

**UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES DHAR EL MAHRAZ  
FES**



**AVIS DE SOUTENANCE DE THESE**

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

M<sup>me(elle)</sup> : **IDRISSI Nisrine**

Soutiendra : le **27/07/2018** à **15H**      Lieu : **Centre de conférence**

**Une thèse intitulée :**

**Evaluation de la qualité des eaux de surface et identification des maladies  
à transmission hydrique ( cas de la ville de Fès ) : corrélation par l'approche SIG -SQE**

**En vue d'obtenir le Doctorat**

**FD : Ressources Naturelles, Environnement et Développement Durable (RNE2D)**

**Spécialité : Géosciences et Ressources Naturelles**

**Devant le jury composé comme suit :**

	<b>NOM ET PRENOM</b>	<b>GRADE</b>	<b>ETABLISSEMENT</b>
<b>Président</b>	Pr. TALEB Mustapha	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Directeur de thèse</b>	Pr. RAIS Zakia	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Co-directeur de thèse</b>	Pr. NEJJARI Chakib	PES	Université Mohammed VI des Sciences de Santé - Casablanca
<b>Rapporteurs</b>	Pr. SAADANI Abderrahim	PES	Faculté des Sciences - Meknès
	Pr. EL HALOUANI Ihssan	PES	Faculté des Sciences - Oujda
	Pr. LAHBABI Noura	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Membres</b>	Pr. JARAR LOULIDI Hassane	PH	Ecole Hassania des Travaux Publics - Casablanca
	Pr. EL RHAZI Karima	PES	Faculté de Médecine et de Pharmacie - Fès

## **Résumé :**

Les réserves naturelles des eaux superficielles douces de ruissellement, accessibles à l'homme, constituent seulement 0,3 % de la superficie totale couverte d'eau de notre planète. Vis-à-vis de notre pays, elles sont parmi les plus précieuses au monde. Plus de la moitié de ces ressources sont concentrées dans les bassins du Nord et le bassin de Sebou, l'une des plus grandes rivières du Maroc, qui acquiert chaque année des quantités colossales d'eaux usées polluées provenant des villes adjacentes. La ville de Fès depuis plusieurs années a participé, à elle seule, avec un volume annuel élevé d'eaux usées atteignant 57 millions de m<sup>3</sup>/an, à la dégradation de cet oued ; à cause des rejets d'eaux usées de diverses activités, notamment oléicoles et artisanales, évacués sans aucun prétraitement préliminaire. La mise en place de la station d'épuration des eaux usées STEP-Fès, inaugurée en fin novembre 2014, a pour mission de prétraiter ces rejets qui ont plusieurs effets néfastes sur le maintien de l'équilibre des caractéristiques du milieu aquatique et sur la santé de la population.

Ce projet de thèse concerne a priori l'identification de la relation entre la pollution physico-chimique, bactériologique et même métallique des eaux de surface des affluents, franchissant les zones urbanistiques et péri-urbanistiques de la ville de Fès et la répartition géographique des incidences des maladies liées à l'eau qui sont la fièvre typhoïde et les hépatites virales épidémiques, en examinant les facteurs à risque y influençant. , il devrait constituer une première étape pour les études sur l'évolution de la qualité des eaux de surface d'Oued Tghat allant jusqu'à Oued Sebou, après le fonctionnement de la STEP, en vue d'assurer la sécurité de l'eau à des fins de développement durable et de préservation sanitaire.

Sur la base de cette analyse, des évaluations spatio-temporelles de la qualité des eaux ; moyennant le Système d'Évaluation de la Qualité globale des Eaux superficielles, mentionné le « SEQ-Eau » ; à l'aval d'Oued, Fès allant jusqu'au Oued Sebou ont été réalisées.

Ensuite, nous avons procédé à une cartographie spatiale suivie d'un traitement statistique des données environnementales et épidémiologiques afin de les corréliser avec la répartition géographique de l'incidence des infections pathologiques causées par la pollution des eaux en examinant les éléments à risques.

Les résultats du diagnostic réalisé à propos des eaux superficielles de la ville de Fès et des maladies d'origine hydrique nous ont permis de souligner que la population est en croissance démographique considérable à titre de 2 % par an, avec la plus forte condensation à l'Est-Nord de la ville. Pour les hépatites virales et la fièvre typhoïde pendant l'année 2015, la préfecture de Fès représente les taux les plus élevés des incidences annuelles relatives à la région Fès-Boulemane. Dont cette dernière est classée, consécutivement pour les deux épidémies hydriques, deuxième et Quatrième après la région de Meknès-Tafilalt à l'échelon de la totalité du royaume (DELM, 2018).

Le suivi spatio-temporel, des différents paramètres de la qualité des eaux, montre que l'aval d'Oued Fès allant jusqu'aux le tronçon d'Oued Sebou et les sites existants à l'Est-Nord de la ville et au quartier Ain Kadous à l'arrondissement EL Mérinide, sont les plus pollués. Ils se caractérisent par une forte pollution chronique d'origine organique, phosphorique et métallique.

La cartographie de la répartition spatiale des maladies à transmission hydriques, au palier des différents arrondissements de la ville de Fès à l'égard de l'année 2017, illustre que les taux d'incidence des maladies étudiées sont très élevés ; à l'Est-Nord de la ville. Ces maladies parviennent à ; 80 % pour les hépatites et 71 % pour la fièvre typhoïde ; indiquant ainsi que le district Ain Kadous est le premier responsable de la propagation de ces maladies épidémiques et à transmission hydrique au niveau de la ville de Fès.

La corrélation entre l'incidence des maladies et la pollution des eaux superficielles a été élaborée via les cartes SIG et l'analyse statistique de Pearson. La matrice de calcul correspondant a mis en relief les facteurs responsables suivants :

- la proximité par rapport à l'aval de l'Oued Fès identifié le plus pollué ; et des zones industrielles de Doukkarat et Ain Nokbi
- le coudolement des zones agricoles, notamment celle d'El Merja ; connue par la marchandise des légumes irrigués par les eaux usées ;
- la forte densité de population à l'arrondissement Fès El Médina dépassant les 33 % et des taux équivalent à 15,8 % et 15,9 % successivement pour l'arrondissement El Mérinides et Jnane ELWARD de la ville de Fès.

## **Mots clés :**

Eau de surface, Ville de Fès, Qualité, Caractérisation, SEQ-eau, SIG, Tests statistiques, Corrélation.

## Assessment of the quality of surface water and identification of water-borne diseases (case of the city of Fes): correlation using the GIS-SEQ approach

These last years, the quality of surface water in the city of Fez has deteriorated due to huge human activities. This could lead to waterborne diseases such as typhoid fever, viral hepatitis, gastroenteritis, dysentery...

The present work tries to establish a correlation between physicochemical and bacteriological quality of surface waters in the City of Fez, crossing the most polluted zones, and the geographical distribution of the incidences of two diseases linked to water, namely typhoid fever and epidemic viral hepatitis, while examining the factors influencing it.

At first, we realized a diagnosis at the level of the districts and communes of Fez, which allowed us:

- to emphasize the considerable demographic growth, at 2% per year, with the strongest condensation in the East-North of the city. For viral hepatitis and typhoid fever during the year 2015, the prefecture of Fez has had the highest rates of annual incidences;
- to identify the surface waters in the most sensitive areas to pollution: 5 sampling points from the Wadi in the peri-urban zone (A) until Ain Kansara and 6 points from the wadi at Ain Kadous urban area (B) located at Northeast of the city.

Then, we carried out a spatio-temporal evaluation of the physico-chemical and bacteriological quality of the seasonal waters at zone A on 2015 and 2016 and monthly at zone B during the year 2017, with a focus on the period of olives trituration. The results of this section were used to determine the overall quality of the studied surface water, through the system of assessment of the overall quality of surface water (SEQ-Water). Then, we carried out spatial mapping, using GIS tools, followed by statistical treatment of environmental and epidemiological data in order to correlate them with the geographical distribution of the incidence of pathological infections caused by water pollution.

The spatio-temporal monitoring of different parameters defining the quality of water shows that the downstream of OuedFès going up to the section of OuedSebou and the existing sites in the North-East of the city and in the district Ain Kadous are the most polluted. Throughout the study period, namely 2015, 2016 and 2017, they were characterized by a strong chronic pollution of organic, phosphoric and metallic origin.

The mapping of the spatial distribution of water-borne diseases in the various districts of the city of Fez in 2017 illustrates that the incidence rates of the studied diseases are very high in the North -East of the city. These diseases reach 80% for viral hepatitis and 71% for typhoid fever indicating that the district Ain Kadous is the first responsible for the spread of these epidemic and waterborne diseases in the city of Fez. The calculation matrix corresponding to the correlation between the incidence of the studied diseases, surface water pollution and risk factors, for the six sites identified as highly polluted at the city of Fez, highlighted the district of Ain kadous which represents the highest incidences of typhoid fever and viral hepatitis especially for the population aged between 04 and 15 years. The responsible factors identified, among others, correspond mainly to the high population density exceeding 15% for the Merinides district, poor hygiene practices (defecation in open spaces, dirty hands, children swimming, etc.), as well as irresponsible exploitation of natural resources, agricultural lands and green spaces, the unconsciousness of industrialists and the population, mismanagement of wastewater, including olive and craft activities, ...

The results obtained corroborate those of the data collected and could be of great value to the health and environmental services and decision-makers in the city of Fez.

**Keywords:** Surface water, City of Fez, Quality, Characterization, SEQ-water, GIS, Statistical analysis, Correlation.