

# Réactions de substitution auprès d'anneaux de stockage d'ions lourds

**C. Berthelot<sup>1</sup>, B. Jurado<sup>1</sup>, J. Pibernat<sup>1</sup>, M. Sguazzin<sup>2</sup>, B. Wloch<sup>1</sup>, J. Glorius<sup>3</sup>, M. Grieser<sup>4</sup>, Yu. A. Litvinov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Université de Bordeaux, CNRS, LP2I Bordeaux, 33170 Gradignan, France

<sup>2</sup>IJCLab, 91405 Orsay, France

<sup>3</sup>GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, 64291 Darmstadt, Germany

<sup>4</sup>Max-Planck Institut für Kernphysik, 69117 Heidelberg, Germany

La nucléosynthèse des éléments lourds et instables, situés au-delà du fer sur la carte des noyaux, a lieu dans des environnements riches en neutrons tels que les supernovæ ou les fusions d'étoiles à neutrons. Pour comprendre la formation de ces noyaux à courte durée de vie, les sections efficaces induites par neutrons constituent des données clés. Cependant, les déterminer expérimentalement nécessite l'utilisation de cibles radioactives, qui sont difficiles à produire et à manipuler. Le projet NECTAR (Nuclear rEaCTions At storage Rings) utilise la méthode de substitution en cinématique inverse auprès d'anneaux de stockage d'ions lourds. Elle permet de mesurer les probabilités de désexcitation en fonction de l'énergie d'excitation du noyau formé par la réaction de substitution, et de déterminer ainsi indirectement les sections efficaces susmentionnées avec une précision inégalée.

L'expérience prévue à l'installation GSI/FAIR de Darmstadt au sein de l'*Experimental Storage Ring* (ESR) en 2024 a pour but de former les noyaux composés  $^{238}\text{U}$  et  $^{239}\text{U}$  via les réactions de substitution  $^{238}\text{U}(d,d')$  et  $^{238}\text{U}(d,p)$ , respectivement. Les simulations montrent que ce dispositif expérimental permet de réaliser, pour la première fois dans un anneau de stockage, la mesure simultanée des probabilités de désexcitation selon les quatre voies suivantes : désexcitation par fission, par émission de rayon  $\gamma$ , par émission de neutron et même par émission de deux neutrons. De plus, la cinématique inverse permet d'atteindre des efficacités de détection élevées, jusqu'à 100% pour les voies de désexcitation par émission  $\gamma$  et neutron.

Cette contribution explique les motivations, le principe et les premiers résultats du projet NECTAR. De plus, les simulations pour la prochaine expérience, réalisées à l'aide de l'outil G4beamline, sont présentées. Elles se concentrent sur les différents spectres simulés pour la détection des différents résidus de réaction et les efficacités de détection associées.