



**Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques de l'Ingénieur**

## AVIS DE SOUTENANCE THESE DE DOCTORAT

Présentée par

**Mr : NABIL TIRRY**

Discipline : Sciences et Techniques de l'Ingénieur

Spécialité : Biotechnologies

**Sujet de la thèse :** Elaboration de biofertilisants pour une agriculture raisonnée : Caractérisation de bactéries favorisant la croissance des plantes (PGPR) compatibles avec les mycorhizes à arbuscules et améliorant le fonctionnement du sol.

**Formation Doctorale :** Sciences et Génie de la matière, de la Terre et de la Vie.

Thèse présentée et soutenue le **mardi 29 décembre 2020 à 10h** au Centre des conférences devant le jury composé de :

| Nom Prénom             | Titre | Etablissement                             |                    |
|------------------------|-------|---|--------------------|
| Saad IBNSOUDA KORAICHI | PES   | Faculté des Sciences et Techniques de Fès | Président          |
| Said LOUAHLIA          | PES   | Faculté Polydisciplinaire de Taza         | Rapporteur         |
| Younes ABBAS           | PH    | Faculté Polydisciplinaire de Beni Mellal  | Rapporteur         |
| Rachid BOUAMRI         | PH    | Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès   | Rapporteur         |
| Hamid MAZOUZ           | PES   | Faculté des Sciences de Meknès            | Examineur          |
| Abdellatif HAGGOURD    | PES   | Faculté des Sciences et Techniques de Fès | Examineur          |
| Naima EL GHACHTOULI    | PES   | Faculté des Sciences et Techniques – Fès  | Directeur de thèse |

Laboratoire d'accueil : Laboratoire de Biotechnologie Microbienne et Molécules Bioactives.

Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès.



**Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques de l'Ingénieur**

**Titre de la thèse :** Elaboration de biofertilisants pour une agriculture raisonnée : Caractérisation de bactéries favorisant la croissance des plantes (PGPR) compatibles avec les mycorhizes à arbuscules et améliorant le fonctionnement du sol.

**Nom du candidat :** Nabil Tirry

**Spécialité :** Biotechnologies

**Résumé de la thèse**

La demande de biofertilisants sur le marché augmente à l'échelle mondiale du fait d'une demande législative de réduction des engrais chimiques et des pesticides nocifs, qui ont des impacts négatifs sur la santé humaine et le sol. L'objectif principal de ce travail a été le développement d'un inoculant à base de bactéries favorisant la croissance des plantes (PGPR), compatibles avec les champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) et permettant d'améliorer le fonctionnement du sol. Ainsi, 64 isolats bactériens ont été isolés sur le milieu NBRIP-agar, à partir de la rhizosphère et de la mycorhizosphère des plantes prélevées dans différentes régions agricoles du Maroc dont un site pollué de la région de Fès. Ces isolats ont fait l'objet de divers tests *in vitro* pour la caractérisation des traits favorisant la croissance des plantes (PGP) (solubilisation du phosphate (P) et du potassium (K), minéralisation du P organiques (activité phosphatase), fixation de N<sub>2</sub>, production d'acide indole acétique (AIA), de sidérophores, d'ammoniac (NH<sub>3</sub>), d'acide cyanidrique (HCN), d'exopolysaccharides (EPS), d'enzymes lytiques (cellulase, pectinase et chitinase) et activité antagoniste vis-à-vis de champignon pathogène), ainsi que des tests de résistance à la salinité et aux métaux lourds. L'analyse des résultats par l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et par l'analyse en composantes principales (ACP) a permis de sélectionner les PGPR les plus performantes de chaque région. 16 isolats ont été sélectionnés et testés pour leur effet sur la croissance et la colonisation mycorhizienne arbusculaire (MA) des racines des plantes de *Medicago sativa*, ainsi que sur les activités enzymatiques du sol (□-galactosidase, arylamidase, phosphatase, arylsulfatase, laccase), dans des expériences menées en pots sous serre. En tenant compte de l'origine des isolats et des résultats tests *in vitro* et *in vivo*, quatre isolats des régions agricoles, identifiés comme étant *Pseudomonas putida* NTM22, *Alcaligenes* sp. NTE15, *Klebsiella* sp. NTCC1, *Pseudomonas cedrina* subsp. *fulgida* NTCC12 et un isolat de la zone polluée (*Cellulosimicrobium* sp. NTF1) ont été sélectionnés et testés pour leur effet sur la tolérance de *M. sativa* au stress salin et métallique. Les résultats ont montré que l'inoculation des plantes de *M. sativa* par les quatre souches a permis de surmonter les effets négatifs du stress dû au NaCl et au Cr(VI) et a augmenté la croissance des plantes, la colonisation MA des racines et la teneur en chlorophylle des feuilles, par rapport au témoin non inoculé. Elle a également abaissé les niveaux des indicateurs de dommages oxydatifs, malondialdéhyde, peroxyde d'hydrogène et proline. En outre, les souches ont eu un effet positif sur les activités phosphatase, □-galactosidase et arylamidase du sol. *Cellulosimicrobium* sp. s'est montrée capable de favoriser la croissance des plantes de luzerne aussi bien dans les sols témoins que dans les sols contaminés par les métaux lourds (Cr, Zn et Cu) et d'augmenter l'absorption des métaux par les plantes. Les essais de bioformulation des souches NTM22, NTCC1 et NTCC12 et leur consortium dans des billes d'alginate ont révélé que les souches immobilisées ont conservé leur capacité de solubilisation de phosphate tricalcique en milieu liquide et ont montré également un effet bénéfique sur la croissance et la mycorhization des plantes de luzerne. Ainsi, les bactéries isolées et identifiées dans le cadre de cette thèse se sont avérées des PGPR efficaces et présentent des potentialités intéressantes d'utilisation dans des conditions naturelles ou sous stress.

**Mots clés :** PGPR ; mycorhization ; bioinoculant ; activités enzymatiques du sol ; Stress abiotique ; Stress oxydatif.