



F-CRG

FRENCH COLLABORATING RESEARCH GROUP

LIGNES DE LUMIÈRE FRANÇAISES  
AU SYNCHROTRON EUROPÉEN :

EXPLOITATION - ACTIVITÉS





# 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

+ 2500  
publications  
depuis 1993

1993 >>> BM02 : D2AM

Diffraction et diffusion anormales, science des matériaux

1993 >>> BM32 : IF

Surfaces et interfaces

2000 >>> BM30A : FIP | 2021 >>> BM07 : FIP2

Cristallographie des macromolécules biologiques

2002 >>> BM30B : FAME | 2025 >>> BM30 : FAME-PIX\*

Spectroscopie d'absorption,  
science de la terre et environnement

2017 >>> BM16 : FAME-UHD

Spectroscopie d'absorption  
haute résolution / haute sensibilité

\* 2025 >>> BM30 : FAME-PIX : Spectroscopie d'Absorption & Imagerie X.







D2AM

IF

FIP2

FAME

FAME-UHD

## L'ÉQUIPE

>>> **24 personnes** (équivalent temps plein)  
chercheurs, ingénieurs, techniciens  
Institut Néel<sup>1,2</sup>, IRIG/IBS<sup>1,2,3</sup>, IRIG/MEM<sup>1,3</sup>,  
IRIG/SYMMES<sup>1,2,3</sup>, OSUG<sup>1,2</sup>, SIMaP<sup>1,2,4</sup>, ICMG<sup>1,2</sup>

>>> **Les autres laboratoires associés :**  
LMGP<sup>1,2,4</sup>, Cermav<sup>1,2</sup>, LIPhy<sup>1,2</sup>  
1 Univ. Grenoble Alpes - 2 CNRS - 3 CEA - 4 Grenoble INP

## EN QUELQUES CHIFFRES

- 1** PEPR : DIADEM
- 5** Équipex : EcoX, CRG/F, FRISBI, PlanEx, MAGNIFIX
- 12** ANR : MiDiFaBi, AMOS, MicroStress, NMGEM, QMAX, PICSSEL, XMicro\_Fatigue, HOTMIX, Hydrocarb, Radicals, HYdrocarb, NanOX-ML
- 2** Projets Fondation Nanosciences : UHV-CVD, NAIDA
- 1** Projet INSERM-EVA : GOLDSPEC
- 1** Programme transversal de compétences du CEA: DiffractX
- 3** Projets Européens FP7 : BACCARA, CALIPSO/HIZPAD, SintBAT
- 3** Labex : OSUG@2020, SERENADE, LANEF
- 2** Soutiens Recherches Technologiques : CEA/LETI

## ACTIONS DE FORMATIONS

>>> Cours HERCULES, ASTER'X, Met@Bio, sessions de travaux pratiques de cristallographie macromoléculaire, de diffraction de Laue (étudiants EPN, Grenoble INP-UGA, Universités et écoles doctorales)...



# LIGNE BMO2

# 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.

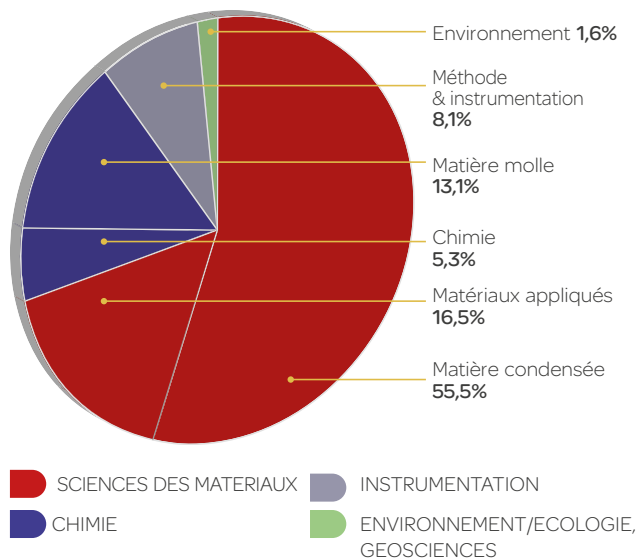
Ceci permet d'étudier, sur des thématiques allant de la recherche fondamentale à des domaines plus appliqués, les matériaux dans toute leur complexité : structure atomique, défauts, ordre/désordre chimique, microstructures, hiérarchie d'échelles, hétérogénéités.

Le diffractomètre Kappa et le nouveau banc de diffusion centrale permettent d'analyser les échantillons grâce aux différentes techniques de caractérisation (SAXS, WAXS en simultanée, HRXRD, GI ...) dans de nombreux environnements : basse ou haute température, électrochimie, croissance par voie liquide, machine de traction...

Suite à l'EBS, la ligne est capable avec les différentes optiques de focalisation de délivrer aux utilisateurs un faisceau monochromatique stable focalisé jusqu'à  $15 \times 15 \mu\text{m}^2$  de 6 à 40 keV, avec un flux de l'ordre de  $10^{11}$  photons/s sur l'échantillon.

L'utilisation de détecteurs 2D à pixels hybrides modernes permettent des acquisitions extrêmement rapides, et dans le cadre du projet PEPR DIADEM, d'entrevoir un mode haut débit couplé à des analyses en ligne aidées par l'intelligence artificielle.

## 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 anormale aux petits et aux grands angles

## CONTACT

**Nils Blanc**

Responsable de la ligne










[nils.blanc@esrf.fr](mailto:nils.blanc@esrf.fr)

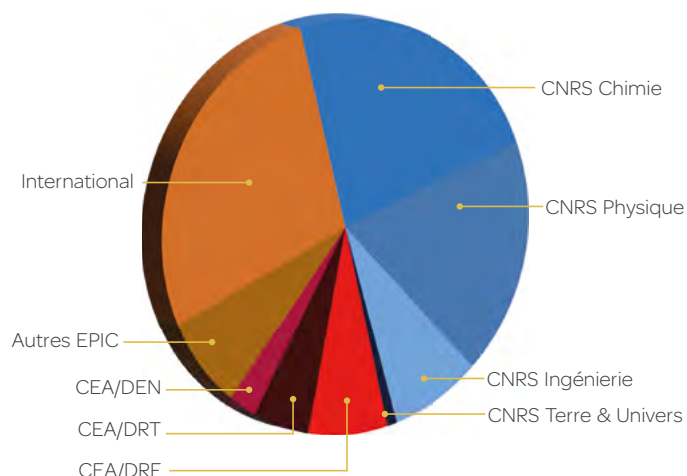
Tél. : +33 (0)4 76 88 21 88





# UTILISATEURS

	CNRS Chimie	23,5%
	CNRS Physique	18,4%
	CNRS Ingénierie	7,6%
	CNRS Terre & Univers	0,8%
	CEA/DRF	7,1%
	CEA/DRT	4,9%
	CEA/DEN	2,6%
	Autres EPIC	7,5%
	International	27,6%



# BIBLIOMÉTRIE

900 publications depuis 1994

Période 2014-2024 :  
> 370 publications

Site de la ligne

[www.esrf.fr/UsersAndScience/Experiments/CRG/BM02](http://www.esrf.fr/UsersAndScience/Experiments/CRG/BM02)



Nos publications : [www.researcherid.com/rid/l-6445-2015](http://www.researcherid.com/rid/l-6445-2015)

## Publications phares

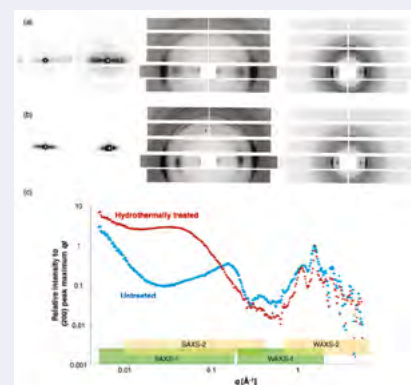
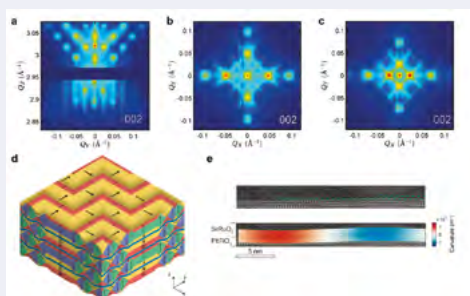
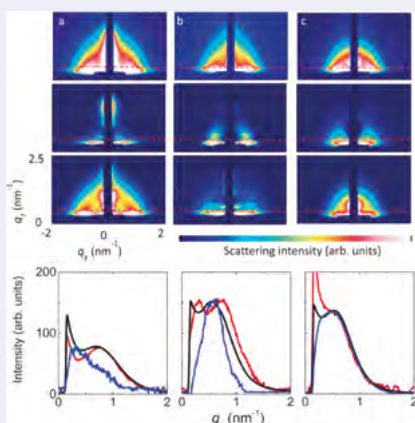
- > *Metal-ferroelectric supercrystals with periodically curved metallic layers.*  
Hadjimichael, M., Li, Y., Zatterin, E. et al.,  
**Nat. Mater.** **20**, 495–502 (2021). doi: 10.1038/s41563-020-00864-6
- > *Revealing how internal sensors in a smart battery impact the local graphite lithiation mechanism.*  
Olgo, A., Genies, S., Franchi, R. et al.,  
**Nat Commun** **15**, 10258 (2024). doi: 10.1038/s41467-024-54656-6
- > *In situ analysis of the nucleation of O- and Zn-polar ZnO nanowires using synchrotron-based X-ray diffraction.*  
Cantelli V., Guillemin S., Sarigiannidou E. S., et al.,  
**Nanoscale** **14**, 680 (2022). doi: 10.1039/D1NR06099F
- >  *$\alpha$ -Substituted ketones as reagent for Passerini modification of carboxymethyl cellulose: Toward dually functionalized derivatives and thermo-sensitive chemical hydrogels.*  
Remy B., Sudre G., Charlot A., Fleury E.,  
**Carbohydrate Polymers** **320**, 121228 (2023). doi: 10.1016/j.carbpol.2023.121228

De gauche à droite :

© Revenant et al., **Chem. Commun.**, **51**, 1218-1221 (2015)

© Hadjimichael et al., **Nat. Mater.** **20**, 495-502 (2021)

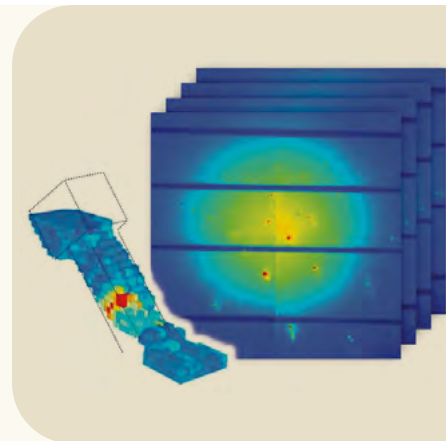
© Lim, J.H. **Cellulose** **30**, 8063-8073 (2023)



# 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.

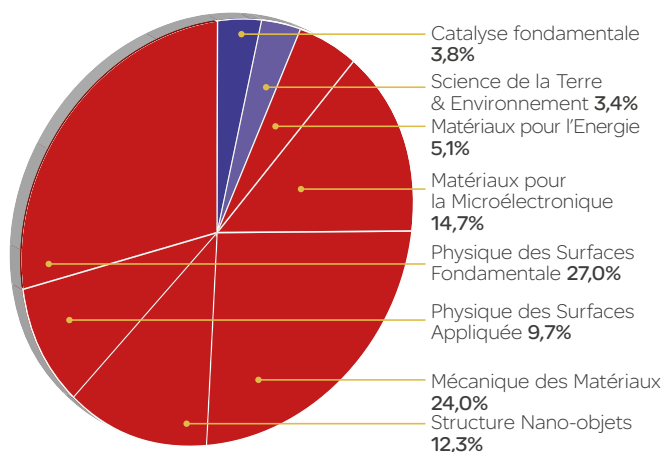
#### Le goniomètre multitechnique

- > 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



■ SCIENCES DES MATERIAUX ■ GEOSCIENCES  
■ CHIMIE

### CONTACT

Jean-Sébastien Micha

Responsable de la ligne

micha@esrf.fr










Tél. : +33 (0)4 76 88 25 89

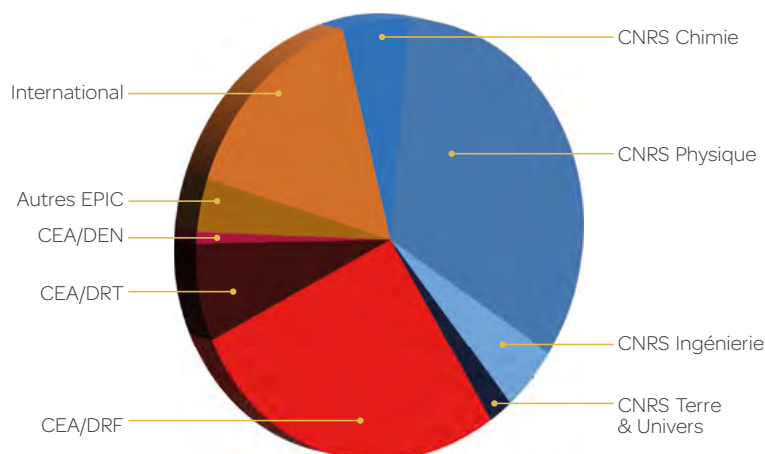
### TECHNIQUES

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



## 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

408 publications depuis 1996

Période 2014-2024 :

> 140 publications

Site de la ligne

[www.esrf.fr/UsersAndScience/Experiments/CRG/BM32](http://www.esrf.fr/UsersAndScience/Experiments/CRG/BM32)



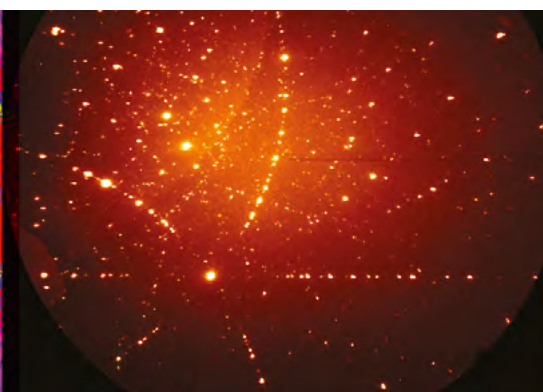
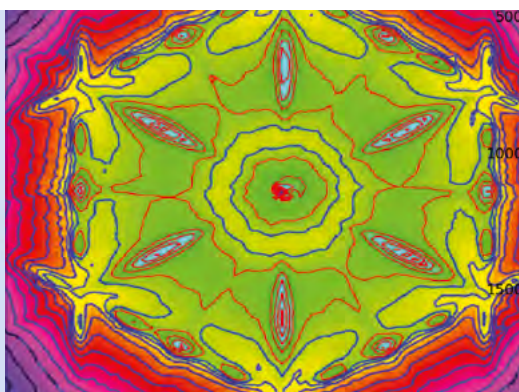
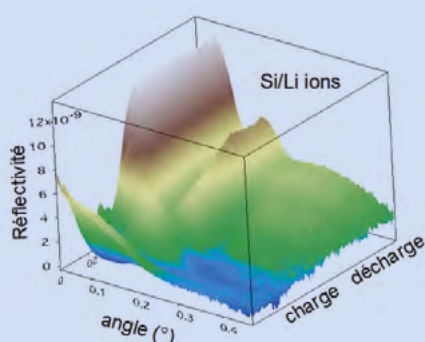
Site du programme LaueTools

[www.sourceforge.net/projects/lauetools/](http://www.sourceforge.net/projects/lauetools/)

### Publications phare

- > *Strain and collapse during lithiation of layered transition metal oxides: A unified picture*, Jousseau T. et al., **Energy & Environmental Science** **17**, 2753-2764 (2024). doi: 10.1039/D3EE04115H
- > *Polarization structure of nanostrip domain intersections in GeTe films*, Croes B. et al., **Phys. Rev. B** **109**, 024103 (2024). doi: 10.1103/PhysRevB.109.024103
- > *Superstructures, commensurations, and rotation of single-layer TaS<sub>2</sub> on Au(111) induced by Cs intercalation/deintercalation*, Weng X. et al., **ACS Nano** **17**, 5459-5471 (2023). doi: 10.1021/acsnano.2c10655
- > *LaueNN: Neural-network-based hkl recognition of Laue spots and its application to polycrystalline materials*, Purohit R.R.P.R. et al., **Journal of Applied Crystallography** **55**, 737-750 (2022). doi: 10.1107/S1600576722004198
- > *Experimentally probing ionic solutions in single-digit nanoconfinement*, Rébiscoul D. et al., **Journal of Colloid and Interface Science** **614**, 396-404 (2022). doi: 10.1016/j.jcis.2022.01.128
- > *First stages of plasticity in three-point bent Au nanowires detected by in situ Laue mic diffraction*, Ren Z. et al., **Applied Physics Letters** **116**, 243101-1-243101-5 (2020). doi: 10.1063/5.0012816

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





# LIGNE BM07

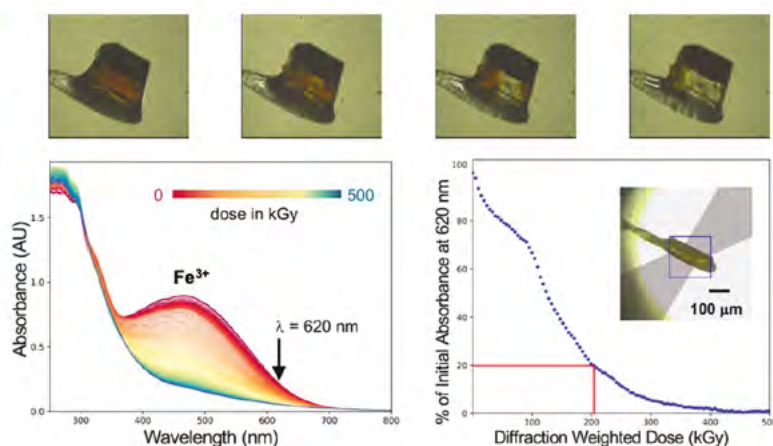
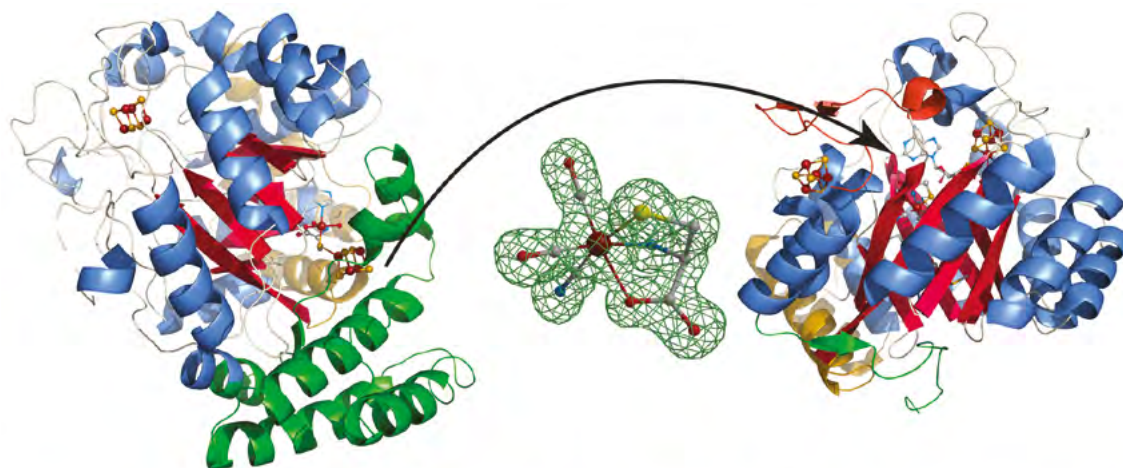
## FIP2

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'utiliser le signal anomal pour localiser des atomes spécifiques dans une structure. Les expériences peuvent se faire à température cryogénique ou ambiante, notamment pour accéder à des informations dynamiques au cours du temps. Elles peuvent être aidées en parallèle par la spectroscopie d'absorption de lumière UV-visible.

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.



## CONTACT

*Antoine Royant*

*Responsable de la ligne*

antoine.royant@ibs.fr

Tél. : +33 (0)4 57 42 85 39



## TECHNIQUES

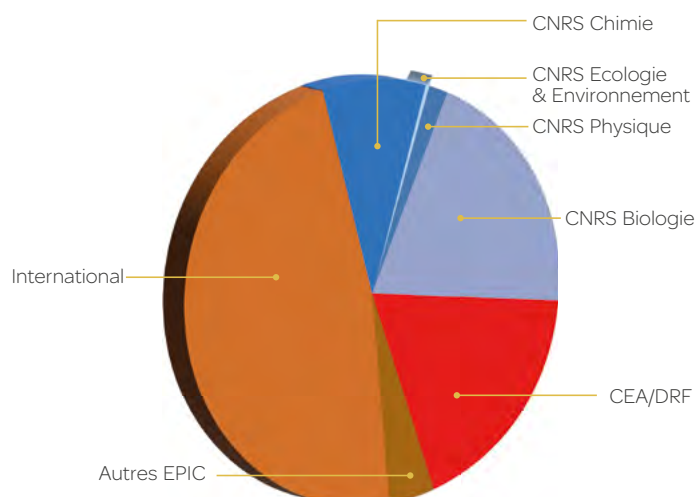
- > Cristallographie macromoléculaire
  - > Diffusion anormale
- > Cristallographie résolue en temps
- > Spectroscopie d'absorption UV-visible





## UTILISATEURS

	CNRS Chimie	8,8%
	CNRS Ecologie & Environnement	0,3%
	CNRS Physique	1,7%
	CNRS Biologie	19,8%
	CEA/DRF	18,2%
	Autres EPIC	3,7%
	International	47,5%



## BIBLIOMÉTRIE

655 publications depuis 2000

Période 2014-2024 :

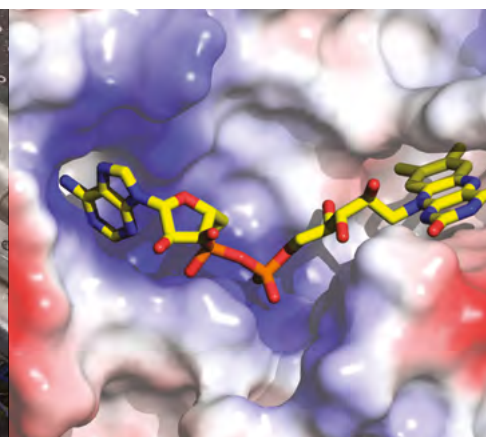
- > 248 publications
- > 338 structures déposées dans la Protein Data Bank

Site de la ligne



### Publications phare

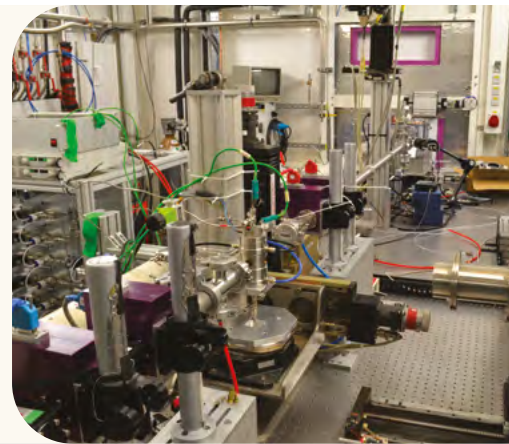
- > *A redox switch allows binding of Fe(II) and Fe(III) ions in the cyanobacterial iron-binding protein FutA from Prochlorococcus.*  
Bolton R, Machelett MM, Stubbs J, Axford D, et al., **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, **121** e2308478121 (2024). doi: 10.1073/pnas.2308478121.
- > *Maturation of the [FeFe]-Hydrogenase: Direct Transfer of the ( $\kappa^3$ -cysteinate)FeII(CN)(CO)<sub>2</sub> Complex B from HydG to HydE.*  
Omeiri J, Martin L, Usclat A, Cherrier MV, Nicolet Y., **Angew Chem Int Ed Engl.**, **62** e202314819 (2023). doi: 10.1002/anie.202314819.
- > *Mechanism and dynamics of fatty acid photodecarboxylase.*  
Sorigué D, Hadjidemetriou K, Blangy S, Gotthard G, et al., **Science**, **372**, eabd5687 (2021). doi: 10.1126/science.abd5687.
- > *Dual Functions of a Rubisco Activase in Metabolic Repair and Recruitment to Carboxysomes.*  
Flecken M, Wang H, Popilka L, Hartl FU, Bracher A, Hayer-Hartl M. **Cell**, **183** 457-473 (2020). doi: 10.1016/j.cell.2020.09.010.



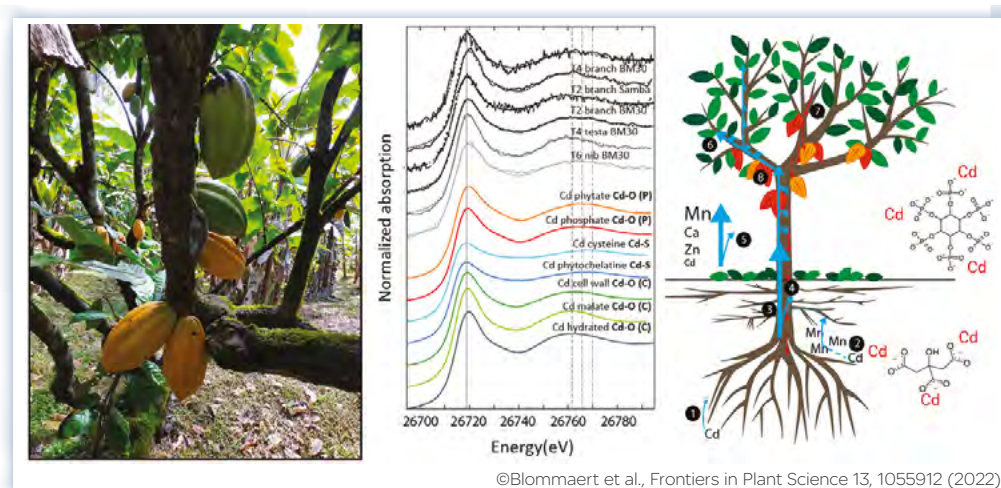
# LIGNE BM30

# FAME

Spectroscopie d'absorption X,  
géoscience, énergie, santé

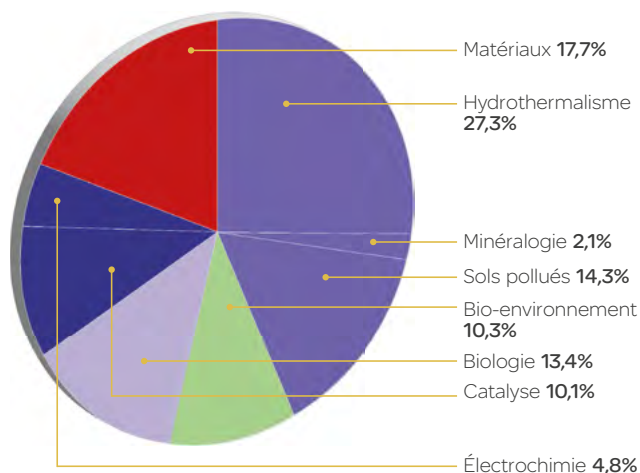


FAME est dédiée à la Spectroscopie d'Absorption X. En combinant optimisation du flux de photons et détection de fluorescence, l'instrument permet de sonder des éléments chimiques à des concentrations variant de 50ppm à 100%, en conditions *in situ* (haute pression & haute température...), *operando*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



©Blommaert et al., Frontiers in Plant Science 13, 1055912 (2022)

## THEMATIQUES



- GEOSCIENCES
- CHIMIE
- ENVIRONNEMENT/ÉCOLOGIE
- SCIENCE DES MATÉRIAUX
- BIOLOGIE & BIOCHIMIE

## CONTACT

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












## TECHNIQUES

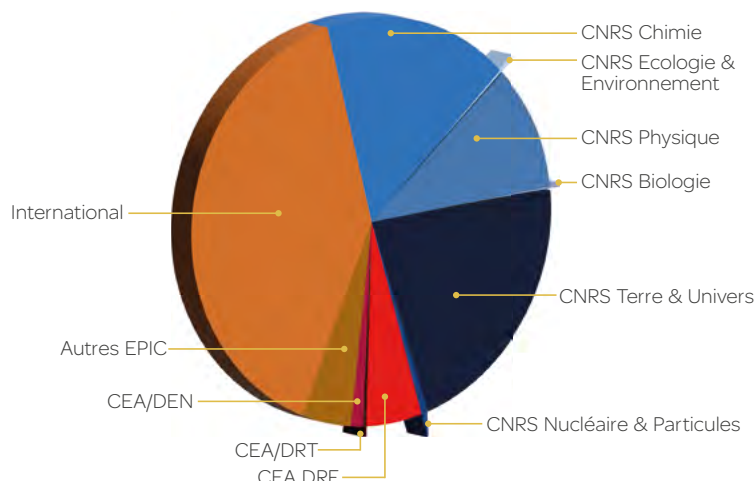
- > Spéciation chimique *in situ* et *operando* d'éléments traces
- > Techniques : XANES & EXAFS

FAME  
PIX



## UTILISATEURS

	CNRS Chimie	16,7%
	CNRS Ecologie & Environnement	0,3%
	CNRS Physique	10,5%
	CNRS Biologie	0,3%
	CNRS Terre & Univers	21,2%
	CNRS Nucléaire & Particules	0,7%
	CEA/DRF	0,2%
	CEA/DRT	0,3%
	CEA/DEN	3,1%
	autres EPIC	4,7%
	international	19,6%



## BIBLIOMÉTRIE

550 publications depuis 2002  
190 thèses depuis 2002

Période 2014-2024 :

- > 264 publications
- > 82 thèses

Site de la ligne

[www.esrf.fr/home/UsersAndScience/Experiments/CRG/BM30.html](http://www.esrf.fr/home/UsersAndScience/Experiments/CRG/BM30.html)

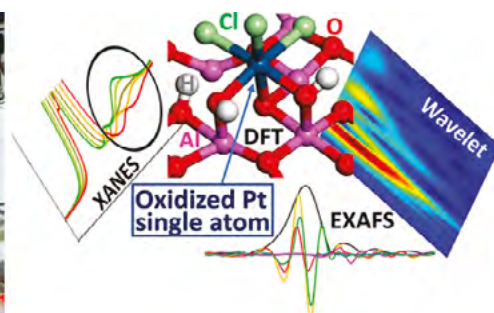
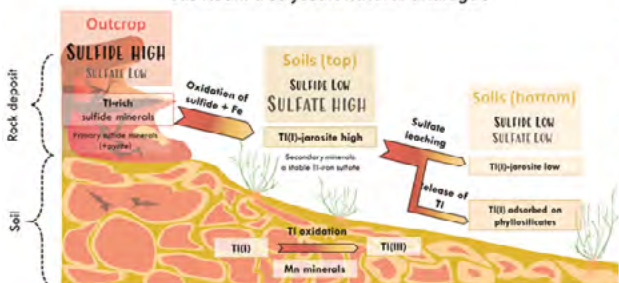


### Publications phare

- > *Carbonate complexation enhances hydrothermal transport of Rare Earth Elements in alkaline fluids,*  
Louvel M., Etschmann B., Guan Q., Testemale D., Brugger J., **Nature Communications** **13**, 1456 (2022). doi: 10.1038/s41467-022-28943-z
- > *Identification of oxidized platinum single atoms on chlorinated  $\gamma$  - alumina support by density functional theory calculations and X-ray absorption spectroscopy,*  
Hellier A., Batista A.T.F., Legens C., Aguilar Tapia A., et al., **Journal of Catalysis** **429**, 115212 (2024). doi: 10.1016/j.jcat.2023.115212
- > *From soil to cacao bean: Unravelling the pathways of cadmium translocation in a high Cd accumulating cultivar of Theobroma cacao L.,*  
Blommaert H., Aucour A.-M., Wiggerhauser M., et al., **Frontiers in Plant Science** **13**, 1055912 (2022). doi: 10.3389/fpls.2022.1055912
- > *Unraveling the Structure and Role of Mn and Ce for Selective Catalytic Reduction of NOx in Application-Relevant Catalysts and Conditions,*  
Gevers L. E., Enakonda L. R., Shahid A., Ould-Chikh S., et al., **Nature Communications** **13**, 2960 (2022). doi: 10.1038/s41467-022-30679-9
- > *Thallium Long-Term Fate from Rock-Deposit to Soil: The Jas Roux Sulfosalt Natural Analogue,*  
Rose J., Chaurand P., Dentant C., Angeletti B., et al., **ACS Earth and Space Chemistry** **7**, 1848-1857 (2023). doi: 10.1021/acsearthspacechem.3c00021

Gauche: © Rose et al., ACS Earth and Space Chemistry 7, 1848-1857 (2023) | Centre: © Testemale D. | Droite: © Hellier et al. Journal of Catalysis 429, 115212 (2024)

### Jas Roux: a sulfosalt natural analogue



# LIGNE BM16

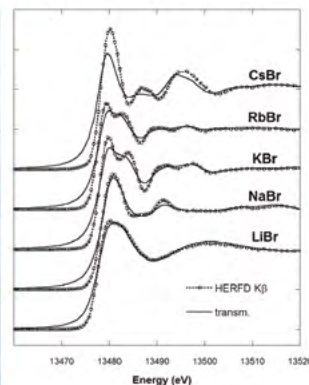
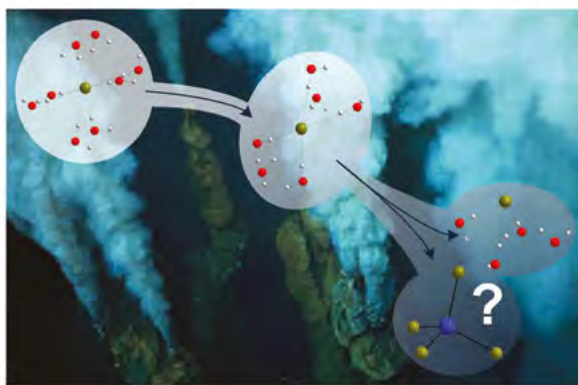
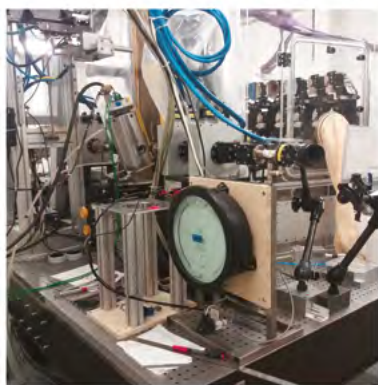
## FAME-UHD

Spectroscopie d'absorption X  
haute résolution / haute sensibilité

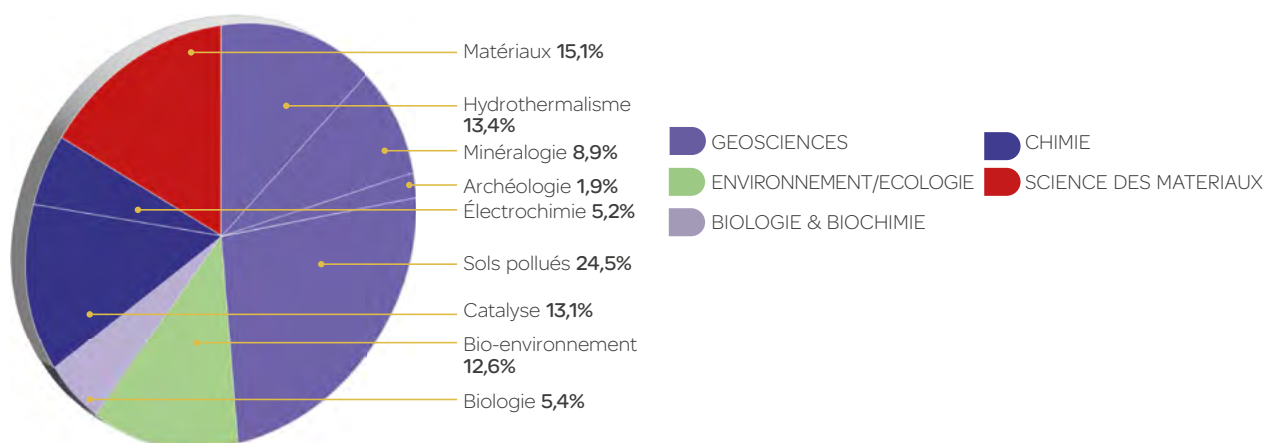


FAME-UHD est dédiée à la Spectroscopie d'Absorption X en ultra haute dilution, pour les études d'éléments traces (concentrations inférieures au ppm) dans des systèmes d'intérêt environnemental, chimique, biologique... L'utilisation d'un spectromètre à cristaux analyseurs pour la détection de fluorescence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

### Bromures d'alcalin en conditions hydrothermales : solvation, déshydratation &... paire d'ions ?



## THEMATIQUES



## CONTACT

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










## TECHNIQUES

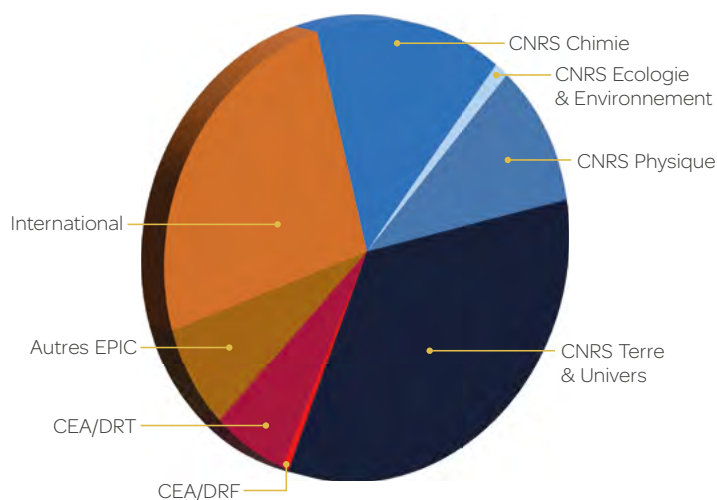
> XAS, EXAFS, XANES, XES, HERFD-XAS  
> in situ et operando sur des éléments ultra-traces

FAME  
UHD



## UTILISATEURS

	CNRS Chimie	18,4%
	CNRS Ecologie & Environnement	1,4%
	CNRS Physique	13,6%
	CNRS Terre & Univers	38,0%
	CEA/DRF	0,2%
	CEA/DRT	0,3%
	CEA/DEN	3,1%
	Autres EPIC	4,7%
	International	19,6%



## BIBLIOMÉTRIE

60 articles depuis 2017  
20 thèses depuis 2017

Site de la ligne

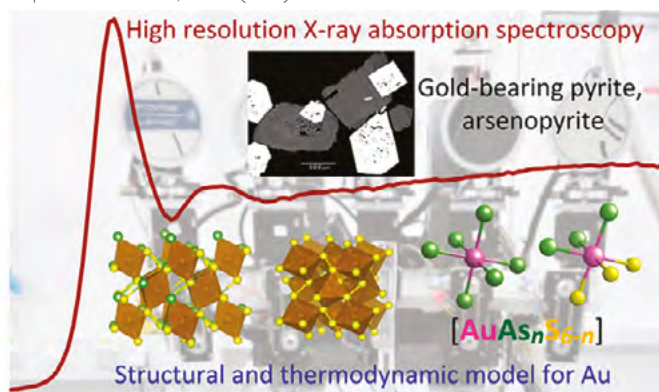
[www.esrf.fr/home/UsersAndScience/Experiments/CRG/BM30.html](http://www.esrf.fr/home/UsersAndScience/Experiments/CRG/BM30.html)



### Publications phare

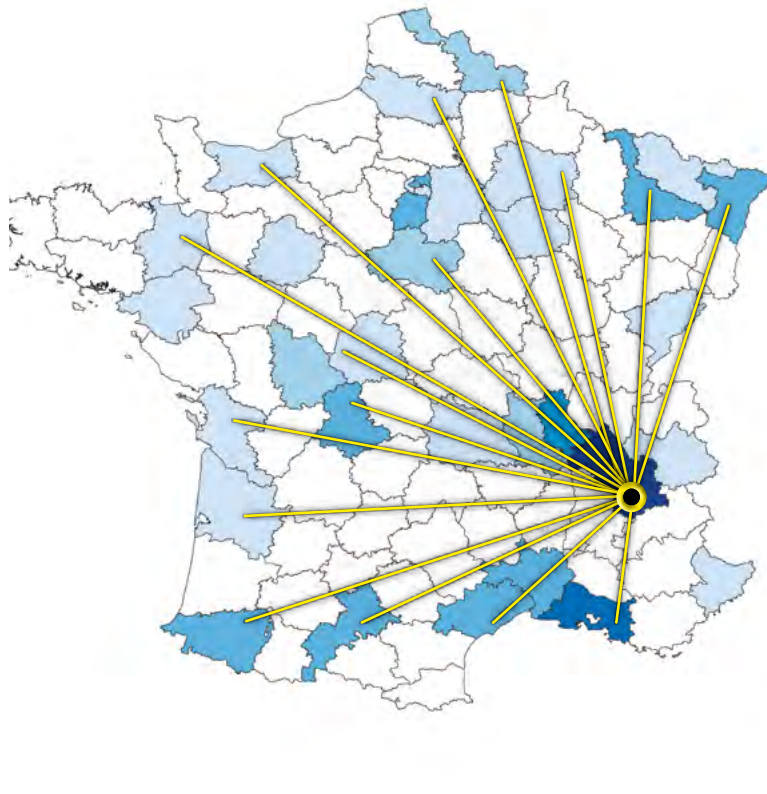
- > *Tracking the formation, fate and consequence for catalytic activity of Pt single sites on CeO<sub>2</sub>*, Maurer F., Jelic J., Wang J. Gänzler A., et al., **Nature Catalysis** **3**, 824-833 (2020). doi: 10.1038/s41929-020-00508-7
- > *High Energy Resolution Fluorescence Detected X-ray Absorption Spectroscopy: a new powerful structural tool in environmental biogeochemistry sciences*, Proux O., Lahera E., Del Net W., Kieffer I., et al., **Journal of Environmental Quality** **46**, 1146-1157 (2017). doi: 10.2134/jeq2017.01.0023
- > *An arsenic-driven pump for invisible gold in hydrothermal systems*, Pokrovski G. S., Escoda C., Blanchard M., Testemale D., et al., **Geochemical Perspectives Letters** **17**, 39-44 (2021). doi: 10.7185/geochemlet.2112
- > *Intracellular fate of subtoxic concentration of functionalized selenium nanoparticles in aggressive prostate cancer cells*, Bissardon C., Proux O., Gazze S. A., Toubhans B., et al., **Nanomaterials** **13**, 2999 (2023). doi: 10.3390/nano13232999
- > *Turning a methanation Co catalyst into an In-Co methanol producer*, Bavykina A., Yarulina I., Al Abdulghani A. J., Gevers L. E., et al., **ACS Catalysis** **9**, 6910-6918 (2019). doi: 10.1021/acscatal.9b01638

Gauche : © Garçon M. | Centre : © Louvel M. | Droite : © Pokrovski et al. Geochemical Perspectives Letters 17, 39-44 (2021)

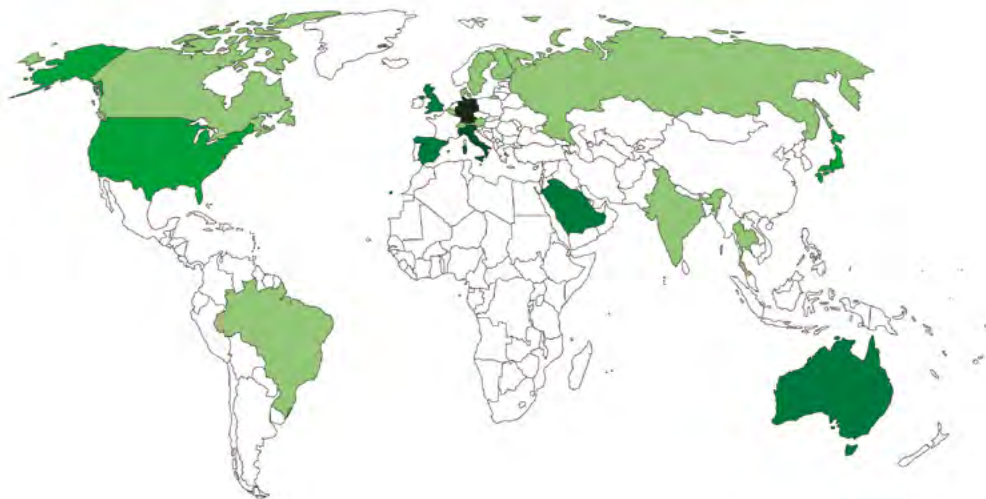
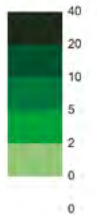


# NOS UTILISATEURS

Données pour tous les utilisateurs de la période 2013-2023  
(porteurs de projet & autres scientifiques impliqués)



pourcentage







## STRUCTURE D'EXPLOITATION

**N. Boudet**  
Institut Néel

**T. Deutsch**  
IRIG/Modélisation et Exploration des Matériaux

**W. Weissenhorn**  
IRIG/Institut Biologie Structurale

**F. Mollier-Sabet**  
Gestion Financière  
Institut Néel

**H. Renevier**  
Comités de programme  
communs avec SOLEIL

## CONSEIL SCIENTIFIQUE

V. Briois, CNRS Soleil Saclay, **Présidente**  
P. Andreazza, ICMN Université d'Orléans  
P. Arnoux, CEA BIAM Cadarache  
T. Cornelius, CNRS IM2PN Marseille  
S. Dourdain, CEA ICSM Marcoule  
P. Guenoun, CEA NIMBE Saclay  
A. Juhin, CNRS IMPMC Paris  
L. Michot, CNRS Phenix Paris  
S. Morera, CNRS I2BS Gif-sur-Yvette  
J.-L. Parouty, CNRS SIMaP Grenoble

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

Convention

60% CNRS >>> **Instituts du CNRS**  
CNRS Physique, CNRS Chimie,  
CNRS Biologie, CNRS Terre & Univers

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](mailto:neel.crg@neel.cnrs.fr)

