

Origine des éléments dans l'Univers

La composition des premières briques du système solaire

**Citius, Calidius, Adhuc**  
**Plus vite, plus chaud, plus loin**



Dynamique

Structure

Noyaux  
chauds

Noyaux  
super lourds

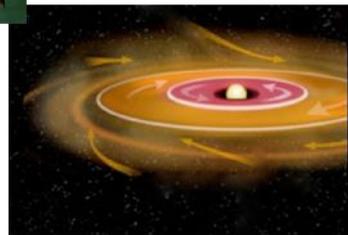
Structure  
super lourds

Hauts spins

Exotiques

Processus nucléaires  
dans l'Univers

Contexte de naissance  
du Système Solaire



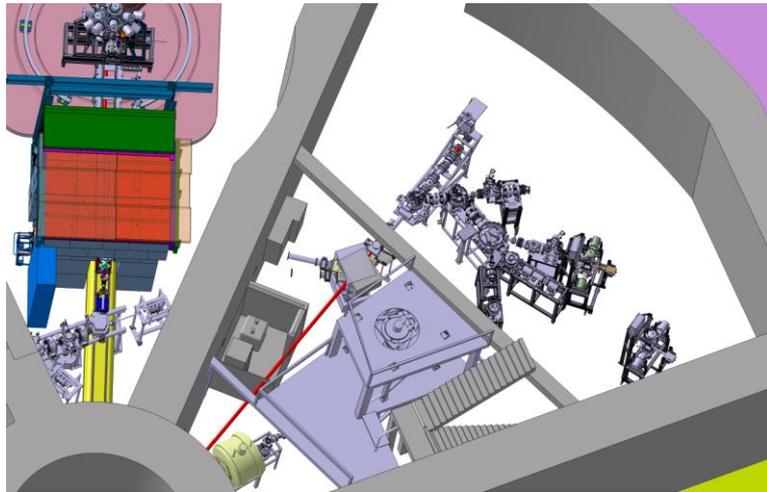
Forte collaboration IPN CSNSM

SNIF : Structure Nucléaire Ile de France (CSNSM, DAM, IPN, IRFU) **79 publiants dont 54 vallée**

**Effectif publiants du GT Physique nucléaire, astro-nucléaire, astro-chimie : 70**

Principale difficulté : moyens nationaux en baisse *a contrario* des autres grands pays

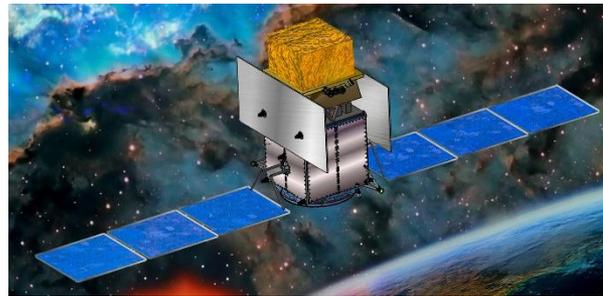
Question		Méthode/Approche	Accélérateur/Installation	Détecteurs
<b>1) Comment évolue l'interaction nucléaire en fonction de l'isospin</b>				
	Quelle est la dépendance en isospin de l'interaction spin-orbite ?	décroissance bêta, décroissance neutron, orientation nucléaire, mesure de masse, spectroscopie laser, mesure de probabilité de transition, mesure de temps de vie et de moments nucléaires, Réactions de transfert, structure des noyaux lourds, spectroscopie alpha/gamma/ECI	ALTO, RIKEN, GANIL (LISE, VAMOS), ISOLDE, SPIRAL2 (S3), Dubna, Jyväskylä, Argonne	BEDO, TETRA, EURICA (Riken), AGATA, VAMOS, OUPS, LINO, GABRIELLA, SIRIUS, MLL-TRAP, POLAREX, Exogam, Miniball, Nuball, MUST2, GASPARD, MINOS, SAMURAI, PARIS, Orgam, GREAT, Jurogam, Gammasphere, GABRIELA, SIRIUS
	Comment la structure en couche se modifie loin de la stabilité ?			
	comment se modifie les termes de l'interaction nucléon-nucléon avec l'isospin ?			
<b>2) Comment expliquer les phénomènes collectifs à partir des mouvements individuels ?</b>				
	Peut-on décrire l'équilibre entre les effets de champs moyens sphériques et les corrélations au-delà du champ moyen ?	structure des noyaux lourds, spectroscopie alpha/gamma/ECI, décroissance bêta, décroissance neutron, réactions de transfert de fusion évaporation de fission	ALTO, GANIL (LISE, VAMOS), Dubna, Jyväskylä, Argonne, SPIRAL2 (S3), Legnaro, Ithemba	BEDO, TETRA, MUST2, GASPARD, EXOGAM, PARIS, MONSTER, GREAT, Jurogam, Gammasphere, GABRIELA, SIRIUS, GRETINA, Aphrodite, Galileo
	Comment l'îlot de stabilité des noyaux super lourds émerge de cet équilibre ?			
	Y a-t-il des symétries simples qui gouvernent la collectivité nucléaire ?			
<b>3) Quelles sont les limites d'existence des noyaux ?</b>				
	Quelles sont les formes extrêmes que peut prendre un noyau ?	Réactions de fusion évaporation, mesure des temps de fission des superlourds, synthèse de nouveaux isotopes et éléments, mesure de barrière de fission	GANIL, Tandem Canberra, SPIRAL 2 (S3), Dubna, Jyväskylä, Argonne	FLUOX, CUBE (Canberra), GABRIELA, SPIRAL2 (S3 LEB), GREAT, Gammasphere, JUROGAM, SIRIUS, nuball
	Quels sont les éléments les plus lourds ?			
<b>4) Comment l'équation d'état de la matière nucléaire change en fonction de l'asymétrie proton-neutron ?</b>				
		diffusion inélastique	GANIL	MAYA, ACTAR
<b>5) Quels est l'origine des éléments dans l'univers ?</b>				
	Quels sont les processus nucléaires mis à l'œuvre dans l'univers ?	Modélisation et étude de sensibilité	ALTO, GANIL, MLL (Munich), ANDROMEDE et ligne 90°	Split Pole, Q3D (Munich), MUST2, EXOGAM, Stella et Fatima
	Quelles sont les sections efficaces des réactions clés et les propriétés nucléaires des noyaux impliqués	Mesures directes et méthodes indirectes (transfert,...), Mesures directes combustion C+C, O+O ...		
	Quels est leur impact sur les modèles de nucléosynthèse ?	Calculs de taux de réactions et modélisation		
	Quelle est l'origine de la matière organique interplanétaire ?	Analyse minéralogique chimique et isotopique de micrométéorites polaires	Plateforme SCALP-CSNSM/ MYRTHO/ Synchrotron SOLEIL / GANIL / NanoSIMS Institut Curie, MNHN / CRPG Nancy/ UMET Lille/ LCP / IPAG / Tohoku Univ. (J) / Univ. New Mexico (US)/ Univ. Hawaii (US)/ NASA GSFC Greenbelt (US)/ Carnegie Institution Washington (US)	
	Quel est le contexte astrophysique de naissance du système solaire ?	Analyse isotopique de phases réfractaires de météorites et micrométéorites / Modèles théoriques	NanoSIMS Institut Curie, MNHN / CRPG Nancy/ ALTO / Integral / Carnegie Institution Washington (US)	
	Quels sont les sites d'accélération du rayonnement cosmique galactique et quelles sont ses propriétés ?	Observation du rayonnement X et gamma induit/mesures de sections efficaces d'émission gamma	Satellites Integral, Fermi, eAstrogam, cyclotrons de HZ Berlin et iThemba LABS	pool Ge Orsay, AFRODITE



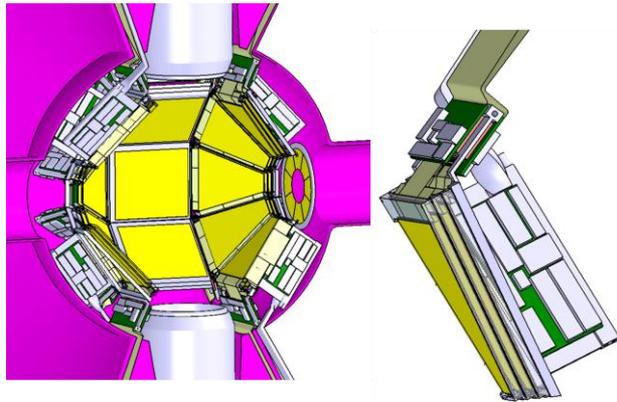
Aires expérimentales ALTO RIB



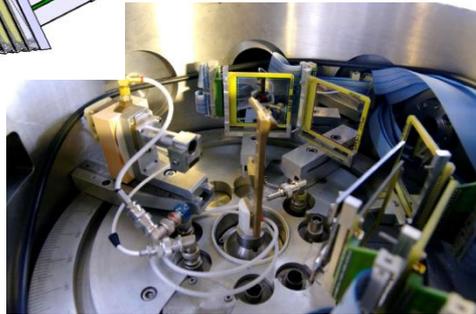
Le détecteur AGATA



Observation des radioactivités galactiques



Le détecteur GASPARD



Mesures de sections efficaces d'intérêt astrophysique



Des poussières cométaires en Antarctique

La communauté de physique nucléaire de nos laboratoires est fortement impliquée dans le master2 NPAC ainsi que dans l'école doctorale PHENIICS. Des travaux pratiques sont mis en place sur la plateforme SCALP dans le cadre des master2 OSAE et A&A. Ces travaux pratiques pourraient être étendus à ALTO.

Un travail de fond destiné à effectuer à nouveau de manière régulière des prestations industrielles auprès d'ALTO est en cours et doit être traité dans le document « plateformes ». Grâce à la nouvelle offre de faisceaux proposée par ALTO l'installation est en passe de redevenir compétitive pour le besoin des industriels. En particulier, l'ajout à la panoplie de faisceaux des neutrons mono énergétiques, des gammas ainsi que de certains faisceaux radioactifs, augmente l'attractivité de ALTO pour les tests de composants.

Le développement d'une « gamma camera » portable ultra-sensible pour la localisation et la caractérisation de déchets radioactifs de démantèlement est effectuée dans le cadre d'une ANR avec l'ANDRA. Ce travail effectué en collaboration avec le CSNSM, l'IPN et des partenaires industriels est issu des recherches en astronomie gamma.

**L'EXCELLENCE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE, LES COMPÉTENCES D'EXPERTS POUR DES PRESTATIONS SUR-MESURE ET DE QUALITÉ**

**2 AIRS EXPÉRIMENTALES**  
Faisceaux stables et radioactifs

- Des installations à la pointe de la technologie
- Des directeurs de collaborations internationales

**3 SALLE D'ACQUISITION DE DONNÉES**

250 UTILISATEURS EXTERNES/AN

**LABORATOIRE DE COUCHES MINCES**

- R&D couches minces
- Tous types de matériaux
- Coûtes de 100 à 10000€
- Réalisation de prestations complètes
- Plateforme de caractérisation des films à disposition

**10 LIGNES EXPÉRIMENTALES**

**2 SPECTROMÈTRES DE MASSE**

**4 PRESTATIONS INDUSTRIELLES**

Proton et deuteron à 200 MeV - 200 MeV  
17 ans

**250 UTILISATEURS EXTERNES/AN**

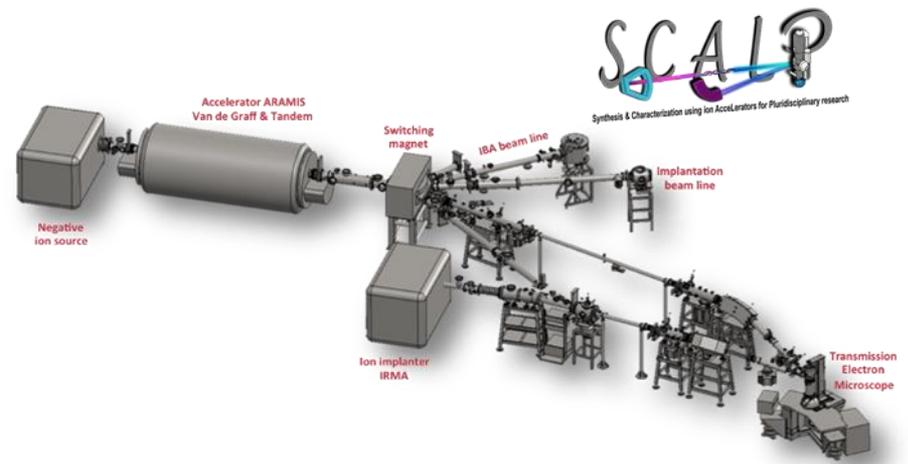
**2 ACCELERATEURS**  
Technologie d'ions lourds & Electrons

- Tandem 15 MeV
- KV à MeV
- p & Au = agrégats
- Faisceaux continus ou pulsés
- RFD nommeux faisceaux

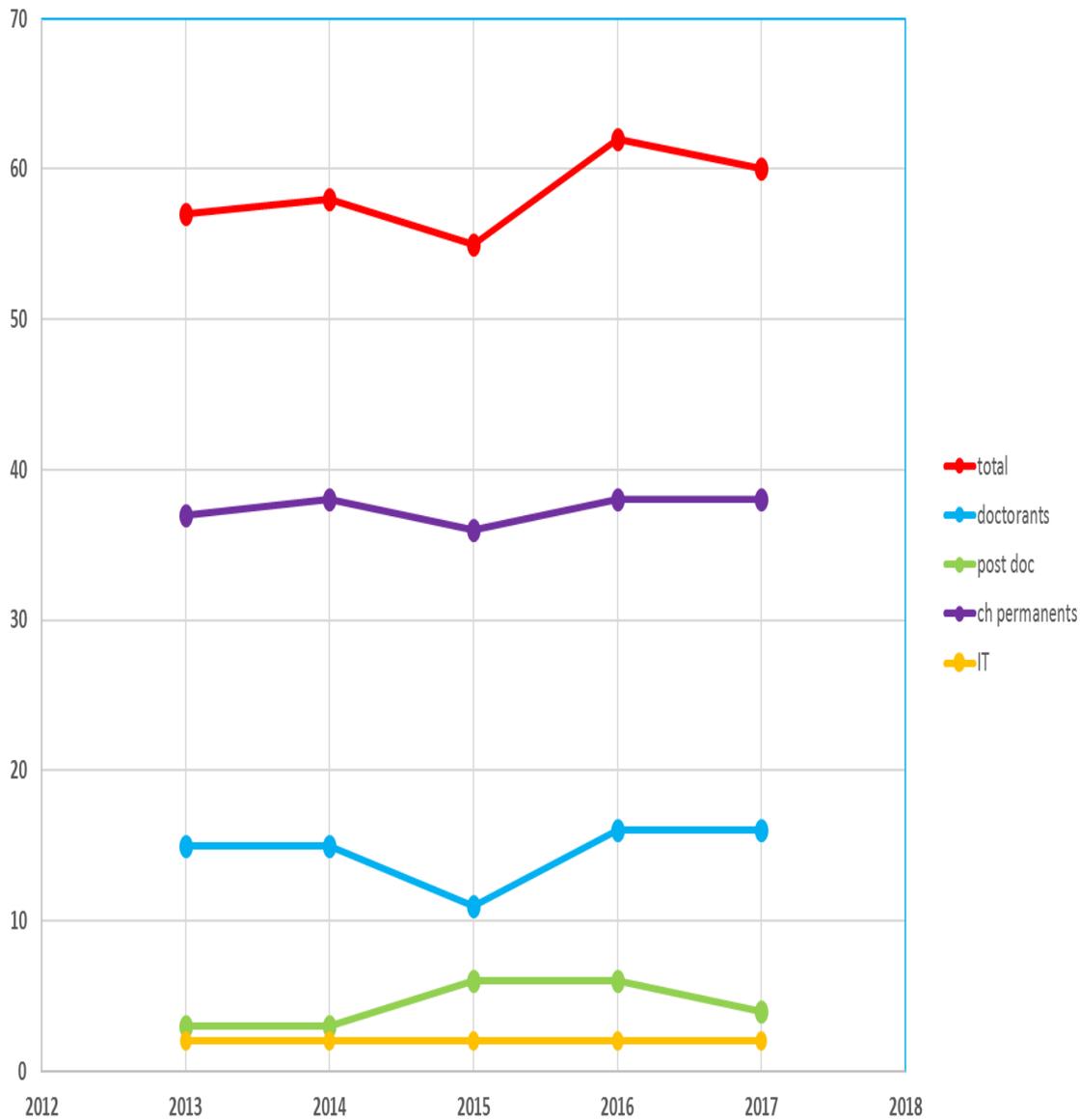
**PROTONS à AGRÉGATS FAISCEAUX RARES**

- Linea electronica 50 MeV à 110 µA
- Faisceaux ions
- Faisceaux de neutrons
- Faisceaux variables

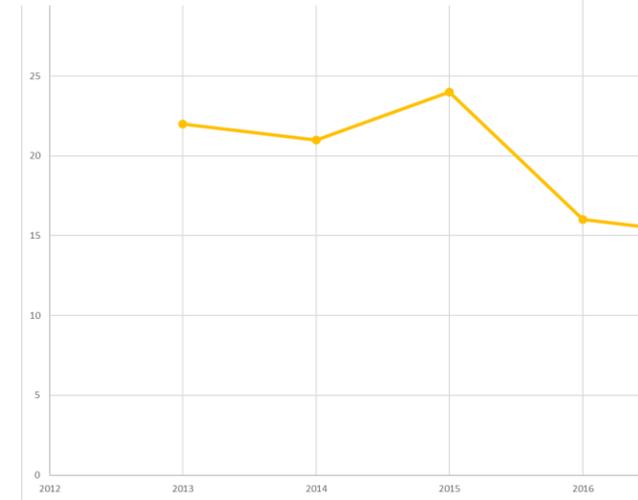
**98.2% DE FIABILITÉ**



### Personnel physique nucléaire



### IT ALTO



### Budget physique nucléaire k€ (IPN)

