



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mr **EL-BYARI Younesse**

Soutiendra : **le Samedi 15/02/2025 à 10H00**

Lieu : **Centre des Etudes Doctorales - USMBA – Amphi 2**

Une thèse intitulée :

**«Conversions des Biodéchets par Procédés Physique et Biologique
et leurs Valorisations en termes de Biofertilisants»**

En vue d'obtenir le Doctorat

FD : Sciences et Techniques

Spécialité : Biotechnologie Végétale et Microbienne

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
DERWICH Elhoussaine	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Président
ZAIR Touriya	Faculté des Sciences, Meknès	PES	Rapporteur & examinateur
LAHLALI Rachid	Ecole Nationale d'Agriculture, Meknès	MCH	Rapporteur & examinateur
GUEMMOUH Raja	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Rapporteur & examinateur
BARI Amina	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Examinateur
FIKRI BENBRAHIM Kawtar	Faculté des Sciences et Techniques, Fès	PES	Examinateur
BENDRISS AMRAOUI Mohammed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse



Résumé

La gestion durable des biodéchets et la raréfaction croissante des ressources en eau constituent des défis majeurs, tant à l'échelle internationale que nationale, exacerbés par les pratiques traditionnelles d'enfouissement et d'incinération. Cette étude s'est concentrée sur quatre types de biodéchets modèles : peaux de pommes de terre, peaux d'oranges, marc de café, et margines d'olive. Une caractérisation détaillée a confirmé leur richesse en matière organique et en humidité, avec des teneurs en eau variant de 61,07 à 88,99 % et une biomasse sèche comprise entre 11,01 et 39,27 %, renforçant leur potentiel pour des valorisations durables. Dans ce contexte, un dispositif a été mis au point pour récupérer simultanément de l'eau de haute qualité et de la biomasse séchée. À des températures de 55 et 70 °C, le procédé a permis une récupération moyenne en eau de 80 % et une biomasse sèche avec une teneur en humidité ≤ 10 %, en 24 heures. Les taux de réduction de volume des biodéchets ont varié de 90,16 à 98,24 %. Les analyses physico-chimiques ont révélé que le traitement thermique à 55 °C préserve mieux la biomasse contrairement à celui de 70 °C, qui augmente la conductivité électrique. La biomasse séchée à 55 °C, puis broyée, constitue un substrat de haute performance pour la production des larves de *Hermetia illucens L.*, permettant une réduction supplémentaire du volume des biodéchets par un facteur de quatre. Par ailleurs, les prétraitements thermiques à 100 °C appliqués à cette biomasse améliorent considérablement la disponibilité des nutriments solubles pour les larves, optimisant ainsi leurs performances en matière de bioconversion et de réduction du volume des biodéchets. Les dispositifs intégrant des biofiltres à base de cendres de la peau de *Hermetia illucens L.*, et de *Cupressus Atlantica G.*, ont permis une réduction efficace de la charge organique DCO à 70,44 et 461,66 mg/L, respectivement, comparé au témoin tout en éliminant les contaminants microbiens et maintenant une teneur équilibrée en nutriments. L'eau récupérée à l'aide du dispositif équipé d'un biofiltre à base de *Cupressus Atlantica G.*, a augmenté le taux de germination à 94,55 % et a amélioré significativement la croissance du blé en hydroponie par rapport au témoin. De même, les tests sur la culture de tomates ont montré que les eaux récupérées enrichies en isolats microbiens, augmentent les performances des cultures sans impact négatif sur la germination et la croissance des plantes. Ces résultats montrent que l'eau récupérée est conforme aux normes marocaines pour une utilisation en irrigation. Dans le traitement des margines d'olive, un couplage thermique de 55 °C avec un biofiltre à base de cendres de la peau de *Hermetia illucens L.*, a permis de récupérer 74,7 % d'eau et de réduire l'humidité des margines à moins de 10 % en 24 heures. Les charges polluantes ont été réduites à des niveaux conformes aux normes marocaines, avec des abattements de 99,86 % pour la DCO et de 98,82 % pour la DBO₅. L'eau récupérée présente un pH neutre de 7,02, la rendant adaptée à une réutilisation en irrigation. L'ensemble de ces résultats propose une solution durable et innovante pour la gestion des biodéchets, combinant technologies physiques et biologiques pour récupérer et valoriser simultanément eau et biomasse.

Mots clés : Peau; végétal ; Biomasse ; Eau ; *Hermetia illucens L* ; *Cupressus Atlantica G* ; Blé ; Tomate.



Conversion of Biowaste through Physical and Biological Processes and Their Valorization as Biofertilizers.

Abstract

The sustainable management of biowaste and the growing scarcity of water resources represent major challenges both globally and nationally, exacerbated by traditional practices such as landfilling and incineration. This study focused on four model types of biowaste: potato peels, orange peels, coffee grounds, and olive mill wastewater. Detailed characterization confirmed their high organic matter and moisture content, with water contents ranging from 61.07% to 88.99% and dry biomass between 11.01% and 39.27%, highlighting their potential for sustainable valorization. In this context, a novel dispositif was developed to simultaneously recover high-quality water and dried biomass. At operating temperatures of 55 °C and 70 °C, the process achieved an average water recovery rate of 80% and yielded dried biomass with a moisture content $\leq 10\%$ within 24 hours. Volume reduction rates for the biowaste ranged from 90.16% to 98.24%. Physicochemical analyses revealed that thermal treatment at 55 °C better preserved biomass quality compared to treatment at 70 °C, which increased electrical conductivity. Biomass dried at 55 °C and subsequently ground produced a high-performance substrate for the rearing of *Hermetia illucens* L. larvae, enabling further biowaste volume reduction by a factor of four. Moreover, thermal pretreatment of the biomass at 100 °C significantly enhanced the availability of soluble nutrients for larvae, optimizing bioconversion efficiency and biowaste volume reduction. Dispositifs incorporating biofilters made from the ash of *Hermetia illucens* L. exoskeletons and *Cupressus atlantica* G. demonstrated efficient reductions in the chemical oxygen demand (COD) to 70.44 mg/L and 461.66 mg/L, respectively, compared to the control. These biofilters also eliminated microbial contaminants while maintaining balanced nutrient concentrations. Water recovered using a *Cupressus atlantica* G. biofilter enhanced wheat germination rates to 94.55% and significantly improved hydroponic wheat growth compared to the control. Similarly, tests on tomato cultivation showed that recovered water enriched with microbial isolates improved crop performance without negatively affecting germination or plant growth. These findings indicate that the recovered water meets Moroccan standards for irrigation use. For olive mill wastewater treatment, coupling thermal treatment at 55 °C with a biofilter made from *Hermetia illucens* L. ash enabled 74.7% water recovery and reduced olive mill wastewater moisture content to less than 10% within 24 hours. Pollutant loads were reduced to levels compliant with Moroccan standards, with COD and BOD₅ reductions of 99.86% and 98.82%, respectively. The recovered water exhibited a neutral pH of 7.02, making it suitable for irrigation reuse. These results present a sustainable and innovative solution for biowaste management, combining physical and biological technologies to simultaneously recover and valorize water and biomass. **Keywords:** Peel; Vegetal; Biomass; Water; *Hermetia illucens* L.; *Cupressus atlantica* G.; Wheat; Tomato.