



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE EN COTUTELLE

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

Mme (elle) **MOUNIR Kaoutar**
Soutiendra : **le Mardi 26/09/2023 à 10H00**
Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

**Analyse et modélisation de l'impact du changement climatique sur les
ressources en eau dans le bassin versant de l'Ouergha (Maroc)**

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : Ressources Naturelles, Environnement et Développement Durable
Spécialité : Géosciences et Ressources Naturelles

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr OUARHACHE Driss	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Président
Pr BENAABIDATE Lahcen	Faculté des Sciences et Techniques, Fès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr EL AMRANI Mohamed	Ecole Nationale d'Agriculture, Meknès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr LUDWIG Ralf	Université Ludwig-Maximilian, Munich, Allemagne	PES	Rapporteur & Examineur
Pr HANCHANE Mohamed	Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Dhar El Mahraz, Fès	PES	Examineur
Pr SELLAMI Haykel	Centre de recherche et des technologies des eaux (CERTÉ), Tunisie	PES	Examineur
Pr LA JEUNESSE Isabelle	Faculté de Droit, Economie et Sciences Sociales, Tours, France	HDR	Directrice de thèse
Pr EL KHANCHOUFI Abdessalam	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse



Résumé :

L'objectif de cette thèse est d'évaluer et d'étudier les défis liés à la gestion des ressources en eau dans le bassin versant de l'Ouergha, situé dans le nord du Maroc, à l'aide de modèle hydro-climatique et DE l'analyse géostatistique. L'étude vise à atteindre trois objectifs : (i) évaluer les tendances et les modèles spatiaux de l'occurrence de la sécheresse, (ii) explorer les défis et les opportunités de la gestion de l'eau dans le bassin versant de l'Ouergha, et (iii) quantifier les impacts potentiels du changement climatique sur l'hydrologie du bassin versant. D'abord, les tendances en matière de sécheresse ont été évaluées en combinant les données de l'indice d'oscillation nord-atlantique (NAOi), de l'indice d'oscillation ouest-méditerranéenne (WeMOi), l'indice météorologique (SPI), l'indice hydrologique (SDI) et de l'imagerie satellitaire pour calculer l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) et l'indice d'humidité par différence normalisée (NDMI). Ensuite, les défis et les opportunités de la gestion de l'eau dans le bassin versant d'Ouergha ont été explorés en adoptant une approche mixte, comprenant une analyse documentaire, des entretiens et un questionnaire pour les agriculteurs. Enfin, les impacts du changement climatique sur l'hydrologie du bassin versant de l'Ouergha ont été quantifiés à l'aide du modèle hydrologique SWAT (Soil and Water Assessment Tool) combiné aux projections climatiques multi-modèles EURO-CORDEX pour les périodes de référence (1979-2005) et futures (2041-2080).

Les résultats montrent des tendances à la sécheresse détectées dans le bassin versant de l'Ouergha à l'aide d'analyses statistiques. Les tests de corrélation de Pearson et de Mann-Kendall ont indiqué une tendance à l'augmentation de l'intensité de la sécheresse. Pendant les périodes de sécheresse, la couverture végétale et l'humidité ont été maintenues grâce à la présence des réserves des barrages. Cela souligne la nécessité d'une approche holistique et intégrée de la gestion des ressources en eau, impliquant une coordination entre les différentes parties prenantes, telles que les autorités locales, les agriculteurs et les organisations de la société civile. L'étude souligne l'importance de mettre en œuvre des stratégies de gestion de l'eau efficaces et durables qui tiennent compte des besoins socio-économiques, des défis environnementaux et des facteurs climatiques. La région méditerranéenne prévoit des conditions climatiques plus sèches à l'avenir. L'étude réalisée prévoit des diminutions de 14 %, 13 % et 15 % des précipitations, du débit et de la teneur en eau du sol, respectivement, dans le bassin hydrographique d'Ouergha. En outre, l'évapotranspiration devrait augmenter de 12 %. Ces résultats suggèrent un risque plus élevé de sécheresse.

La thèse contribue au corpus de connaissances sur les impacts du changement climatique sur les ressources en eau et la production agricole dans le bassin versant de l'Ouergha. Des mesures urgentes d'adaptation et d'atténuation sont nécessaires pour préserver les ressources en eau et la production agricole. L'approche holistique et intégrée de la gestion des ressources en eau est importante, impliquant une coordination entre les parties prenantes et prenant en compte les besoins socio-économiques, les défis environnementaux et les facteurs climatiques.

Mots clés : Changement climatique, Sécheresse, Eau, SWAT, Euro-CORDEX, Bassin versant de l'Ouergha (Région méditerranéenne)



Abstract

The objective of this thesis is to evaluate and study the challenges related to water resource management in the Ouergha watershed, located in northern Morocco using hydro-climatic models and geostatistical analysis.. The study aims to achieve three objectives: (i) evaluate trends and spatial patterns of drought occurrence, (ii) explore the challenges and opportunities of water management in the Ouergha watershed, and (iii) quantify the potential impacts of climate change on the hydrology of the watershed. First, drought trends were evaluated by combining data from the North Atlantic Oscillation Index (NAOi), the West Mediterranean Oscillation Index (WeMOi), the Standardized Precipitation Index (SPI), the Standardized Runoff Index (SDI), and satellite imagery to calculate the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Normalized Difference Moisture Index (NDMI). Next, the challenges and opportunities of water management in the Ouergha watershed were explored using a mixed approach, including documentary analysis, interviews, and a questionnaire for farmers. Finally, the impacts of climate change on the hydrology of the Ouergha watershed were quantified using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) hydrological model combined with multi-model EURO-CORDEX climate projections for reference (1979-2005) and future (2041-2080) periods.

The results show drought trends detected in the Ouergha watershed using statistical analysis. Pearson and Mann-Kendall correlation tests indicated a trend towards increasing drought intensity. During drought periods, vegetation cover and moisture were maintained thanks to the presence of dam reserves. This highlights the need for a holistic and integrated approach to water resource management involving coordination among different stakeholders such as local authorities, farmers, and civil society organizations. The study emphasizes the importance of implementing effective and sustainable water management strategies that consider socio-economic needs, environmental challenges, and climatic factors. The Mediterranean region is expected to experience drier climate conditions in the future. The study predicts decreases of 14%, 13%, and 15% in precipitation, runoff, and soil water content, respectively, in the Ouergha hydrographic basin. Additionally, evapotranspiration is expected to increase by 12%. These results suggest a higher risk of drought.

The thesis contributes to the body of knowledge on the impacts of climate change on water resources and agricultural production in the Ouergha watershed. Urgent adaptation and mitigation measures are needed to preserve water resources and agricultural production. The holistic and integrated approach to water resource management is important, involving coordination among stakeholders and considering socio-economic needs, environmental challenges, and climatic factors.

Keywords: Climate change, Drought, Water, SWAT, Euro-CORDEX, Ouergha catchment (Mediterranean region)