

Intelligence Artificielle appliquée à la spectro-identification de radioéléments en environnement radiologique complexe

Felipe M. F. OLIVEIRA¹, Geoffrey DANIEL², Olivier LIMOUSIN¹

¹ IRFU, CEA, Université Paris-Saclay, Gif-sur-Yvette, France and Université Paris Diderot, AIM, Sorbonne Paris Cité, CEA, CNRS, Gif-sur-Yvette, France

² Université Paris-Saclay, CEA, Service de Thermo-hydraulique et de Mécanique des Fluides, 91191, Gif-sur-Yvette, France

¹ felipe.fernandes@cea.fr

Les interventions dans le cadre de la sûreté nucléaire et la radioprotection nécessitent d'être en mesure d'appréhender la scène d'intervention avec la meilleure connaissance possible. Dans le cadre d'environnements radiatifs, la nature des radionucléides à l'origine de la radioactivité représente une information d'intérêt pour établir un diagnostic de la scène étudiée. La détection de photons gamma et la mesure de leur énergie jouent un rôle essentiel pour ce type de diagnostic, permettant de potentiellement identifier les radionucléides en présence à partir de l'analyse du spectre gamma mesuré.

Afin de mener cette analyse de manière automatique, la plus fiable possible et en temps réel, des approches récentes se sont intéressées à l'utilisation d'algorithmes d'Intelligence Artificielle. Des modèles à base de réseaux de neurones sont ainsi entraînés pour traiter les spectres et répondre à la problématique de l'identification de sources radioactives. L'approche que nous présentons se fonde sur l'utilisation de données de simulation pour entraîner ces modèles et tester leurs performances en conditions réelles. Les résultats obtenus dans des environnements contrôlés, de type laboratoire, où le détecteur est directement exposé à la source, présentent des performances intéressantes, permettant d'identifier des radionucléides avec une précision de plus de 95 % en utilisant quelques centaines de photons détectés.

Cependant, les situations réelles sont plus complexes qu'un environnement de laboratoire. En particulier, les sources radioactives vont souvent se situer derrière des matériaux absorbants ou diffusants (fûts, tuyaux, murs en béton...), environnement qui induit des distorsions sur les spectres mesurés. Ces modifications conduisent dans certains cas à ce que les modèles d'apprentissage produisent des prédictions erronées, en particulier si ces situations ne sont pas prises en compte dans les simulations pour les données d'entraînement. Il est néanmoins inenvisageable d'être en mesure de simuler l'ensemble des conditions possibles à l'aide de codes Monte-Carlo classiques.

Pour répondre à cette problématique, nous proposons de développer une méthode de génération de données par apprentissage d'un modèle de Deep Learning sur un nombre limité de simulations et de conditions. Ce modèle de Deep Learning a pour objectif d'être en mesure de générer de nouvelles données dans des conditions qui n'ont pas été données en entraînement, mais qui interpolent les conditions d'entraînement. Nous présentons ici cette approche en détail et les résultats que nous pouvons obtenir. Nous montrons ensuite l'intérêt de cette méthode pour ré-entraîner les algorithmes d'identification à partir des nouvelles données produites, et ainsi les rendre utilisables dans des conditions de plus en plus diverses et variées.

