

THESE

En vue de l'obtention du : **DOCTORAT**

Centre de Recherche: Eau, Ressources Naturelles, Environnement et Développement Durable

Structure de Recherche: Lombricidés, Amélioration de la Productivité des Sols et Environnement

Discipline: Biologie

Spécialité: Microbiologie et Biotechnologie

Présentée et soutenue le : 04/07/2022 par :

LAMIA YAKKOU

Mise en évidence *in vitro* du rôle des vers de terre sur la croissance des microorganismes PGPR et PGPF. Détermination phylogénétique des bactéries isolées du liquide coelomique du ver de terre *Aporrectodea molleri* et caractérisation de leurs propriétés promotrices sur la fertilité du sol et sur la croissance et le métabolisme du maïs (*Zea mays*) dans des conditions de stress abiotiques.

JURY

Mohammed FEKHAOUI	PES, Université Mohammed V, Institut Scientifique, Rabat	Président/Rapporteur
Bouchra BELKADI	PES, Université Mohammed V, Faculté des Sciences, Rabat	Rapporteur/Examineur
Rajaa AIT MHAND OU RAHIM	PES, Université Hassan II, Faculté des Sciences et Techniques, Casablanca	Rapporteur/Examineur
Brahim BENAJI	PES, Université Mohammed V, École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Rabat	Examineur
Mohammed RAOUANE	PH, Université Mohammed V, Ecole Normale Supérieure, Rabat	Examineur
Serdar BILEN	PES, Université Atatürk, Faculté d'Agriculture, Erzurum /Turquie	Examineur
Souad AMGHAR	PES, Université Mohammed V, Ecole Normale Supérieure, Rabat	Codirectrice de Thèse
Abdellatif EL HARTI	PES, Université Mohammed V, Ecole Normale Supérieure, Rabat	Directeur de Thèse

Année Universitaire : 2021/2022

Résumé

Étant donné que les vers de terre représentent la première masse animale de la rhizosphère, nous nous sommes intéressés à l'étude des effets chimiques et biologiques de ces annélides et des microorganismes associés à leur liquide coelomique (LC) sur le sol et ses composantes biologiques. Les résultats ont montré que l'efficacité sur la croissance microbienne des extraits bruts et des excréments cutanés est justifiée non seulement par les taux de croissance élevés, mais aussi par les concentrations utilisées qui sont plusieurs fois inférieures à celle des milieux conventionnels. 16 bactéries isolées du LC d'*Aporrectodea molleri*, ont été phylogénétiquement différentes. Les résultats des tests *in vitro* ont révélé que 87% des bactéries isolées ont des traits PGP positifs, concernant la production des sidérophores et d'AIA, la solubilisation du phosphore (P) et potassium (K), la fixation de l'azote (N) et en fin l'inhibition de la croissance de *Fusarium oxysporum*. Dans d'autres tests effectués sur un sol alcalin déficient en N, P et K nous avons pu démontrer que les bactéries du LC (CFB), améliorent de manière significative la qualité du sol en augmentant la biomasse microbienne, la disponibilité des éléments indispensables (N, P et K) et la concentration des enzymes. Nous avons pu constater une amélioration significative de la croissance du maïs évaluée à la fois par la biomasse végétale et la teneur en chlorophylles. L'analyse lipidomique des plantes traitées par les CFB a démontré une rigidité des mécanismes de protection vis-à-vis le stress abiotique.

Mots-clés : Vers de terre, liquide coelomique, PGPR, fertilité, plantes, stress abiotique, lipidomique.

Abstract

Since earthworms represent the first animal biomass in the rhizosphere, we were interested in examining the chemical and biological impacts of these annelids and the microorganisms associated with their coelomic fluid (CF) on the soil and its biological components. The results shown that the efficacy of crude extracts and cutaneous excretions of earthworms on microbial growth is supported not only by the high growth rates, but also by the concentrations employed, which are many times lower than those of conventional media. The molecular investigation, using 16S rDNA gene sequencing technique, revealed that 16 bacteria isolated from the CF of *Aporrectodea molleri* were phylogenetically distinct. 87 percent of these bacteria show favorable PGP (Plant growth-promoting) characteristics, including the production of siderophores and indole-acetic acid (IAA), the solubilization of phosphate (P) and potassium (K), nitrogen fixation (N), and the prevention of *Fusarium oxysporum* development. The greenhouse culture of maize plants treated with PGPR isolates and grown in alkaline soil deficient in N, P, and K demonstrated that CF bacteria (CFB) significantly improve soil quality by increasing microbial biomass, the availability of essential elements (N, P, and K), and the concentration of enzymes (phosphatase and urease). We were able to observe a substantial increase in the growth of maize, as evaluated by plant biomass and chlorophyll content. Lipidomic study by GC-MS (gas chromatography-mass spectrometry) of CFB-treated plants revealed the resilience of abiotic stress defense systems.

Key Words : Earthworm, coelomic fluid, PGPR, fertility, plants, abiotic stress, lipidomic