



## 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

« Sciences de la Terre »

aura lieu le 01/12/2023 à la Faculté des Sciences, Kénitra

La Thèse sera présentée par Mr **AANGRI ABDELHAQ**

Sous le thème :

**Etude des risques de l'érosion et de la submersion marine du littoral  
d'Agadir- Taghazout**

Devant le jury composé de :

| Nom et Prénom      | Titre                 | Etablissement   |
|--------------------|-----------------------|---|
| ZAKARYA ELMOSTAFA  | Président             | Ecole Royale Navale, Casablanca                                     |
| HAIDA SOUAD        | Rapporteur            | Faculté des sciences, Ibn Tofail Kénitra                            |
| ZOURARAH BENDAHOU  | Rapporteur            | Faculté des sciences, Université Chouaib Doukkali, El Jadida, Maroc |
| ELBELRHITI HICHAM  | Rapporteur            | Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II Rabat                 |
| KRIEN YANN         | Examineur             | Université Paul Sabatier Toulouse III, France                       |
| CHAO JAMAL         | Examineur             | Faculté des sciences, Ibn Tofail Kénitra                            |
| AMMAR ABDELLAH     | Invité                | Université Mohammed V Rabat   |
| HAKKOU MOUNIR      | Co-directeur de thèse | Institut Scientifique, Université Mohammed V Rabat                  |
| BENMOHAMMADI AICHA | Directeur de thèse    | Faculté des sciences, Ibn Tofail Kénitra                            |



**Nom et Prénom : AANGRI ABDELHAQ**  
**Date de soutenance : 01/12/2023**  
**Directeur de Thèse : BENMOHAMMADI AICHA**

## Sujet de these

### Etude des risques de l'érosion et de la submersion marine du littoral d'Agadir- Taghazout

#### Résumé:

Les régions côtières du monde font face à une exposition croissante aux risques côtiers, surtout dans un contexte climatique préoccupant. Le littoral d'Agadir-Taghazout, qui abrite l'une des économies les plus importantes du Royaume tout en étant confronté à des risques côtiers de grande ampleur, a besoin d'une étude scientifique innovante répondant aux besoins primordiaux des stratégies de protection contre les risques imminents, notamment l'érosion du trait de côte et la submersion marine. Cette étude vient pour assurer une analyse novatrice des risques côtiers, mettant particulièrement l'accent sur l'érosion et la submersion.

Dans cette recherche, le premier objectif est d'étudier le risque d'érosion et sa prédiction. Pour ce faire, nous avons utilisé des données historiques sur l'évolution du trait de côte de 1969 à 2020, en tenant compte des effets de l'élévation du niveau marin (ENM, et en utilisant un modèle complet pour anticiper les changements du trait de côte d'ici 2050 et 2100. Ce modèle intègre des facteurs tels que l'ENM et les mouvements verticaux des terres, conformément à la règle de Bruun. Afin d'améliorer la précision de ce modèle, nous avons introduit un facteur de correction (F) en comparant les données observées et prédites sur une période prolongée. Les résultats indiquent un risque substantiel d'érosion pouvant menacer les infrastructures touristiques et urbaines en bord de mer. D'ici 2050, on prévoit en moyenne un recul du trait de côte d'environ 12 mètres, pouvant atteindre 51 mètres d'ici 2100.

Le deuxième objectif est l'étude de risque de la submersion marine, notre recherche a utilisé un modèle hybride (numérique et empirique) pour évaluer le littoral d'Agadir-Taghazout. Ce modèle intègre des données issues des simulations NWWIII (NOAA WAVEWATCH III) et SWAN (Simulating WAVes Nearshore) pour comprendre le comportement des vagues et la propagation de la houle depuis les eaux profondes jusqu'au rivage. De plus, la méthode des valeurs extrêmes généralisées (GEV) a été utilisée pour estimer les valeurs de retour du niveau d'eau total (NET). Et enfin un modèle statique calcule les niveaux extrêmes en additionnant les composantes de la marée, de la montée des eaux, de la surcote et des valeurs de retour du NET.

Les résultats mettent en évidence la grande vulnérabilité de la partie méridionale de la plage d'Agadir et d'Imourane. D'ici 2100, le modèle prévoit la submersion d'une grande partie de la zone d'étude, mettant en péril les infrastructures côtières. Ces études soulignent la nécessité urgente pour les gestionnaires côtiers de développer des stratégies de protection contre les risques imminents, notamment l'érosion du trait de côte et la submersion marine, dans le littoral d'Agadir-Taghazout.

**Mots-clés :** Évolution historique du trait de côte, prédiction du trait de côte, élévation du niveau de la mer, Taghazout-Imourane, Agadir, submersion marine, méthode GEV, SWAN, Wave Watch III.

#### Abstract:

Coastal regions worldwide are increasingly exposed to coastal risks, particularly in a concerning climatic context. The coastline of Agadir-Taghazout, hosting one of the Kingdom's most significant economies, faces substantial coastal risks. It necessitates an innovative scientific study that addresses the fundamental requirements of strategies for protection against imminent risks, notably coastal erosion and marine submersion. This study aims to ensure a pioneering analysis of coastal risks, with a specific focus on erosion and submersion.

In this research, the primary objective is to investigate the risk of erosion and its prediction. To achieve this, we utilized historical data on the evolution of the shoreline from 1969 to 2020, considering the effects of sea level rise (SLR), and employed a comprehensive model to anticipate changes in the shoreline by 2050 and 2100. This model incorporates factors such as SLR and vertical land movements, in accordance with the Bruun rule. To enhance the precision of the model, we introduced a correction factor (F) by comparing observed and predicted data over an extended period. The results indicate a substantial risk of erosion that could threaten coastal tourist and urban infrastructure. By 2050, an average retreat of the shoreline by approximately 12 meters is projected, potentially reaching 51 meters by 2100.

The second objective is to study the risk of marine submersion. Our research utilized a hybrid model (numerical and empirical) to assess the Agadir-Taghazout coastline. This model integrates data from NWWIII (NOAA WAVEWATCH III) and SWAN (Simulating WAVes Nearshore) simulations to understand wave behavior and propagation from deep waters to the shore. Additionally, the Generalized Extreme Values (GEV) method was employed to estimate total water level return values. Finally, a static model calculates extreme levels by summing tide, sea level rise, surge, and NET return values.

The results highlight the high vulnerability of the southern part of the Agadir and Imourane beaches. By 2100, the model predicts the submersion of a significant portion of the study area, jeopardizing coastal infrastructure. These studies emphasize the urgent need for coastal managers to develop strategies for protection against imminent risks, particularly coastal erosion and marine submersion, in the Agadir-Taghazout coastal region.

**Keywords:** Historical shoreline change, shoreline prediction, sea-level rise, Taghazout-Imourane, Agadir, marine flooding, run-up, GEV method, SWAN, Wave Watch III.