

AVIS DE SOUTENANCE D'UNE THESE DE DOCTORAT

Le Directeur de l'Ecole Nationale des Sciences Appliquées a le plaisir d'informer le public
qu'une soutenance de thèse de Doctorat en

«**Sciences et ingénierie**»

aura lieu le 29/11/2025 à 11H à l'ENSA, Kénitra

La Thèse sera présentée par Mr AZEDOU ALI

Sous le thème :

**Advancing Geospatial Deep Learning and Optimization Methods for Monitoring Land
and Water Resources in Mediterranean and Semi-Arid Regions**

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Titre	Etablissement
MAZRI TOMADER	Président	ENSA, Kénitra
EL BOUAYADI RACHID	Rapporteur	ENSA, Kénitra
IDRISSI NAJLAE	Rapporteur	FST, Béni Mellal
MOUKRIM SAID	Rapporteur	Faculté des Sciences, Université Mohamed 5
ROUIJEL AWATEF	Examineur	Institut Supérieur des Métiers de l'Audiovisuel et du Cinéma, Rabat
HAJJI HICHAM	Examineur	Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II
ISAYA KISEKKA	Invité	Université de Californie à Davis
LAHSSINI SAID	Co-Directeur de thèse	Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs
AMINE AOUATIF	Directeur de thèse	ENSA, Kénitra



Nom et Prénom : AZEDOU ALI
Date de soutenance : 19/11/2025
Directeur de Thèse : AMINE AOUATIF

Sujet de thèse :

Advancing Geospatial Deep Learning and Optimization Methods for Monitoring Land and Water Resources in Mediterranean and Semi-Arid Regions

Résumé:

L'intégration de la télédétection, de l'informatique en nuage et de l'apprentissage automatique constitue une approche innovante pour la conservation de la biodiversité et la gestion des écosystèmes dans les régions vulnérables. Cette thèse vise à améliorer les stratégies de suivi et à développer des méthodologies adaptées à la gestion des ressources naturelles, en se concentrant sur le parc national de Talassemtane (PNT) au Maroc et la vallée centrale de la Californie.

La première contribution évalue les changements du couvert végétal dans le PNT entre 1990 et 2020, à l'aide de Google Earth Engine et de l'algorithme LandTrendr. L'indice NDVI a révélé 16 329 ha de changement, avec 61,02 % de pertes et 39,58 % de gains. Après 2008, les efforts de conservation ont montré des effets positifs, notamment dans les zones forestières.

La deuxième contribution analyse les incendies dans le PNT entre 2016 et 2022 à partir de l'indice NBR dérivé des images Sentinel-2. Les 28 événements étudiés ont montré une intensité variable (50 à 213 ha/an), corrélée à des températures plus élevées et une faible humidité, suggérant un impact climatique croissant.

La troisième contribution explore la classification de l'occupation du sol via deux études ML. Un modèle de réseau neuronal profond atteint 94,5 % de précision ; un modèle d'ensemble optimisé atteint 97,63 %.

Enfin, un modèle d'apprentissage profond a permis de désagréger les données SMAP (9 km → 30 m) en Californie, avec de fortes corrélations ($r = 0,789$ en surface ; $r = 0,683$ en profondeur), améliorant le suivi de l'humidité du sol pour une gestion durable de l'eau.

Abstract:

This thesis integrates remote sensing, cloud computing, and machine learning (ML) to advance biodiversity conservation and ecosystem management in vulnerable regions, focusing on Morocco's Talassemtane National Park (TNP) and California's Central Valley. The first contribution analyzes vegetation change in TNP (1990–2020) using Google Earth Engine (GEE) and the LandTrendr algorithm. Using NDVI, it revealed 16,329 ha of change—61.02% disturbances and 38.98% gains. Forested zones showed more recovery than areas near villages and agriculture. Notably, post-2008 trends indicated the success of conservation efforts.

The second study assesses wildfire damage in TNP (2016–2022) via the Normalized Burn Ratio (NBR) from Sentinel-2. Analysis of 28 events revealed annual burn areas between 50–213 ha. Higher temperatures ($\sim 16.94^{\circ}\text{C}$) and lower humidity (63.69%) were linked to greater severity, highlighting climate-driven fire risks.

The third contribution explores satellite imagery and ML for Land-Cover and Land-Use (LCLU) classification in TNP. One study used a Deep Neural Network with spectral indices, achieving 94.5% accuracy; another compared ensemble methods (e.g., Random Forest, SVM), reaching 97.63% with Genetic Algorithm optimization.

Finally, a deep learning framework was developed to downscale NASA's SMAP soil moisture data (9 km to 30 m) in California. The ensemble model showed strong correlations ($r = 0.789$ for surface, 0.683 for root-zone moisture) and captured seasonal dynamics. These high-resolution maps support more efficient irrigation, helping reduce groundwater extraction.

Overall, this work demonstrates the power of remote sensing and ML in sustainable resource management and climate resilience.