



Résumé :

L'utilisation des eaux urbaines polluées qui sont d'origine domestique et industrielle en irrigation est un risque sanitaire qui peut atteindre les cultures ainsi que les êtres vivants.

L'objet de cette étude est d'évaluer en premier lieu, l'application de la gestion des déchets et la mise en application du développement durable (DD) dans les industries Dokkarat et Ain Nokbi qui se trouvent près d'Oued Fès. Cette évaluation est basée sur une enquête descriptive. L'évaluation physico-chimique et microbiologique en deux saisons hiver et été des différents types d'eau d'irrigation : les eaux d'oued Fès en amont et en aval reconnues comme polluées, les eaux usées traitées (EUT) de la station d'épuration de la ville de Fès, les eaux de puits et les eaux d'Oued Bitit situées dans la province de Séfrou sur les sols et les cultures. Ainsi que le traitement des métaux lourds des eaux contaminées par bioremédiation en utilisant *Pseudomonas fluorescens*, *Clostridium butyricum* et *Aspergillus niger*.

Les résultats démontrent que la mise en œuvre du DD est limitée et que les industries en question ont une mauvaise gestion de leurs déchets. En effet, la qualité des eaux d'Oued Fès en aval (EOFA) et des EUT est médiocre en saison estivale : la DCO, la DBO₅, l'azote et le chlorures dépassent les normes standards. Les sols irrigués par ces eaux ont un pH peu alcalin dans les deux saisons, la matière organique est plus importante et une salinité légèrement élevée dans les sols irrigués par les EOFA. En revanche, les éléments fertilisants des sols N, P, K ont des concentrations plus élevées. Les concentrations des éléments métalliques Cd, Cu et Pd des EOFA et EUT dépassent le seuil critique. Pour les sols irrigués par ces eaux, la pollution en Cr, Mn et Ni est plus importante. Cette contamination a pu atteindre les oliviers irrigués par EOFA principalement en Pd, Cu et Zn, le cardon et l'aubergine ont eu une absorption excessive du Cd et Pd. Au point de vue microbiologique, une contamination hors normes de l'OMS par les coliformes dans les eaux, sols, aubergine et cardon, à l'exception des eaux d'Oued Bitit. Pour les Œufs d'helminthes en hiver, ils sont plus nombreux dans les sols par rapport aux eaux d'irrigation. La Salmonella été présente uniquement dans les EUT en été. Le Vibron Cholérique est présent dans les eaux, les sols irrigués et il est transmis au niveau des cardons et aubergines irrigués par ces eaux. Le traitement des métaux lourds par bioremédiation a montré que le Ca et le Mg sont les mieux dégradés par *Pseudomonas fluorescens* et que Fe, Na et K sont les mieux dégradés par *Clostridium butyricum*. Le couplage des deux bactéries est plus efficace pour certains oligoéléments mais pas pour d'autres. La lixiviation par *Aspergillus niger* est très prometteuse par rapport aux bactéries. La majorité des métaux sont biodégradés à plus de 50%. Les cellules immobilisées d'*Aspergillus niger* sont beaucoup plus efficaces que les cellules libres. Les fractions des métaux associées aux organiques et aux oxydes/hydroxyde sont les plus solubles alors que la fraction résiduelle reconnue non ou peu mobile n'était pas dissoute. La distribution géochimique a un effet considérable sur la solubilité des oligoéléments. Cette biotechnologie prometteuse participe à la préservation de l'environnement et rejoint la voie du DD que les industries doivent suivre pour minimiser les polluants depuis leur source.

Mots clés :

Eaux d'irrigations, métaux lourds, sol, cultures, microorganisme, bioremédiation



EVALUATION OF THE IMPACTS OF POLLUTED WATER USED IN IRRIGATION ON SOILS AND CROPS AND LEACHING OF HEAVY METALS BY BIOREMEDIATION (CASE OF OUED FÈS)

Abstract :

The use of polluted urban water of domestic and industrial origin in irrigation is a health risk that can affect crops and living beings.

The purpose of this study is to evaluate, first of all, the application of waste management and the implementation of sustainable development (SD) in the Dokkarat and Ain Nokbi industries which are located near Oued Fès. This evaluation is based on a descriptive survey. The physico-chemical and microbiological evaluation in two seasons winter and summer of the different types of irrigation water: the waters of Oued Fès upstream and downstream recognized as polluted, the treated wastewater (EUT) of the treatment plant of the city of Fès, the well waters and the waters of Oued Bitit located in the province of Sefrou on the soils and crops. As well as the treatment of heavy metals in contaminated waters by bioremediation using *Pseudomonas fluorescens*, *Clostridium butyricum* and *Aspergillus niger*.

The results show that the implementation of SD is limited and that the industries in question have poor waste management. Indeed, the quality of the water of Oued Fès downstream (EOFA) and of the TMEs is poor in the summer season: COD, BOD₅, nitrogen and chlorides exceed the standard norms. The soils irrigated by these waters have a low alkaline pH in both seasons, organic matter is higher and salinity is slightly higher in the soils irrigated by the EOFA. On the other hand, the soil fertilizer elements N, P, K have higher concentrations. The concentrations of the metal elements Cd, Cu and Pd in the EOFA and EUT exceed the critical threshold. For the soils irrigated by these waters, the pollution in Cr, Mn and Ni is more important. This contamination could reach the olive trees irrigated by EOFA mainly in Pd, Cu and Zn, the cardoon and eggplant had an excessive absorption of Cd and Pd. From the microbiological point of view, a contamination out of WHO standards by coliforms in water, soil, eggplant and cardoon, except for the water of Oued Bitit. For the eggs of helminths in winter, they are more numerous in soils compared to irrigation waters. Salmonella was present only in TMEs in summer. Cholera Vibrio is present in water and irrigated soils and is transmitted to cardoons and eggplants irrigated by these waters. The treatment of heavy metals by bioremediation showed that Ca and Mg are best degraded by *Pseudomonas fluorescens* and that Fe, Na and K are best degraded by *Clostridium butyricum*. The coupling of the two bacteria is more efficient for some trace elements but not for others. Leaching by *Aspergillus niger* is very promising compared to bacteria. The majority of metals are biodegraded at more than 50%. Immobilized cells of *Aspergillus niger* are much more efficient than free cells. The metal fractions associated with organics and oxides/hydroxides are the most soluble while the residual fraction known to be non or poorly mobile was not dissolved. The geochemical distribution has a significant effect on the solubility of trace elements. This promising biotechnology contributes to the preservation of the environment and is in line with the SD path that industries must follow to minimize pollutants from their source.

Key Words :

Irrigation water, heavy metals, soil, crops, microorganism, bioremediation