

RESUME DE THESE

Discipline : Sciences de la Vie

Spécialité : Microbiologie

UFR : Valorisation Biotechnologique des Microorganismes

Directeur de thèse : Pr. Khalid LAIRINI

Co-encadrant : Pr. Hassan Er-RAIOUI

Responsable de l'UFR : Professeur Khalid LAIRINI

Titre de la thèse :

Valorisation Biotechnologique des Microorganismes pour une Décontamination des Effluents Industriels Chargés en Eléments Métalliques

Prénom & Nom : Laila EZZOUHRI

Résumé :

Le recours à la bioremédiation comme action complémentaire des voies chimiques et physiques pour le traitement de la pollution métallique revêt un grand intérêt. A cet égard, nous avons isolé à partir de l'Oued Moghgha des champignons susceptibles d'accumuler les métaux et par conséquent de réduire leur quantité dans les eaux polluées dans une démarche de recherche de procédés applicables au traitement des eaux usées.

Les principaux résultats obtenus montrent que la répartition et la richesse des différents sites prospectés en espèces fongiques sont fortement dépendantes des caractéristiques physicochimiques et métalliques du cours de l'Oued Moghgha. En effet, des corrélations négatives existent entre la composition des sites prospectés en espèces fongiques et leur charge en micropolluants métalliques. Le screening des isolats fongiques, en terme de résistance au plomb, cuivre et zinc, a permis de sélectionner un certain nombre d'isolats métallorésistants. Parmi ces isolats, *Penicillium sp.* S2S et *Aspergillus niger* S5S se sont avérés capables de croître sur des milieux contenant des concentrations supérieures à 20 mM pour le plomb, 10 mM pour le cuivre et 15 mM pour le zinc.

La biosorption des ions Pb (II), Cu (II) et Zn (II) a été étudiée en milieu dispersé à la fois sur des biomasses vivantes et mortes de *Penicillium sp.* et *Aspergillus niger*. La fixation des polluants métalliques sur les quatre biosorbants testés était tributaire du pH du milieu, les meilleurs taux de biosorption sur *A. niger* et *Penicillium sp.* ont été enregistrés dans l'intervalle de pH 4.5-5.0. L'équilibre de biosorption des ions métalliques est atteint au bout de 2 h pour le plomb, 7 à 8 h pour le cuivre et 10 h pour le zinc pour les biomasses vivante et morte de *Penicillium sp.* Le processus d'accumulation des ions métalliques sur les biomasses vivante et morte de *Aspergillus niger* atteint l'équilibre respectivement après 2 h 30 et 4 h pour le plomb, 3 h et 10 h pour le cuivre et 7 h et 10 h pour le zinc. A l'exception du zinc, le modèle de Langmuir-Freundlich a permis une bonne description des isothermes expérimentales de fixation des ions métalliques sur *Penicillium sp.* et *A. niger*. Alors que seule l'isotherme de Langmuir a validé les données relatives à la biosorption du zinc par la biomasse morte de *Penicillium*. Les séquences de fixation des ions métalliques sur les biomasses vivantes et mortes de *Penicillium sp.*, en terme de capacité maximale d'adsorption exprimée en mg/g de biomasse sèche, suivent l'ordre d'affinité respectif Pb>Zn~Cu et Pb> Zn> Cu. Celles relatives à la biosorption sur *A. niger* correspondent à Pb> Cu> Zn. Les capacités maximales de biosorption des ions métalliques sur les biomasse vivante et morte de *Penicillium sp.* sont respectivement de l'ordre de 71.816 mg/g et 51.906 mg/g pour le plomb, 21.387 mg/g et 14.659 mg/g pour le cuivre et, 22.196 mg/g et 24.789 mg/g pour le zinc. Les quantités des ions métalliques fixées sur les biomasses vivante et morte de *Aspergillus niger* sont respectivement de l'ordre de 52.14 mg/g et 54.23 mg/g pour le Pb (II), 28.06 mg/g et 17.303 mg/g pour le Cu (II) et, 22.52 mg/g et 14.514 mg/g pour le Zn (II). Le mécanisme de

fixation des ions métalliques sur *A. niger* et *Penicillium sp.* est imputable à la chimiosorption et/ou la complexation de surface.

L'étude de la biosorption des ions métalliques en compétition binaire et ternaire sur *A. niger* et *Penicillium sp.* révèle une diminution des capacités de biosorption, par comparaison aux valeurs obtenues en système monométallique.

Les biomasses de *Penicillium sp.* et *A. niger* accumulent les métaux étudiés mais réagissent différemment selon le type du métal. Les résultats obtenus par les techniques de microscopie électronique à transmission et de spectroscopie d'émission des rayons X montrent que les structures cellulaires d'un même champignon interviennent à différents degrés d'importance dans l'accumulation des métaux toxiques. Le plomb a été détecté à la surface et dans la paroi des deux champignons. Des teneurs remarquables de plomb ont été également décelées dans l'espace intracellulaire. Le zinc et le cuivre non détectés par microscopie électronique à transmission couplée aux rayons X, ont induit des altérations ultrastructurales des cellules fongiques, telles qu'elles ont été observées sous microscope électronique à balayage.

Mots clés: Oued Moghogha, éléments métalliques, champignons filamenteux, bioaccumulation, biosorption, eaux usées, dépollution.