

Sonder la structure des noyaux de masses extrêmes avec le Super Spectromètre Séparateur S³

**F. Déchery¹, B. Gall¹, O. Dorvaux¹, H. Savajols², M. Authier³, A. Drouart³, J. Nolen⁴,
on behalf of the S3 collaboration.**

¹ Université de Strasbourg, IPHC, 67037, Strasbourg, France

² GANIL, 14000 Caen, France

³ Irfu, CEA-Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette, France

⁴ Argonne National Laboratory, Argonne, IL 60439, USA

Fabien.Dechery@iphc.cnrs.fr

De façon analogue aux effets de fermetures de couches atomiques rendant les gaz nobles difficiles à ioniser, la physique nucléaire possède ses propres nombres « magiques » de protons et de neutrons (N et $Z = 2, 8, 20, 28, 50, 82, \dots$) rendant les édifices nucléaires particulièrement stables. Les noyaux « doublements magiques », car magiques à la fois en protons et en neutrons, ont une forme sphérique et une structure dont l'étude permet de contraindre les modèles théoriques. A ce titre, une connaissance de la structure des noyaux de masse extrême (plus de 100 protons) nous permettra de découvrir les prochains et derniers nombres magiques. Ces nombres font l'objet de nombreuses prédictions théoriques (114, 120 ou 126 pour les protons) et définissent les coordonnées du centre d'une zone encore inconnue de la charte des nucléides communément appelée « îlot de stabilité superlourd ». Son investigation expérimentale permettra de contraindre drastiquement les modèles théoriques et d'avancer vers une description unifiée du noyau atomique.

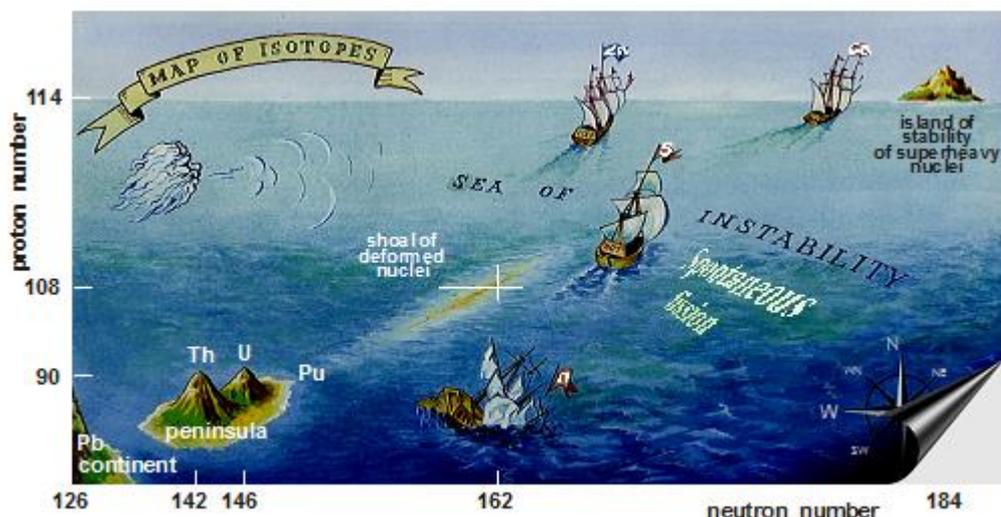


Illustration de Yuri Organessian : les vaisseaux représentent les réactions nucléaires utilisées pour atteindre « l'îlot de stabilité » des éléments superlourds.

Pour explorer ce domaine de la charte des noyaux, trois verrous technologiques doivent être levés : des faisceaux d'ions stables de très hautes intensités pour synthétiser en quantité ces noyaux superlourds par réactions de fusion-évaporation, de puissants séparateurs pour sélectionner ces événements rares parmi un fond largement dominant, et des détecteurs de haute efficacité pour effectuer leur spectroscopie.

Fruit d'une collaboration internationale, le Super Spectromètre Séparateur (S^3) [1] rassemble une communauté de plus de 170 physiciens, issus de 28 laboratoires et répartis dans 12 pays, autour de différents programmes expérimentaux s'incarnant à travers 16 lettres d'intentions [2]. S^3 bénéficiera des faisceaux d'ions stables de très hautes intensités délivrées par l'accélérateur linéaire supraconducteur de SPIRAL2/GANIL, le LINAG, avec des énergies allant de 0.75 à 14.5 MeV/u et des courants allant au-delà de 1 μ A. S^3 inclue une cible rotative pour pouvoir accepter les hautes puissances déposées par le LINAG, une structure optique à deux étages avec un achromat en moment suivis d'un spectromètre de masse afin d'assurer une haute sélectivité des noyaux s'intéressent. La structure est couplée au détecteur d'implantation et de décroissance SIRIUS [3,4] ou au système de basse énergie REGLIS3 [5], selon les programmes expérimentaux.

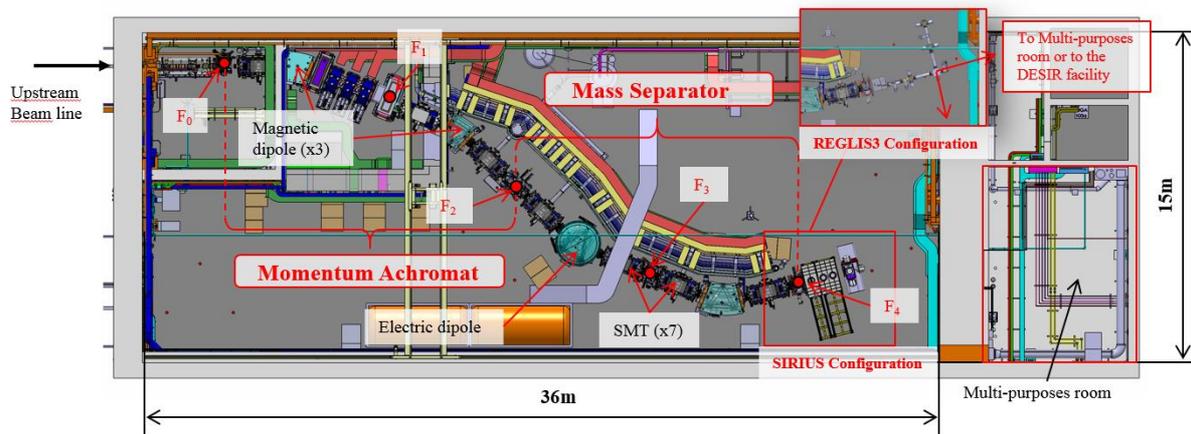


Figure : Hall expérimental de S^3 montrant la structure optique en deux étages ainsi que les principaux éléments - dipôles et triplets de multipôles supraconducteurs (SMT) – et les différents point focaux (F_i avec $i = 1-4$).

S^3 permettra d'atteindre de très hautes transmission et résolution en masse avec l'utilisation d'aimants supraconducteurs de haute acceptation incluant des corrections sextupolaires et octupolaires. Le projet est en phase de construction et sera opérationnel fin 2016. Après avoir introduit la thématique de recherche, je présenterais les ambitions des programmes physiques et le statut du projet, notamment en détaillant certains éléments techniques (station cible, aimants, détection) et certaines problématiques associées. Un cadre de simulation intégral du système a été développé pour le développement de la structure optique et l'optimisation des champs. Le tracking de chaque ion est effectué, depuis la cinématique des interactions atomique et nucléaire au point cible jusqu'à l'implantation dans les détecteurs, en passant à travers les cartes de champs 3D générés pour chaque élément de la structure optique [6]. La grande versatilité de cet instrument permettant diverses configurations optiques et les performances associées à aux différents cas physiques seront présentées.

[1] F. Déchery et al., Eur. Phys. J. A (2015) 51: 66, DOI: 10.1140/epja/i2015-15066-3

[2] S^3 First Day letters of Intent: <http://pro.ganil-spiral2.eu/spiral2/instrumentation/s3/working-documents/loi-day-1-experiments>

[3] J. Piot and the S^3 collaboration, Acta Phys. Pol. B 43 (2012) 285

[4] H. Faure, F. Déchery et al., 2013 3rd International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation, Measurement Methods and Their Applications, ANIMMA 2013.

[5] R. Ferrer & al. Nucl. Inst. and Meth. B, Volume 317 (2013) 570.

[6] R. Duperrier, N. Pichoff and D. Uriot, ICCS conference, Amsterdam, 2002.