

Les recherches en lien avec l'Energie dans P2I

S. Leray (Irfu) et J. Wilson (IPNO)

avec C.O. Bacri, S. Delpech, J.C. Trama...

- **S'appuient sur les compétences clés de P2I: physique et chimie nucléaires, modélisation, instrumentation, accélérateurs**
- **Allient recherches très amont, développements techniques, simulations**
- **Essentiellement tournées vers l'énergie nucléaire: de fission principalement mais aussi de fusion**
 - Amélioration des performances des réacteurs actuels
 - Réacteurs du futur, réacteurs sous-critiques (ADS), réacteurs de fusion
 - Optimisation du cycle du combustible, déchets nucléaires
 - Radioprotection, environnement
 - Contrôle de la prolifération
- **Quelques applications aux énergies renouvelables**
 - Application de technologies développées pour la recherche fondamentale à l'énergie solaire

Laboratoires impliqués: CSNSM, IPNO, SACM, SEDI, SERMA, SPhN, SPP

Energie nucléaire: fission (essentiellement) et fusion

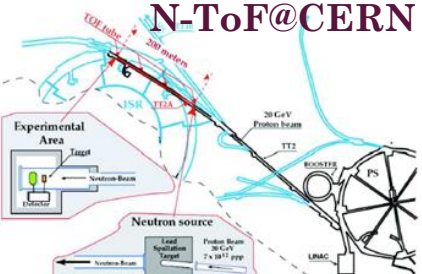
- Données nucléaires
- Modélisation et simulation
- Matériaux
- Radiochimie
- Accélérateurs et aimants pour les ADS et la fusion

Energies renouvelables

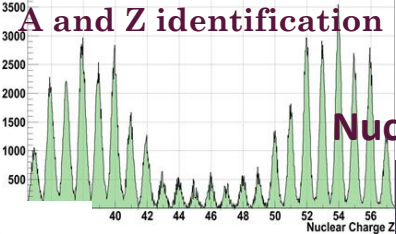
- Energie solaire

Mesures de données nucléaires

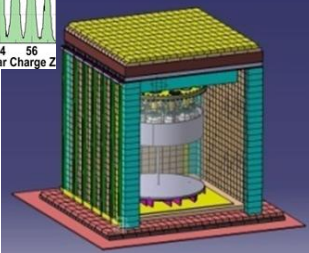
- Mesures de sections efficaces de capture et fission à n-ToF au CERN et à Geel, par la méthode de substitution
- Etude de la fission: SOFIA@GSI, FALSTAFF à NFS, LOHENGRIN à l'ILL
- Mesures de neutrons et gammas prompts ou retardés
- Mesures des flux d'antineutrinos (NUCIFER)



SOFIA@GSI: Fission fragment

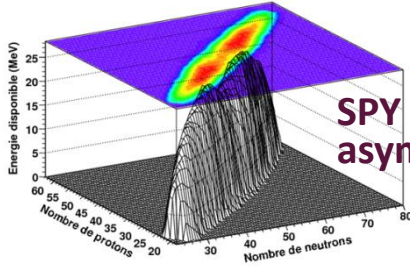


Nucifer @ OSIRIS



Théorie et modélisation

- Modèles de fission: SPY
- Modèles de spallation (pour les ADS)

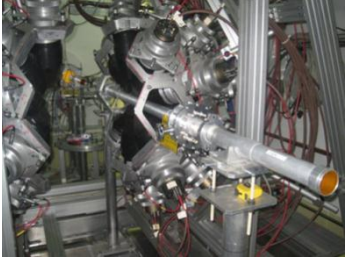


SPY : ^{180}Hg fission asymétrique

Instrumentation

- Développements de détecteurs

MicroMegs active target for selective detection of capture and fission



Production et caractérisation de cibles radioactives

- Installation CACAO

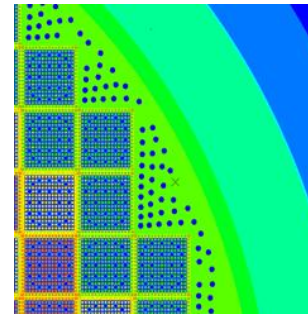


➤ Développement et édition de logiciels de neutronique

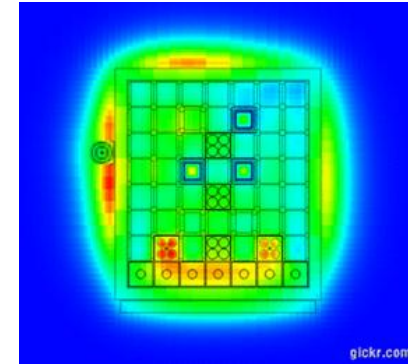
- Codes de transport déterministes et Monte Carlo
- Algorithmique, parallélisation, propagation d'incertitudes

➤ Simulations

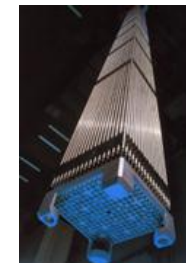
- réacteurs à fission actuels et futurs, ADS
- sûreté-criticité
- cycle du combustible
- radioprotection
- démantèlement
- réacteurs à fusion



Calcul APOLLO®
sur un REP



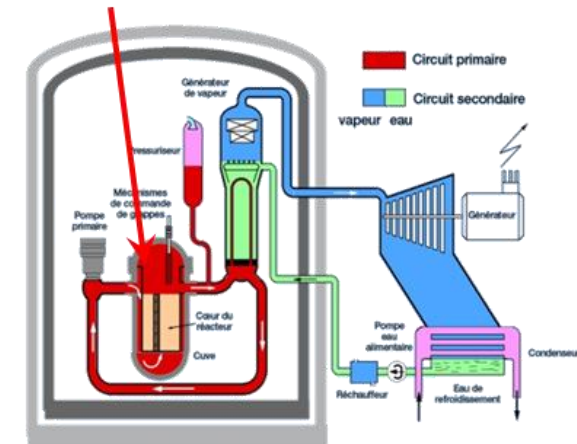
Calcul TRIPOLI®,
carte de flux réacteur
OSIRIS



Simulation MURE

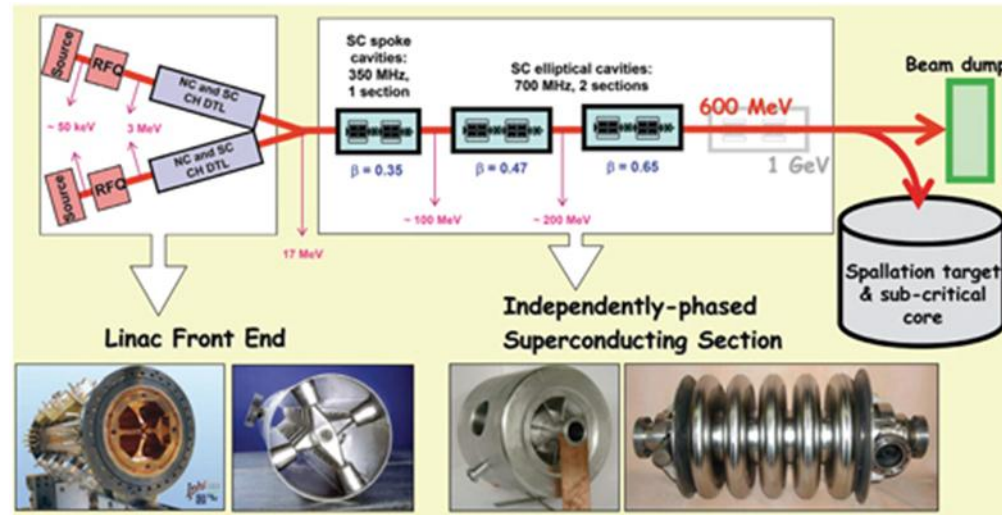
➤ Etudes de scénarios, prospective énergétique

- Inventaires de matière fissile
- Déchets
- Flux de matière au retraitement
- Etudes technico-économiques



➤ Développement d'accélérateurs (protons, deutons) de haute intensité: sources, injecteurs, cavités supraconductrices, cryomodules

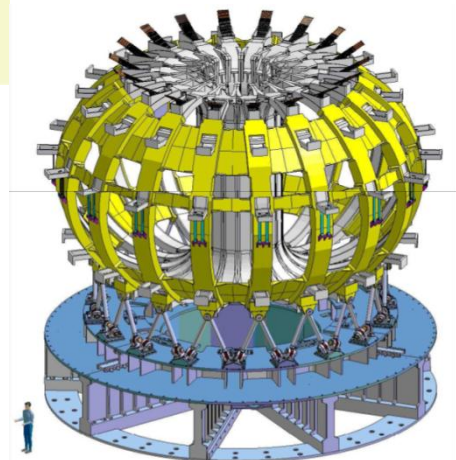
- Source de neutrons pour les matériaux de fusion: IFMIF-EVEDA
- ADS: MYRRHA



➤ Aimants pour la fusion: ITER, JT60SA, W7X

- Développements aimants supraconducteurs
- Station tests cryogéniques

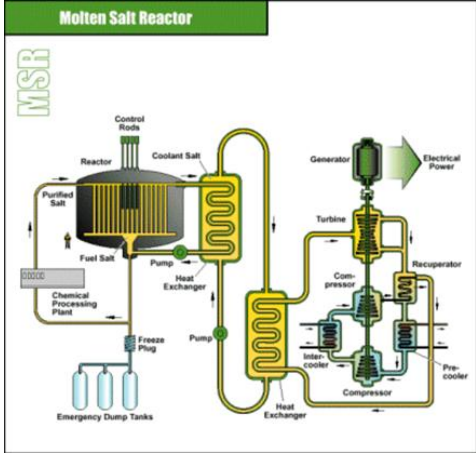
JT60SA



- Domaines d'étude:
 - réacteurs de Génération IV
 - traitement du combustible usé
 - milieux caloporteurs innovants

➤ **Compétences**

- radiochimie, électrochimie, techniques analytiques, simulation moléculaire



	2008	2009	2010	2011	2012	2013
T1 AQUEOUS SOLUTION	Actinides in the presence of organic and inorganic ligands (Pa, Cm / DTPA)					U, Th / Siderophores
	Interaction between actinides and biological molecules					
	Actinides at the liquid/solid interface					
T2 NON-AQUEOUS SOLUTION	Chemistry of actinides and lanthanides in Room Temperature Ionic Liquids					
	Actinides and lanthanides chemistry in molten salts at high temperature					
T3 SOLID PHASE	Synthesis and dissolution of UC targets and (Th,U)O ₂ fuel					
					Behaviour of Carbon 14 in spent fuel sheaths	
						Behaviour of metals in cement matrices
	He diffusion in minerals					

➤ Processus fondamentaux de l'interaction ion/matière appliquée aux matériaux du nucléaire (fission et fusion)

- Fragments de fission
- Particules α
- Noyaux de recul
- Radiolyse

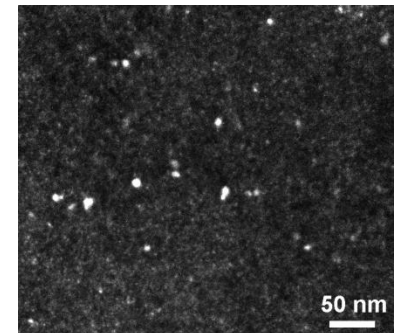
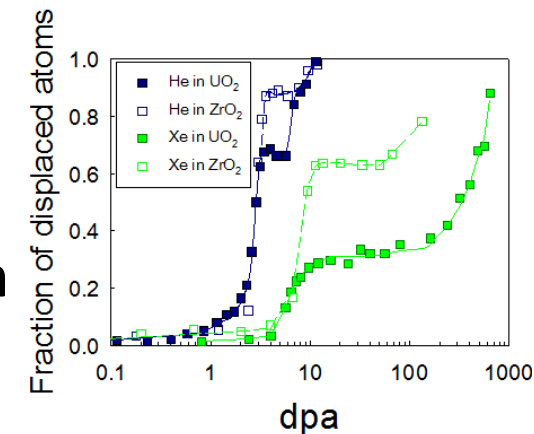
➤ Matériaux métalliques et céramiques sous irradiation

- aval du cycle
- matériaux de gainage,
- structure et absorbants (GEN IV)



➤ Synthèse et modifications de matériaux par faisceaux d'ions

- implantation ionique : matériaux nucléaires pour réacteurs du futur



ODS synthétisé par implantation ionique

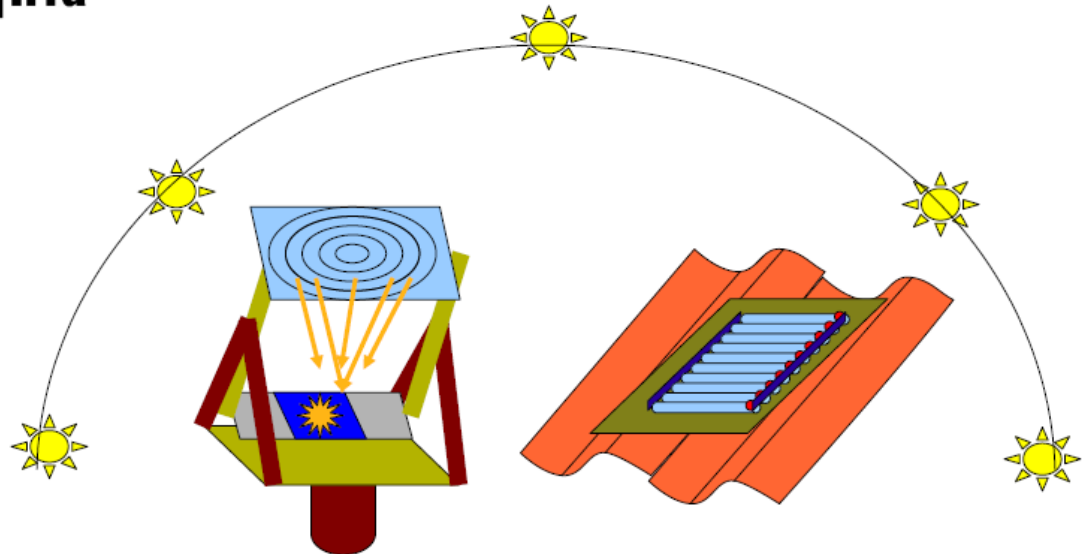
➤ Applications de technologies développées pour la recherche fondamentale de P2I

- Cellules solaires à hétérojonction silicium obtenues par implantation d'ions
- Concept de concentrateur solaire à Fibres Optique à Retournement de Photons à partir d'une idée de détecteur de neutrinos solaires à fibres à cristaux photoniques



Un concentrateur solaire statique et toiturable

QUYOS

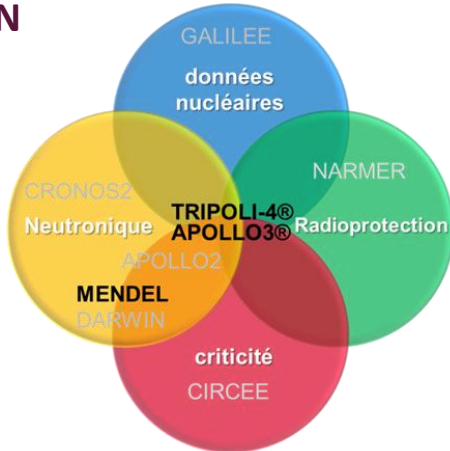


CPV Conventionnel (Lentille Fresnel+Silicium)
Sur chassis Orientable
Non Toiturable
Ciel Bleu obligatoire pour focalisation

Concentrateur Quantique à FORP
Statique
Toiturable
Fonctionnant par temps nuageux

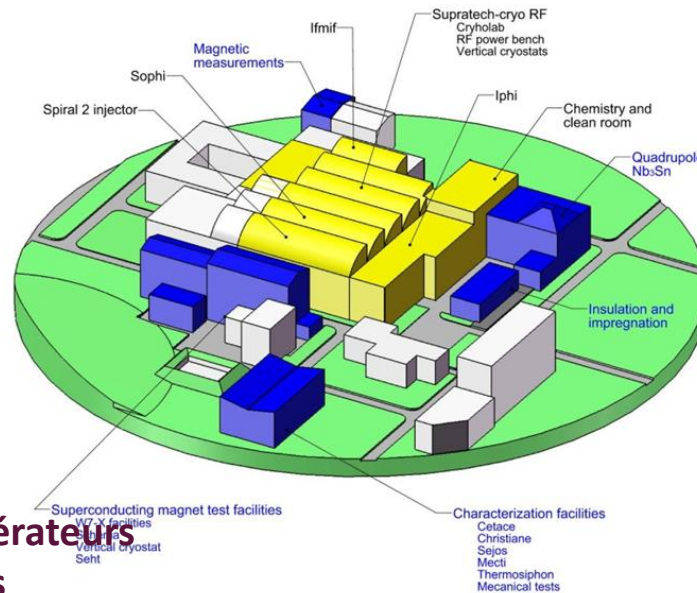
Les plateformes technologiques mutualisables

Plateforme logicielle neutronique CEA DEN



La plateforme JANNuS-Orsay (CSNSM, Univ Paris-Sud et CNRS/IN2P3) constituée de deux accélérateurs d'ions et d'un microscope électronique en transmission.

Plateforme Techniques Analytiques pour la radiochimie: ICP-AES, DRX, SLRT et la DSC-ATG (IPNO)



Licorne@IPNO
An new intense,
directional Neutron
Source

Le synergium à Saclay: accélérateurs et aimants supraconducteurs

❑ Triple but :

- ✓ Coordonner et rendre plus visible la recherche académique sur l'énergie, promouvoir l'interdisciplinarité, faciliter l'accès au financement
- ✓ Rapprocher les acteurs publics et privés de l'énergie
- ✓ Contribuer à la reconnaissance internationale de l'Université Paris-Saclay

❑ Méthode :

- ✓ S'appuyer sur les **départements de recherche** de l'UPSay, engagés dans l'élaboration d'une stratégie scientifique partagée de site (par département : analyse SWOT, vision commune, moyens et actions à mettre en œuvre...)
- ✓ Constituer un **bureau* de coordination** de l'axe stratégique transversal "Energie", pour **inscrire l'énergie** dans la stratégie de site de l'UPSay

❑ Premières missions du bureau de coordination* (avec la FCS Paris-Saclay) :

- ✓ Analyser les activités et faire émerger des **actions structurantes visibles** via la création d'un **groupe inter-départements (GID)** élargi sur l'énergie
- ✓ Journée de restitution des conclusions du GID, en tenant compte du cadre national (SNR, ANCRE...) et international (initiatives similaires) : début **T2 2015**
- ✓ Recommandations pour la 2^{ème} phase de l>IDEX, incluant un examen des formes de soutien les plus appropriées (IDEX 2, ANR, H2020...) et des modalités de coopération les plus adaptées avec les partenaires industriels : **mi-2015**

*Pascale Hennequin (CNRS), Frédéric Bouillault (UPSud), Patrick Guenoun (CEA), Jean-Marc Agator (CEA)

- **Recensement des thématiques et équipes associées:**
 - Spécificité : forte focalisation sur l'énergie nucléaire**
- **Identification des interfaces et synergies potentielles avec les autres départements**
 - MEP, PHOM, EOE**
- **Idées d'actions communes transverses**
- **Liens avec les industriels**
- **Liens avec l'enseignement**