a bacterial consortium were tested to i) mobilize Cu from soil bearing phases, ii) degrade Cu-MOD complexes and iii) increase plant growth.	The isolate <i>Pseudomonas</i> sp. 171 (P171) was used for its PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) and Cu mobilization properties. In contrast, no bacteria capable of degrading MOD were clearly identified. To improve the survival of P171, potential partners were identified by association networks. A consortium composed of <i>Flavobacterium</i> (isolate F47-2) and P171 was tested by growing chicory on wine-growing soil bioaugmented with this consortium (in free form or immobilized in alginate beads). Chicory accumulated more copper with the consortium than with P171. Monitoring of P171 by the GFP gene and by metabarcoding of the <i>rpoB</i> and 16S genes also showed that immobilization of this consortium favored the installation of P171 in the soil.
--	---