F_CRG

FRENCH COLLABORATING RESEARCH GROUP

LIGNES DE LUMIÈRE FRANÇAISES AU SYNCHROTRON EUROPÉEN :

EXPLOITATION – ACTIVITÉS

cnrs dépasser les frontières

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE cea

NOTRE MISSION

Renforcer et faciliter l'utilisation des techniques synchrotron par :

>>> l'accueil, l'accompagnement et la formation des scientifiques,

>>> le développement d'une instrumentation de pointe et d'outils d'analyse adaptés.

5 LIGNES DE LUMIÈRE SYNCHROTRON

5 lignes CRG-ESRF

10 instruments

180 expériences par an

+ 500 utilisateurs par an

+ 1500 publications depuis 1993

1993 >>> BM2 : D2AM
Diffraction et diffusion anomales, science des matériaux

1993 >>> BM32 : IF
Surfaces et interfaces

2000 >>> BM30A : FIP
Cristallographie des macromolécules biologiques

2002 >>> BM30B : FAME
Spectroscopie d'absorption,
science de la terre et environnement

2016 >>> BM16 : FAME-UHD
Spectroscopie d'absorption
haute résolution / haute sensibilité

L'EQUIPE

>>> **20 personnes** (équivalent temps plein)
chercheurs, ingénieurs, techniciens
Institut Néel[1,2], IBS[1,2,3], INAC/MEM[1,3], INAC/SPrAM[1,2,3], OSUG[1,2], SIMaP[1,2,4]

>>> **Les autres laboratoires associés :**
LMGP[1,2,4], Cermav[1,2], LIPhy[1,2]

1 Univ. Grenoble Alpes - 2 CNRS - 3 CEA - 4 Grenoble INP

3 Équipex : EcoX, CRG/F, FRISBI

9 ANR : MESONNET, NANOSURF, MiDiFaBI, AMOS, MicroStress, NMGEM, QMAX, PICSSEL, XMicro_Fatigue

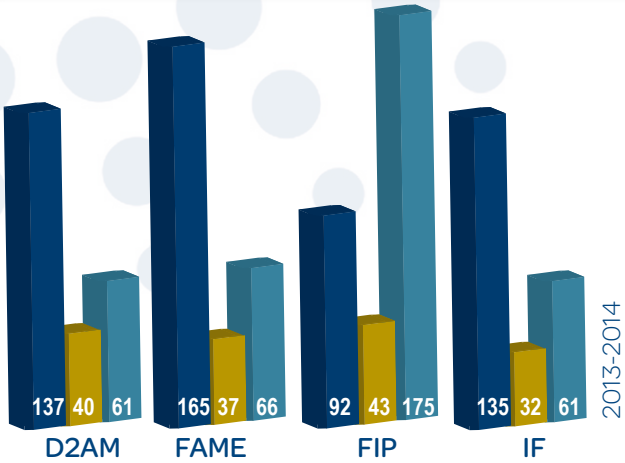
2 Projets Fondation Nanosciences :
UHV-CVD, NAIDA

3 Projets Européens FP7 :
BACCARA, CALIPSO/HIZPAD, SintBAT

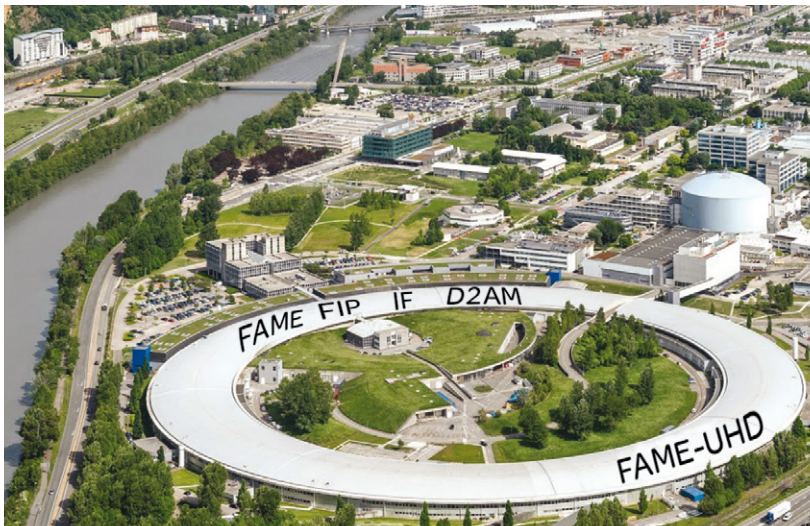
3 Labex :
OSUG@2020, SERENADE, LANEF

2 Soutiens Recherches Technologiques :
CEA/LETI

EN QUELQUES CHIFFRES



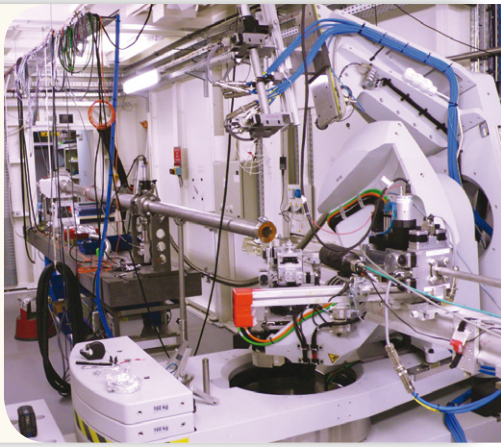
- Nombre d'utilisateurs différents
- Nombre d'expériences
- Nombre de laboratoires français utilisateurs



LIGNE BM2

D2AM

Diffraction et Diffusion Anomale Multilongueurs d'onde



D2AM est une ligne de lumière dédiée à **l'étude structurale *in situ* ou *operando* en science des matériaux :** exploration systématique de l'espace réciproque, mesure de signaux faibles de diffraction ou diffusion, aux grands et aux petits angles, utilisation de l'effet anomal.

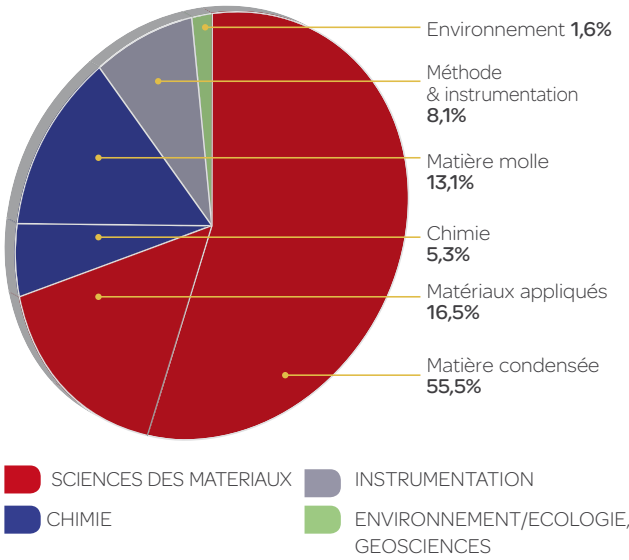
Ceci permet d'étudier, sur des thématiques allant **de la recherche fondamentale à des domaines plus appliqués**, les matériaux dans toute leur complexité : structure atomique, défauts, ordre/désordre chimique, microstructures, hiérarchie d'échelles, hétérogénéités.

Les nouveaux diffractomètre Kappa et banc de diffusion centrale permettent d'analyser les échantillons dans de **nombreux environnements :** basse ou haute température, électrochimie, croissance par voie liquide, machine de traction...

La nouvelle optique rayons X délivre aux utilisateurs un faisceau monochromatique stable de 80 x 150 μm^2 de 6 à 40 keV, avec un flux de l'ordre de 10^{11} photons/s sur l'échantillon.

L'utilisation du détecteur 2D à pixels hybrides XPAD permet des acquisitions extrêmement rapides.

THÉMATIQUES



DOMAINES D'ÉTUDE

Films minces nanostructurés et nano-matériaux

> Champs de déformation, composition chimique : *nanofils, alliages magnétiques, matériaux pour la microélectronique, les technologies de l'information.*

Matériaux multi-échelles et hétérogènes

> Déformation, ségrégation, microstructure, défauts, composition : *Alliages métalliques, en température et sous contraintes externes, céramiques, patrimoine, composites.*

Polymères et solutions

> Morphologie, organisation, vieillissement et contraintes, cavitation : *polymères dopés, nanoparticules, polyélectrolytes à l'interface du vivant.*

TECHNIQUES

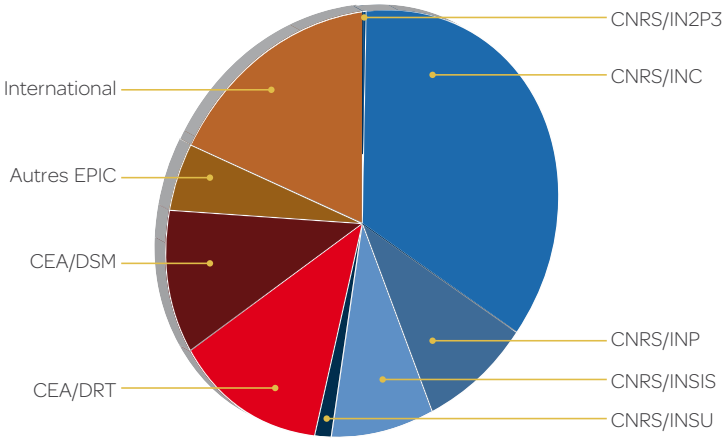
> Diffraction, Diffusion, en incidence rasante
> Diffraction multi-longueur d'onde / en condition de spectroscopie
> Diffusion anomale aux petits et aux grands angles

CONTACT

Nathalie Boudet
Responsable de la ligne
boudet@esrf.fr
Tél. : +33 (0)4 76 88 25 94

UTILISATEURS

CNRS/IN2P3	0,4%
CNRS/INC	35,2%
CNRS/INP	8,8%
CNRS/INSIS	8,2%
CNRS/INSU	1,5%
CEA/DRT	13,1%
CEA/DSM	11,0%
autres EPIC	5,0%
international	16,8%



BIBLIOMÉTRIE

680 publications depuis 1994

Période 2005-2015 :

- **417** publications
- H index : **34**
- nombre moyen de citations par article : **12,3**
- publications les plus citées dans leur domaine* :
  3 publications parmi les 1 % les plus citées,
  11 % des publications parmi les 10 % les plus citées,
  26 % des publications parmi les 20 % les plus citées.

** Incites Essential Science Indicators.*

Site de la ligne

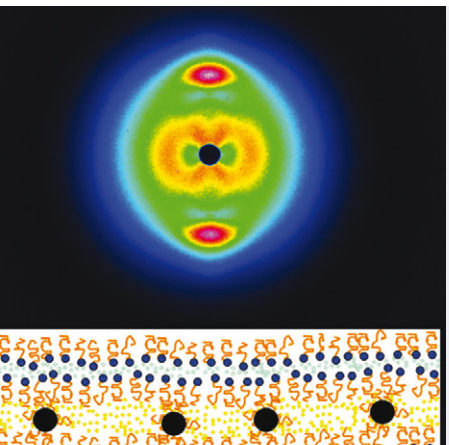
www.esrf.fr/UsersAndScience/Experiments/CRG/BM02

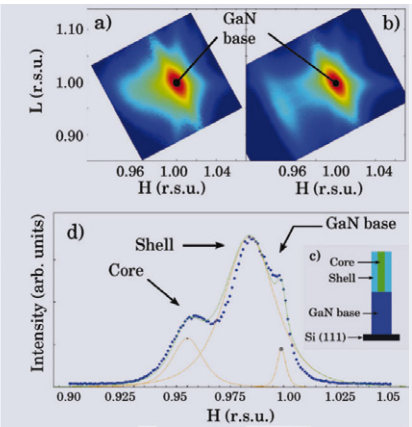
Nos publications : www.researcherid.com/rid/I-6445-2015

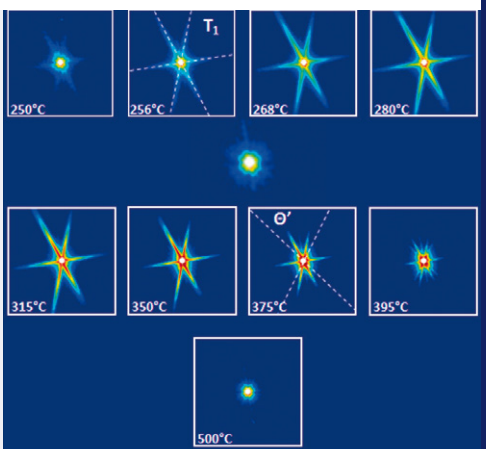
Publications phares

- *Atomic structure of the binary icosahedral Yb-Cd quasicrystal*, Takakura H, Gomez C P, Yamamoto A , De boissieu M., **Nature materials 6 , 58-63** (2007).
- *Strain-Induced Molecular Ordering in Polylactide upon Uniaxial Stretching*, Stoclet G., Seguela R., Lefebvre J. M., et al., **Macromolecules 43,1488-1498** (2010).
- *Influence of alloy composition and heat treatment on precipitate composition in Al-Zn-Mg-Cu alloys*, Marlaud T., Deschamps A., Bley F., et al., **Acta Materialia 58, 248-260** (2010).
- *Nucleation mechanism of GaN nanowires grown on (111) Si by molecular beam epitaxy*, Landre O., Bougerol C., Renevier H., et al., **Nanotechnology 20** (2009).

De gauche à droite :
©Nano-particules d'or : B. Pansu et al., **J. Phys. Chem. C, 115, 17682–17687** (2011), ©Nanofils : Leclere C. et al., **J. Appl. Phys. 116 013517** (2014),
©Alliages d'aluminium : Dorin T. et al. , **Philosophical Mag. 94, 1012–1030** (2014).



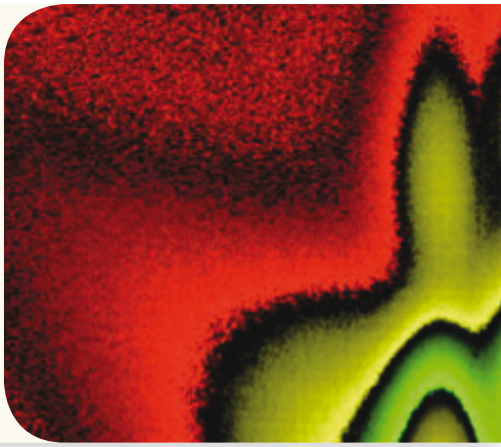




LIGNE BM32

IF

Surfaces et Interfaces



La ligne de lumière InterFaces (IF) mène des études structurales fondamentales et appliquées à l'aide du rayonnement synchrotron dans le domaine des nanosciences et des nanotechnologies.
Les matériaux sont étudiés *ex situ* ou *in situ* (ultra vide, atmosphère contrôlée, à l'air) durant leur élaboration, en cours de fonctionnement ou sous sollicitations diverses (ex : thermique, mécanique, électrique).

3 INSTRUMENTS

L'instrument d'étude des nanostructures *in situ* sous ultra-vide

> Structure atomique, morphologie et composition.
> Nanostructures : îlots, nanofils, graphène, matériaux 2D.
> Surfaces-interfaces : alliages, hétérostructures, catalyse.
> Croissance: épitaxie par jet moléculaire, dépôt chimique en phase vapeur.

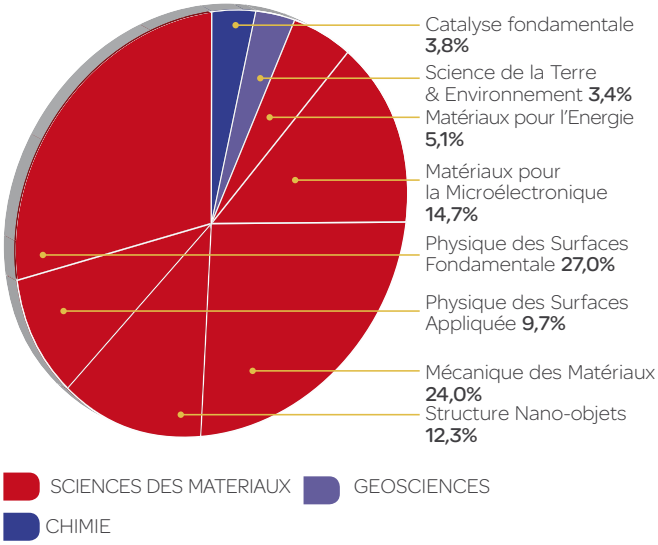
Le goniomètre multitechnique

> Interfaces solide/solide : adhésion, implantation, collage moléculaire.
> Interfaces liquide/solide : microfluidique, altération de surface, batterie Li-ion.
> Couches minces, relation propriétés-structure dans les matériaux fonctionnels.

L'instrument de microdiffraction Laue

> Cartographie d'orientation et de déformation à l'échelle submicronique.
> Intégration 3D en microélectronique.
> Contrôle et fiabilité sur les matériaux pour l'énergie (nucléaire et renouvelable).
> Matériaux biologie-santé.
> Essais mécaniques sur micro- et nano-objets.

THEMATIQUES



TECHNIQUES

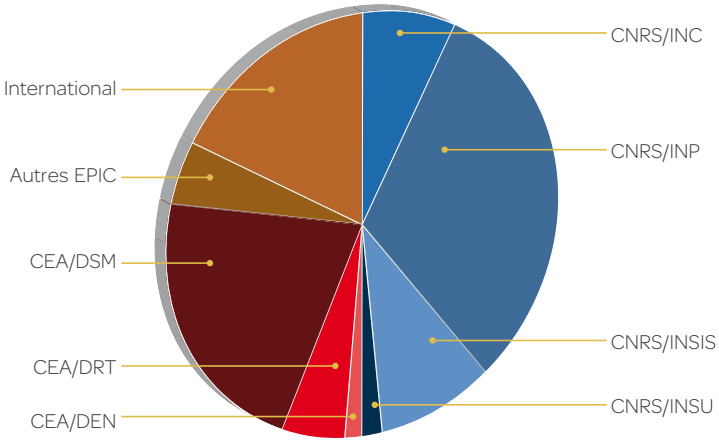
> Diffraction, Diffusion, en incidence rasante
> Réflectivité X
> Microdiffraction de Laue

CONTACT

Jean-Sébastien Micha
Responsable de la ligne
micha@esrf.fr
Tél. : +33 (0)4 76 88 25 89

UTILISATEURS

CNRS/INC	8,0%
CNRS/INP	31,3%
CNRS/INSIS	9,2%
CNRS/INSU	1,6%
CEA/DEN	1,5%
CEA/DRT	5,3%
CEA/DSM	21,9%
autres EPIC	4,6%
international	16,6%



BIBLIOMÉTRIE

285 publications depuis 1996

Période 2005-2015 :

- **182** publications
- H index : **35**
- nombre moyen de citations par article : **20,9**
- publications les plus citées dans leur domaine* :
  3 publications parmi les 1 % les plus citées,
  13 % des publications parmi les 10 % les plus citées,
  31 % des publications parmi les 20 % les plus citées.

** Incites Essential Science Indicators.*

Site de la ligne

www.esrf.fr/UsersAndScience/Experiments/CRG/BM32

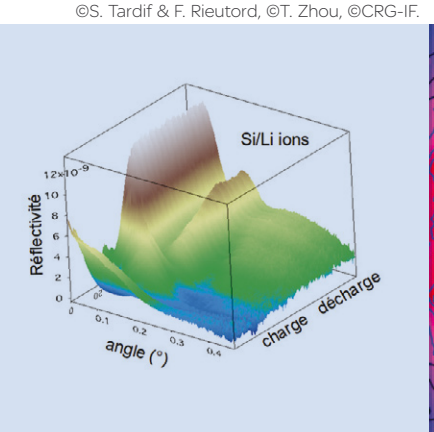
Site du programme LaueTools

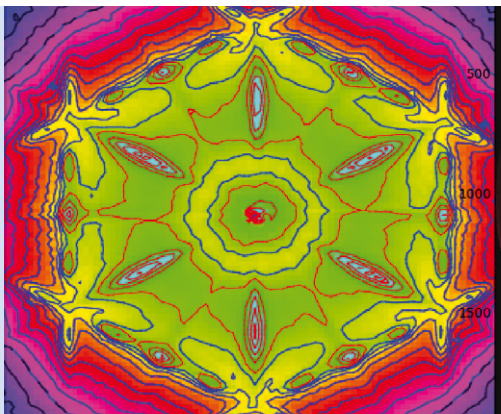
www.//sourceforge.net/projects/lauetools/

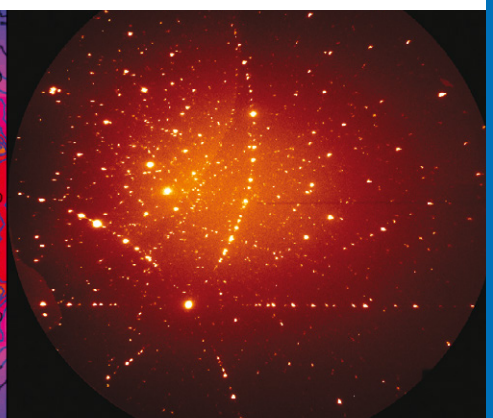
Publications phare

- *Expected and unexpected plastic behavior at the micron scale: An in situ micro Laue tensile study,* Kirchlechner C. et al., **Acta Materialia, 60, 1252–1258** (2012).
- *Tensile Strained Germanium Nanowires Measured by Photocurrent Spectroscopy and X-ray Microdiffraction* Guilloy K. et al., **Nano Letters 15, 2429–2433** (2015).
- *Strains Induced by Point Defects in Graphene on a Metal.* Blanc N., Jean F., Krasheninnikov A. V., Renaud G. & Coraux J., **Physical Review Letters 111,** (2013).
- *Substrate-enhanced supercooling in AuSi eutectic droplets,* Schuelli T. U. et al. **Nature 464, 1174–1177** (2010).
- *Core-Shell InGaN/GaN Multiple-Quantum-Wells on GaN Wires for Electroluminescent Devices,* Koester R., et al., **Nano Letters 11, 4839–4845** (2011).

De gauche à droite :
©S. Tardif & F. Rieutord, ©T. Zhou, ©CRG-IF.







LIGNE BM30A

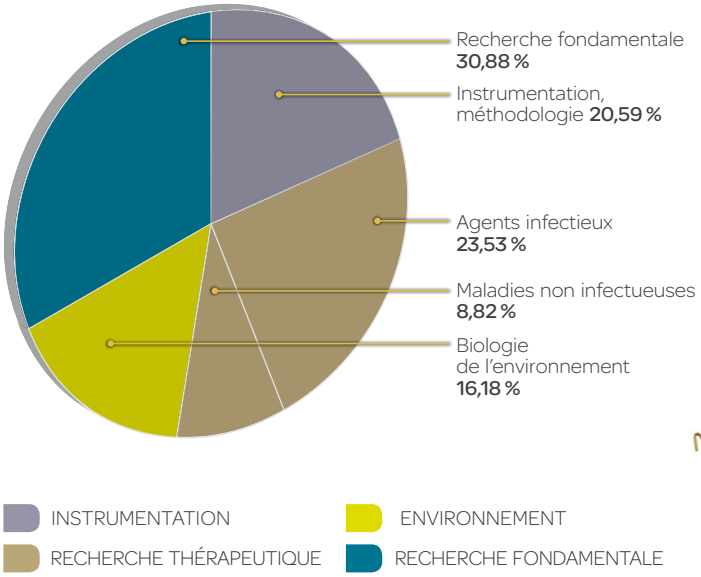
FIP

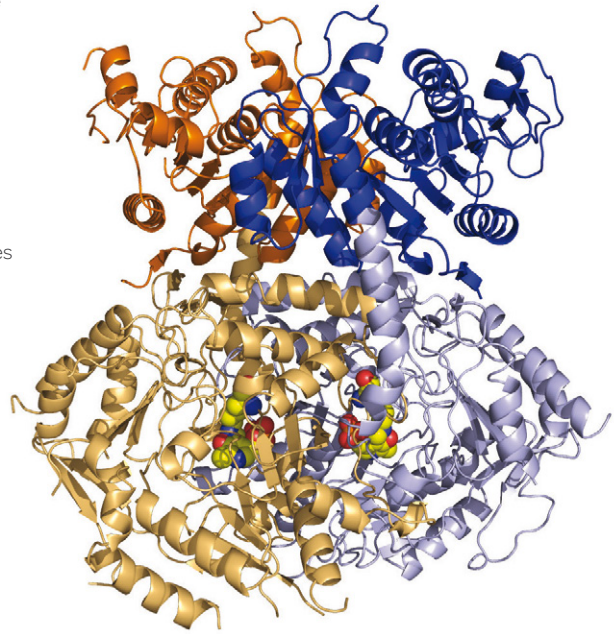
Cristallographie des macromolécules biologiques

Cette ligne de lumière est spécialement dédiée à la cristallographie des macromolécules biologiques sur une large plage de longueurs d'onde, avec possibilité d'utilisation du signal anomal.
Elle permet également de travailler à température ambiante.

Grâce à cet outil, il est possible de révéler la structure tridimensionnelle à l'échelle atomique des macromolécules biologiques afin de répondre à des questions fondamentales, mais aussi d'aborder des enjeux thérapeutiques ou industriels.

THEMATIQUES





©Cobessi D., et al. , Plant Cell (2012)

TECHNIQUES

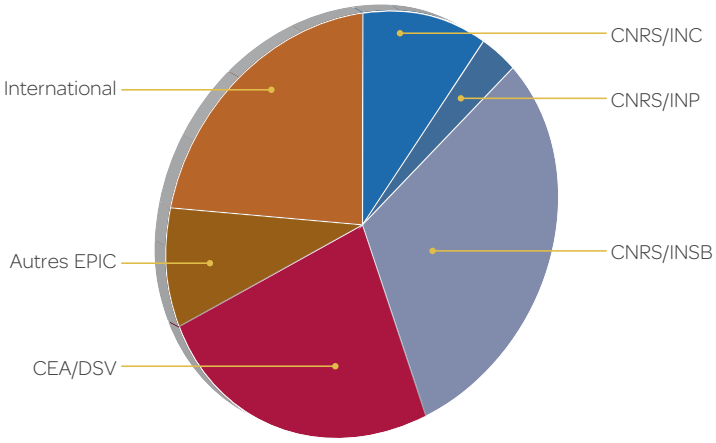
> Cristallographie macromoléculaire
> Diffusion anomale
> Diffraction "*In situ*" (en plaque)
> Spectroscopie "on-line"

CONTACT

Jean-Luc Ferrer
Responsable de la ligne
jean-luc.ferrer@ibs.fr
Tél. : +33 (0)4 57 42 85 22

UTILISATEURS

CNRS/INC	10,8%
CNRS/INP	3,2%
CNRS/INSB	30,8%
CEA/DSV	24,4%
autres EPIC	9,4%
international	21,4%



BIBLIOMÉTRIE

Période 2005-2015 :

- **313** publications
- H index : **41**
- nombre moyen de citations par article : **19,6**
- publications les plus citées dans leur domaine* :
  2 publications parmi les 1 % les plus citées,
  12 % des publications parmi les 10 % les plus citées,
  26 % des publications parmi les 20 % les plus citées.

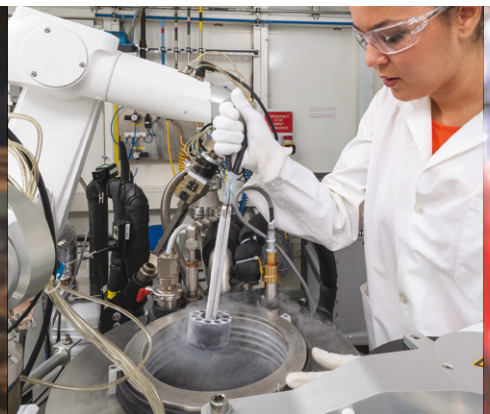
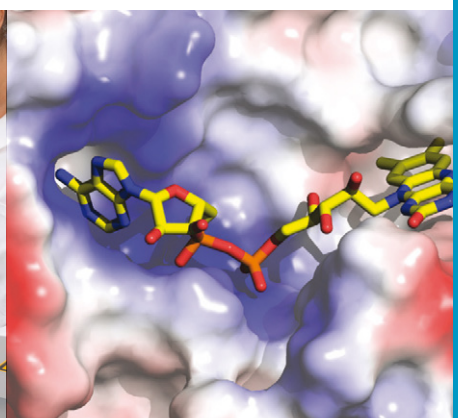
** Incites Essential Science Indicators.*

Site de la ligne
www.fip-bm30a.fr

Publications phare

- *Iterative design of a helically folded aromatioligoamide sequence for the selective encapsulation of fructose,* Chandramouli N., Ferrand Y., Lautrette G., Kauffmann B., Mackereth C.D., Laguerre M., Dubreuil D., Huc I., **Nature Chemistry 7(4), 334-341,** (2015).
- *Lactate racemase is a nickel-dependent enzyme activated by a widespread maturation system,* Desguin B., Goffin P., Viaene E., Kleerebezem M., Martin-Diaconescu V., Maroney M.J., Declercq J.P., Soumillion P. and Hols P., **Nature Communications 5, 3615-1-3615-12,** (2014).
- *Structural insight into magnetochrome-mediated magnetite biomineralization,* Siponen M.I., Legrand P., Widdrat M., Jones S.R., Chang M.C.Y., Faivre D., Arnoux P. and Pignol D., **Nature 502, 681-684,** (2013).
- *A bacterial protein targets the BAHD1 chromatin complex to stimulate type III interferon response,* Lebreton A., Lakisic G., Job V., Fritsch L., Tham T.N., Camejo A., Matteï P.J., Regnault B., Nahori M.A., Cabanes D., Gautreau A., Ait-Si-Ali S., Dessen A., Cossart P. and Bierne H., **Science 331, 1319-1321,** (2011).

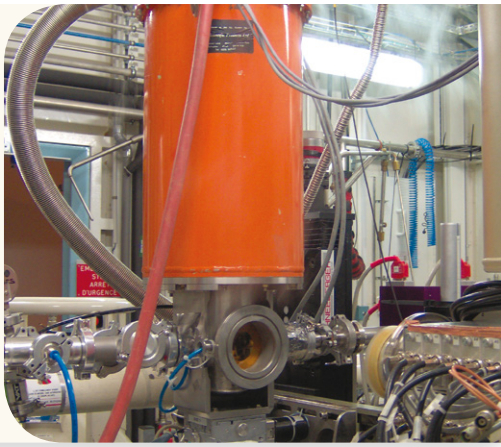
©CNRS-CEA

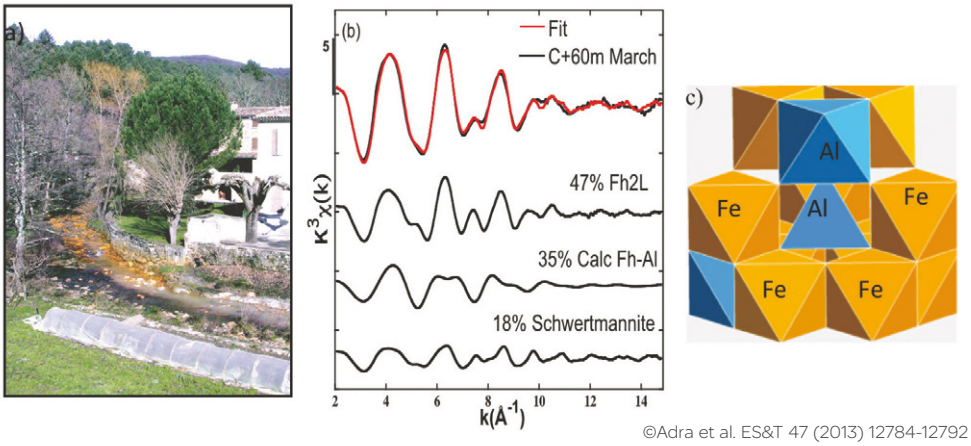
LIGNE BM30B

FAME

Spectroscopie d'absorption, science de la terre et environnement

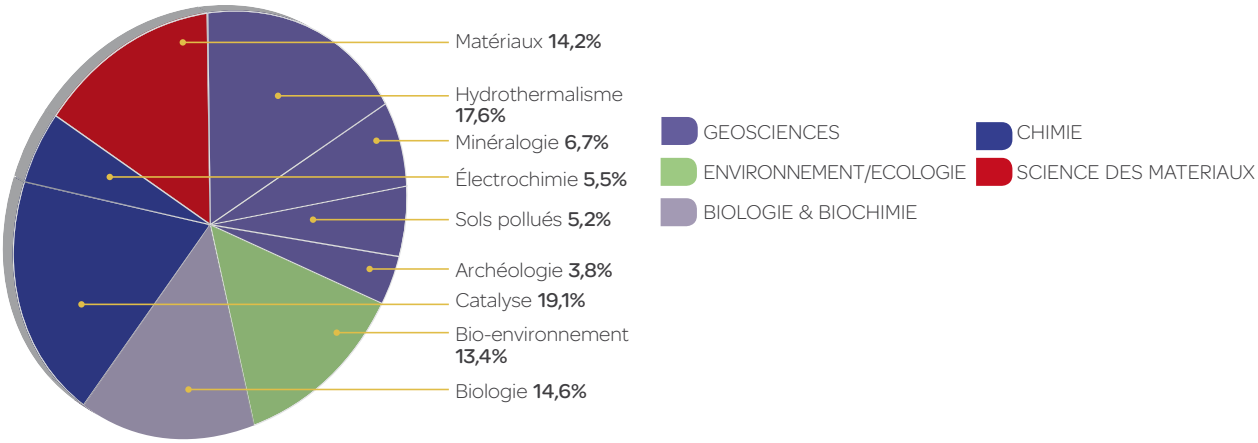


FAME est dédiée à la Spectroscopie d'Absorption X. L'instrument, en combinant optimisation du flux de photons et détection de fluorescence, permet de sonder des éléments chimiques à des concentrations variant de 50ppm à 100%, en conditions *in situ* (haute pression & haute température...), *operando* (cellules d'électrochimie ou de catalyse...), à basse température (échantillons sensibles, études de transitions de phase...).



©Adra et al. ES&T 47 (2013) 12784-12792

THEMATIQUES



CONTACT

Jean-Louis Hazemann

Responsable de la ligne

jean-louis.hazemann@neel.cnrs.fr

Tél. : +33 (0)4 76 88 74 07

TECHNIQUES

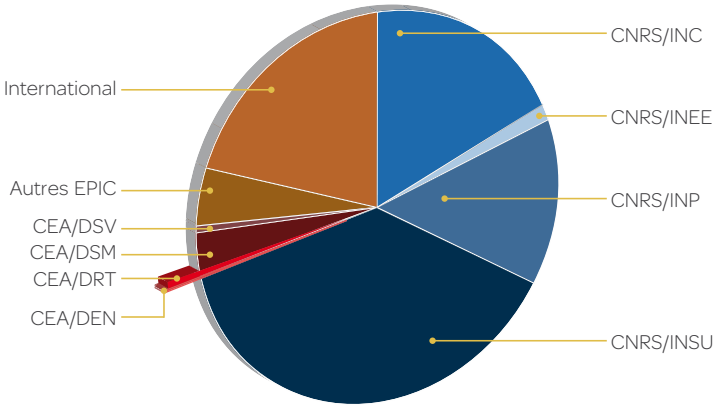
> Spéciation chimique ex situ et in situ d'éléments traces par spectroscopie d'absorption X

> Mode : transmission & fluorescence

> Techniques : XANES & EXAFS

UTILISATEURS

CNRS/INC	18,4%
CNRS/INEE	1,4%
CNRS/INP	13,6%
CNRS/INSU	38,0%
CEA/DEN	0,2%
CEA/DRT	0,3%
CEA/DSM	3,1%
CEA/DSV	0,7%
autres EPIC	4,7%
international	19,6%



BIBLIOMÉTRIE

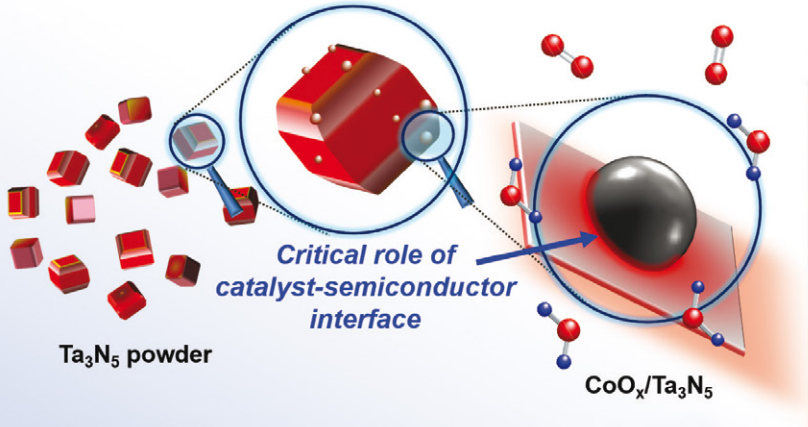
289 publications depuis 2002
> H index : **43**
> nombre moyen de citations par article : **22**

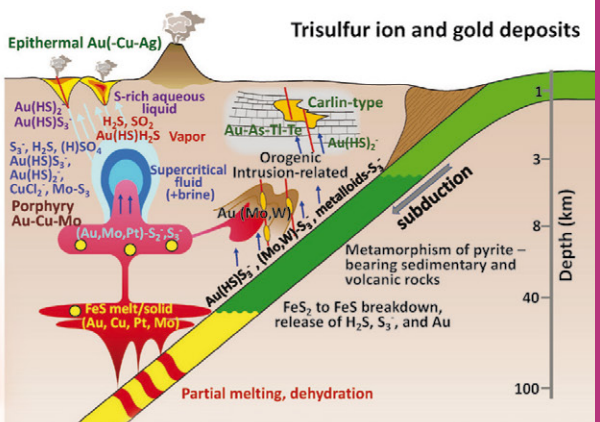
Période 2005-2015 :
> publications les plus citées dans leur domaine* :
1 publication parmi les 1 % les plus citées,
20 % des publications parmi les 10 % les plus citées,
36% des publications parmi les 20 % les plus citées.
** Incites Essential Science Indicators.*

Site de la ligne
www.esrf.fr/UsersAndScience/Experiments/CRG/BM30B

Publications phare
> *A Noachian source region for the "Black Beauty meteorite, and a source lithology for Mars surface hydrated dust?",* Beck P., Pommerol A., Zanda B., Remusat L., Lorand J.-P., et al., **Earth and Planetary Science Letters 427, 104-111,** (2015).
> *Important role for the trisulfur radical ion S3- in the formation of gold deposits on Earth* Pokrovski G.S., Maria A. Kokh M.A., Guillaume D., Anastassia Y., et al., **Proceedings of the National Academy of Sciences** (2015).
> *Copper distribution and speciation in bamboo exposed to a high Cu concentration and Si supplementation. First evidence on the presence of reduced copper bound to sulfur compounds in Poaceae,* Collin B., Doelsch E., Keller C., Cazevieille P., et al., **Environmental Pollution 187, 22-30,** (2014).
> *Photocatalysis with Chromium-Doped TiO2: Bulk and Surface Doping,* Ould-Chikh S., Proux O., Afanasiev P., Khrouz L., et al., **ChemSuschem 7, 1361–1371,** (2014).

©Adra et al., **ES&T 47 12784-12792** (2013) - Pokrovski et al., **PNAS** (2015). ©Nurlaela et al., **Chemistry of Materials 27 5685–5694** (2015).

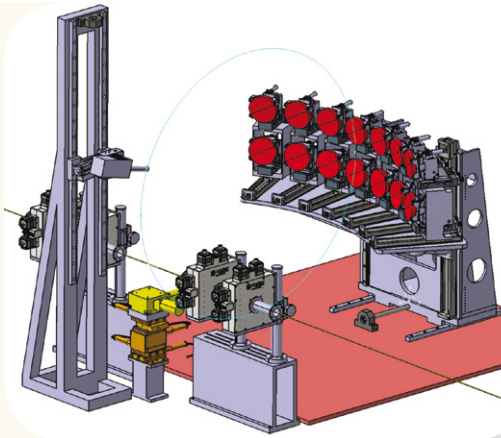




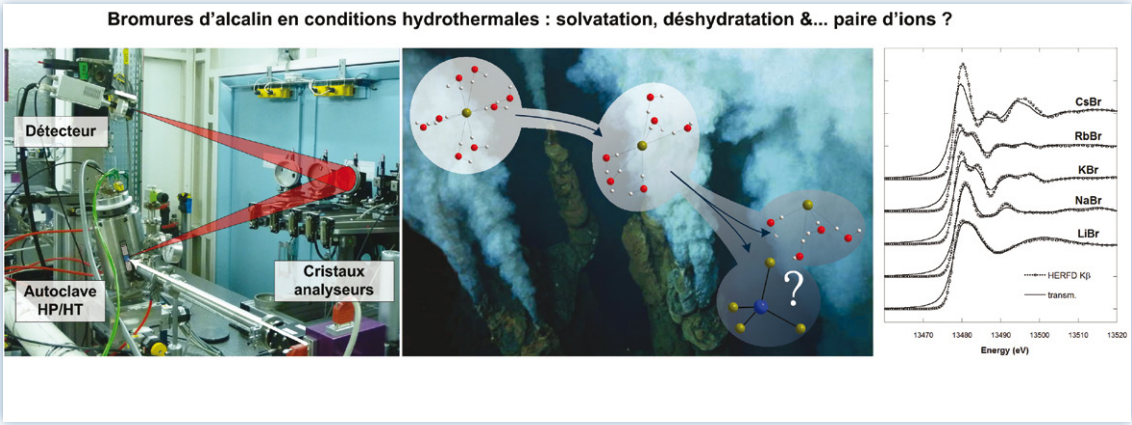
LIGNE BM16

FAME-UHD

Spectroscopie d'absorption
haute résolution / haute sensibilité



FAME-UHD est dédiée à la Spectroscopie d'Absorption X en ultra haute dilution, pour les études d'éléments traces (concentrations inférieures au ppm) dans des systèmes d'intérêt environnemental, chimique, biologique... L'utilisation d'un spectromètre à cristaux analyseurs pour la détection de fluorescence permettra de mesurer des structures de seuil beaucoup mieux résolues.



Publications phare

- *In Situ Site-Selective K-edge XAS: A Powerful Probe of the Transformation of Mixed-Valence Compounds,* Bordage A., Trannoy V., Proux O., Vitoux H., et al., **Physical Chemistry Chemical Physics 17, 17260-17265,** (2015).
- *Monitoring morphology and hydrogen coverage of subnanometric Pt/y-Al2O3 particles by in situ HERFD-XANES and quantum simulations,* Gorczyca A., Moizan V., Chizallet C., Proux O., et al., **Angewandte Chemie 53, 12426 –12429,** (2014).

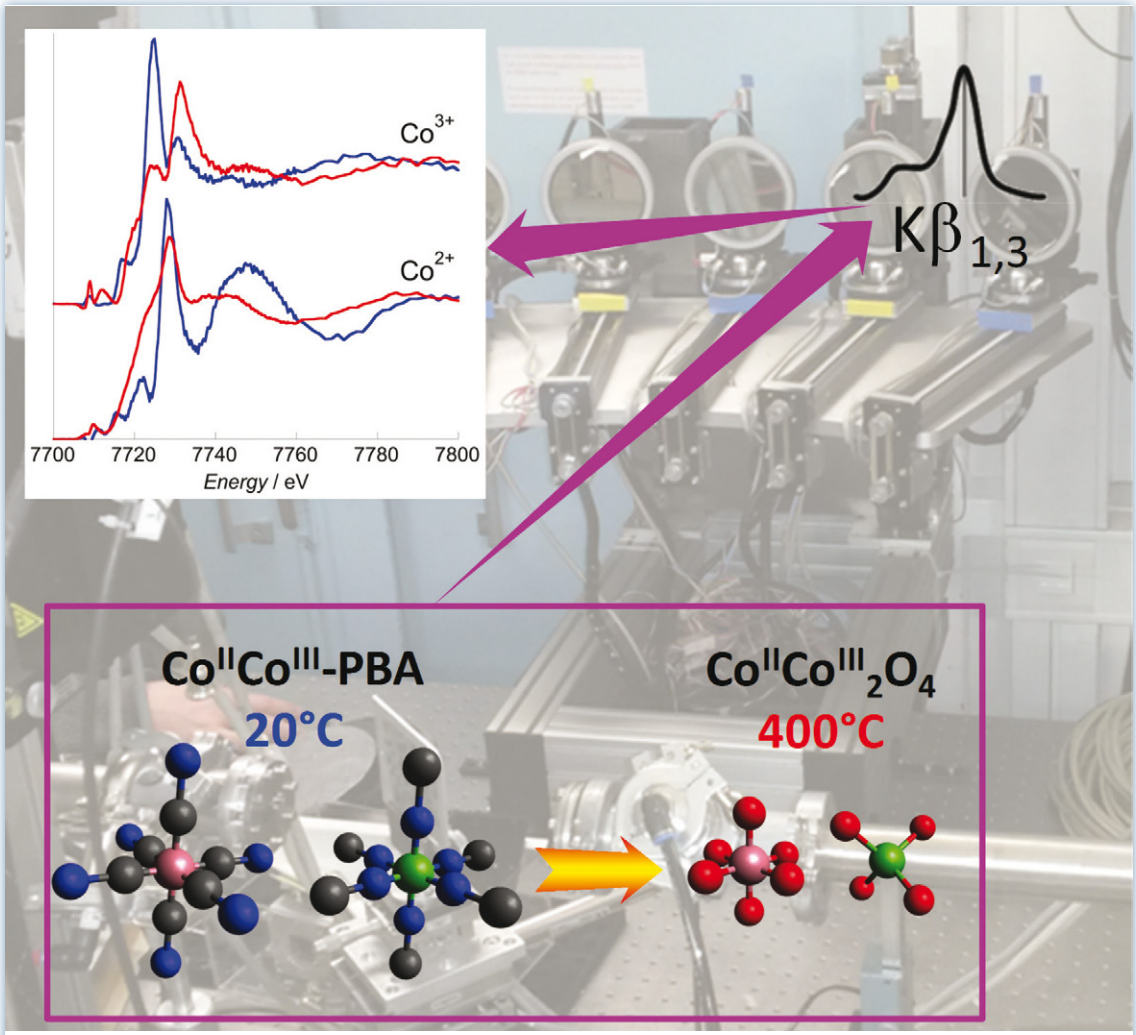
CONTACT

Jean-Louis Hazemann
Responsable de la ligne
jean-louis.hazemann@neel.cnrs.fr
Tél. : +33 (0)4 76 88 74 07

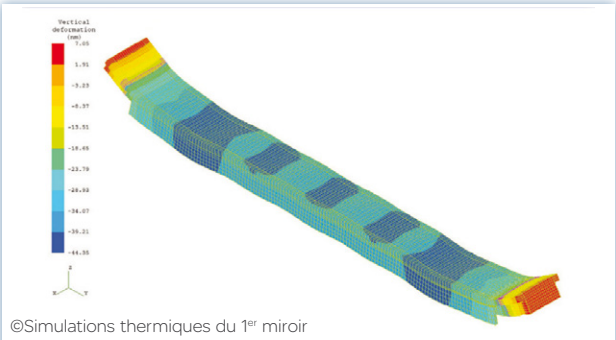
TECHNIQUES

XAS, EXAFS, XANES, XES, HERFD-XAS

FAME UHD



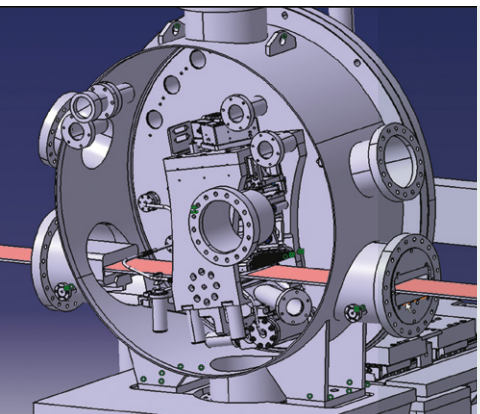
©Mesures résolues en spin sur un analogue de bleu de Prusse au cobalt Bordage et al., **PCCP 17 17260-17265** (2015).

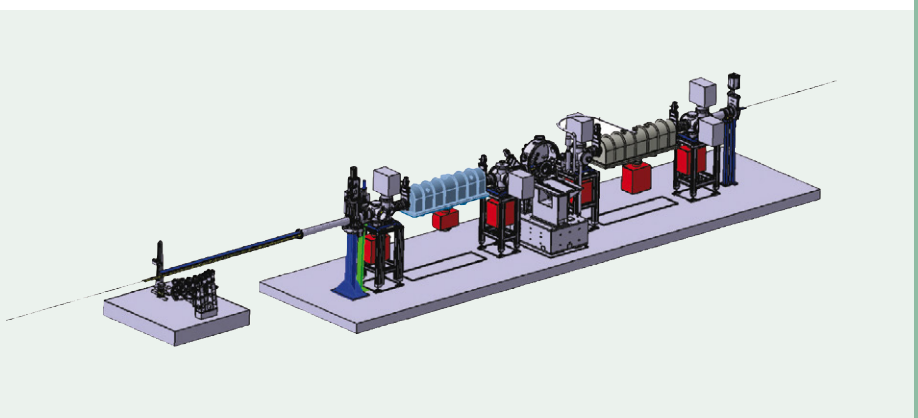


©Simulations thermiques du 1er miroir
(réalisation : Institut Néel - SERAS & équipe FAME-UHD).

Site de la ligne
www.esrf.fr/UsersAndScience/Experiments/CRG/BM30B

©Monochromateur (conception : Institut Néel - MCMF) - ©Implantation des éléments de la ligne (conception : Institut Néel - SERAS)

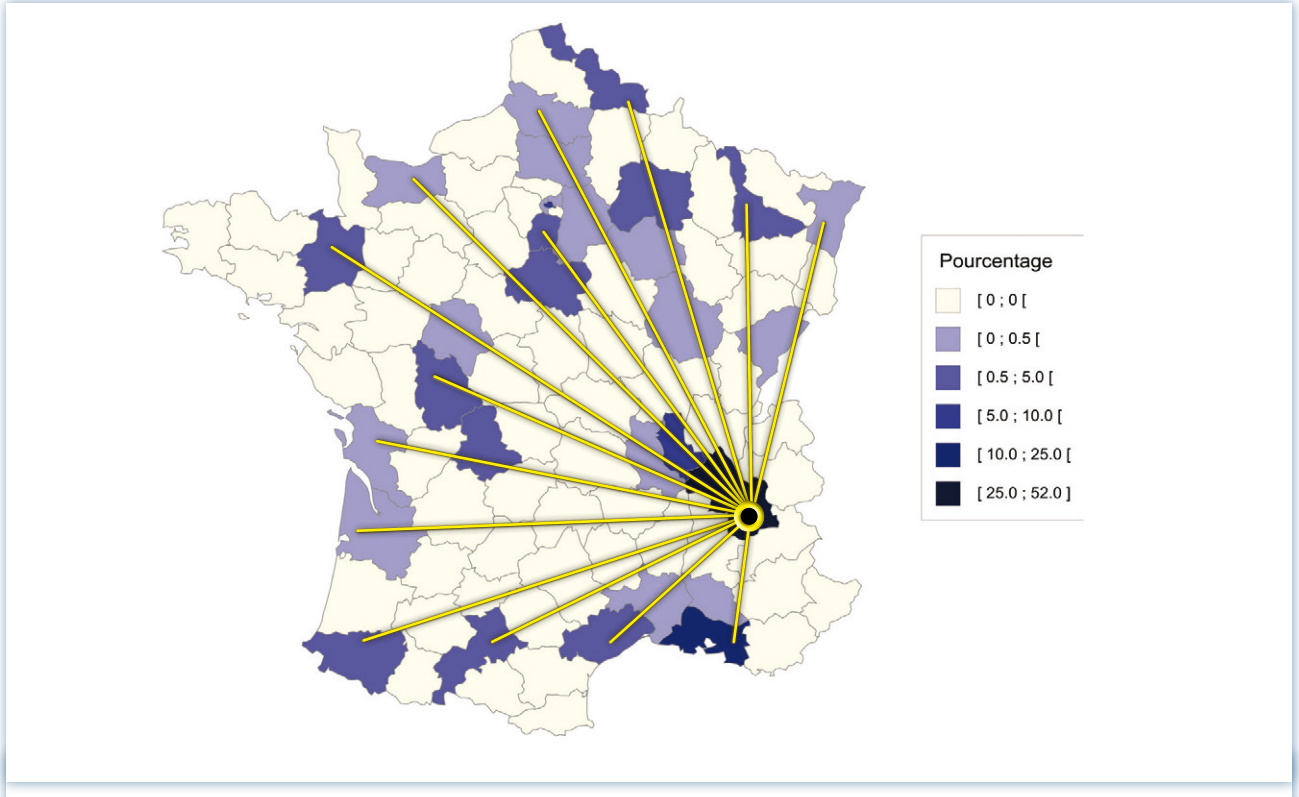


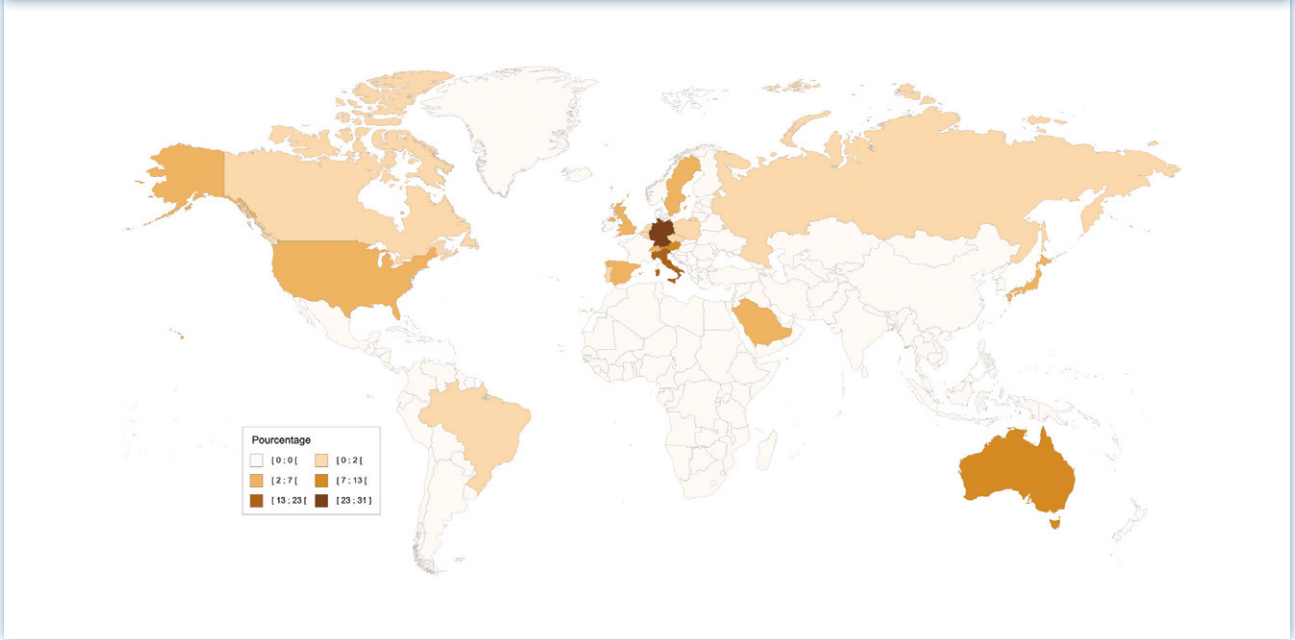


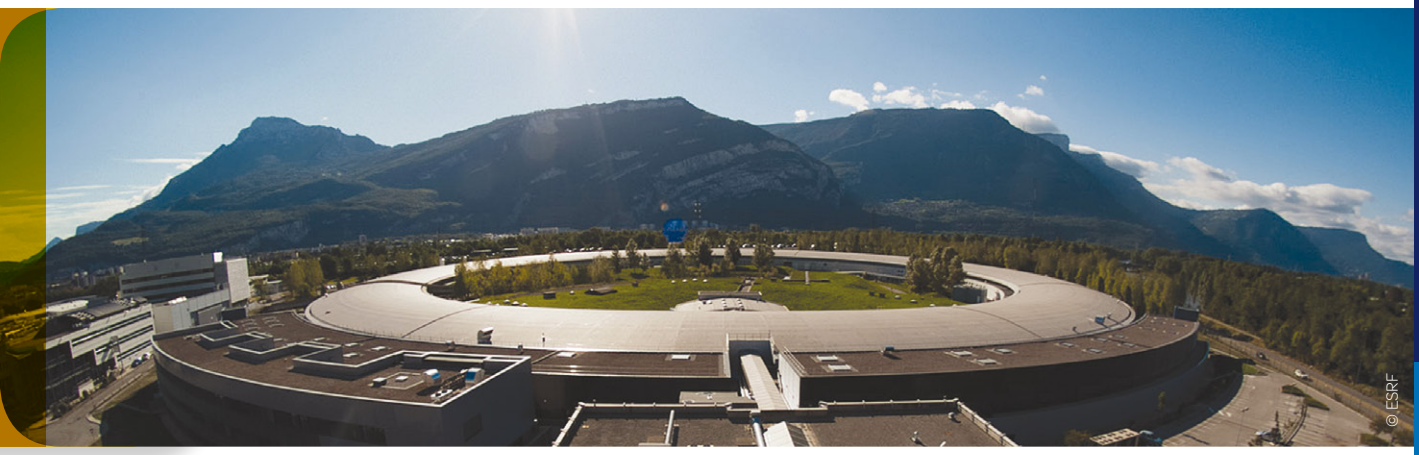
NOS UTILISATEURS

Données pour tous les utilisateurs de la période 2010-2015

(porteurs de projet & autres scientifiques impliqués)







STRUCTURE D'EXPLOITATION

E. Bustarret
Institut Néel

F. Rieutord
INAC/MEM

W. Weissenhorn
Institut Biologie Structurale

Gestion Financière
Institut Néel

H. Renevier
Comités de programme communs avec SOLEIL

CONSEIL SCIENTIFIQUE

O. Thomas, IM2NP-Univ. Aix-Marseille, **Président**
J. Blanchard, CNRS-LRS Paris
V. Briois, SOLEIL, plateau de Saclay
K. Dumesnil, CNRS-IJL Nancy
P. Gergaud, CEA/DRT Grenoble
P. Legrand, SOLEIL, plateau de Saclay
P. Levitz, CNRS-Phenix Paris
G. Morin, CNRS-IMPMC Paris
D. Pignol, CEA/DSV Cadarache

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Convention

60% CNRS >>> **Instituts du CNRS**
INP, INC, INSB, INSU

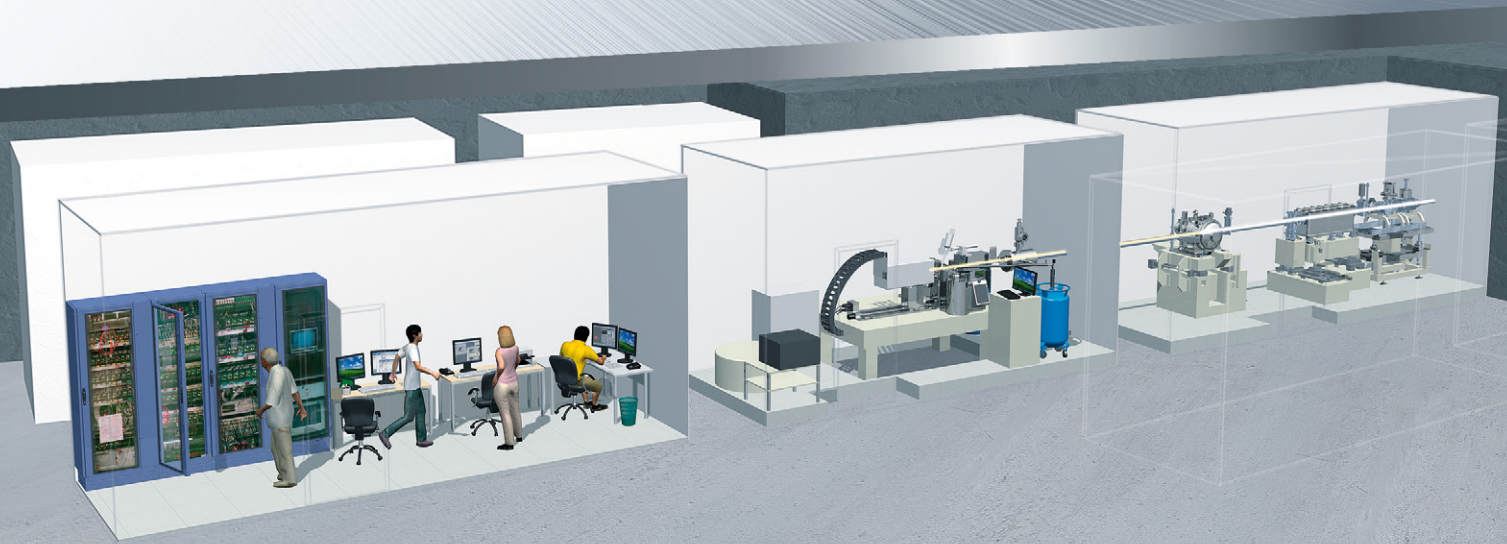
40% CEA >>> **Direction du CEA**
DRF

Secrétariat, Institut NÉEL-CNRS

25 rue des Martyrs,

BP 166 , F-38042 Grenoble Cedex 9, France

Tél. +33 (0)4 76 88 11 85 - Email: neel.crg@neel.cnrs.fr



© Crédits photos : ESRF-CEA-CNRS, Création/réalisation : Institut NEEL - Cellule Com - F. Fernandez, 01/2017