



- Nom et prénom : LAAOUIDI Younes
- Titre de thèse : Sols et plantes comestibles des jardins maraîchers (péri)urbains de Marrakech : Approche physicochimique, agronomique, biologique et évaluation des risques écologiques et sanitaires

Résumé :

La pollution des sols urbains, essentiellement par les éléments traces métalliques (ETM) à l'échelle nationale ne cesse d'augmenter par rapport aux systèmes naturels. Cette pollution n'épargne pas les sols du maraîchage (péri)urbain des villes à cause de leur localisation à proximité des agglomérations, du trafic routier et des centres industriels. L'accumulation des ETM dans les sols à vocation agricole conduit à des effets néfastes sur l'écosystème jardin qui se traduit par une régression de la croissance des plantes et d'autres processus biologiques dans les sols ainsi que sur la qualité des produits agricoles destinés à l'alimentation humaine.

Ce travail vise à déterminer les teneurs totales en Cr, Ni, Zn, Cu, As, Cd, Pb et Co dans les sols et les différents légumes des jardins maraîchers (péri)urbains de Marrakech et leur évolution temporelle, afin d'étudier le risque pour l'écosystème et pour la santé humaine. Une caractérisation agronomique et métallique des sols étudiés a été réalisée en plus d'une évaluation de la contamination par les ETM des cultures destinées à l'alimentation. L'indice de géoaccumulation (*Igeo*), le facteur d'enrichissement (FE) et l'indice du risque écologique potentiel des ETM ont été déterminés, en plus d'une évaluation de la population microbienne du sol ainsi que leur activité enzymatique afin d'évaluer le degré de l'impact de l'activité anthropique sur l'écosystème jardin maraîcher (péri)urbain. Le risque sanitaire lié à l'ingestion directe du sol et des légumes cultivés a été évalué. Un test en vase de végétation a été réalisé sur la coriandre et le persil mis sous stress induit par l'ajout d'une mixture de Zn, Cu, Cd, Cr, Ni et Pb afin de vérifier l'impact d'une telle contamination sur les paramètres physiologiques et biochimiques de ces plantes ainsi que sur les propriétés de leur sol rhizosphérique.

Les résultats ont montré que la qualité des sols des jardins étudiés présentait une fertilité physique et chimique, légèrement supérieure à celle observée dans les sols des zones témoins, tandis que les teneurs en ETM dans ces sols étaient généralement élevées dépassant parfois dans le cas du Cd, Cr et Pb les concentrations limites dans les sols agricoles. Par ailleurs, une augmentation dans la densité de la microflore cultivable particulièrement dans les zones en relation actuelle ou antérieure avec l'irrigation par les eaux usées. L'étude des activités enzymatiques de ces sols a montré une inhibition progressive de l'activité de l'uréase en allant des sols peu anthropisés aux sols fortement anthropisés. En revanche, l'activité des déshydrogénases et des phosphatases semblait ne pas être significativement influencée. L'évaluation écotoxicologique basée sur l'*Igeo* et le FC, indiquait un enrichissement métallique des sols dû aux activités anthropiques aboutissant à la présence d'un risque écologique potentiel particulièrement lié à la teneur élevée du Cd et du Pb dans les sols des zones les plus anthropisées. Les résultats révélaient aussi la présence d'un risque sanitaire considérable associé beaucoup plus au Pb à travers l'ingestion du sol par les enfants au niveau de la zone résidentielle. Par contre chez l'adulte, ce risque est beaucoup moins important.

Les concentrations de Cu, Zn, Co et As dans les parties comestibles des légumes étaient dans les limites de sécurité. Cependant, Cr, Cd, Ni et Pb dépassaient parfois cette limite chez quelques plantes. Les FT pour ces huit ETM variaient entre 0,01 et 3,32 dont la valeur maximale a été enregistrée chez le pourpier (*Portulaca oleracea*) tandis que la valeur minimale a été enregistrée chez le cardon (*Cynara cardunculus*). Le calcul du risque lié à la consommation des plantes issues du maraîchage (péri)urbain a révélé que la mauve à petites fleurs (*Malva parviflora*), l'aubergine (*Solanum melongena*), la courgette (*Cucurbita pepo*), le poivron (*Capsicum annuum*) et le piment fort (*Capsicum frutescens*) avec un apport journalier en Cr, Cd et Pb élevé, pouvant présenter des risques importants pour la santé des enfants plus que celle des adultes. Le test sous serre vient confirmer l'implication de la pollution métallique dans la provocation des changements significatifs des propriétés physico-chimiques des sols traités (pH, conductivité, P assimilable, COT), de même qu'une diminution de l'activité enzymatique microbienne en particulier de l'uréase. En outre, les résultats ont montré une diminution du taux de croissance chez les plantes métalliquement stressées, une stabilité des teneurs en sucres, une augmentation des niveaux de protéines, de la proline et de la MDA avec des changements significatifs dans l'activité antioxydante. Ensemble, les résultats obtenus ont confirmé notre hypothèse sur l'implication des ETM dans la perturbation écologique des sols du maraîchage (péri)urbain, et leur implication dans la réduction de la qualité des cultures maraîchères.

Ainsi, la surveillance et la prévention des risques écologiques liés à la pollution des sols par les ETM, et les risques sanitaires liés à l'exposition à ces sols et à la consommation de plantes cultivées en milieu (péri)urbain sont nécessaires et indispensables pour proposer des recommandations en termes de choix des plantes adaptées au maraîchage urbain sans risque pour les citoyens tant aux jardiniers qu'aux décideurs. Les cartes de zonation intégrant la pollution des sols urbains doivent être prises dans le futur plan d'aménagement de la ville dans le cadre du développement durable afin de garantir une planification désignant le type d'usage des zones en fonction de la qualité des sols.