



CNRS/Aix Marseille Université

Europôle Méditerranéen de l'Arbois
Bâtiment Laennec
13545 Aix en Provence cedex 4

Direction : Nicolas Roche
Nicolas.roche@univ-amu.fr

Administration : Joëlle Cavaliéri
Tél : 06 66 03 84 72
Joelle.cavaliéri@univ-amu.fr

Site internet : <http://www.eccorev.fr/>

Journée Restitution de l'Appel d'Offre Interne 2022
Vendredi 5 novembre 2025
Aix en Provence Technopole de l'Arbois

Fiche-Résumé

Titre : Fertilisants nanoparticulaires foliaires : impacts sur l'efficacité nutritionnelle et la phytodisponibilité de contaminants

Porteur du projet : Danielle SLOMBERG

Participants : D. Slomberg, ML. Pons, B. Collin, J. Labille, E. Doelsch, C. Keller, M. Auffan, J. Rose, V. Vidal, B. Angeletti, P. Chaurand, D. Borschneck, Z. Feikiacova, Abel Guihou, P. Deschamps, H. Mariot

Laboratoires et Partenaires impliqués : CEREGE

Principaux résultats :

Afin de réduire les apports environnementaux de fertilisants conventionnels, des fertilisants nanoparticulaires (NP) appliqués par voie foliaire sont en cours de développement. Outre leur efficacité, ils permettront d'éviter les sur applications et de minimiser la contamination des sols agricoles. Cependant, il manque encore des connaissances concernant comment ces fertilisants NP appliqués par voie foliaire sont assimilés par les feuilles et comment les nutriments qu'ils apportent sont utilisés par les cultures. Dans cette étude, nous avons utilisé trois fertilisants NP différents à base de fer (Fe_2O_3 -NP et deux NP Fe_3O_4 -NP) pour fournir du fer, un nutriment essentiel souvent épuisé dans les sols agricoles et pour lequel les plantes ont développé deux stratégies d'acquisition.

Notre objectif était de suivre le devenir du fer appliqué par voie foliaire provenant des NP Fe chez deux plantes comestibles (*Solanum lycopersicum* – tomate, type I, à base de fer redox et *Triticum turgidum* – blé dur, type II, à base de complexe Fe^{3+}) grâce à une approche multi-techniques. En combinant les mesures XANES du seuil K du Fe avec les mesures isotopiques du Fe, nous avons cherché à retracer les voies et mécanismes qui affectent le Fe provenant des fertilisants FeNP appliqués par voie foliaire dans nos plantes. Des plants de tomate et de blé dur ont été cultivés en conditions hydroponiques avec des paramètres contrôlés (i.e., température, photopériode, humidité) et les plants ont été récoltés 14 jours après l'application foliaire des fertilisants FeNP. Les tiges et les racines des tomates, ainsi que les feuilles, les graines et les racines de blé dur, ont été traitées et analysées pour la spéciation du Fe par spectroscopie d'absorption des rayons X détectée par fluorescence à haute résolution en énergie au synchrotron de l'ESRF. Les résultats montrent un rôle majeur des acides carboxyliques (e.g., le citrate de Fe(III)) et des protéines (comme la ferritine de Fe(III)) comme principaux ligands du Fe dans toutes les parties des plants témoins, tant pour la tomate que pour le blé. Des nanoparticules de fer (NPF) sont restées sur/dans les feuilles exposées du blé dur, représentant environ 50 % du fer foliaire. Nos résultats ont montré une translocation très limitée des NPF des feuilles vers les racines chez le blé. Chez les tomates, seulement environ 20 % du fer se trouve sous forme de NPF sur/dans les feuilles, et les résultats ne montrent aucune trace de fer sous forme nanoparticulaire dans les racines. Les échantillons sont en cours de traitement pour des mesures d'isotopes stables du fer afin de mieux cerner le devenir du fer dans ces plantes.

Nous avons obtenu un cofinancement ECCOREV qui nous a permis d'acheter un poste de sécurité microbiologique (PSM, Thermo Scientific, MSC-Advantage) pour mener à bien ce projet. Cet équipement permet la manipulation d'échantillons sensibles dans un environnement de travail biologiquement propre et exempt de particules et à l'abri des contaminations biotiques (e.g. microorganismes, spores) et abiotiques (e.g., particules).

Publications, congrès :

Pons, M.L., Slomberg, D.L., Fekiacova, Z., Guihou, A., Chaurand, P., Sow, S. and Doelsch, E. Understanding the fate and behavior of iron from foliar-applied Fe nanoparticulate fertilizers in tomato and durum wheat-insights from X-ray absorption spectroscopy combined with Fe isotopic measurements. Oral presentation. Goldschmidt 2023 (Lyon, France), July 9-14, 2023.

Suite donnée au projet (contrats nationaux, internationaux, bourses de thèse...):

Ces premiers résultats ont permis de valider notre démarche. Les expériences sur sol seront proposées pour un stage M2, ainsi qu'un sujet de thèse sur cette thématique. Nous souhaitons également que ce projet serve de tremplin à la rédaction d'une ANR. Le PSM a déjà servi dans 4 projets de thèse et 1 projet de post-doctorat.