N° d'ordre ……..année……

جامعة عبد المالك السعدي
ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵉⵜ ⵏ ⵄⴰⴱⴷⵍⵎⴰⵍⵉⴽ ⵙⵙⴰⵄⴷⵉ
Université Abdelmalek Essaadi

Pôle des Etudes Doctorales
Centre des Etudes Doctorales Sciences et Techniques et Sciences Médicales

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Monsieur BAGAYOU Ahmed
Présentera ses travaux de recherche en vue de l'obtention du Doctorat

Formation Doctorale : Sciences et Techniques de l'Ingénieur
Discipline : Biologie
Spécialité : Biologie, Écotoxicologie & Environnement

Le 28/11/2026 à 11H00 à la Salle des Conférences, Faculté Polydisciplinaire de Larache, UAE

Sous le thème

Étude comparative et caractérisation des risques environnementaux et sanitaires de la teneur en résidus de pesticides dans les eaux souterraines, les eaux de surface, les sols, les sédiments et chez les organismes terrestres et aquatiques dans le Bassin de Loukkos (Larache – Maroc)

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Etablissement	Qualité
Pr. MAATOUK Mustapha	FST de Tanger, UAE	Président
Pr. MOURADI Mohammed	FP de Beni Mellal, USMS	Rapporteur
Pr. RHARRABE Kacem	ENS de Tétouan, UAE	Rapporteur
Pr. WAHBI Miriam	FST de Tanger, UAE	Rapporteur
Pr. ALILOU Hakim	FP de Khouribga, USMS	Examinateur
Pr. HASSANI ZERROUK Mounir	FST de Tanger, UAE	Examinateur
Pr. HAMDACHE Ahlem	FP de Larache, UAE	Co-Directrice
Pr. EZZIYYANI Mohammed	FP de Larache, UAE	Directeur

Structure de recherche : *Equipe de recherche en Biotechnologies Végétale, Microbienne, Marine &Agriculture de Précision*

Résumé

Le bassin du Loukkos est l'un des principaux pôles agricoles du Maroc. Cependant, le développement intensif des cultures irriguées y engendre une surutilisation des pesticides. Cette pression phytosanitaire élevée soulève des enjeux majeurs de pollution par des impacts environnementaux et sanitaires. Malgré l'importance socio-économique et écologique du bassin du Loukkos, les études et les données de la contamination par les résidus de pesticides des écosystèmes terrestres et aquatiques restent très limitées, et à nos jours aucune évaluation des risques écotoxicologiques n'a encore été menée.

Dans ce contexte, cette thèse vise à évaluer la contamination des sols, des eaux souterraines, des eaux de surfaces et des sédiments du bassin du Loukkos, ainsi que les risques associés pour les organismes terrestres, aquatiques et la santé humaine. Des campagnes d'échantillonnage ont été menées dans les différents compartiments, suivies d'extractions réalisées par les méthodes QuEChERS et liquide-liquide, puis d'analyses par chromatographie en phase gazeuse, tandis que les risques ont ensuite été évalués selon les approches internationales recommandées par l'Agence Américaine de Protection de l'Environnement (US EPA).

Les résultats ont mis en évidence la détection de 24 pesticides dans les sols, 15 pesticides dans les eaux souterraines, 8 pesticides dans les eaux de surface et 9 pesticides dans les sédiments de la rivière du Loukkos. La contamination détectée est majoritairement dominée par les insecticides organophosphorés et Pyréthrinoïdes, suivi par la famille des Strobilurines (fongicides) et aussi par la présence préoccupante de pesticides organochlorés interdits (Biocides). Les concentrations mesurées dans les sols (jusqu'à 328 µg/kg), les eaux souterraines (jusqu'à 11 µg/L), les eaux de surface (jusqu'à 2,050 µg/L) et les sédiments (jusqu'à 315 µg/kg) de la rivière du Loukkos atteignent des niveaux élevés, traduisant une exposition élevée pour les organismes terrestres et aquatiques, ainsi que pour les populations humaines.

L'évaluation des risques écotoxicologiques pour les sols, basée sur les approches du quotient de risque (QR) et du ratio toxicité/exposition (TER), met en évidence des valeurs de QR supérieures au seuil critique de 1 pour la majorité des sites et des substances détectées jusqu'à 93,716, traduisant un risque très élevé pour les vers de terre. La plupart des valeurs de TER indiquent un risque acceptable, à l'exception du fenamiphos, pour lequel un TER inférieur à 5 révèle un risque de toxicité élevé. Pour les milieux aquatiques, une approche intégrée a été adoptée, combinant la distribution de la sensibilité des espèces (SSD), la concentration protégeant 95 % des espèces (HC5), l'estimation de la probabilité des espèces affectées par les concentrations environnementales mesurées et le calcul des quotients de risque (QR) pour les eaux et les sédiments. Les analyses SSD indiquent que les crustacés, les poissons et les insectes constituent les groupes taxonomiques les plus sensibles, tandis que les mollusques, les algues et d'autres invertébrés présentent une sensibilité intermédiaire. Les amphibiens, les plantes aquatiques et les annélides aquatiques apparaissent comme les taxons les plus tolérants. Les valeurs de HC5 sont très faibles pour la majorité des pesticides, souvent inférieures à 1 µg/kg, témoignant d'une toxicité élevée. Les quotients de risque atteignent des valeurs maximales de 12,42 dans les eaux et de 98,65 dans les sédiments, tandis que les probabilités d'espèces affectées dépassent 5 % pour plusieurs substances, atteignant jusqu'à 22 % dans les eaux et 40 % dans les sédiments.

L'évaluation des risques pour la santé humaine, liée à l'exposition aux pesticides par la consommation des eaux souterraines, a mis en évidence des risques cancérigènes et non cancérigènes élevés, particulièrement chez les nourrissons et les enfants. Les probabilités de risque cancérigène atteignent 4,80 cas pour 1 000 nourrissons, 4,17 cas pour 10 000 enfants et 6,44 cas pour 100 000 adultes, dépassant largement le seuil critique de référence fixé à un cas par 1 000 000 d'habitants. Les risques non cancérigènes liés à l'ingestion d'eau dépassent également la valeur seuil de 1, avec des indices de danger atteignant 16,5 chez les nourrissons, 4,80 chez les enfants et 2,22 chez les adultes.
Ces résultats soulignent la nécessité de renforcer les stratégies de surveillance environnementale, d'améliorer la gestion des pesticides et de soutenir la mise en œuvre de politiques de protection durable des écosystèmes et de la santé humaine au Maroc.

Mots-clés : Pesticides, Agriculture, Eaux de surface, Eaux souterraines, Sols, Sédiments, Organismes aquatiques et terrestres, Risques environnementaux et sanitaires, Bassin du Loukkos