

## CED : « Sciences et Techniques de l'Ingénieur »

# AVIS DE SOUTENANCE

## SARAH EL AZIZI

Présentera ses travaux de recherche en vue de l'obtention du Doctorat en  
Sciences et Techniques

### Intitulé de la thèse :

**Apport de la Télédétection de Précision par Spectroscopie UV-PIR pour  
l'Etude et le Suivi de la Végétation : Application à la Discrimination et au  
Suivi des Plantes Aromatiques et Médicinales du Nord du Maroc**

Date :	09 septembre 2023
Heure :	10Heures
Lieu :	<b>FST de Tanger, (Salle de Conférences, Bâtiment F).</b>

### Devant le jury :

#### Membres de jury

Hamid EL AMRI	IAV Hassan II - Rabat	Président
Ricardo DIAZ-DELGADO	CSIC Seville - Espagne	Rapporteur
Mustapha EL METOUI	FST - Tanger	Rapporteur
Abdelkader EL GAROUANI	FST - Fès	Rapporteur
Jamal Eddine EL ABDELLAOUI	FST - Tanger	Examineur
Abdes Samed BERNOUSSI	FST - Tanger	Examineur
Abdelali ASTITO	FST - Tanger	Examineur
Said HIFDHI	ANEF Agence nationale des eaux et forêts - Rif	Invité
Mina AMHARREF	FST - Tanger	Directrice de thèse



## RESUME

Ce travail de recherche vise à étudier les Plantes Aromatiques et Médicinales (PAM) du Nord du Maroc et à explorer les possibilités de leur suivi et leur discrimination en s'appuyant sur leur comportement « spectral » grâce à la spectroscopie Ultraviolet-Proche Infrarouge (UV-PIR). Par ailleurs, et pour tirer le meilleur parti des PAM, il est également nécessaire de comprendre leurs caractéristiques structurales et chimiques. Pour cela, la télédétection de précision par spectroscopie UV-PIR a déjà fait ses preuves. Cette technique utilisant les données de réflectance ou d'absorbance de la lumière par les objets, est considérée comme non invasive et non destructive pour la végétation.

Pour ce faire, ce travail s'est focalisé d'une part sur l'amorçage d'une Base de Données Spectrales numérique des PAM, et d'autre part son exploitation par la suite pour la reconnaissance automatique, l'évaluation de l'impact des changements climatique sur ces bio-ressources ainsi que l'identification des espèces vulnérables vis avis du stress hydrique. Le couplage de cette base de données spectrale avec les données issues des images satellitaires faciliterait l'analyse automatique des images et en conséquence la détection des PAM. Toutefois, cette détection automatique reste encore très contrainte par les superficies très limitées des PAM spontanées et dispersées dans leurs biotopes naturels ; et ça paraît difficile de les détecter même avec des données de très haute résolution. Cependant, la détection serait possible pour les PAM qui ont été domestiquées et cultivées sur des superficies importantes dans la région nord du Maroc. Par ailleurs, et afin d'établir un protocole expérimental pour l'acquisition in situ des signatures spectrales par spectroscopie, nous avons d'abord étudié les facteurs pouvant affecter les propriétés de réflectance des rayons solaires par la végétation. Dans ce sens, nous avons pu montrer que les facteurs intrinsèques à la plante tels que l'assimilation d'eau après l'arrosage, l'état hydrique des feuilles et le stade de développement végétatif des feuilles modifient significativement les données de réflectance. De plus, des facteurs extrinsèques en l'occurrence la distance entre le capteur et la plante et l'intensité du rayonnement solaire ont également un impact direct sur la réponse spectrale des feuilles des plantes.

Sur la base des résultats de ce protocole, nous avons ensuite étudié l'intérêt de l'utilisation de la spectroscopie UV-PIR pour la constitution in situ d'une Base de Données Spectrales Numériques des PAM (BDS-PAM), et ce dans différentes conditions de prise. Quatre PAM rencontrées très fréquemment dans la région Nord du Maroc ont été choisies pour cette étude et ont fait objet de plusieurs mesures de signature spectrale. Il s'agit de *Cistus laurifolius*, *Pistacia lentiscus*, *Lavandula stoechas* et *Rosmarinus officinalis*. La Base de donnée spectrale ainsi constituée, a fait objet à des analyses statistiques multivariées, ce qui nous a permis de classer, de discriminer et d'identifier les PAM étudiées. Ces analyses se sont basées sur deux méthodes à savoir : l'ACP (Analyse en Composantes Principales) pour la réduction de la dimensionnalité et la colinéarité des données, et la méthode de discrimination supervisée PLS-DA (Régression aux Moindres Carrés Partiels-Analyse Discriminante). Cette dernière a permis de maximiser la corrélation entre les variables « longueurs d'onde » en abscisse et les variables « espèces de PAM » en ordonnée. Les résultats de ces analyses ont montré, d'une part que les longueurs d'onde de la région proche infrarouge ont un pouvoir discriminatoire plus grand que celles de la région visible. D'autre part, les longueurs d'onde clés estimées importantes pour la discrimination par la méthode PLS-DA sont situées entre 950-953 et 1049-1068 nm. Egalement, l'analyse des spectres obtenus nous a permis de détecter l'impact du changement actuel du climat sur ces plantes. Cet impact s'est traduit au niveau des spectres par une variation dans la réflectance des PAM soumises à un stress hydrique. En effet, le stress hydrique affecte le potentiel en eau des feuilles et la concentration en pigments foliaires. En conséquence, les données de réflectance sont impactées que ce soit dans la région visible ou proche infrarouge. Par ailleurs, en se basant sur les résultats de mesures des signatures spectrales, acquises en conditions naturelles des trois PAM : *Cistus laurifolius*, *Pistacia lentiscus* et *Lavandula stoechas*, nous avons montré qu'il est possible de différencier les espèces résistantes des espèces vulnérables au stress hydrique.

**Mots clés :** Plantes Aromatiques et Médicinales ; Spectroscopie ; Réflectance, Signatures spectrales, Discrimination ; Changement climatique ; Stress Hydrique

