



RÉSEAU NATIONAL D'ACCÉLÉRATEURS POUR LES ÉTUDES DES MATÉRIAUX SOUS IRRADIATION

<http://emir.in2p3.fr>



IN2P3 - INP - INC



DEN - DSM



OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Impact d'ions sur la surface
d' UO_2 (CIMAP - GANIL)

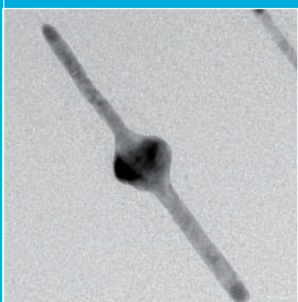
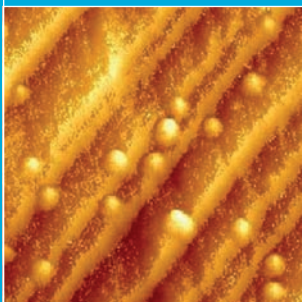


Photo de microscopie
électronique. Formation de
nanofils par irradiation (LSI)



Microscope électronique à
transmission installé sur
JANNUS (CSNSM)

Les besoins en connaissance de base sur la stabilité sous irradiation des matériaux impliqués dans l'industrie électronucléaire sont à l'origine du développement des études sur les irradiations. Les attentes sociétales sur la sûreté des installations nucléaires, la gestion des déchets et les choix technologiques pour les futures sources d'énergie (fusion et fission) sont les moteurs d'une demande toujours forte. La compréhension des processus d'endommagement des matériaux métalliques a fait des progrès importants ces dernières années grâce à des approches couplées expériences simulations. Il reste néanmoins beaucoup à faire pour obtenir des simulations prédictives de l'évolution en condition d'usage du comportement de ces matériaux. De plus, dans les matériaux isolants comme les céramiques iono-covalentes, les connaissances sur la dynamique des défauts sont aujourd'hui encore parcellaires. Aussi, pour ces matériaux, un effort important à toutes les échelles temporelles et spatiales doit-il être entrepris afin d'arriver à un niveau de connaissance équivalent à celui des alliages métalliques. Globalement, Il reste beaucoup à explorer sur les conséquences du désordre induit par irradiation sur les propriétés mécaniques des différents types de matériaux. Cette démarche doit également être introduite dans d'autres matériaux comme les polymères.

De manière indépendante, la microélectronique a été également un des moteurs des recherches sur les matériaux sous irradiation : implantation, caractérisation des défauts dans les semiconducteurs, technique « smart-cut ». Les problèmes de ségrégation et de croissance sont au cœur de nombreuses études. La réduction de taille des composants, les essais pour remplacer le silicium par de nouveaux semiconducteurs ou l'intégration de composants pour la photonique réactivent ces recherches.

En sciences de la terre, la connaissance des effets des irradiations et de la stabilité thermique des modifications structurales induites dans les minéraux fait partie des éléments de base de la chrono-géologie.

Au-delà de ces applications classiques, l'irradiation couvre un domaine bien plus vaste dans lequel elle peut constituer un moteur pour le développement d'idées nouvelles. En effet, l'irradiation permet de modifier les propriétés physico-chimiques des matériaux et ainsi de contrôler leurs propriétés optiques, magnétiques, supraconductrices. En physique du solide, l'irradiation est un outil d'une grande souplesse pour augmenter de manière contrôlée la concentration en défauts et ainsi mieux comprendre les propriétés de transport des matériaux.

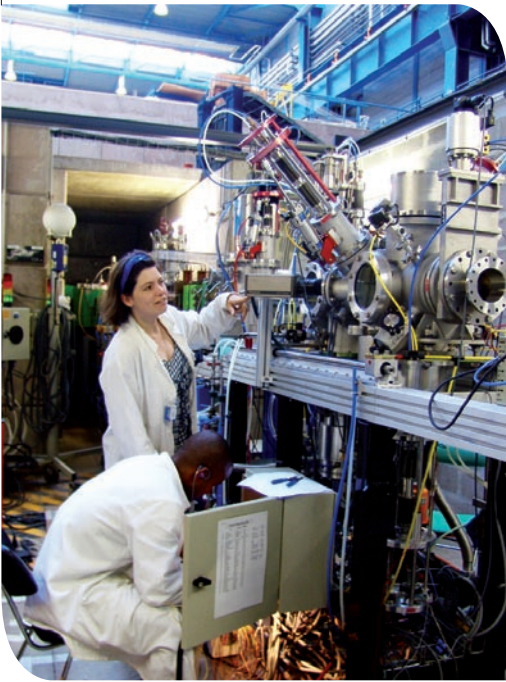
Pour ces recherches, la France doit disposer d'une organisation et d'outils lui permettant de se maintenir au meilleur niveau mondial. Le réseau d'accélérateurs EMIR est un moyen permettant d'atteindre cet objectif.

EMIR

[Étude des Matériaux sous Irradiation]

UN RÉSEAU D'ACCÉLÉRATEURS

Dispositif d'irradiation IRRSUD (CIMAP-GANIL)



Accélérateur d'électrons SIRIUS (LSI)

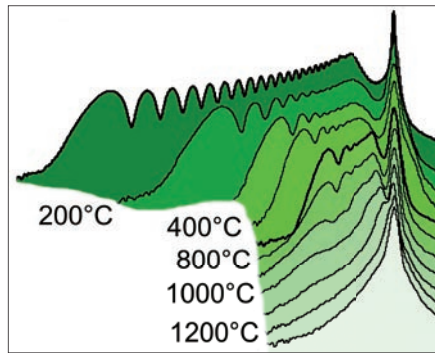
Le CNRS et le CEA en concertation avec le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche met en place un réseau national d'accélérateurs pour les études des matériaux sous irradiation.

Ce réseau permet :

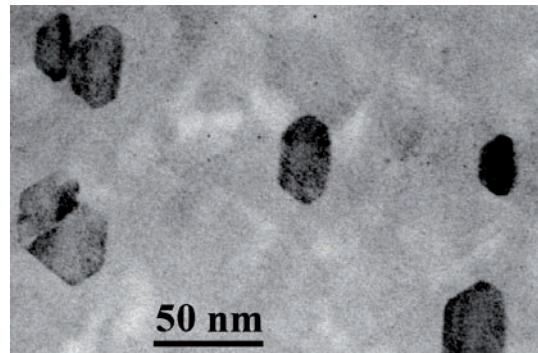
- d'offrir aux chercheurs académiques et industriels de la communauté nationale et internationale l'accès à des moyens performants d'irradiation et de caractérisation en ligne en prenant en charge les coûts d'utilisation des appareillages et des frais de mission,
- d'associer cette offre à des compétences scientifiques permettant de répondre à de nombreuses problématiques (physique, science des matériaux, science de la terre, vieillissement des matériaux, applications...),
- d'inciter aux développements instrumentaux, méthodologiques et en modélisation spécifique aux matériaux sous irradiation pour en faire bénéficier toute la communauté afin d'accroître son rayonnement à l'échelon européen et international,
- de consolider la communauté assurant le fonctionnement de ces instruments en impulsant une dynamique positive,
- d'assurer la formation, grâce à l'organisation de stages, workshops, écoles... et de communiquer (site web, articles scientifiques et de vulgarisation...) sur les derniers résultats et les dernières potentialités en matière d'irradiation des matériaux. Proche par ses objectifs du GdR PAMIR, le réseau EMIR s'appuie sur ce GdR pour l'animation scientifique,
- de favoriser l'obtention de soutiens financiers diversifiés permettant d'encourager la mise en œuvre de toutes ces actions (tutelles, industriels, régions, ANR...),
- de conseiller, à leur demande, les tutelles ou les équipes-projets pour l'implantation de nouveaux équipements et de leurs applications en vue de favoriser tout effort de mutualisation, de développement et de complémentarité à partir de l'environnement existant.

L'ensemble des accélérateurs de ce réseau offre les potentialités expérimentales uniques suivantes :

- large gamme de particules et d'énergie disponibles pour les irradiations et les implantations,
- nombreux dispositifs d'analyse en ligne : RBS, microscopie électronique, diffraction de rayons X, spectroscopie optique.



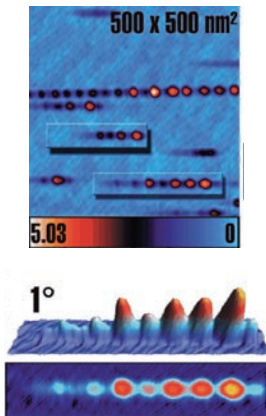
Suivi du recuit des défauts d'irradiation dans SiC irradié par diffraction de RX (PHYMAT)



Précipités de CoSi_2 créés par implantation de cobalt dans du silicium (CSNSM)

ORGANISATION

Modifications de surface induites par des ions rapides (CIMAP-GANIL)



Les laboratoires partenaires s'engagent avec leurs tutelles (Ministère, CNRS, CEA, Universités) à ouvrir leurs accélérateurs un nombre déterminé de journées par an.

Ce réseau est organisé autour d'une direction et de plusieurs comités :

Comité de coordination : Ce comité assure le suivi de la gestion scientifique, administrative et financière du réseau. Après avis du comité de sélection, il arrête la liste définitive des expériences retenues.

Comité de sélection : Ce comité évalue les demandes d'accès aux accélérateurs, propose un classement des demandes d'expérience et définit le temps à dédier à ces expériences.

Comité de pilotage : ce comité est composé des représentants des tutelles fondatrices du réseau : CNRS/IN2P3, CNRS/INP, CNRS/INC, CEA/DEN et CEA/DSM. Il supervise les orientations des recherches, la gestion budgétaire et le fonctionnement du réseau.

Comité des utilisateurs : ce comité est composé des représentants des utilisateurs des différentes installations. Il a pour mission de faire remonter au comité de coordination les remarques et demandes des utilisateurs du réseau.

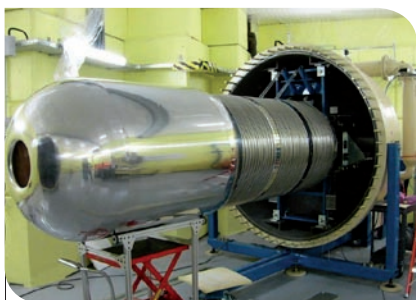
APPEL À PROPOSITIONS D'EXPÉRIENCES

Un appel à proposition d'expériences est organisé deux fois par an via une soumission électronique sur un portail unique (<http://emir.inp3.fr>). Chaque proposition est évaluée scientifiquement par deux experts et techniquement par l'installation concernée.

Le comité de sélection étudie les demandes d'accès aux accélérateurs en évaluant leur qualité scientifique, leur adéquation avec les caractéristiques des accélérateurs et des équipements disponibles. Le comité classe les propositions d'expériences en trois catégories :

- A. propositions bien argumentées présentant un intérêt scientifique ou technologique certain : à retenir dans le cadre du réseau EMIR.
- B. propositions méritant d'être réalisées mais d'un intérêt de moindre importance : non retenue pour des questions de limite du temps disponible.
- C. propositions non retenues car mal argumentées ou dont l'intérêt scientifique est discutable ou techniquement non réalisable.

Le comité de coordination attribue le temps de faisceau et les financements associés en se basant sur les recommandations du comité de sélection.



Accélérateur EPIMETHEE de JANNUS (SRMP)

INSTRUMENTS DISPONIBLES DANS LES CINQ PLATEFORMES

CEMHTI - Conditions Extrêmes pour les Matériaux : Hautes Températures et Irradiations - Orléans

	Particules	Gamme d'énergie	Dispositifs d'irradiation	Caractérisation en ligne
CYCLOTRON	neutrons	E_{moy} 8 MeV	Irradiation sous air, RT	
CYCLOTRON	H, ^2H , ^3He , α	10-45 MeV	Balayage, irradiation sous vide, RT et de 80 à 1473 K	Raman in-situ et électrochimie sur interface solide liquide
V DG	H, ^2H , ^3He , α	0,5-3 MeV	Balayage, irradiation sous vide, de 80 à 1473 K	RBS, NRA, canalisation

CIMAP - Centre de Recherche sur les Ions, les Matériaux et la Photonique - Caen

	Gamme d'ions	Gamme d'énergie	Dispositifs d'irradiation	Caractérisation en ligne
GANIL/IRRSUD	C → U	0,3-1 MeV/A	Balayage, irradiation sous vide, de 8 à 1200K	Diffraction de rayons X Spectrométrie infrarouge analyse de gaz
GANIL/SME	C → U	4,5-13 MeV/A	Balayage, irradiation sous vide ou sous atmosphère, de 8 à 1200K	Diffraction de rayons X Spectrométrie infrarouge analyse de gaz

CSNSM - Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse - Orsay

	Gamme d'ions	Gamme d'énergie	Dispositifs d'irradiation	Caractérisation en ligne
ARAMIS	presque tous les ions entre H → Bi	0,5-15 MeV	Balayage, irradiation sous vide, de 100 à 1200K	RBS en canalisation, MET
IRMA	presque tous les ions entre H → Bi	5-570 keV	Balayage, irradiation sous vide, de 100 à 1200K	RBS en canalisation, MET

LSI - Laboratoire des Solides Irradiés - Palaiseau

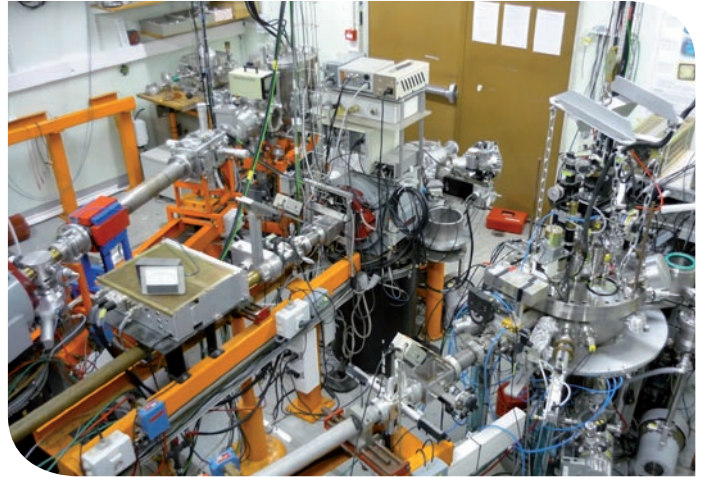
	Gamme d'ions	Gamme d'énergie	Dispositifs d'irradiation	Caractérisation en ligne
SIRIUS	Electrons	0,5-2,5 MeV	Balayage, irradiation sous vide ou sous atmosphère, de 20 à 300K	Spectroscopies optiques Micro-électrochimie Mesures électriques Mesure des gaz désorbés

SRMP - Service de Recherche en Métallurgie Physique - Saclay

	Gamme d'ions	Gamme d'énergie	Dispositifs d'irradiation	Caractérisation en ligne
EPIMÉTHÉE	H → Bi	0,3-50 MeV	Balayage, irradiation sous vide (chambre triple faisceau), de 77 à 1100K	Possibilité d'utiliser un dégradeur en énergie
YVETTE	H, ^2H , ^3He , α	0,3-2,5 MeV	Balayage, irradiation sous vide	Détection NRA, RBS, ERDA, PIXE
JAPET	H → Bi	Tandem 2 MV	Balayage, irradiation sous vide, de 77 à 1100K	Possibilité d'utiliser un dégradeur en énergie



UN RÉSEAU DE LABORATOIRES



Les laboratoires partenaires du réseau EMIR

Le CEMHTI d'Orléans

Marie-France Barthe
emir-cemhti@cnrs-orleans.fr
+33 2 38 25 54 29

Le CSNSM d'Orsay

Odile Kaitasov
emir-contact@csnsm.in2p3.fr
+33 1 69 15 52 78

Le SRMP de Saclay

Yves Serruys
emir-saclay@cea.fr
+33 1 69 08 68 90

Le CIMAP - GANIL de Caen

Amine Cassimi
ciril@ganil.fr
+33 2 31 45 47 52

Le LSI de Palaiseau

Bruno Boizot
emir.lsi@polytechnique.fr
+33 1 69 33 45 22

emir-coordination@ganil.fr
<http://emir.in2p3.fr>

