



French Language Teacher Program 2021

12 Janvier 2022 – 17h-20h

Découverte de l'installation GANIL-SPIRAL2



Jean-Charles Thomas, thomasjc@ganil.fr

Recherches / Accélérateurs / Instruments

Campus Jules Horowitz
Epron – Caen – Hérouville Saint-Clair

Un centre pluridisciplinaire
pour la recherche avec des faisceaux
d'ions lourds et de particules

Vidéos: <https://www.dailymotion.com/ganil-spiral2>
-> métiers (5 min) : <https://www.dailymotion.com/playlist/x3v0um>



Physique atomique
Sciences des matériaux
Radiobiologie

Sciences de la vie



Le GANIL en chiffres

1976 : création du **GANIL**

1983 : première expérience

2001 : lancement de SPIRAL1

2006 : lancement du projet **SPIRAL2**

2019: mise en service de SPIRAL2 Phase1

-> NFS, S³, DESIR

Futur long terme : SPIRAL2 Phase2

Plateforme d'accueil

- ~ 250 personnes (CEA, CNRS)
- Budget de fonct. ~ 10M€/an
- ~5000 h de faisceau/an
- Communauté:
 - ~ 700 personnes
 - ~ 100 laboratoires
- Applications industrielles (5-10%)

Une des 5 installations majeures dans le monde pour les faisceaux d'ions exotiques

Avec RIBF/RIKEN (Japon), GSI/FAIR (Allemagne), MSU (USA), ISOLDE (CERN) ...

Enseignement

- 50 étudiants/an (Post-doc, Thésards, étudiants)
- activités d'enseignement
- ~ 1500 visiteurs/an dont ~800 scolaires

Production scientifique

- organisation de conférences internationales
- ~ 150 publications/an

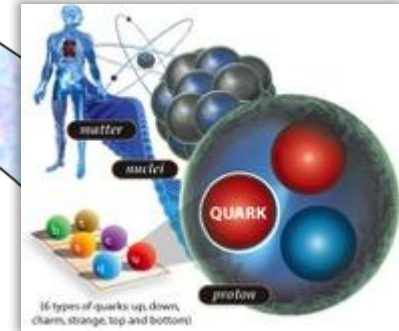


Mots clés

Recherche fondamentale et appliquée, Développements techniques, Valorisation, Formation, Communication

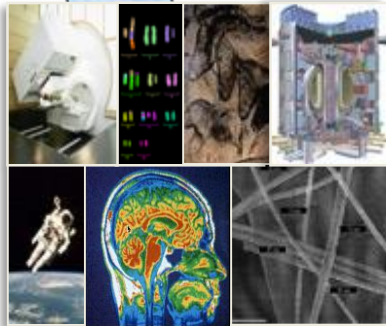
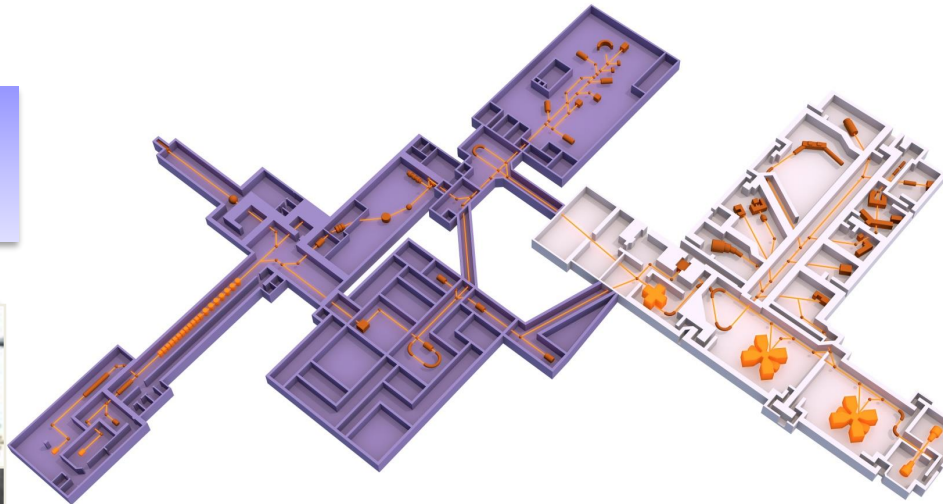


Instrumentation



Interactions fondamentales

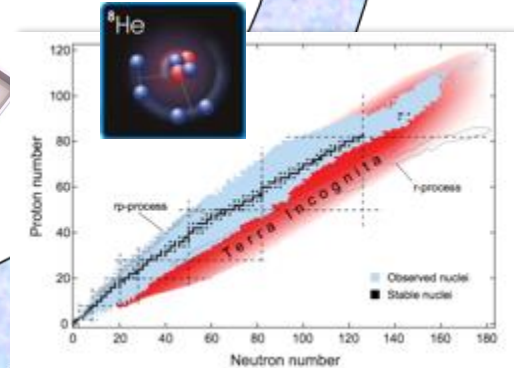
Science et technologie des accélérateurs



Physique atomique, radiobiologie Applications industrielles

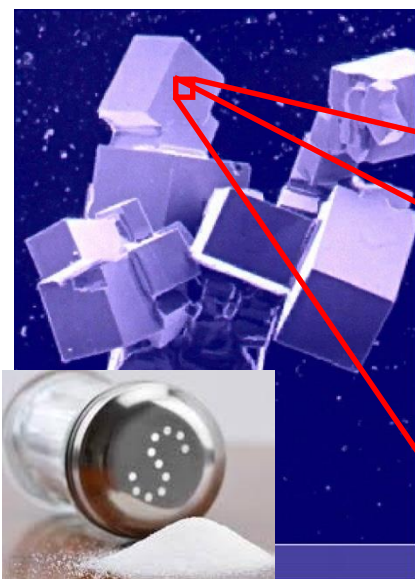


Astrophysique nucléaire

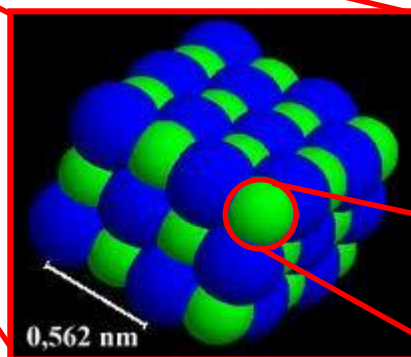


Structure et réactions nucléaires

Sonder la matière à différentes échelles à l'aide d'ions lourds

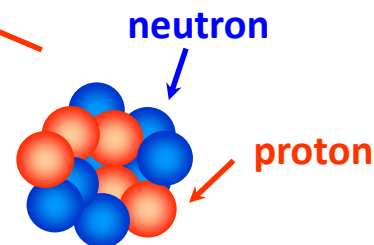
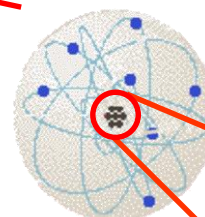


Les cristaux de sel
1 mm / 100



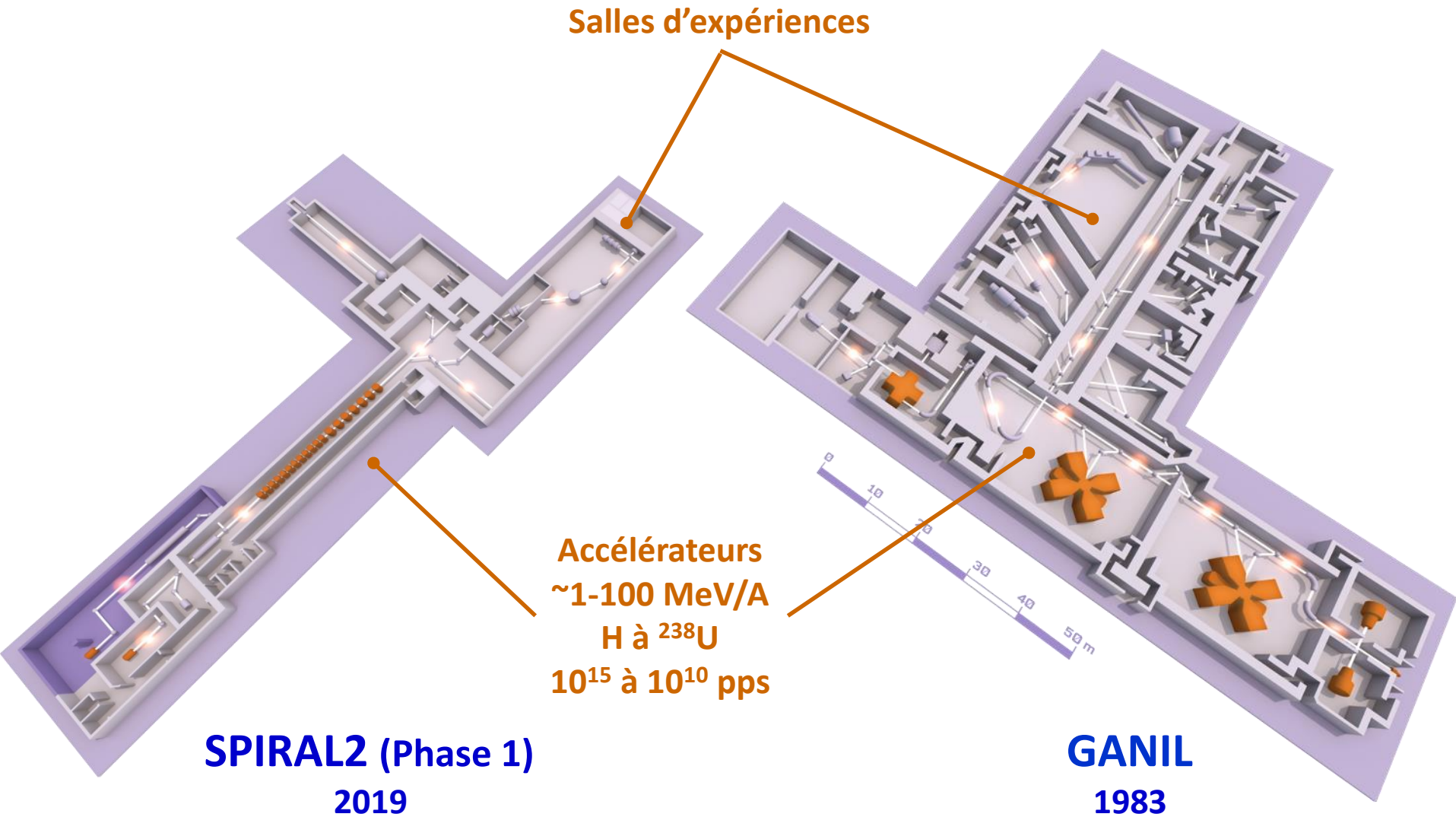
Un arrangement régulier d'atomes de **sodium "Na"** et de **chlore "Cl"**

1 mm / 10 000 000
L'atome : un coeur compact (le noyau) entouré d'électrons



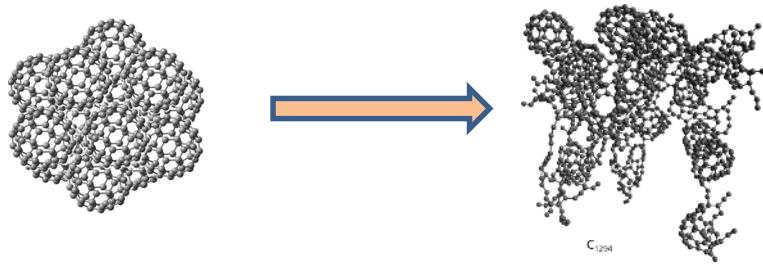
Le noyau atomique : un ensemble de **protons** et de **neutrons** (nucléons)
1 mm / 100 000 000 000

Architecture du site GANIL SPIRAL2

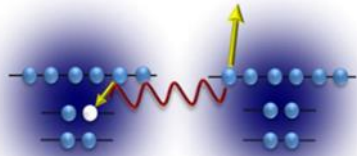


https://u.ganil-spiral2.eu/virtualvisit_fr/

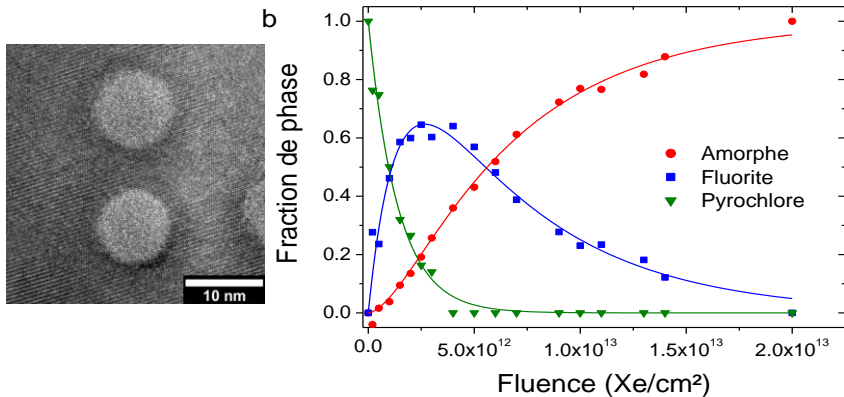
Matière diluée, molécules, clusters



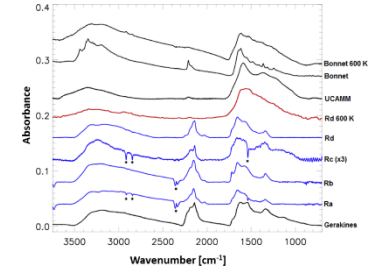
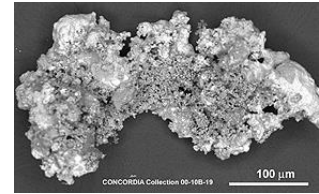
Physique atomique, plasma



Science des matériaux

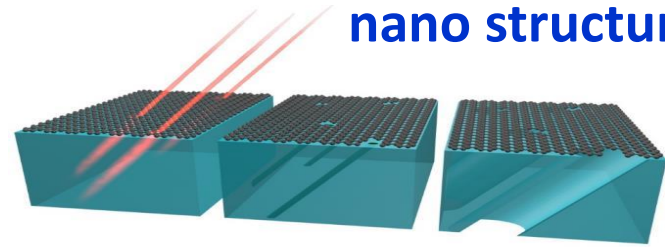


Radiochimie, Astrophysique/chimie



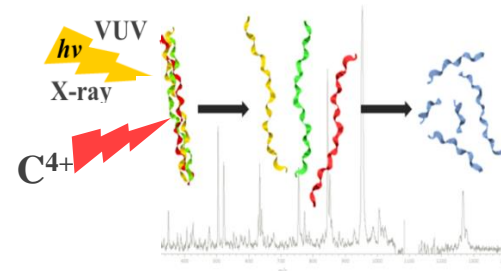
Influence des ions lourds sur la composition chimique de matériaux cosmiques (glaces, météorites,...)

nano structuration



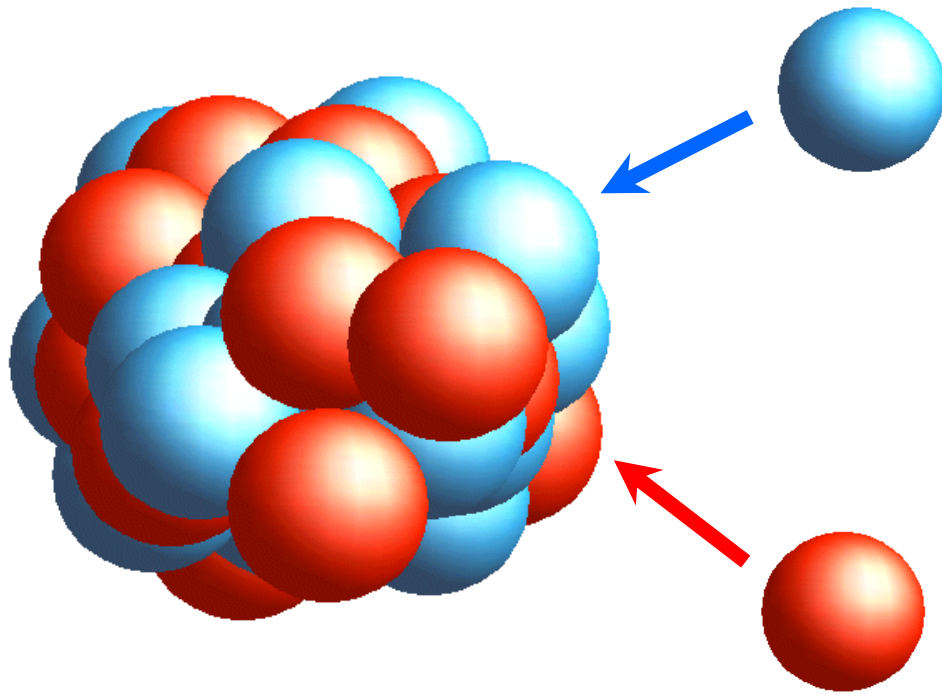
membranes composites graphène/polymère

Radiobiologie



Irradiation de fibres de collagène

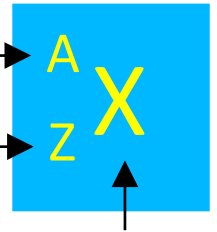
Le noyau atomique au cœur de la matière



Neutron :
particule neutre

Nombre de nucléons

Nombre de protons (charge)



Symbole chimique

Proton :
particule positive

Densité : 200 millions de tonnes/cm³

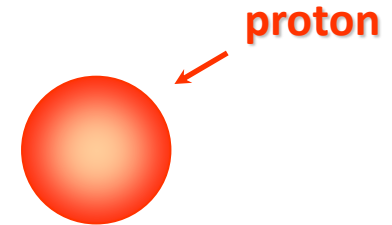
Température : ~qq million °C (1 MeV)

Forces :

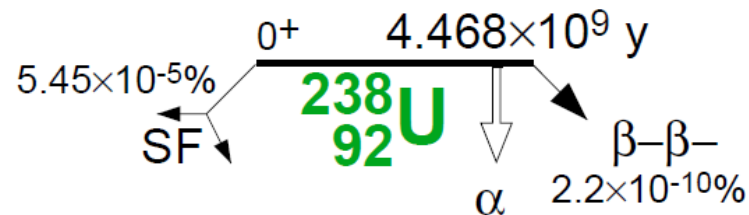
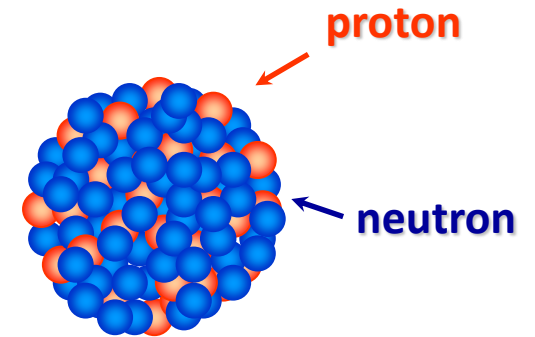
- Coulombienne
- Nucléaire forte (liaison)
- Nucléaire faible (radioactivité β)

Les noyaux « stables »

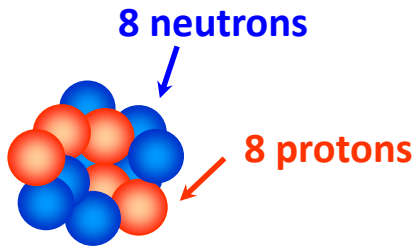
Le plus léger : le noyau d'hydrogène composé d'un unique proton.



Le plus lourd : le noyau d'uranium 238 composé de 92 protons et de 146 neutrons.

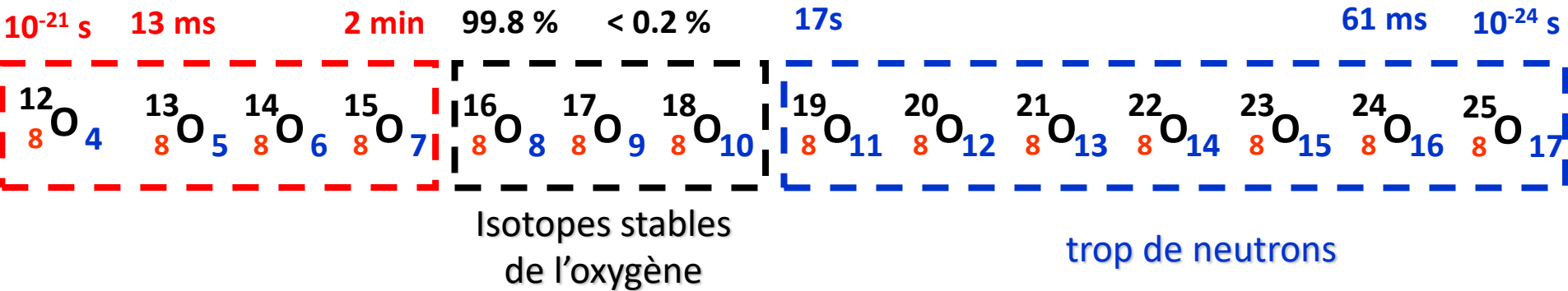


Le noyau d'oxygène et ses isotopes



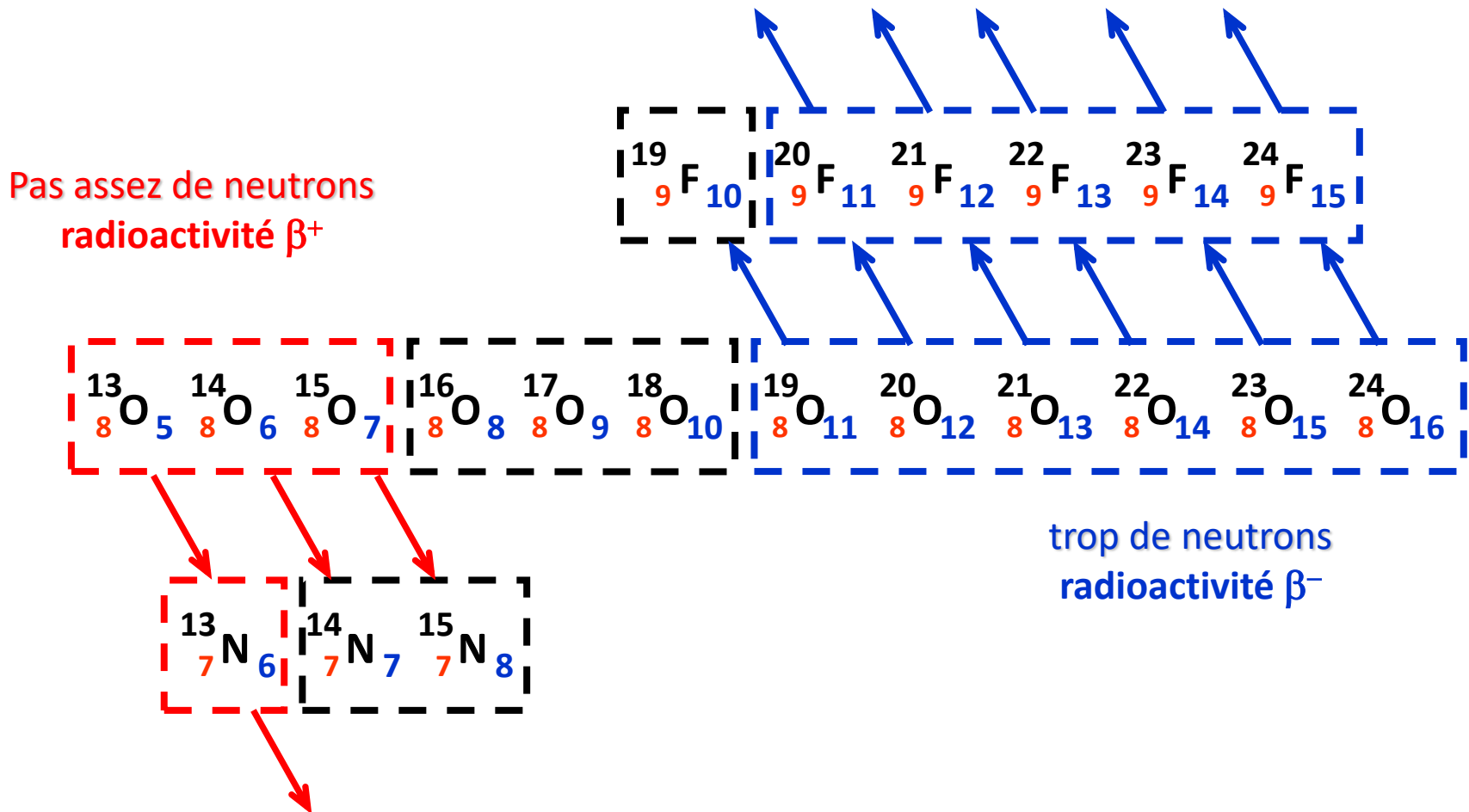
Suivant le nombre de neutrons dans le noyau d'un l'atome, les isotopes correspondant sont stables ou bien radioactifs.

Pas assez de neutrons

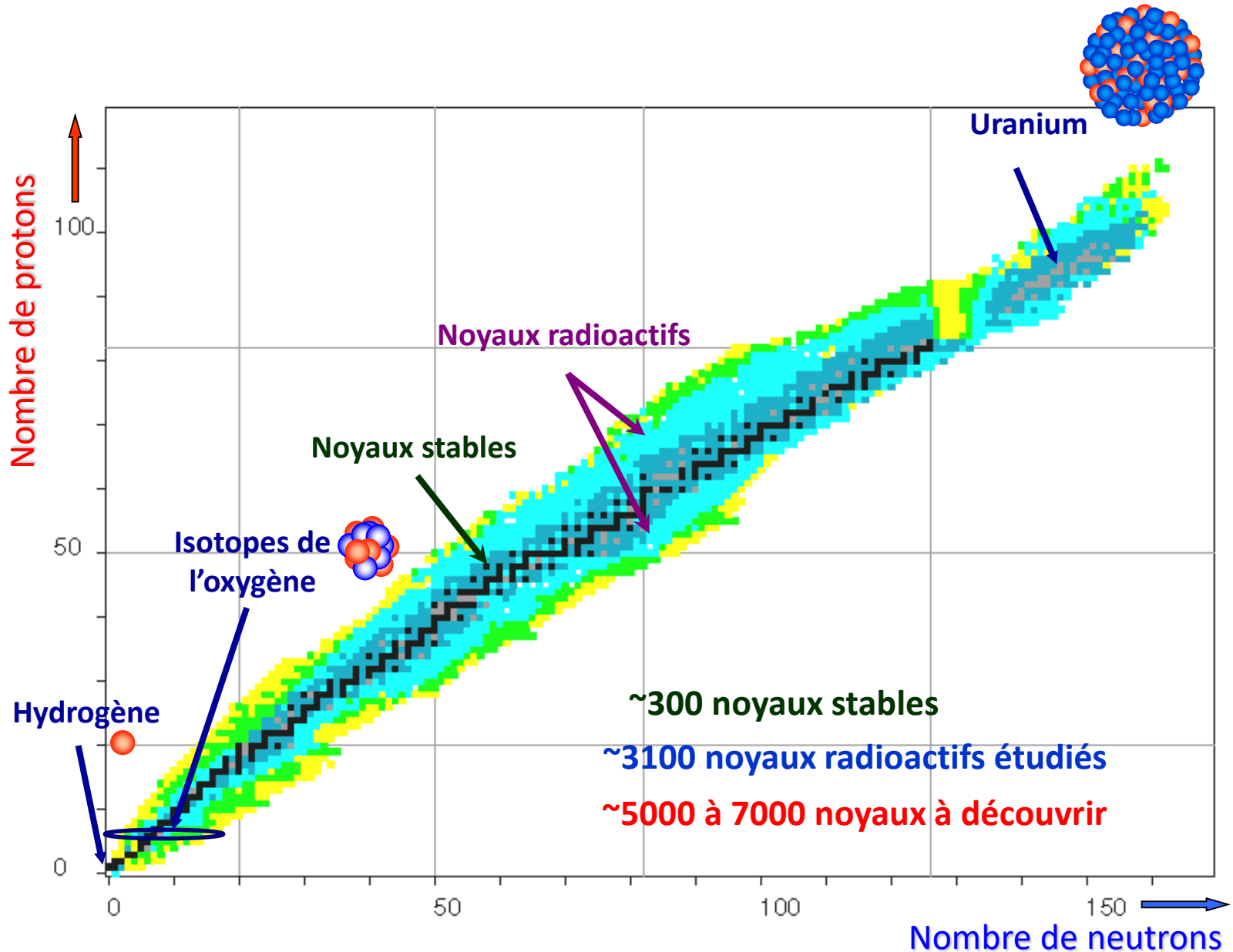


La radioactivité β

Un isotope radioactif va se transformer pour « gagner en stabilité » : c'est le phénomène de radioactivité



Le terrain de jeu du physicien nucléaire : la carte des noyaux



Le noyau atomique : des questions fondamentales !

Origine des éléments ?

- Astrophysique nucléaire



Forces nucléaires ?

- Structures, formes, magieité
- Modes d'excitation
- Interactions fondamentales

Limites d'existence ?

Mécanismes de réaction

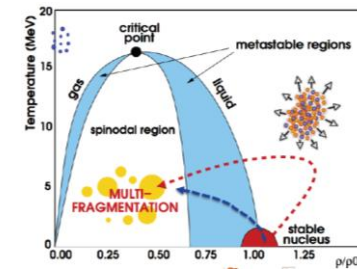
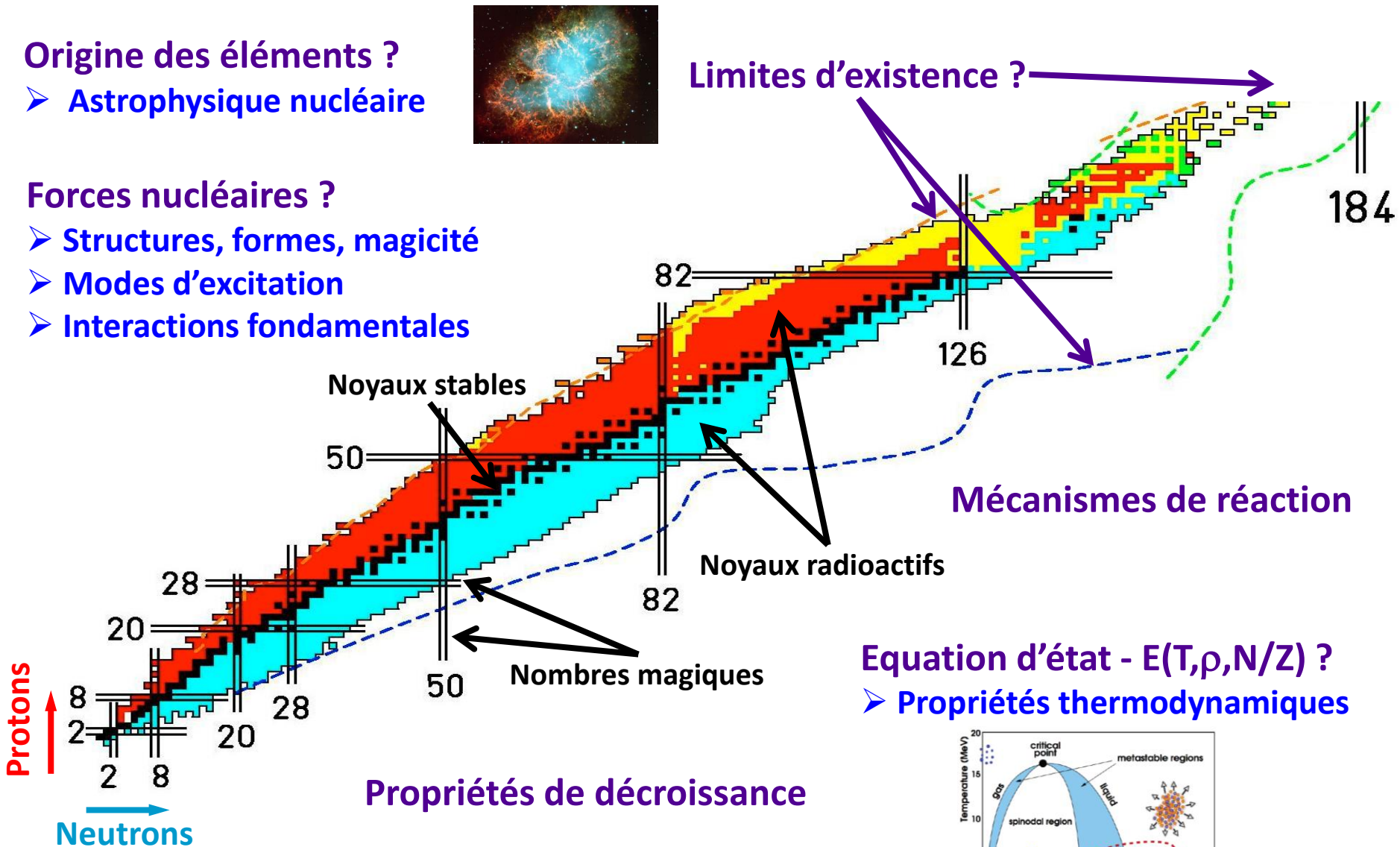
Equation d'état - $E(T, \rho, N/Z)$?

- Propriétés thermodynamiques

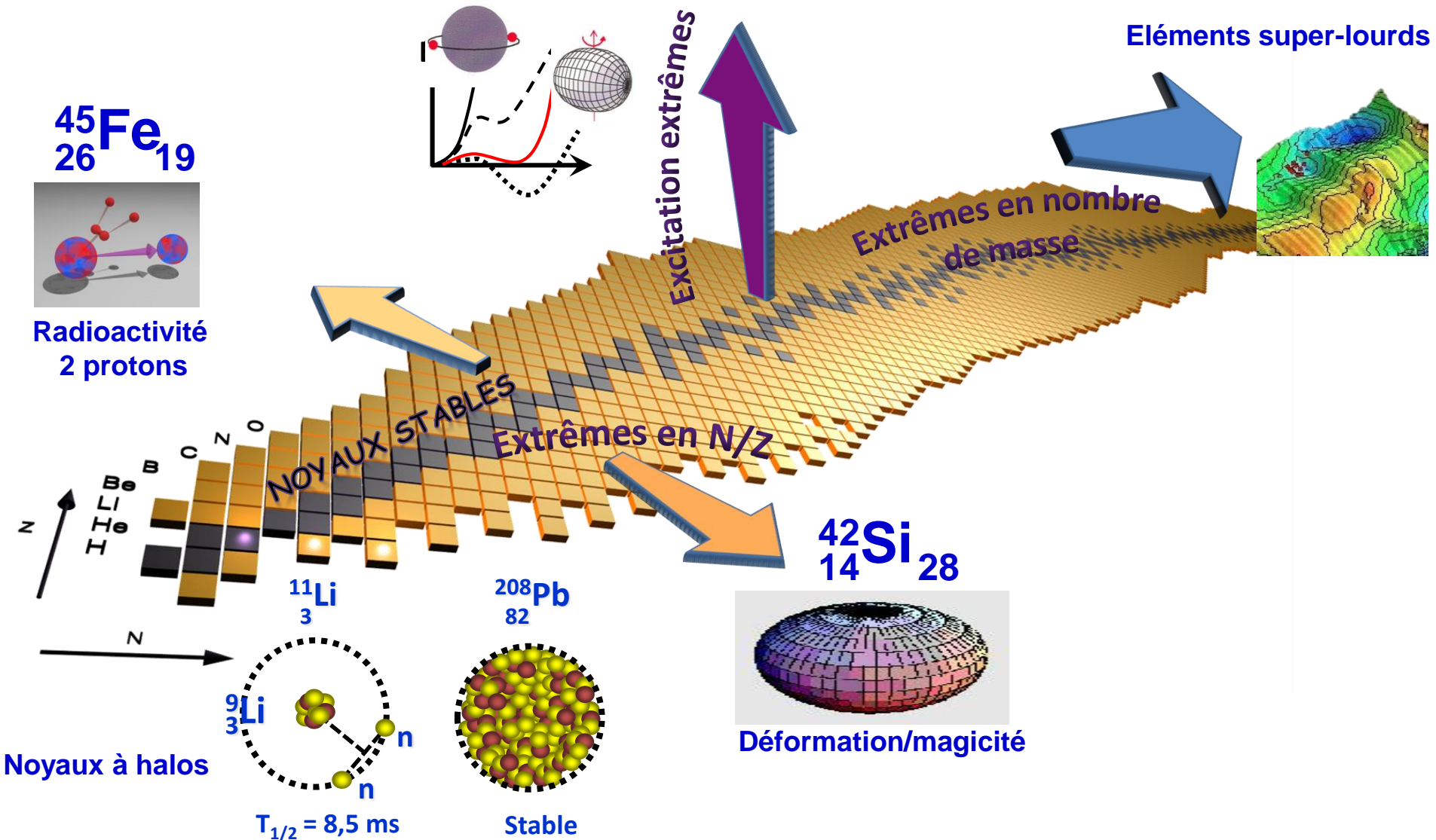
Propriétés de décroissance

Protons

Neutrons

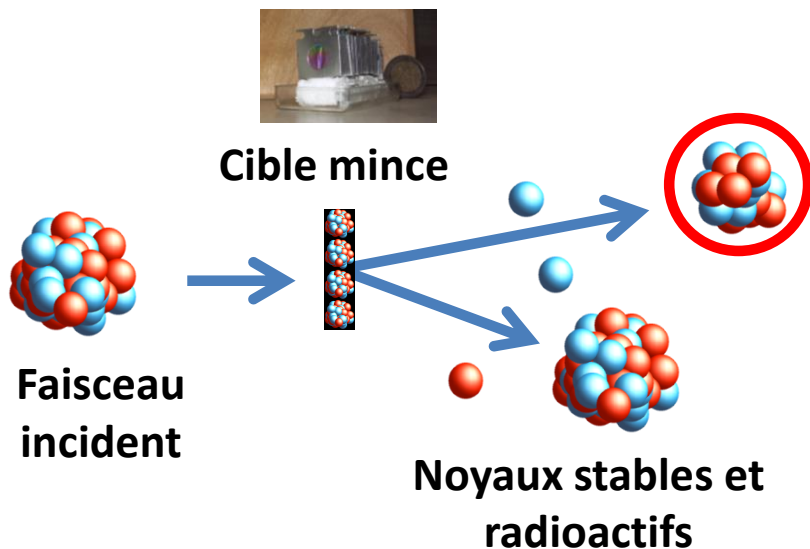


GANIL-SPIRAL2 : la quête des extrêmes

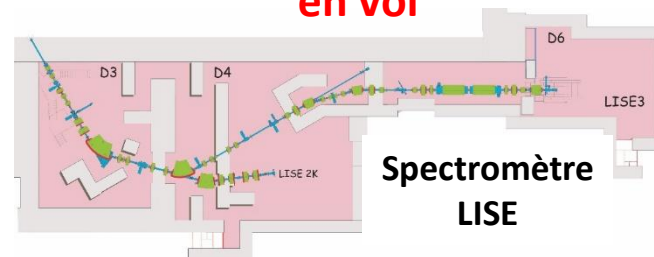


Production d'ions radioactifs auprès du GANIL

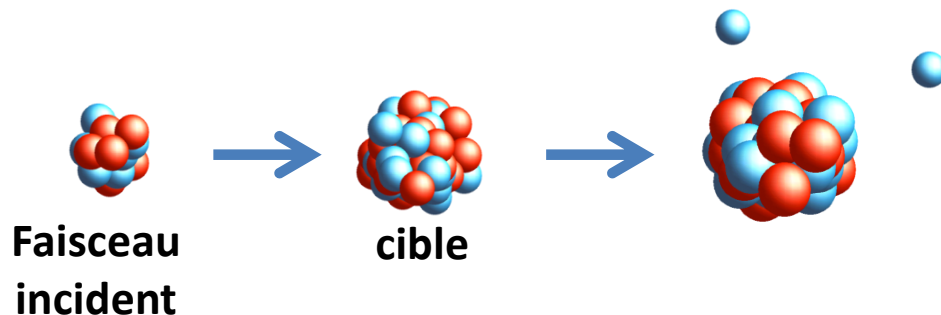
* La fragmentation en vol dans une cible mince



Sélection : séparation en vol



* La fusion d'ions lourds stables dans une cible mince



Sélection : identification des résidus

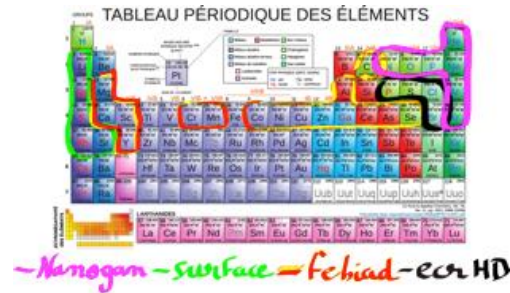
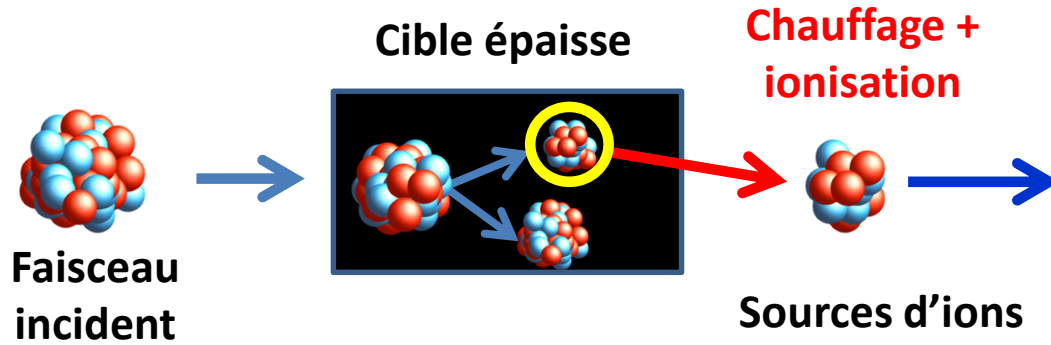


Spectromètre VAMOS

Production d'ions radioactifs avec SPIRAL (2001)

* La fragmentation dans une cible épaisse

Post-accélération
CIME

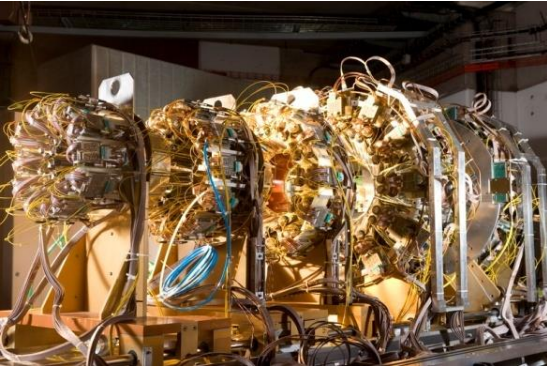


Production et étude des noyaux radioactifs : illustration

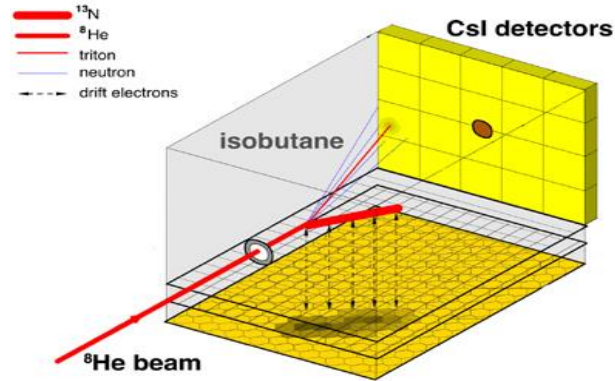


Exemples de détecteurs utilisés au GANIL

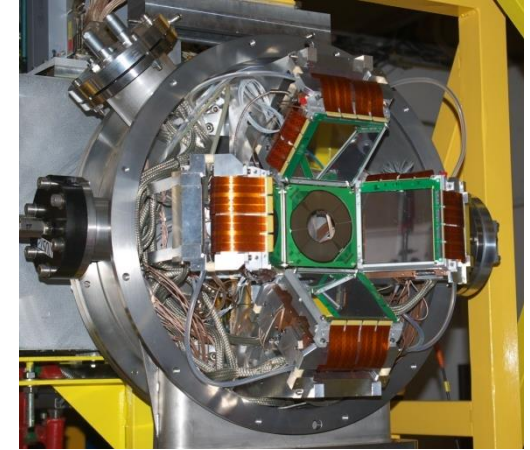
INDRA



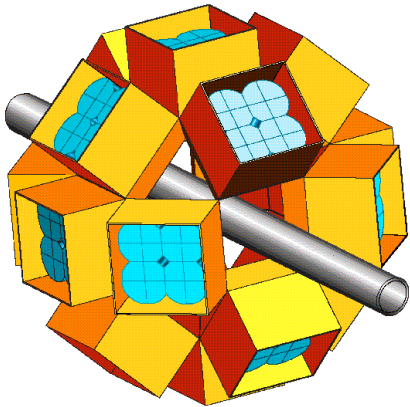
MAYA



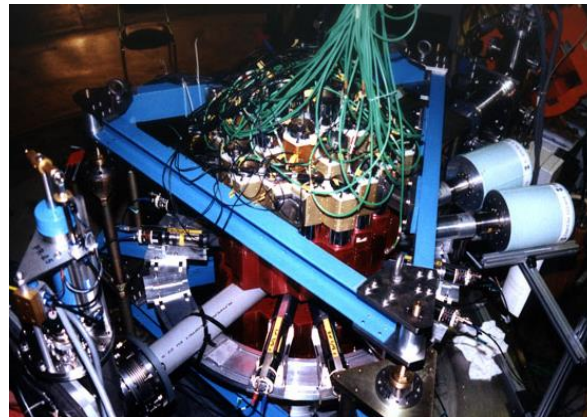
MUST2



EXOGAM



Château de Crystal

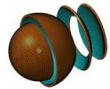
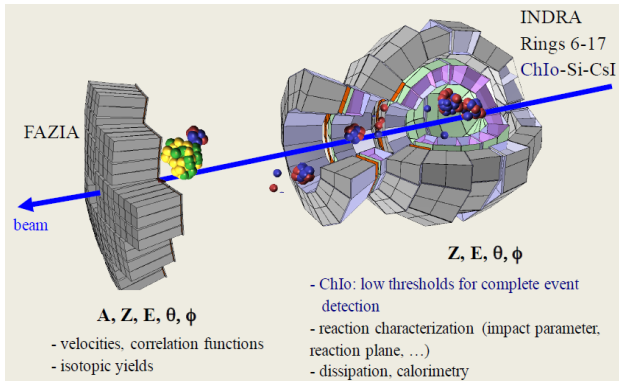


DEMON



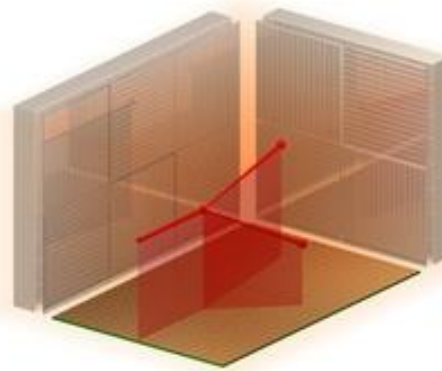
Développement de détecteurs en lien avec SPIRAL2

FAZIA+INDRA



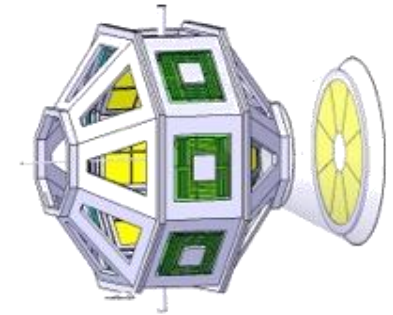
**Four-pi A and Z
Identification Array**

ACTAR



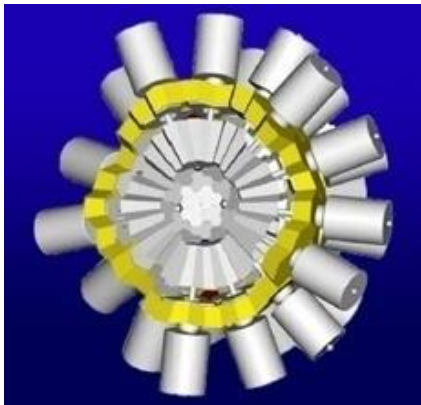
Active TARgets

MUGAST



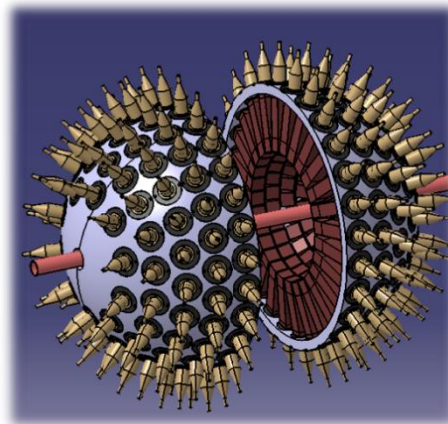
**Gamma SPectroscopy
And PARticle Detection**

AGATA



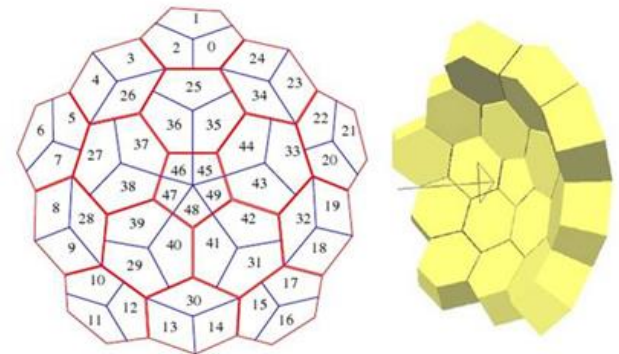
**Advanced Gamma
Tracking Array**

PARIS



**Photons Array for studies with
Radioactive Ion and Stable beams**

NEDA



NEutron Detector Array

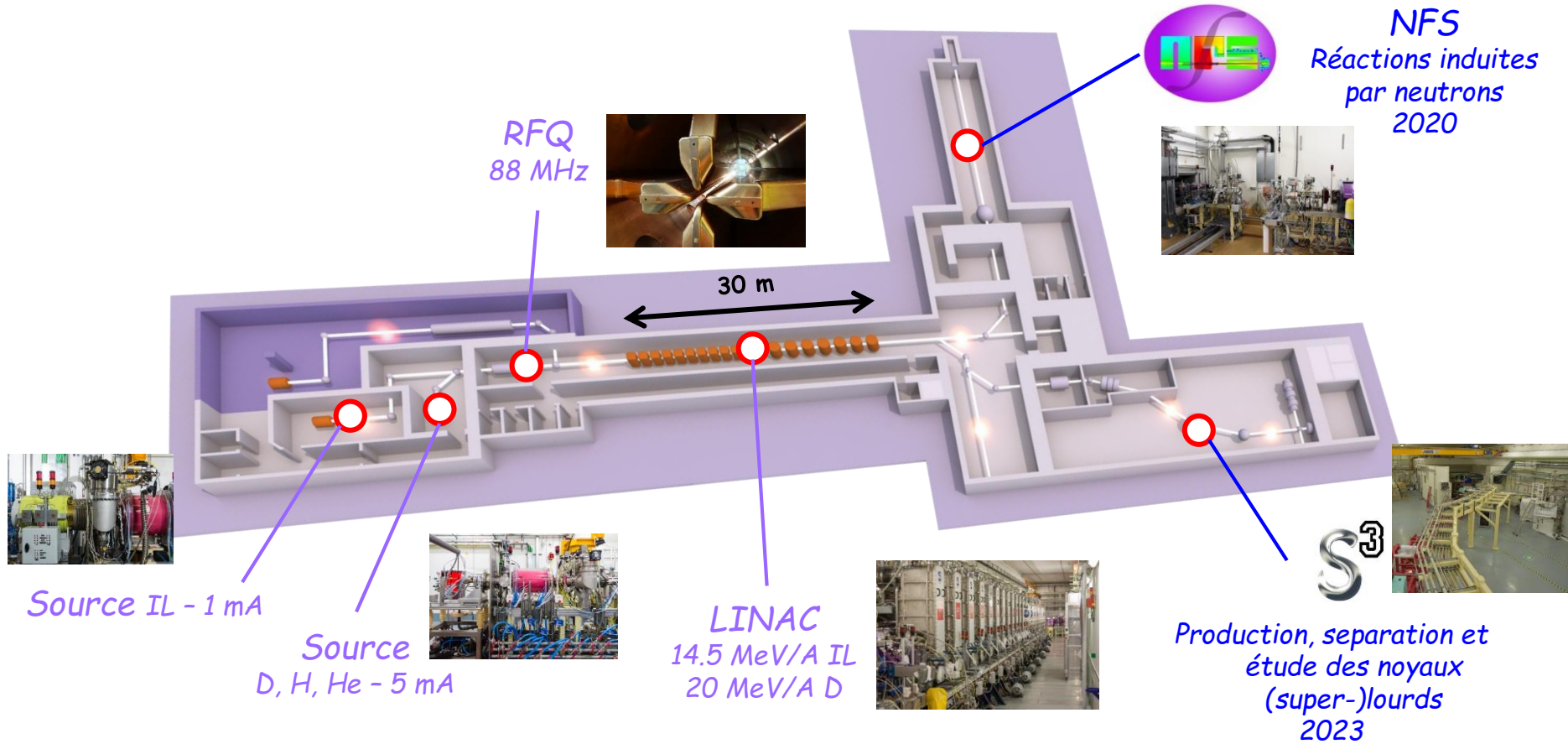
Du GANIL existant à SPIRAL2

GANIL



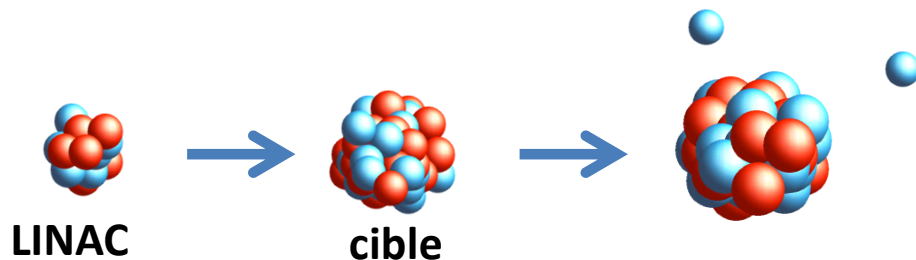
SPIRAL2 Phase 1

S'ouvrir de nouveaux horizons avec (GANIL-)SPIRAL2

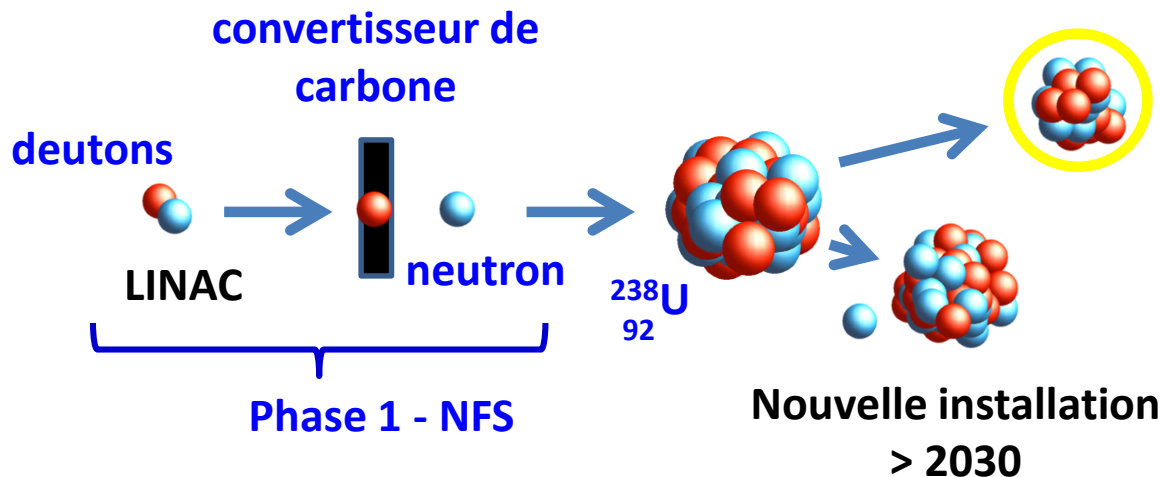


Les modes de production d'ions radioactifs auprès de SPIRAL2

* La fusion d'ions lourds stables (Phase 1 - S³)

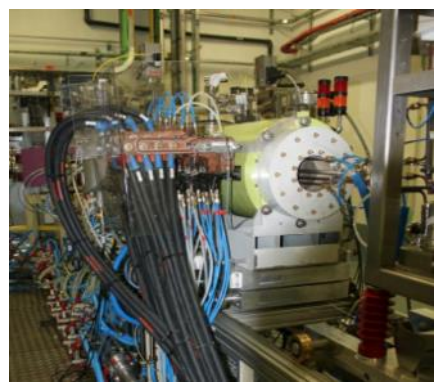
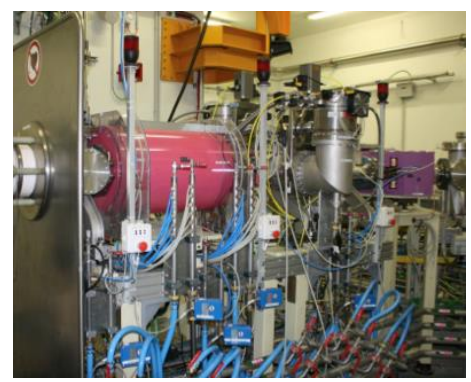
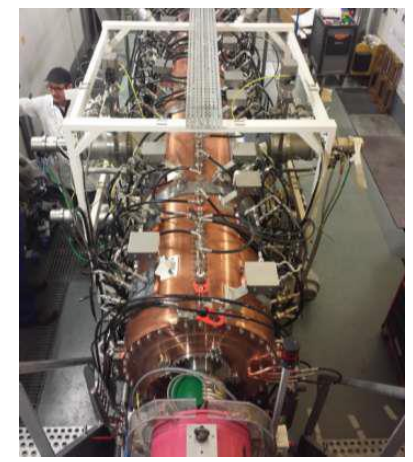
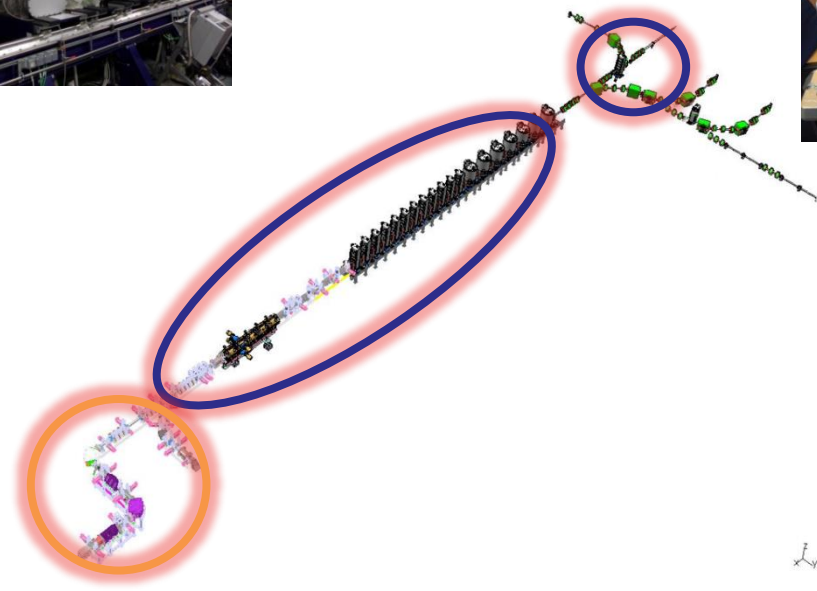


* La fission induite de l'uranium naturel avec des neutrons (Phase 2)





L'accélérateur linéaire de SPIRAL2



Faisceaux d'ions:
Proton : 5 mA
Ions lourds: 1 mA

Faisceaux intenses de neutrons entre 100 keV et 40 MeV

Stations d'irradiation pour les réactions induites (protons, neutrons, ions lourds)

Mesures de données nucléaires

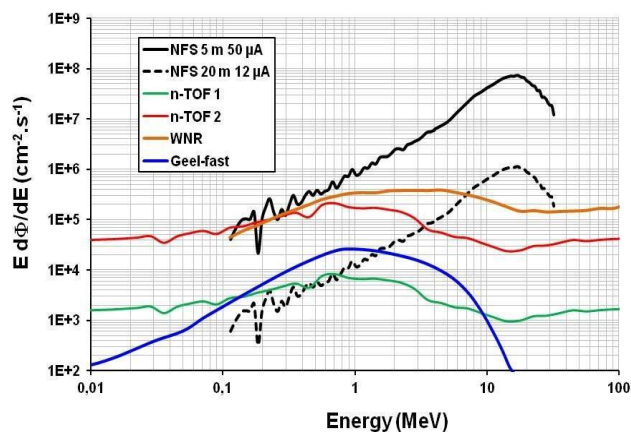
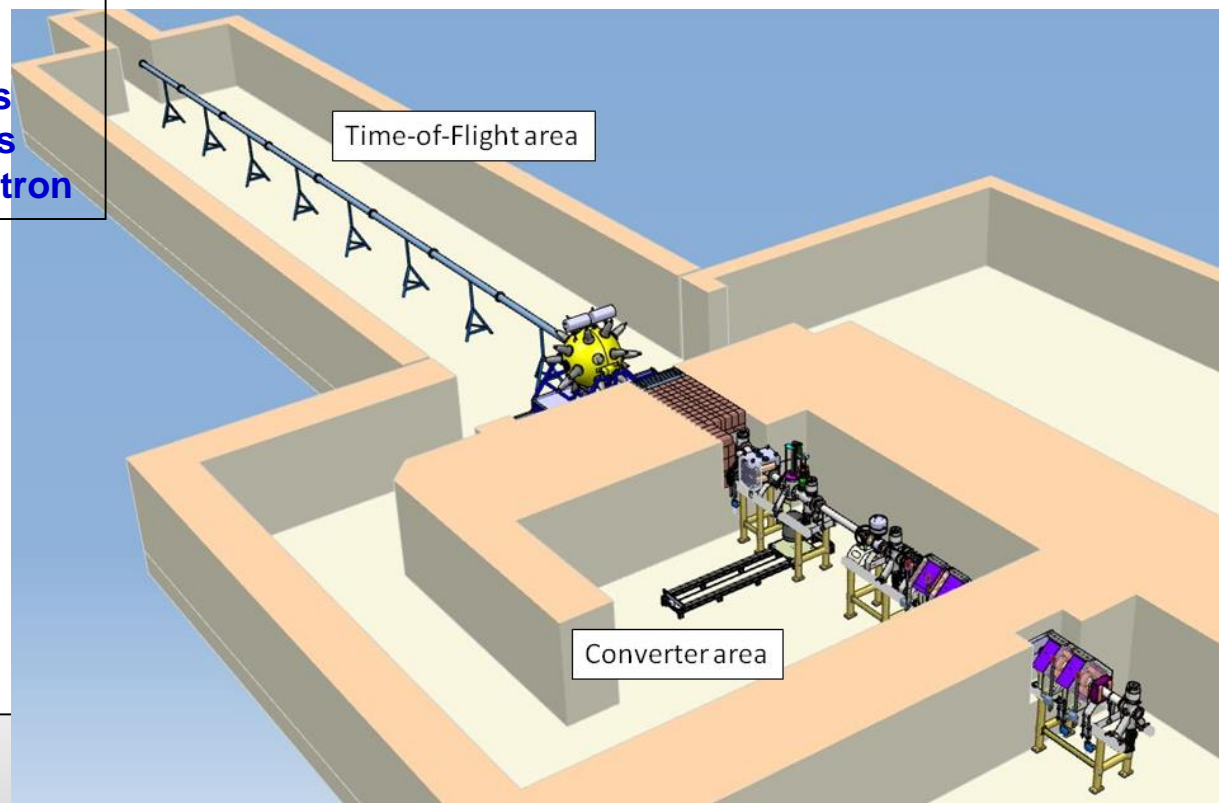
Médecine et Biologie

Le développement détecteurs

Irradiation de puces et de composants

Analyse d'échantillons par irradiations

Réactions nucléaires induites par neutron



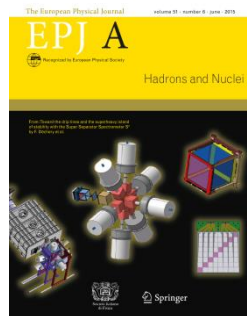
Flux de neutrons très intenses

$\Phi > 1,5 \cdot 10^{13} \text{ n/s (} 4\pi \text{)}$

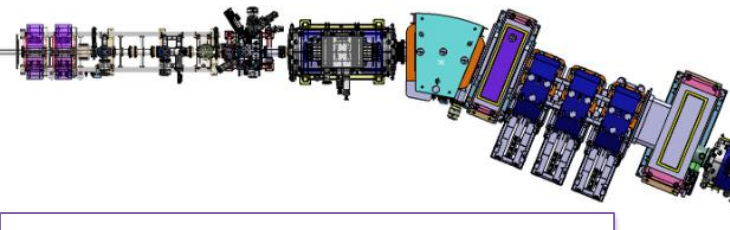
Spectre continu ou quasi monocinétique

Faisceaux collimatés

Le « Super-separateur-spectromètre »



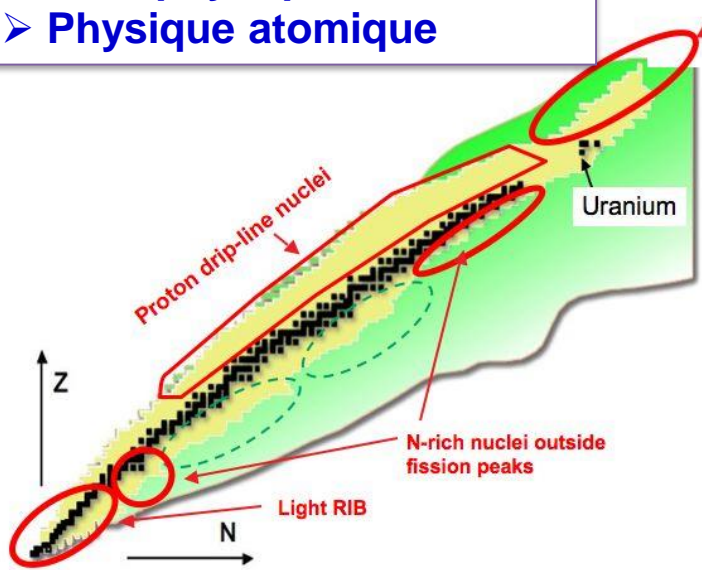
Faisceaux stables
très intenses



Thèmes de recherche

- Noyaux super-lourds
- Noyaux riches en protons
- Astrophysique nucléaire
- Physique atomique

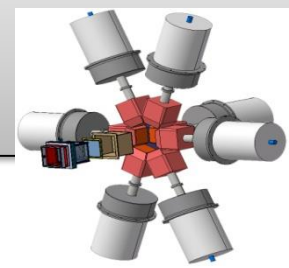
Heavy and
Superheavy
Nuclei



- Haute sélectivité et transmission
- Sensibilité 1 evt/mois
- Interaction faisceau-faisceau

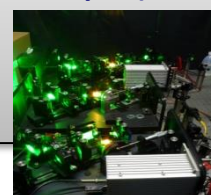
Synthèse et décroissance

SIRIUS



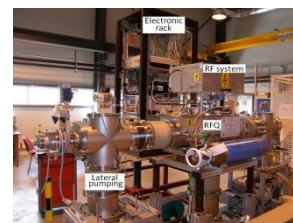
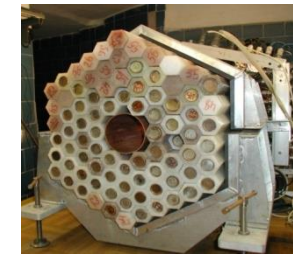
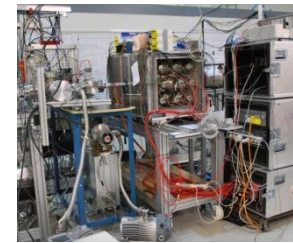
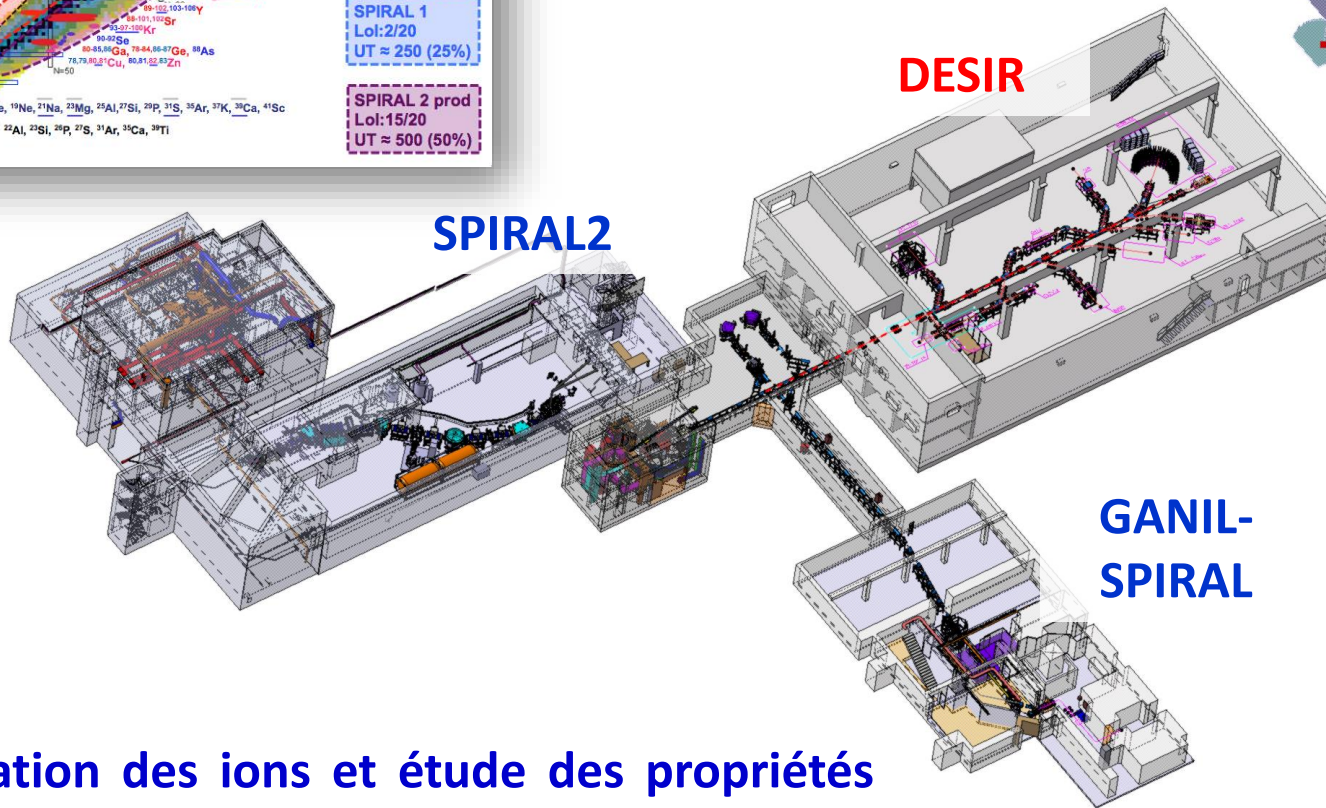
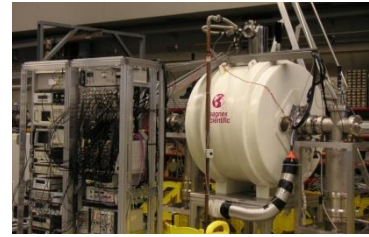
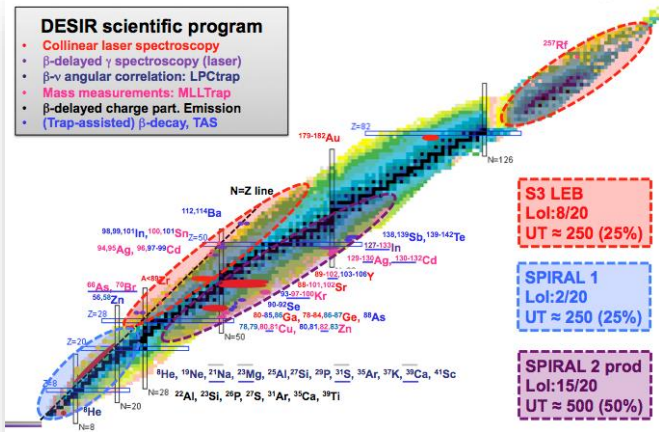
Propriétés fondamentales
(mass, size, moments, spins)

REGLIS³



DESIR

Horizon 2027 : plateforme basse énergie



x 7 x

Manipulation des ions et étude des propriétés du noyau atomique (masse, forme, propriétés de décroissances, structure du noyau...)

GANIL-SPIRAL2 à terme

