



AVIS DE SOUTENANCE THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Mlle : **AZIZA KOUCHOU**

Spécialité : Science et Génie de l'Environnement

Sujet de la thèse: Impact des éléments traces métalliques (ETMs) sur les fonctionnalités biogéochimiques des sols agricoles irrigués par les eaux d'Oued Fès et Oued Sebou dans la région de Fès (Maroc).

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

Thèse présentée et soutenue le **lundi 16 juillet 2018 à 10h** au Centre de conférences devant le jury composé de :

Nom Prénom	Titre	Etablissement	
Mustapha IJJAALI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Président
Laila MANDI	PES	Faculté des Sciences de Marrakech	Rapporteur
Abderrahmene EL GHMARI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Beni Mellal	Rapporteur
Abderrahim LAHRACH	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Rapporteur
Khalid DERRAZ	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Examineur
Naoual RAIS	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeurs de thèse
Naima EL GHACHTOULI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	

Laboratoire d'accueil : Biotechnologie microbienne / Géoressources et Environnement.

Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Titre de la thèse : Impact des éléments traces métalliques (ETMs) sur les fonctionnalités biogéochimiques des sols agricoles irrigués par les eaux d'Oued Fès et Oued Sebou dans la région de Fès (Maroc).

Nom du candidat : Aziza KOUCHOU

Spécialité : Science et Génie de l'Environnement

Résumé de la thèse

Au Maroc, plusieurs études géochimiques se sont intéressées à la quantification des teneurs totales en ETMs dans les sols agricoles afin d'évaluer le degré de leur contamination en ces métaux, mais peu se sont intéressées à l'étude de l'impact des ETMs sur les fonctionnalités biogéochimiques des sols agricoles. Dans ce travail, nous avons pris comme cas d'étude des sols agricoles carbonatés de la plaine de Saïss (région de Fès, Maroc) situés dans un périmètre urbain (FES1 et FES2) et périurbain (SAM, CFS, SAV1 et SAV2) avec la particularité d'être tous irrigués par pompage par les eaux d'Oued Fès et d'Oued Sebou à gradient de contamination différent d'un site à l'autre.

Les propriétés physicochimiques et géochimiques ont montré que les sols étudiés sont des sols à texture limoneuse à limono-sableuse, alcalins, à dominance carbonaté, ne présentent aucun problème de salinité et riches en matière organique, mais possédant pour la plupart une activité biologique réduite ramenant à une décomposition lente de cette matière organique. Avec cependant des sols urbains (FES2) significativement riches en carbone organique dissous (COD) dominé par les acides fulviques. Par contre, dans les autres sols le COD est dominé par les molécules d'acide humique qui sont moins labiles que les acides fulviques.

Concernant l'étude géochimique, c'est principalement au niveau du site urbain (FES2) que les teneurs totales en Cr, Cu et Zn sont les plus élevées et dépassent les teneurs moyennes globales des sols. Les analyses statistiques multivariées (ACP et CAH) ont montré que la contamination en Cr, Cu et Zn des sols provient principalement de l'irrigation par les eaux de O. Fès et O. Sebou contaminées par les activités anthropiques urbaines et probablement dans une moindre mesure à l'utilisation de fertilisants enrichis en ces ETMs, alors que Le Ni proviendrait d'une source pédo-lithogénique. Les résultats des indices de risques environnementaux (FC, FE, Igeo, PLI, DC) ont confirmé que les sols urbains (FES2 suivis par FES1) sont toujours les plus contaminés par rapport aux autres sites périurbains. Néanmoins, les résultats de l'évaluation des risques écologique et humain induits par la contamination en ETMs des sols étudiés ont montré que, ces sols présentent un risque écologique faible à modéré et ne présentent pas de risque humain.

Les résultats de l'étude du comportement des activités enzymatiques (Phosphatase (PHOS), β -galactosidase (GALA), glucosidase (GLUC), arylsulfatase (SULF), urease (UREA), arylamidase (AMID) et laccase (LACA)) dans les sols étudiés nous a permis de montrer le rôle clé du COD et aussi le degré d'aromaticité (AROM) de ces composés sur la réponse des activités enzymatiques étudiés. De plus dans cette étude, nous avons rapporté pour la première fois que l'irrigation des sols par des eaux contaminées a dispersé les corrélations entre les activités enzymatiques et a modifié les relations entre les cycles biogéochimiques, dans les conditions naturelles.

L'étude de l'influence d'une contamination par une mixture métallique (Cr, Cu et Zn) sur les paramètres biochimiques et microbiens sous des conditions expérimentales a montré l'effet inhibiteur du mélange métallique sur les paramètres biologiques. Le pourcentage d'inhibition des activités PHOS, GALA et SULF était plus important au niveau des sols périurbains (SAM et SAV1) qu'au niveau du sol de urbain (FES2). De même pour la biomasse microbienne et la biodiversité bactérienne. Ceci confirme le rôle essentiel du COD et de l'AROM dans nos sols et aussi le développement possible de microorganismes résistants aux ETMs.

L'étude de l'effet de la bioaugmentation des sols par des souches de levures *Wickerhamomyces anomalus* et *Cyberlindnera fabianii* isolées auparavant à partir de ces sites sur la lixiviation des ETMs a montré que l'introduction des souches de levure a favorisé l'immobilisation du Cr et la mobilisation du Cu et du Zn dans les sols. Par ailleurs, l'inoculation des sols par les cellules de *W. anomalus* et *C. fabianii* a eu un effet positif sur les activités PHOS, GALA et AMID des sols et négatif sur l'activité arylsulfatase (SULF).

Ce travail représente une étude pionnière sur les fonctionnalités biogéochimiques des sols agricoles de la région de Fès soumis à des apports en ETMs d'origine anthropique. Il vient confirmer la complexité des interactions entre les composants biotiques et abiotiques du sol en réponse à une contamination par les ETMs dans les conditions naturelles.

Mots clés : Eléments traces métalliques, évaluation des risques, activités enzymatiques, bioaugmentation, sols agricoles irrigués, Oued Fès, plaine de Saïss.