



AVIS DE SOUTENANCE D'UNE THESE DE DOCTORAT

Le Doyen de la Faculté des Sciences a le plaisir d'informer le public qu'une soutenance de
thèse de Doctorat en

«Chimie Fondamentale et Appliquée»

aura lieu le 26/07/2024 à 11H00 à la Faculté des Sciences, Kénitra

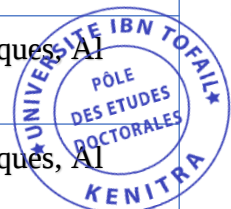
La Thèse sera présentée par Mme BOUHOUT SARA

Sous le thème :

**L'Apport des Systèmes d'Information Géographique et des techniques géostatistiques de
modélisation spatiale à l'optimisation de la gestion de la ressource en eau souterraine en
milieu alluvial côtier**

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Titre	Etablissement
GUEDIRA TAOUFIQ	Président	Faculté des Sciences, Kénitra
BENAABIDATE LAHCEN	Rapporteur	Faculté des Sciences et Techniques, Fès
DAOUDI SALAH	Rapporteur	Faculté des Sciences, Oujda
DIMANE FOUAD	Rapporteur	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Al Hoceima
BELFAQUIR MUSTAPHA	Examineur	Faculté des Sciences, Kénitra
ZIANE AHMED	Examineur	Faculté des Sciences et Techniques, Al Hoceima
HABOUBI KHADIJA	Co-Directeur de thèse	Faculté des Sciences et Techniques, Al Hoceima
ELYOUBI MOHAMED SALAHDINE	Directeur de thèse	Faculté des Sciences, Kénitra



Nom et Prénom : BOUHOUT SARA

Date de soutenance : 26/07/2024

Directeur de Thèse : ELYOUBI MOHAMED SALAH DINE

Sujet de thèse :

L'Apport des Systèmes d'Information Géographique et des techniques géostatistiques de modélisation spatiale à l'optimisation de la gestion de la ressource en eau souterraine en milieu alluvial côtier

Résumé:

Au nord-est du Maroc, l'aquifère de Ghiss-Nekor (100 km²) contribue considérablement à l'Alimentation en Eau Potable (AEP) de la ville d'Al-Hoceima et des agglomérations urbaines avoisinantes. Pourtant, cette réserve d'eau, située en contexte alluvial libre, demeure sensible face à la salinisation et aux perturbations anthropiques, ce qui compromet la pérennité de la ressource.

Le premier volet de cette thèse est consacré d'une part à la cartographie de l'état piézométrique et l'évaluation des fluctuations saisonnières de la nappe de Ghiss-Nekor, avec estimation de l'incertitude des cartes piézométriques produites. Pour cela, les performances de deux méthodes de krigeage linéaire ont été examinées en matière d'interpolation des relevés piézométriques périodiques dans une dizaine de puits d'observation faisant partie du réseau de surveillance piézométrique existant. D'autre part, il s'agit d'envisager une densification du réseau piézométrique actuel en vue de son optimisation, tout en maintenant la qualité de l'estimation. A cette fin, l'outil DSN couplé à une analyse SIG et l'indice de priorité, sont jugés satisfaisants. L'erreur type moyenne a diminué de plus de 60% après la densification du réseau de surveillance piézométrique.

Dans le deuxième volet, les données du monitoring qualitatif des eaux brutes destinées à l'AEP ont été collectées auprès des organismes chargés de la gestion de la ressource et de la distribution de l'eau potable, et valorisées grâce au logiciel ArcGIS. Le croisement et l'analyse de ces données, moyennant une combinaison d'approches comprenant les indices chloro-alkalins, les représentations graphiques des faciès hydrochimiques, l'indice de qualité de l'eau et l'indice de pollution synthétique, ont permis d'évaluer l'adéquation de la qualité de l'eau de la nappe pour différents usages et l'identification des zones à enjeux où les captages souterrains utilisés pour l'AEP sont potentiellement vulnérables. Le dernier point concerne la cartographie de l'aléa de pollution de la nappe par les nitrates. La pollution nitrique des eaux souterraines étudiées est liée principalement aux modes d'utilisation des terres et aux caractéristiques lithologiques de l'aquifère. La probabilité que l'eau soit contaminée par les nitrates est nettement plus élevée au niveau des rejets urbains incontrôlés situés au-dessus de dépôts hautement perméables.

Mots-clés : Plaine de Ghiss-Nekor ; Al-Hoceima, Cartographie ; Surveillance piézométrique ; Outil DSN ; Analyse SIG ; Aléa de pollution ; Salinisation ; Perturbations anthropiques.

Abstract:

In the north-east of Morocco, the Ghiss-Nekor aquifer (100 km²) contributes significantly to the Drinking Water Supply (AEP) of the city of Al-Hoceima and neighboring urban areas. However, this water reserve, located in a free alluvial context, remains sensitive to salinization and anthropogenic disturbances, which compromises the sustainability of the resource. In this context, the first part of this thesis is devoted on the one hand to the mapping of the piezometric state and the evaluation of seasonal fluctuations of the Ghiss-Nekor aquifer, with estimation of the uncertainty of the piezometric maps produced. For this, the performance of two linear kriging methods was examined in terms of interpolation of periodic piezometric readings in around ten observation wells forming part of the existing piezometric monitoring network. On the other hand, it is a question of considering a densification of the current piezometric network with a view to its optimization, while maintaining the quality of the estimate. To this end, the DSN tool coupled with a GIS analysis and the priority index are considered satisfactory. The average standard error decreased by more than 60% after the densification of the piezometric monitoring network. In the second part, the data from the qualitative monitoring of raw water intended for the AEP were collected from the organizations responsible for the management of the resource and the distribution of drinking water, and valued using ArcGIS software. The crossing and analysis of these data, using a combination of approaches including chloro-alkaline indices, graphical representations of hydrochemical facies, the water quality index (GWQI) and the synthetic pollution index (SPI) made it possible to assess the suitability of the water quality of the aquifer for different uses and the identification of problem areas where the underground catchments used for AEP are potentially vulnerable. The last point concerns the mapping of the hazard of groundwater pollution by nitrates. It was concluded that the nitrogen pollution of the studied groundwater is linked mainly to land use patterns and lithological characteristics of the aquifer. The probability of water being contaminated by nitrates is significantly higher at the level of uncontrolled urban discharges located above highly permeable deposits.

Keywords : Ghiss-Nekor Plain ; Al-Hoceima ; Mapping ; Piezometric monitoring ; DSN tool ; ArcGIS software ; Hazard of groundwater pollution ; Salinization ; anthropogenic stressors.