



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mme **ADOUAR Imane**
Soutiendra : le **Jeudi 26/12/2024 à 15H00**
Lieu : **FSDM – Département de Géologie**

Une thèse intitulée :

**« Conception, synthèse, caractérisation de fertilisants
nanocomposites à base d'hydroxyapatite et impact sur la
croissance des cultures »**

En vue d'obtenir le Doctorat

*FD : Sciences des Matériaux et Procédés Industriels
Spécialité : Sciences des Matériaux pour l'énergie et l'environnement*

Devant le jury composé comme suit :

| Nom et prénom | Etablissement | Grade | Qualité |
|-----------------------|--|-------|------------------------|
| TACHIHANTE Mohamed | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès | PES | Président |
| BENTAYEB Amar | Faculté des Sciences, Meknès | PES | Rapporteur & Examineur |
| EL OMARI Mohamed | Faculté des Sciences, Meknès | PES | Rapporteur & Examineur |
| OUARSAL Rachid | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès | MCH | Rapporteur & Examineur |
| SENNOUNE Mohamed | Faculté Polydisciplinaire, Taza | MCH | Examineur |
| BARABAS Réka | University Babes-Bolyai | PES | Examinatrice |
| BIZO Liliana-Antonela | University Babes-Bolyai | PES | Examinatrice |
| RAKIB Souad | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès | PES | Co-directeur de thèse |
| LACHKAR Moahmed | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès | PES | Directeur de thèse |



Résumé :

L'agriculture est l'épine dorsale du développement économique de tout pays agricole et elle s'est transformée en une vaste industrie répondant aux besoins primaires de la population. La durabilité dans le secteur agricole est une préoccupation sérieuse, en particulier dans la perspective de la conservation de l'environnement ainsi que du maintien plutôt que de l'amélioration de la productivité des cultures. Ce travail de recherche a été conçu pour préparer des nano-fertilisants à libération lente respectueux de l'environnement qui remplacent les engrais chimiques conventionnels et qui pourrait protéger l'environnement des effets délétères des engrais chimiques conventionnels sans compromettre la productivité agricole. Différents types de nano-composites, à base d'hydroxyapatite, d'urée, d'argile marocaine et d'acides aminés, ont été synthétisés en adoptant différentes approches et comparés ainsi aux engrais chimiques conventionnels. Dans la première étape, le matériau de support, c'est-à-dire l'hydroxyapatite, a été synthétisé et dans la deuxième étape, le matériau de support a été enduits / intercalés / dopés avec de l'urée, des minéraux argileux, des acides aminés et des nutriments essentielles. La structure, les caractéristiques morphologiques, la composition chimique ont été déterminées par spectroscopie infrarouge à transmission de Fourier (FT-IR), diffraction des rayons X sur poudre (XRD), microscopie électronique à balayage (SEM) et spectroscopie des rayons X à dispersion d'énergie (EDX).

Les propriétés de libération lente des matériaux synthétisés réalisés dans l'eau pendant 28 jours, ont confirmé la libération progressive et la disponibilité à long terme de tous les nutriments intercalés ou dopés dans l'hydroxyapatite. La capacité des nano-composites à améliorer la production agricole par rapport aux engrais conventionnels a été obtenue principalement en effectuant des expériences en pot sur la tomate cerise. Ce test a été conçu pour évaluer l'effet de divers traitements des produits synthétisés par rapport à un traitement témoin, l'eau seulement, et un fertilisant conventionnel en utilisant quelques grammes de ces nanocomposite.

Les résultats ont indiqué une germination précoce dans certains traitements par rapport au fertilisant conventionnel et au témoin. Par conséquent, on peut conclure en toute sécurité que l'utilisation de ces nanocomposites protégera non seulement l'environnement, mais améliorera également le rendement, la qualité nutritionnelle des cultures et les revenus des agriculteurs en réduisant le coût des engrais, assurant ainsi un développement agricole durable.

Mots clés :

nanofertilisant, nanocomposite, libération lente, protection de l'environnement



SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NEW NANOCOMPOSITE BASED HYDROXYAPATITE AND ITS APPLICATIONS AS SLOW-RELEASE FERTILIZERS

Abstract :

Agriculture is the backbone of economic development in agricultural countries, evolving into a vast industry that serves the primary needs of the population. Sustainability in the agricultural sector is a critical concern, particularly with respect to environmental conservation and maintaining crop productivity. This research aims to develop environmentally friendly slow-release nano-fertilizers to replace conventional chemical fertilizers, mitigating their harmful environmental impacts without compromising agricultural productivity. Various nano-composites, including those based on hydroxyapatite, urea, Moroccan clay, and amino acids, were synthesized using different methodologies and compared with traditional chemical fertilizers. In the initial phase, hydroxyapatite was synthesized as the carrier material. In the subsequent phase, the carrier material was coated, intercalated, or doped with urea, clay minerals, amino acids, and essential nutrients.

The structure, morphological characteristics, and chemical composition were determined using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR), X-ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), and Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX). The slow-release properties of the synthesized materials, tested in water over 28 days, confirmed the gradual release and long-term availability of all nutrients intercalated or doped within the hydroxyapatite. The potential of the nano-composites to enhance agricultural productivity compared to conventional fertilizers was primarily assessed through pot experiments with cherry tomatoes. This test was designed to evaluate the effects of various synthesized product treatments against a control treatment of only water and a conventional fertilizer, using a few grams of the nanocomposite.

The results demonstrated earlier germination in some treatments compared to conventional fertilizer and the control. Consequently, it can be confidently concluded that these nanocomposites not only protect the environment but also enhance yield, improve crop nutritional quality, and increase farmers' incomes by reducing fertilizer costs. This contributes to sustainable agricultural development.

Key Words: *nanofertilizer, nanocomposite, slow release, protect the environment*