

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

En vue de l'obtention du **DOCTORAT EN SCIENCES**

Le Doyen de la Faculté des Sciences de Tétouan annonce que

Monsieur Ahmed Mortada El khamlichi soutiendra une thèse intitulée

**L'EVALUATION DE LA QUALITE DES RESSOURCES EN EAUX AU
NORD DU MAROC
REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE ET ANALYSE MULTI-VARIEE**

Discipline : Biologie

Spécialité : Ecologie et Sciences de l'Environnement

A la salle de réunion de biologie, Faculté des Sciences de Tétouan

Le Mardi 31 Décembre 2019 à 10h

Devant le jury composé de:

Pr. Mustapha STITOU	Université Abdelmalek Essaâdi, FS Tétouan	Président
Pr. Mohamed KAZAZ	Université Abdelmalek Essaâdi, FS Tétouan	Rapporteur
Pr. Taoufik MOURABIT	Université Abdelmalek Essaadi, FST Tanger	Rapporteur
Pr. Brahim EL MOUTCHOU	Université Abdelmalek Essaâdi, FS Tétouan	Rapporteur
Pr. Brahim DEMNATI	Université Abdelmalek Essaadi, FST Tanger	Examineur
Pr. Mohamed KADIRI	Université Abdelmalek Essaâdi, FS Tétouan	Co-Directeur
Pr. Abderrahmane MERZOUKI	Université Abdelmalek Essaâdi, FS Tétouan	Directeur

Thèse préparé au sein des structures de Recherche :

**Laboratoire de Botanique Appliquée, Équipe FREE Département de Biologie FS-
Tétouan**

Objectifs de l'étude : Les eaux de surface de la région du nord du Maroc présentent une grande diversité et importance d'où la nécessité d'effectuer la bio-évaluation de la qualité physico-chimique et biologique de l'eau qui est basée sur des programmes de surveillance de la qualité des écosystèmes aquatiques en se basant sur l'analyse de différents indices métriques, multi-métriques et multi-variées qui sont utilisés partout dans le monde.

Matériels et méthodes : Dans le cadre cette étude, nous avons sélectionné des points de mesures bien répartis sur la totalité de la région du nord du Maroc et qui font l'objet de mesures et échantillonnage des eaux des cours d'eau pour déterminer les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de eaux. Afin de mieux comprendre et visualiser la répartition spatiale des paramètres mesurés, nous avons élaboré des cartes numériques sur la distribution spatiales des paramètres en se basant sur les systèmes d'informations géographiques avec l'application d'un système de classification de la qualité des eaux au niveau de la région du nord du Maroc. L'élaboration de ces cartes a été réalisée en appliquant des systèmes de classification existants à l'échelle internationale et en tenant compte des spécificités nationales pour fournir des informations fiables et exploitables relatives à la qualité des ressources hydriques.

Résultats et conclusion

Etude climatologique de la zone d'étude :

La combinaison des données pluviométriques et thermiques permet de mieux caractériser le climat de la région, suite à la réalisation du diagramme ombrothermique. Ce dernier permet à son tour la distinction nette et parfaite de deux périodes saisonnières climatiquement différentes.

Étude de la qualité des ressources en eau et analyse multi-variée :

Les résultats obtenus par l'application des conditions exigées dans la grille de qualité des eaux superficielles (Arrêté n° 1277-01 du 17-10-02) ont démontré que :

- 45% des prélèvements présentent une eau de qualité excellente ou bonne,
- 23 % des prélèvements se situent dans la gamme de qualité moyenne,
- 32 % des prélèvements échantillonnés sont de mauvaise ou très mauvaise qualité.

Le modèle présenté par les deux premiers axes de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) explique 63,13% de la variabilité totale. Dans la partie positive de l'axe-1, tous les prélèvements d'oued Lihoud sont représentés, à part le prélèvement en amont pendant le mois d'Avril. Cette partie contient aussi les prélèvements d'oued Martil effectués en aval. Ces prélèvements sont fortement liés, d'une part, aux paramètres de pollution tels que le NTK, PT, MES, DBO5, DCO et NH4+, et d'autre part, aux paramètres chimiques tels que le Mg²⁺, SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻.

Dans la partie négative de l'axe -1, se regroupent tous les prélèvements d'Oued Loukous, Oued Laou et Oued Amter, le prélèvement en amont du mois d'avril et les deux prélèvements en amont d'Oued Martil des mois Avril et Octobre.

Ces sites présentent une bonne qualité de l'eau ; le pH est presque neutre et l'oxygénation est bonne avec des taux moyens à faibles de carbonates.

On peut conclure que l'axe-1 schématise un gradient croissant de pollution de sa partie négative vers la partie positive.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) appliquée aux résultats des paramètres de la qualité de l'eau a réparti les prélèvements étudiés en trois classes bien distinctes. Une classe renfermant le prélèvement le plus pollué correspondant à l'aval d'oued Lihoud pendant la période d'Octobre, une deuxième classe représentant les prélèvements en aval d'oued Martil pendant les deux périodes étudiées, et une troisième classe qui renferme le reste des prélèvements dont la qualité de l'eau est relativement bonne.

Etude de la vulnérabilité à la contamination des eaux de surface dans la zone d'étude par l'application de la méthode ESU, proposée par GRAPPE (2006) :

Partant des cartes géologiques et hydrogéologiques de la zone d'étude, nous avons abordé la cartographie de la vulnérabilité à la contamination des eaux de surface. Nous avons commencé par l'élaboration des cartes typologiques qui présentent la répartition spatiale des typologies accordées aux différents paramètres.

La classe de forte vulnérabilité, un peu développée, occupe environ 3,74 % sur l'ensemble de sa surface totale, principalement vers l'extrême Est de la région d'étude. Au point de vue lithologique, cette classe s'associe aux sebtides caractérisées par un fort fonctionnement hydrique auquel s'associe une circulation latérale dominante, autrement dit un fort ruissellement. Quant à la densité du réseau hydrographique et au drainage agricole, ils montrent des degrés différents tout en étant respectivement faibles et forts.

En somme, cette classe présente obligatoirement au moins un paramètre de fort degré auquel se combinent des degrés de faible à forte vulnérabilité pour les deux autres paramètres.

La vulnérabilité faible recouvre la majorité de la zone d'étude sur environ 88,74% de sa surface totale, elle caractérise les flysch, les ghomarides et le quaternaire avec différents degrés pour les trois paramètres (fonctionnement hydrique, densité hydrographique et drainage agricole) variant de fort, moyen à faible.

La classe de très faible vulnérabilité est développée sur à peu près 7,50 % de la totalité de la zone d'étude. Elle coïncide avec la dorsale. Elle résulte d'un faible degré pour ces trois paramètres (fonctionnement hydrique, densité hydrographique et drainage agricole).

Mots clés : Qualité de l'eau, Analyse Multi-variée, Système d'Information Géographique, Cartes de Vulnérabilité, Méthode ESU, Nord du Maroc