
Synthèse et spectroscopie des noyaux superlourds aux limites

DIRECTEUR DE THESE : BENOIT GALL

INSTITUT PLURIDISCIPLINAIRE HUBERT CURIEN, 23 RUE DU LOESS, 67037 STRASBOURG
TEL : 03 88 10 64 61 ; E-MAIL : BENOIT.GALL@IPHC.CNRS.FR

Le noyau atomique et la mécanique quantique nous réservent encore bien des secrets que nous pouvons révéler au travers d'expériences aux limites des capacités de nos instruments. Situé à l'extrême limite en masse de la charte des nucléides, le domaine des noyaux superlourds représente un des défis scientifiques majeurs du XXI^e siècle : existe-t-il un ultime îlot de stabilité nucléaire ? Combien de nouveaux éléments pouvons-nous encore synthétiser ? Quelle conclusion pourrons-nous en tirer à propos de la cohésion nucléaire ?

A ce jour, l'élément le plus lourd observé est l'élément l'Oganesson (Og, Z=118) avec seulement cinq noyaux observés. Ces noyaux de ²⁹⁴Uuo ont été produits à Dubna (Russie) par la fusion de noyaux de ⁴⁸Ca (Z=20) et de ²⁴⁹Cf (Z=98) suivie par l'évaporation de 3 neutrons.

Les progrès réalisés ces dernières années sous l'impulsion de l'IPHC avec le développement de faisceaux MIVOC intenses de ⁵⁰Ti (Z=22) [1, 2] et de ⁵¹V ont ouvert la voie à d'autres réactions pour synthétiser ces noyaux. Ainsi, la fusion de noyaux de ⁵⁰Ti et ²⁴⁸Cm (Z=96) suivie par l'évaporation de 3 neutrons conduira au ²⁹⁵Uuo (Z=118), qui serait avec ses 295 nucléons le noyau le plus lourd produit.

Ces faisceaux intenses de ⁵⁰Ti ont également ouvert la voie à une autre réaction pour former le noyau ²⁹⁹Ubn (Z=120) par bombardement d'une cible de ²⁴⁹Cf (Z=98) et évaporation de 3 neutrons. La section efficace correspondante est prédite à 40 fb [3] ! Après une première tentative infructueuse au GSI, cette expérience sera retentée à Dubna avec le titane produit par notre équipe.

En 2011, notre première utilisation de ces faisceaux basés sur des composés organométalliques nous a permis d'effectuer la première spectroscopie prompte d'un noyau superlourd, le ²⁵⁶Rf (Z=104) à l'Université de Jyväskylä (Finlande). Nous avons pu établir la structure rotationnelle de ce noyau [4, 5] et confirmer la présence de trois isomères-K [6]. Nous prévoyons de poursuivre nos études spectroscopiques avec notamment la spectroscopie prompte du ²⁵⁷Rf (Z=104) et l'étude des isomères-K associés avec l'ensemble de détection JUROGAM/RITU/GREAT l'Université de Jyväskylä.

Ainsi, outre son travail dans le cadre des expériences et développements liés à la synthèse de noyaux superlourds, le doctorant prendra en charge l'étude du ²⁵⁷Rf et participera activement aux campagnes expérimentales SHELS à Dubna, GARIS à RIKEN et LISE au GANIL. En parallèle, nous prévoyons de participer activement au commissioning du séparateur S³ et de son plan focal SIRIUS pour lequel nous avons développé des détecteurs silicium tunnel de nouvelle génération [7]. Le doctorant participera également aux études instrumentales menées dans l'équipe pour ce détecteur innovant.

[1] Rubert J., Piot J., Asfari Z., Gall B.J.P., et al., (2012) Nucl Instr and Meth B 276 (2011) 33–37

[2] Rubert J., Dorvaux O., Gall B.J.P. et al., J. et al. Journ. Phys Conf. Ser. 420 (2013) 012010

[3] Zagrebaev V., Karpov A. & Greiner W., Journ. Phys Conf. Ser. 420 420 (2013) 012001

[4] Greenlees P.T., Rubert J., Piot J., Gall B.J.P. et al., Phys. Rev. Lett. 109 (2012) 012501

[5] Gall B. & Greenlees P.T., Nucl. Phys. News 23 #3 (2013) 27-31

[6] Rubert J., Gall B.J.P., Dorvaux O., Greenlees P.T., Asfari Z. et al., to be published.

[7] H. Faure, thèse Unistra (soutenue le 29 sept 2015) ; P. Brionnet, thèse Unistra en cours.