

## DE NOUVELLES PISTES POUR L'ETUDE DES NOYAUX LOURDS

**Spécialité** Physique nucléaire

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil** [DPhN/LENA](#)

**Candidature avant le** 19/05/2022

**Durée** 4 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [SULIGNANO Barbara](#)

+33 1 69 08 42 27

[barbara.sulignano@cea.fr](mailto:barbara.sulignano@cea.fr)

### Résumé

La chasse aux éléments superlourds est l'un des sujets les plus passionnants et les plus actifs de ces dernières années et a déjà permis de produire de nouveaux éléments tels que les 113, 115, 117 et 118 dans des expériences avec accélérateur. Tous ces noyaux peuvent être produits par des réactions de fusion-évaporation. Cependant, l'utilisation de cette méthode ne permet pas d'atteindre l'îlot de stabilité prédit par les physiciens théoriques et jamais réalisé expérimentalement. Ces dernières années, une nouvelle méthode de production de noyaux lourds a été mise au point. Cette nouvelle méthode est basée sur le transfert de quelques nucléons du faisceau à la cible permettant d'atteindre des noyaux très exotiques.

### Sujet détaillé

Jusqu'à présent, les informations sur les éléments les plus lourds ont été obtenues par des réactions de fusion-évaporation. Il est cependant bien connu que les noyaux qui peuvent être obtenus par des réactions de fusion-évaporation sont déficients en neutrons en raison des combinaisons faisceau-cible disponibles [1]. De plus, en raison du nombre limité de combinaisons faisceau-cible, seuls quelques isotopes spécifiques peuvent être produits. Une alternative à la fusion-évaporation peut être fournie par les collisions inélastiques. Des calculs théoriques récents prédisent en effet des sections efficaces élevées (de l'ordre du microbarn) pour la production d'éléments lourds riches en neutrons dans des réactions inélastiques proches de zéro degré [2]. C'est pourquoi nous avons réalisé pour la première fois l'expérience d'étude de réaction de transfert de multinucléons dans la réaction avec un faisceau de  $^{136}\text{Xe}$  sur une cible de  $^{238}\text{U}$  en novembre 2019 à Argonne en utilisant le spectromètre rempli de gaz AGFA. Cela a fait l'objet d'un travail de thèse terminé en 2021. Ce projet sera consacré à la continuation de ce travail de thèse avec l'extraction des rendements des différents produits MNT et à la comparaison de nos observations avec les prédictions des modèles [2-3].

[1] Walter David Loveland. The synthesis of new neutron-rich heavy nuclei. *Frontiers in Physics*, 7:23, 2019

[2] A. Karpov, V. V Saiko, *Phys. Rev C* 96 (2017) 024618

[3] I. Stefan, B. Fornal et al. *Phy. Lett. B* 779 (2018) 456-45

---

## **Mots clés**

physique nucléaire expérimentale

## **Compétences**

## **Logiciels**

Familiarité avec les outils d'analyse de données, notamment ROOT ; des compétences en programmation C/C++ sont également souhaitables.

---

## NEW PATHS FOR THE STUDY OF HEAVY NUCLEI

### Summary

The hunt for superheavy elements is one of the most exciting and active topics of recent years and has already produced new elements such as 113, 115, 117 and 118 in experiment with accelerator. All these nuclei have been produced up to now via fusion-evaporation reactions. However, the use of this method does not allow to reach the island of stability predicted by theoretical physicists and never realized experimentally. In recent years, a new method for the production of heavy nuclei has been developed based on the transfer of few nucleons from the beam to the target allowing to reach very exotic nuclei, namely multi nucleon transfer reactions (MNT).

### Full description

Up to now, the information on the heaviest elements has been obtained via fusion-evaporation reactions. It is, however, well known that the nuclei, which can be reached using fusion-evaporation reactions are neutron deficient due to the available beam-target combinations [1]. Moreover, because of the limited number of beam-target combinations, only few specific isotopes can be produced. An alternative to fusion-evaporation can be provided by deep-inelastic collisions. Recent theoretical calculations indeed predict high cross sections (of the order of microbarn) for the production of neutron-rich heavy elements in deep inelastic reactions close to zero degrees [2]. For this reason we have performed for the first time the study multinucleon transfer reaction experiment in the forward direction using a beam of Xenon(136) on a target of Uranium(238) in November 2019 at Argonne using the Gas-Filled Analyzer (AGFA). That was the subject of a thesis work ended in 2021. This project will be the follow up of the thesis and will be consecrated to the extraction of the yields of various MNT products and compare our observations with model predictions [2-3].

[1] Walter David Loveland. The synthesis of new neutron-rich heavy nuclei. *Frontiers in Physics*, 7:23, 2019

[2] A. Karpov, V. V Saiko, *Phys. Rev C* 96 (2017) 024618

[3] I. Stefan, B. Fornal et al. *Phy. Lett. B* 779 (2018) 456-45

### Keywords

### Skills

### Softwares

Familiarité avec les outils d'analyse de données, notamment ROOT ; des compétences en programmation C/C++ sont également souhaitables.