

---

# 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](mailto: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<sup>e</sup> siècle : existe-t-il un ultime îlot de stabilité nucléaire ? Combien de nouveaux éléments pouvons-nous encore synthétiser ? Quelle conclusion pourrions-nous en tirer à propos de la cohésion nucléaire ?

A ce jour, l'élément le plus lourd observé est l'élément  $Z=118$  avec seulement quatre noyaux observés. Ces noyaux  $^{294}\text{Uuo}$  ont été produits à Dubna (Russie) par la fusion de noyaux de  $^{48}\text{Ca}$  ( $Z=20$ ) et de  $^{249}\text{Cf}$  ( $Z=98$ ) suivie par l'évaporation de 3 neutrons. Une nouvelle expérience est en cours à Dubna afin de confirmer cette découverte et de permettre de nommer cet élément provisoirement appelé ununoctium.

Les progrès réalisés ces dernières années notamment sous l'impulsion de l'IPHC avec le développement de faisceaux MIVOC intenses de  $^{50}\text{Ti}$  ( $Z=22$ ) [1, 2] ont ouvert la voie à une autre réaction pour former ce noyau : la fusion de noyaux de  $^{50}\text{Ti}$  et  $^{248}\text{Cm}$  ( $Z=96$ ) suivie par l'évaporation de 3 neutrons. Cette réaction conduira au  $^{295}\text{Uuo}$  ( $Z=118$ ), qui serait avec ses 295 nucléons le noyau le plus lourd produit. Cette expérience est programmée ce printemps à Riken (Japon) avec le titane produit par notre équipe.

Ces faisceaux MIVOC intenses de  $^{50}\text{Ti}$  ont également ouvert la voie à une autre réaction pour former le noyau  $^{299}\text{Ubn}$  ( $Z=120$ ) par bombardement d'une cible de  $^{249}\text{Cf}$  ( $Z=98$ ) et après évaporation de 3 neutrons. La section efficace correspondante est prédite à 40 fb [3] ! Après une première tentative infructueuse au GSI, cette expérience sera prochainement 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 de faire la première spectroscopie prompte d'un noyau superlourd, le  $^{256}\text{Rf}$  ( $Z=104$ ) 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  $^{257}\text{Rf}$  ( $Z=104$ ) et l'étude des isomères-K associés avec l'ensemble de détection JUROGAM/RITU/GREAT l'Université de Jyväskylä. Le doctorant prendra en charge cette expérience et participera activement aux campagnes expérimentales SHELS à Dubna, GARIS à RIKEN et LISE à GANIL. Nous allons également poursuivre notre programme scientifique associé à la synthèse des éléments les plus lourds avec nos collègues de Dubna et RIKEN sur la base de faisceaux de  $^{50}\text{Ti}$ , mais aussi de  $^{51}\text{V}$  ( $Z=23$ ) et  $^{54}\text{Cr}$  ( $Z=24$ ) en développement au sein de l'équipe. En parallèle, nous prévoyons de participer activement au commissioning du séparateur  $S^3$  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 (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.