



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mr MAHMOUD Rachid

Soutiendra : le Vendredi 08/03/2024 à 10H00

Lieu : FSDM – Centre Visioconférence

Une thèse intitulée :

**Eaux Des Oueds De la Ville De Taza : Sources De Pollution,
Qualité, Remédiation, Et Risques Sanitaires**

En vue d'obtenir le Doctorat

FD : Ressources Naturelles, Environnement et Développement Durable

Spécialité : Gestion et Valorisation des Bioressources

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr TALEB Mustapha	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Président
Pr TALEB Abdeslam	Faculté des Sciences et Techniques, Mohammedia	PES	Rapporteur
Pr AINANE Tarik	Ecole Supérieure de Technologie, Khénifra	PH	Rapporteur
Pr LAHKIMI Amal	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PH	Rapporteuse
Pr EL HAJI Mounia	Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique, UH2 Casablanca	PES	Examinatrice
Pr CHERROUD Sanaa	Ecole Supérieure de Technologie, Khénifra	PH	Examinatrice
Pr TOUNSADI Hanane	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PH	Examinatrice
Pr BERRADA Sanae	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PA	Invitée
Pr RAIS Zakia	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directrice de thèse



Résumé :

La ville de Taza, au patrimoine écologique parmi les plus riches du Nord de l'Afrique, est confrontée à un problème majeur de gestion des déchets en général, et des eaux usées en particulier. Cette situation anarchique aggrave la crise des ressources hydriques déjà préoccupante en raison de sécheresses récurrentes.

Nous avons abordé cette problématique à travers trois axes de recherche interconnectés. Tout d'abord, la caractérisation de la qualité des eaux de surface des oueds recevant les eaux usées a fait l'objet d'une analyse approfondie. Cette recherche a pour objectif de discerner les endroits les plus touchés par la pollution et d'évaluer par la suite leur état environnemental. En menant une analyse approfondie tout au long de l'année, englobant les aspects physico-chimiques et bactériologiques, nous avons rassemblé un ensemble complet de données pour évaluer la qualité des eaux de surface, en utilisant le système SEQ-EAU comme cadre d'évaluation. Quatre sites distincts sont apparus comme particulièrement touchés : en amont des Oueds Jaouna et Taza, en aval de l'Oued Larbâa et à proximité de la décharge publique "Julien", et au confluent des Oueds Rhouireg et Dfali. En utilisant l'intégration GIS-SEQ, nous avons méticuleusement mesuré les attributs physico-chimiques et bactériologiques de ces sites. Notre évaluation a révélé des relevés qui dépassent les références marocaines établies pour la qualité des eaux de surface. En particulier, l'eau présentait une turbidité prononcée et des niveaux élevés de particules en suspension, y compris des nitrites et des sulfates. En outre, une charge organique notable et une contamination microbienne impliquant des coliformes fécaux (*E. coli*) et des entérocoques intestinaux ont été observées.

Le deuxième axe de notre recherche a consisté en une enquête épidémiologique approfondie au moyen d'une enquête transversale. Cette enquête a permis d'évaluer la prévalence des maladies à transmission hydrique, notamment la typhoïde, l'hépatite A et la gastro-entérite aiguë (GEA), au sein de la population de Taza. Les résultats obtenus montrent que la majorité des interrogés sont de sexe masculin avec 30,1% appartenant à la tranche d'âge entre 25 à 35 ans. En outre, 7,5 % des participants avaient terminé l'école primaire, 6,8 % avaient reçu une éducation traditionnelle et 3,6 % étaient analphabètes. En outre, 35,1 % des participants étaient titulaires d'un diplôme d'études secondaires. L'analyse bivarié des données a montré une association entre l'apparition des symptômes des trois maladies à transmission hydrique (gastroentérite, typhoïde et hépatite A) et quelques paramètres sociodémographiques et des données cliniques et spécifiques. Ces résultats mettent en évidence une corrélation directe entre la qualité des eaux contaminées et l'incidence de ces maladies, soulignant ainsi l'impact significatif des eaux usées sur la santé publique locale.

Enfin, le troisième axe de cette thèse explore des stratégies novatrices pour atténuer la pollution des eaux. Nous avons examiné l'utilisation potentielle des margines, un sous-produit local, en tant que fertilisant dans la culture du sorgho, offrant ainsi une méthode de bioremédiation pour réduire la contamination des sols agricoles. Les résultats révèlent que les OMW brutes sont acides, salées, fortement chargées en matières organiques (DCO/BOD5 = 7,1 > 3), inorganiques, et leur teneur en polyphénols est de 9 g/L. Tous les paramètres de suivi de la croissance du sorgho sont plus faibles pour les plantes irriguées par des OMW brutes, ce qui constitue des symptômes de stress hydrique. En utilisant le T-test, les plantes irriguées par de l'OMW semi-diluée ont eu un rendement aussi élevé que le témoin pour la plupart des paramètres. En résumé, bien que la demi-dilution de l'OMW ait donné des résultats prometteurs, nous suggérons qu'elle soit prétraitée avant d'être utilisée pour l'irrigation du sorgho afin de réduire sa charge organique et son acidité. Dans la même perspective, une étude détaillée de caractérisation des épines de pin d'Alep a été menée en vue de la production de biochar, contribuant ainsi à la gestion durable des résidus et à la promotion de pratiques environnementalement responsables. Les résultats de ses analyses physicochimiques et spectroscopiques montrent que ce biomatériau est poreux, hygroscopique, légèrement acide, moyennement humide et peu conducteur. Sa densité moyenne à l'état anhydre est de 0,6. Il est riche en carbone (79,91%) et en oxygène (18,91 %) sous forme de composés aromatiques et d'empreintes de la cétone ; relatant ainsi la présence de cellulose, de pectine, de lignine, d'hémicellulose et de furfural. Sa composition en éléments minéraux (Na, Mg, Ca, K, Cl, S) est très faible. Ces caractéristiques de l'huile essentielle de pin est un produit forestier non ligneux. Il s'agit d'un mélange complexe de composés bioactifs tels que les hydrocarbures mono- terpéniques α et β -pinènes, préconisent pourrait fournir une utilisation potentielle dans le domaine agroalimentaire, pharmaceutique, cosmétique.

Mots clés :

Qualité des eaux de surface ; Étude épidémiologique ; Typhoïde ; Hépatite A ; GEA ; SEQ-EAU ; SIG ; Remédiation.



WATERS FROM THE OUEDS IN THE CITY OF TAZA: QUALITY, HEALTH RISKS, SOURCES OF POLLUTION AND REMEDICATION

Abstract:

The city of Taza, with one of the richest ecological heritages in North Africa, is facing a major waste management issue, particularly sewage disposal. This chaotic situation exacerbates the already concerning water resource crisis due to recurrent droughts.

We have approached this issue through three interconnected research axes. First, the characterization of the quality of surface waters in the Oueds receiving sewage has undergone a thorough analysis. This research aims to identify the most affected areas by pollution and subsequently assess their environmental condition. Through a comprehensive year-long analysis, encompassing physicochemical and bacteriological aspects, we have gathered a comprehensive dataset to evaluate the quality of surface waters, using the SEQ-WATER system as an assessment framework. Four distinct sites have emerged as particularly impacted: upstream of the Jaouna and Taza wadis, downstream of the Larbâa wadi, near the "Julien" public dump, and at the confluence of the Rhouireg and Dfali wadis. Using GIS-SEQ integration, we meticulously measured these sites' physicochemical and bacteriological attributes. Our assessment revealed readings that exceeded Moroccan standards for surface water quality. In particular, the water exhibited pronounced turbidity and high levels of suspended particles, including nitrites and sulphates. Furthermore, notable organic load and microbial contamination involving fecal coliforms (*E. coli*) and intestinal enterococci were observed.

The second axis of our research involved an in-depth epidemiological survey through a cross-sectional study. This survey aimed to assess the prevalence of waterborne diseases, including typhoid, hepatitis A, and acute gastroenteritis (AGE), within the population of Taza. The results indicate that most respondents were male, with 30.1% belonging to the age group of 25 to 35 years. Additionally, 7.5% of participants had completed primary school, 6.8% had received traditional education, and 3.6% were illiterate. Furthermore, 35.1% of participants held a high school diploma. Bivariate analysis of the data revealed an association between the occurrence of symptoms of the three waterborne diseases (gastroenteritis, typhoid, and hepatitis A) and certain sociodemographic and clinical-specific parameters. These results highlight a direct correlation between contaminated water quality and the incidence of these diseases, underscoring the significant impact of sewage on local public health.

Finally, the third axis of this thesis explores innovative strategies to mitigate water pollution. We examined the potential use of olive mill wastewater (OMW), a local byproduct, as a fertilizer in sorghum cultivation, offering a bioremediation method to reduce agricultural soil contamination. The results reveal that raw OMW is acidic, saline, rich in organic matter ($COD/BOD_5 = 7.1 > 3$), inorganic, and has a polyphenol content of 9 g/L. All growth parameters for sorghum were lower for plants irrigated with raw OMW, indicating signs of water stress. Using a T-test, sorghum plants irrigated with semi-diluted OMW had yields as high as the control for most parameters. In summary, while the semi-dilution of OMW yielded promising results, we suggest pre-treatment before using it for sorghum irrigation to reduce its organic load and acidity. Additionally, a detailed characterization study of Aleppo pine needles was conducted for biochar production, contributing to sustainable waste management and the promotion of environmentally responsible practices. Physicochemical and spectroscopic analyses reveal that this biomaterial is porous, hygroscopic, slightly acidic, moderately wet, and poorly conductive. Its average density in the anhydrous state is 0.6. It is rich in carbon (79.91%) and oxygen (18.91%) in the form of aromatic compounds and ketone imprints, indicating the presence of cellulose, pectin, lignin, hemicellulose, and furfural. Its mineral element composition (Na, Mg, Ca, K, Cl, S) is very low. These characteristics of Aleppo pine essential oil are a non-wood forest product. It is a complex mixture of bioactive compounds such as mono-terpene hydrocarbons α and β -pinene, suggesting potential use in the agri-food, pharmaceutical, and cosmetic industries.

Key Words : Surface water quality; Epidemiological study; Typhoid; Hepatitis A; GEA; SEQ-EAU; GIS; Remediation.