



## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

M<sup>me</sup> : AMAKDOUF Halima

Soutiendra : le Samedi 24/12/2022 à 10H

Lieu : Centre des Etudes Doctorales de l'USMBA – Amphi 1

Une thèse intitulée :  
**Traitement Biologique et physique des lixiviats de la décharge publique  
contrôlée de la ville de Fès à l'échelle pilote**

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : **Molécules Bioactives, Santé et Biotechnologies(MBSB)**

Spécialité : **Biochimie et Biotechnologie**

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr BOUSTA Dalila	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès	PES	Président
Pr SGHIR Abdelghani	Institut de Genoscope, Paris	PES	Rapporteur & examinateur
Pr CHAHLAOUI Abdelkader	Faculté des Sciences Meknès	PES	Rapporteur & examinateur
Pr TALEB Mustapha	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès	PES	Rapporteur & examinateur
Pr EL KARKOURI Abdenbi	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès	PH	Examinateur
Pr BOUIA Abdelhak	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès	PES	Examinateur
Pr MERZOUKI Mohammed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès	PES	Directeur de thèse



## Résumé :

Les décharges sont destinées à la gestion et à l'élimination des déchets solides municipaux, qui produisent des volumes élevés de lixiviats. La nature complexe des lixiviats des décharges entraîne divers problèmes graves concernant la qualité de l'eau et la santé humaine. Par conséquent, les effluents des décharges doivent être traités avant d'être rejetés dans les égouts ou dans les ressources naturelles afin de réduire leurs effets négatifs et de se conformer aux normes réglementaires. La présente étude se focalise sur les traitements biologiques et physiques des lixiviats d'une décharge contrôlée créée à Fès, en utilisant un réacteur séquentiel discontinu (RSD) couplé à un système de filtration. Le matériau filtrant a été caractérisé par microscopie électronique à balayage (MEB). Les résultats obtenus montrent que ce dernier a une grande capacité dans le traitement de l'effluent. De plus, pour les lixiviats, la chromatographie liquide à haute performance couplée à l'ultra-violet (HPLC-UV) a indiqué la présence de détergent, ce qui a conduit à la formation de mousse qui a été éliminée par l'ajout de silicone. De nombreux paramètres tels que la température, le pH et la durée du cycle ont également été pris en compte pour leur effet sur le traitement. Les résultats ont démontré la fiabilité et la haute performance du système de traitement développé puisqu'il a permis une élimination totale de la DBO<sub>5</sub>, 98% de la DCO, un taux d'élimination de 100% pour le NH<sub>4</sub>, 78% pour le NO<sub>2</sub>, et 84% pour le NO<sub>3</sub>. En outre, ce système de traitement semblait capable d'éliminer la pollution fécale et les germes pathogènes. Notre réacteur séquentiel discontinu a prouvé son efficacité pour le traitement des lixiviats de décharge à l'échelle pilote, favorisant son développement pour un produit commercial à grande échelle correctement conçu et mis en œuvre. En ce qui concerne la technique de bio-augmentation, des micro-organismes sont utilisés pour éliminer la charge polluante des lixiviats. Huit souches isolées à partir des lixiviats qui ont été choisies pour leur capacité à oxyder la matière organique et leur résistance aux métaux lourds (Cr, Fe, Zn, et Ni). Elles ont été inoculées séparément à différentes concentrations (2%, 4%, et 6%). Les résultats obtenus montrent une réduction significative de la charge polluante en utilisant ces espèces bactériennes. L'application de ces souches à l'échelle pilote a permis de renforcer la performance de notre RSD. Dans la deuxième partie de la bio-augmentation, nous avonsensemencé notre réacteur avec sept souches isolées à partir de notre boue et qui ont montré une capacité à éliminer la DCO à l'échelle du laboratoire. Les résultats obtenus à l'échelle pilote ont mis en évidence une dénitrification en conditions aérobies. Après que notre procédé de traitement biologique a montré une grande capacité épuratrice dans le traitement des lixiviats, nous avons réalisé une étude métagénomique afin de savoir la composition du microbiome qui existe dans ces boues activées. Les analyses ont révélé la présence d'une communauté microbienne diversifiée au sein du bioréacteur majoritairement représentée par ; le groupe *Bacteria* : les *Protéobactéries* (65%), qui sont connus pour leur rôle de nitrification et de dénitrification des lixiviats en conditions aérobies, ainsi que l'élimination de la matière organique. Ainsi, la présence de *Deinococcus-Thermus*, *Planctomycetes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria* et *Chloroflexi*. Le groupe *Eukarya* ; *Ciliophora* (75,46%) se caractérise par une capacité à résister aux métaux lourds, aussi la présence de : *Choanozoa Eucaryotes non cultivés*, *Chytridiomycota* et *Cercozoa*. Par ailleurs, Les *champignons* sont représentés par; *Ascomycota*, qui sont connus pour leur rôle majeur dans l'élimination des métaux lourds et la matière organique. *Basidiomycota*, considéré comme agent de bio-remédiation pour recycler le carbone.

**Mots clés :** Lixiviats ; RSD; Cendres volantes ; Bio-augmentation ; Dénitrification aérobie; Métagénomique.



## BIOLOGICAL AND PHYSICAL TREATMENT OF LEACHATE FROM THE CONTROLLED PUBLIC LANDFILL OF THE CITY OF FES ON A PILOT SCALE

### Abstract :

Landfills are intended for the management and disposal of municipal solid waste, which produces high volumes of leachate. The complex nature of landfill leachate leads to a variety of serious water quality and human health problems. Therefore, landfill effluents need to be treated before being discharged to sewers or natural resources in order to reduce their negative effects and to comply with regulatory standards. The present study focuses on the biological and physical treatments of leachates from a controlled landfill created in Fez, using a sequential batch reactor (SBR) coupled with a filtration system. The filter material was characterised by scanning electron microscopy (SEM). The results obtained show that the latter has a high capacity in the treatment of the effluent. In addition, for the leachate, the High Performance Liquid Chromatography-Ultra-Violet (HPLC-UV) indicated the presence of detergent, which led to the formation of foam that was eliminated by adding silicone. Numerous parameters such as temperature, pH and cycle time were also taken into account for their effect on the treatment. The results demonstrated the reliability and high performance of the developed treatment system as it achieved 100% removal of BOD<sub>5</sub>, 98% removal of COD, 100% removal of NH<sub>4</sub>, 78% removal of NO<sub>2</sub>, and 84% removal of NO<sub>3</sub>. In addition, this treatment system appeared to be capable of removing faecal pollution and pathogens. Our sequential batch reactor has proven to be effective for landfill leachate treatment on a pilot scale, favouring its development into a properly designed and implemented large-scale commercial product. In the bio-augmentation technique, microorganisms are used to remove the pollutant load from the leachate. Eight strains isolated from the leachates were chosen for their ability to oxidise organic matter and their resistance to heavy metals (Cr, Fe, Zn, and Ni). They were inoculated separately at different concentrations (2%, 4%, and 6%). The results obtained show a significant reduction in the pollutant load using these bacterial species. The application of these strains on a pilot scale has enhanced the performance of our SBR. In the second part of the bio-augmentation, we seeded our reactor with seven strains isolated from our sludge and which showed a capacity to remove COD at laboratory scale. The pilot scale results showed denitrification under aerobic conditions. After our biological treatment process showed a high purifying capacity in the treatment of leachate, we carried out a metagenomic study to find out the composition of the microbiome that exists in this activated sludge. The analyses revealed the presence of a diversified microbial community within the bioreactor, majority represented by the Bacteria group Proteobacteria (65%), which are known for their role in nitrification and denitrification of leachates under aerobic conditions, as well as the elimination of organic matter. Thus, the presence of Deinococcus-Thermus, Planctomycetes, Bacteroidetes, Actinobacteria and Chloroflexi. The Eukarya group; Ciliophora (75.46%) is characterised by an ability to resist heavy metals, also the presence of: Choanozoa Eukaryotes not cultivated, Chytridiomycota and Cercozoa. Fungi are also represented by; Ascomycota, which are known for their major role in the elimination of heavy metals and organic matter. Basidiomycota, which are considered bioremediation agents for recycling carbon.

**Key Words:** Leachate; RSD; Fly ash; Bio-augmentation; Aerobic denitrification; Metagenomic.