

**Pôle des Etudes Doctorales**  
**Centre des Etudes Doctorales Sciences et Techniques et Sciences Médicales**

## **AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT**

**Madame HADOUACHI Maryam**  
**Présentera ses travaux de recherche en vue de l'obtention du Doctorat**



**Formation Doctorale : Mathématiques, Physiques et Nouvelles Technologies**

**Discipline : Physique**  
**Spécialité : Physique Nucléaire**

**Le 27/06/2026 à 12H00 à la Salle des Soutenances, Faculté des Sciences de Tétouan, UAE**

**Sous le thème**

**Optimisation et étude des données nucléaires pour l'analyse des benchmarks critiques, via l'apprentissage automatique et l'ajustement expérimental**

**Devant le jury composé de :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Etablissement</b>	<b>Qualité</b>
Pr. ACHAHBAR Abdelfattah	FS de Tétouan, UAE	Président
Pr. AZAHRA Mustapha	FS de Tétouan, UAE	Rapporteur
Pr. EL OUAHDANI Sanae	FP de Béni Mellal, USMS	Rapporteur
Pr. EL HADRI Mustapha	FS de Tétouan, UAE	Rapporteur
Pr. AZOUGAGH Mohamed	ENSAM de Rabat, UM5	Examineur
Pr. CHAKIR El Mahjoub	FS de Kénitra, UIT	Co-Directeur
Pr. BOUKHAL Hamid	FS de Tétouan, UAE	Directeur

*Structure de recherche : Équipe Radiations et Systèmes Nucléaires/ université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences-Tétouan*

## Résumé



Avec l'amélioration des méthodes de calcul en physique des réacteurs, les incertitudes liées aux modèles et aux outils de calcul ont considérablement diminué, rendant celles associées aux paramètres d'entrée, en particulier les données nucléaires, de plus en plus dominantes. Bien que ces incertitudes soient aujourd'hui quantifiées, l'identification précise des isotopes, réactions et domaines d'énergies responsables des erreurs de simulation reste difficile en raison du volume des données utilisées et de leurs corrélations complexes.

L'objectif de cette thèse est d'identifier les données nucléaires ayant un impact significatif sur  $\Delta k_{eff}$ , en appuyant, d'une part, sur la méthode traditionnelle d'analyse de Sensibilités/Incertitudes et, d'autre part, sur une approche innovante basée sur l'apprentissage automatique, utilisée comme outil auxiliaire pour la validation des données nucléaires. L'avantage de cette dernière réside dans sa capacité à capturer les interdépendances complexes entre un grand nombre de données nucléaires. Dans ce cadre, les facteurs de multiplication neutronique effectifs ( $k_{eff}$ ) mesurés et simulés de plus de 700 assemblages critiques sélectionnés de manuel ICSBEP, ainsi que leurs sensibilités aux données nucléaires et les caractéristiques associées aux benchmarks, sont utilisés comme données d'entrée pour un modèle d'apprentissage automatique. Afin d'interpréter les prédictions de ce modèle, une analyse SHAP (SHapley Additive exPlanations) est appliquée pour identifier les réactions nucléaires exerçant une forte influence sur les biais du  $k_{eff}$ . Les résultats mettent en évidence les mêmes données nucléaires que celles identifiées par l'analyse des sensibilités/incertitudes, en particulier celles du  $^{233}\text{U}$  et de l'hydrogène pour les benchmarks basés sur l' $^{233}\text{U}$ . Par ailleurs, d'autres isotopes influents sont également identifiés pour différents types de benchmarks, notamment le  $^{239}\text{Pu}$  et l' $^{235}\text{U}$ .

Dans le but d'améliorer les données nucléaires ayant l'impact le plus significatif sur le  $k_{eff}$ , des méthodes d'ajustement ont été appliquées. Cette analyse s'est focalisée sur les données nucléaires de l'isotope  $^{233}\text{U}$  de la bibliothèque ENDF/B-VIII.0. Un ensemble de benchmarks critiques basés sur cet isotope a été sélectionné afin d'ajuster les sections efficaces de fission, de capture, de diffusion élastique et inélastique, ainsi que les paramètres  $v_{tot}$  et  $\chi$  de  $^{233}\text{U}$ . Les résultats de l'ajustement montrent des réductions significatives des écarts de  $k_{eff}$  et de leurs incertitudes a posteriori, cela due à la diminution des corrélations dans les matrices de covariance et leur écart type.

Mots clés : données nucléaires ; apprentissage automatique ; sensibilité/incertitude ; ajustement.