



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Avis de Soutenance

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Madame MANAL EL GAROUANI

Discipline : Géologie

Spécialité : Géoresources et Géomatique

Sujet de la thèse

Apport de l'intelligence géospatiale et artificielle dans la gestion intégrée des ressources en eau: Application à la plaine de Saïss

Formation Doctorale " Sciences et Génie de la matière, de la Terre et de la Vie "

Thèse présentée et soutenue **le samedi 25 mai 2024 à 10h** à l'Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès, devant le jury composé de :

NOM ET PRÉNOM	TITRE	ETABLISSEMENT	
Mohamed CHIKHAOUI	PES	Institut agronomique et vétérinaire Hassan II de Rabat	Président
Jamal Eddine STITOU EL MESSARI	PES	Faculté des Sciences de Tétouan	Rapporteur
Hassan TABYAOUI	PES	Faculté Polydisciplinaire de Taza	Rapporteur
Lahcen BENAABIDATE	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Rapporteur
Abdelhadi EL OUALI	PES	Faculté des Sciences de meknès	Examineur
Abdellatif TRIBAK	PES	Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Fès	Examineur
Alae-Eddine BARKAOUI	PH	Ecole Supérieure de Technologie d'Oujda	Examineur
Abderrahim LAHRACH	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeur de thèse
Hassane JARAR OULIDI	PES	Ecole Hassania des Travaux Publics de Casablanca	Co-Directeur de thèse

Laboratoire de recherche : Laboratoire Ecologie Fonctionnelle et Génie de l'Environnement

Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Résumé

Dans les zones semi-arides, de nombreux écosystèmes et activités humaines dépendent essentiellement de la disponibilité de l'eau. Au Maroc, l'augmentation de la demande en eau, combinée à la diminution des précipitations induite par le changement climatique, exerce une pression sur les ressources en eau. La plaine du Saïss est confrontée à la rareté de l'eau, ce qui représente un défi important. En effet, la croissance démographique, l'augmentation de la demande en eau, le changement d'occupation du sol et la sécheresse ont aggravé la situation de ces ressources en eau. Cette thèse vise à cartographier les changements d'utilisation des sols, à évaluer une analyse géostatistique des niveaux des eaux souterraines dans l'aquifère du Saïss et à proposer une approche intégrée et multidimensionnelle pour l'évaluation de la vulnérabilité territoriale des ressources en eau au changement climatique. Pour résoudre cette problématique, dans un premier temps, on a complété les séries chronologiques des niveaux piézométriques des eaux souterraines à l'aide du modèle ARIMA et réalisé une analyse spatio-temporelle de la profondeur des eaux souterraines à partir des mesures piézométriques de 45 puits pour la période allant de 2005 à 2020. Deuxièmement, on a développé un indice multidimensionnel de vulnérabilité territoriale à la pénurie d'eau et au changement climatique basé sur quatre composantes (ressources, socio-démographie, environnement et infrastructure) et 21 indicateurs. Troisièmement, pour surmonter le problème du manque de données mesurées sur le terrain avec une couverture spatio-temporelle adéquate, l'importance des données non conventionnelles (open sources) pour la gestion des ressources en eau a été discutée, en tirant profit des nouvelles technologies géospatiales de la plate-forme Google Earth Engine (GEE). En effet, nous avons utilisé GEE pour analyser le bilan hydrique et la sécheresse au niveau de la plaine du Saïss en utilisant des images satellites, des données géospatiales et des algorithmes de l'intelligence artificielle afin de fournir des informations précieuses pour la gestion des ressources en eau. Les résultats de cette étude ont révélé que la variation du niveau des eaux souterraines entre 2005 et 2020 indique que le niveau piézométrique de la nappe phréatique est dégradé dans certaines zones, ou il est resté constant dans d'autres zones. Une évaluation de la vulnérabilité à la pénurie de l'eau et à la variabilité climatique a été réalisée afin d'identifier les zones très vulnérables dans la zone d'étude, nécessitant une intervention prioritaire. Cette évaluation a indiqué que le degré de vulnérabilité dans 51% des communes de la zone d'étude est faible à très faible, 25% est modéré, tandis que 23% des communes ont un niveau de vulnérabilité élevé à très élevé. L'outil puissant offert par GEE a permis d'avoir et d'analyser une grande quantité de données



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

ouvertes sur les ressources en eau nécessaires afin de comprendre et mettre en évidence l'impact du changement climatique et des activités humaines sur la dynamique de ses ressources. Cette étude a confirmé et mis en évidence l'utilisation de l'intelligence géospatiale et artificielle dans la gestion intégrée des ressources en eau dans la plaine de Saïss. Elle recommande par conséquent l'emploi d'une variété de stratégies, y compris la bonne gestion des ressources en eau, la conservation de l'eau, la diversification des sources d'eau, la gestion durable des sols et de la végétation, le contrôle de la demande en eau, la surveillance et la prévision de la sécheresse, et la planification de la résilience.

Mots clés : Gestion des ressources en eau, changement climatique, indice multidimensionnel de vulnérabilité de l'eau, données géospatiales open source, télédétection, SIG, géostatistique, Google Earth Engine, plaine de Saïss.