



Lancement de SPIRAL2 au GANIL

Le projet SPIRAL2, doté d'un budget de 130,2 millions d'euros, place le laboratoire commun (groupement d'intérêt économique) de la Direction des sciences de la matière (DSM) du CEA et de l'Institut National de Physique nucléaire et de Physique des particules (IN2P3) du CNRS en « pôle position » dans la course internationale aux noyaux exotiques.

Le GANIL, un Très Grand Equipement pluridisciplinaire au service de la recherche française et européenne

En 1994, le Grand Accélérateur National d'Ions Lourds (GANIL) de Caen est devenu Grande Installation de Recherche Européenne. Avec cet équipement, la France occupe déjà une place de premier plan dans l'utilisation des faisceaux d'ions pour la recherche, de la physique de l'atome et de son noyau à la radiobiologie.

En physique nucléaire le GANIL a permis de nombreuses avancées et découvertes sur la structure du noyau de l'atome, sur ses propriétés thermiques et mécaniques. Au cours des dernières années, la recherche internationale s'est focalisée sur les noyaux exotiques. Produits lors du Big Bang et dans les étoiles, ces noyaux n'existent pas sur terre. Dès l'origine, le GANIL a été un pionnier dans l'étude de ces noyaux exotiques. Ce domaine, alors émergent, s'est révélé une véritable mine d'informations (propriétés nouvelles, cohésion accrue, déformations insoupçonnées,...), remettant en cause les connaissances sur le noyau atomique. Aujourd'hui, le GANIL est, avec ses installations SISSI et SPIRAL, parmi les premiers grands laboratoires du monde à s'être lancé dans la course aux faisceaux de noyaux exotiques. L'objectif est de produire ces noyaux de synthèse et de provoquer des réactions avec eux, pour découvrir leur nature et comprendre les lois qui gouvernent leur comportement.

Avec le lancement de SPIRAL2, le GANIL prend une longueur d'avance dans cette compétition internationale. En 2010, au cœur de la future machine, un accélérateur linéaire supraconducteur fournissant des faisceaux d'ions parmi les plus intenses au monde, produira en abondance neutrons et noyaux exotiques. SPIRAL2 ouvrira de nouveaux horizons à la physique et à l'astrophysique nucléaires mais également à l'étude des matériaux sous irradiation pour le domaine médical et celui de l'énergie.

Cette réalisation confèrera à la France une réelle avance technologique ainsi qu'une position forte dans la perspective de la construction d'une machine européenne de seconde génération : EURISOL. Le GANIL coordonne les efforts d'une large collaboration européenne visant à définir cet ambitieux projet commun. GANIL est d'ores et déjà candidat pour être le site d'accueil de cette future installation.

VAMOS
Spectromètre magnétique de grande capacité permettant l'identification des produits de réactions générés par les faisceaux exotiques.

EXOGAM
Détecteur de rayons gamma dédié à la spectroscopie des noyaux exotiques.

SISSI
Un fort champ magnétique produit par des aimants supraconducteurs permet de concentrer en faisceau les rayons cathodiques générés lors de la collision du faisceau d'ion avec les atomes d'une cible.

CO, ESSY, ESS2
L'ensemble accélérateur, composé de plusieurs cyclotrons en cascade, assure la production de faisceaux d'ions stables.

SPIRAL
Un ensemble cible-source et un cyclotron pour produire et accélérer des faisceaux d'ions exotiques légers.

SIME
Rangé lors des instruments cible-source qui permettent de produire des noyaux exotiques et d'en constituer des faisceaux.

LISE
Ligne de production et d'analyse de noyaux exotiques ainsi que de noyaux disséminés de leurs électrons chargés de physique atomique.

INDRRA
Détecteur dédié à l'étude des noyaux chauds peuplés aux limites extrêmes de leur existence.

CSS
résonateur

Ensemble cible-source

Regroupeur

INDRA

GANIL

Grand instrument de recherche fondamentale pour la physique nucléaire

Le GANIL (Grand Accélérateur National d'Ions Lourds), fonctionne à Caen depuis 1983. C'est un équipement commun au CEA et au CNRS.

A quoi sert le GANIL ? C'est tout d'abord un instrument de recherche fondamentale pour étudier le noyau de l'atome. Au delà, la qualité de ses faisceaux en fait un outil remarquable utilisé par d'autres disciplines, par l'intermédiaire des laboratoires associés au CIRIL, rassemblés en un pôle de recherche interdisciplinaire. Ainsi, l'éventail des domaines explorés grâce aux faisceaux du GANIL s'étend de l'astrophysique à la radiobiologie, en passant par la science des matériaux et la physique atomique.

- 1975 Création du GANIL
- 1983 Première expérience
- 1989 OAE (Augmentation en Energie)
- 1994 OAI (Augmentation en Intensité)
- 1994 SISSI (Source de noyaux exotiques)
- 1995 Grande Installation Européenne
- 2001 Premier faisceau SPIRAL et première expérience
- 2001 Nouvel ensemble de détection : VAMOS, EXOGAM, construit par des collaborations européennes
- 2005 Lancement de la construction de SPIRAL 2

B.P. 55027 - 14076 CAEN CEDEX 5 - FRANCE
Tél 02 31 45 46 47 / Fax 02 31 45 46 65
www.ganil.fr

© LES FRÈRES MASSICOT / Créer-photo - B. Dourson, M. Mounet, M. Eymard, M. Chivet / Illustration - ANSM

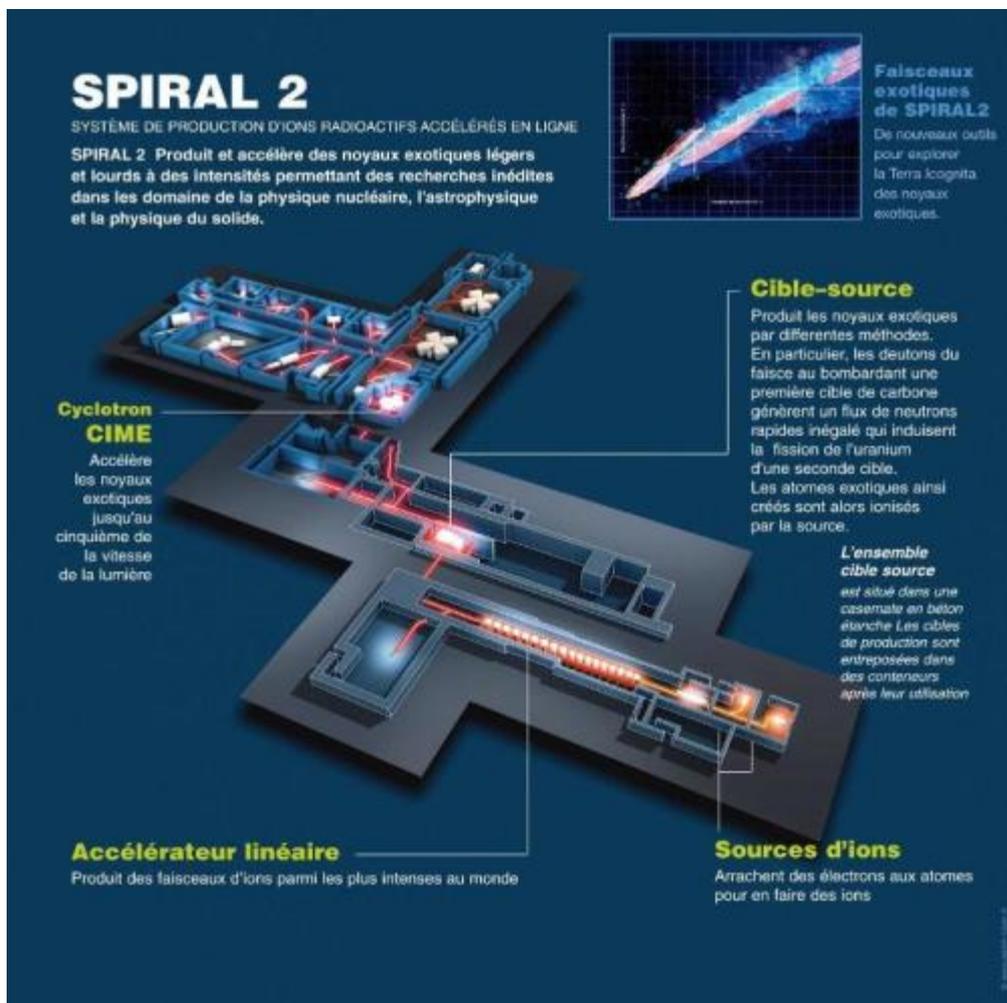
- ### Le GANIL en chiffres
- 241 permanents CEA, CNRS et Université de Caen
 - 100 stagiaires et doctorants formés chaque année au GANIL
 - 474 chercheurs accueillis pour étudier le noyau atomique dont 281 chercheurs étrangers en majorité européens
 - 77 instituts y menant un programme de physique nucléaire dont 65 laboratoires et universités étrangers
 - 2100 publications issues du GANIL
 - 9 268 000 euros de budget en 2004 dont 1 555 000 euros de la Région, les 3/4 pour la définition du projet SPIRAL 2

SPIRAL 2 : d'intenses faisceaux de noyaux exotiques

Une « usine » à noyaux exotiques

La future installation SPIRAL 2 produira en abondance des noyaux exotiques riches en protons ou en neutrons dans une large gamme de masses. Au coeur de la future machine, un accélérateur linéaire supraconducteur, délivrant des faisceaux d'ions parmi les plus intenses du monde, bombarde une cible de matière. Les réactions induites : fission, transfert, fusion, ... engendrent des milliards de noyaux nouveaux. Extraits, triés, accélérés, les noyaux les plus intéressants sont assemblés en faisceaux qui permettent des expériences inédites. Ainsi SPIRAL 2 ouvrira de nouveaux horizons à la physique et à l'astrophysique nucléaires.

Les premiers faisceaux sont attendus pour 2010.



Les secrets des nombres magiques

Les physiciens nucléaires pensaient depuis près d'un demi-siècle que les nombres 2, 8, 20, 50, 82 ou 126 étaient magiques, que tout noyau possédant un tel nombre de protons ou de neutrons serait plus stable que ses voisins. Ces nombres magiques trahissent la présence

de couches où les nucléons sont ordonnés. L'étude des noyaux exotiques vient ébranler ce paradigme. Certains nombres magiques semblent disparaître et de nouveaux apparaître. Pour comprendre, il faut poursuivre et approfondir l'exploration des propriétés des noyaux exotiques. SPIRAL 2 permettra de suivre l'évolution des nombres magiques en donnant accès à des séries d'isotopes ou d'isotones¹ inédites.

Un univers magique

Les noyaux exotiques jouent un rôle essentiel dans la synthèse des éléments de l'Univers. Pour comprendre l'abondance des éléments sur Terre et leurs origines, il faut connaître les propriétés des noyaux radioactifs dont ils sont issus. Certains noyaux exotiques et processus clé peuvent donner lieu à des mesures directes. SPIRAL 2 produira de nombreux noyaux exotiques mis en jeu dans différents processus de nucléosynthèse. Toutefois seuls des modèles nucléaires fiables, validés pour des noyaux exotiques, fourniront l'énorme quantité de données requises. Certaines propriétés comme les couches et les nombres magiques jouent un rôle important dans la genèse de nouveaux éléments car elles affectent directement leur stabilité.



La carte des noyaux représente chaque nucléide positionné en fonction du nombre de ses protons et de ses neutrons.

- Les cases blanches sont les 291 noyaux que l'on trouve à l'état naturel sur Terre.
 - La zone bleu clair délimite les 2000 noyaux synthétisés en laboratoire.
- La zone bleu foncé correspond à l'ensemble des noyaux, prédits par la théorie comme étant liés.
- Les zones roses et rouges indiquent les noyaux qui seront potentiellement accélérés en faisceaux par SPIRAL 2.

Les chiffres portés correspondent aux nombres magiques de protons ou de neutrons qui donnent aux noyaux une stabilité accrue.

Les zones cerclées indiquent les noyaux exotiques qui pourront être produits puis accélérés en faisceaux.

¹ Les noyaux atomiques sont constitués de neutrons et de protons. Les isotopes sont des noyaux qui contiennent le même nombre de protons, mais un nombre de neutrons différent. Les isotones sont des noyaux qui contiennent le même nombre de neutrons, mais un nombre de protons différents.

Une plateforme pluridisciplinaire

Cette nouvelle plateforme expérimentale rassemblera également des chercheurs en physique atomique, en physique du solide et en radiobiologie autour de l'étude de la matière sous irradiation. De plus, SPIRAL 2 sera la source de neutrons rapides la plus performante pour les dix prochaines années. Elle permettra d'effectuer des mesures de données neutroniques qui contribueront à rendre l'énergie nucléaire encore plus sûre et respectueuse de l'environnement. Avec cet investissement, financé par la Direction des Sciences de la Matière (DSM) du CEA, par l'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules (IN2P3) du CNRS, par la Région Basse-Normandie et les collectivités territoriales, avec le soutien de l'Union Européenne et des collaborations internationales, la recherche française s'inscrit pleinement dans une dimension européenne.