

---

# Synthèse et spectroscopie des noyaux superlourds aux limites

(Stage et Thèse)

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<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 cinq noyaux observés. Ces noyaux de  $^{294}\text{Uuo}$  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. La collaboration a récemment pu proposer le nom Oganesson (Og) pour ce nouvel élément, nom qui devrait être définitivement adopté fin 2016.

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

Ces faisceaux 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 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  $^{256}\text{Rf}$  ( $Z=104$ ) 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.

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  $^{257}\text{Rf}$  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  $S^3$  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.