

Oral invité

Jany THIBAUT_PENISSON
IM2NP-CNRS 6242 x Aix Marseille Université

La Plasticité vue par la microscopie électronique

La microscopie électronique en transmission a permis depuis les années 50 de mettre en évidence les dislocations objets cristallins responsable de la plasticité et surtout d'étudier les multiples mécanismes intervenant. Il ne s'agit pas naturellement de présenter tous les résultats obtenus dans le domaine de la plasticité grâce à cette technique. On essaiera de montrer combien les différentes techniques utilisées - depuis la microscopie post-mortem et in situ, à un faisceau, N faisceaux (haute résolution) - ont permis d'apporter des résultats significatifs. L'exemple de l'interaction dislocation-joint de grains (point dur dans la plasticité !) sera détaillé. On montrera que la MET peut, outre de belles images, permettre des mesures quantitatives sur les champs de déformation au voisinage des défauts. En conclusion on discutera ce que les nouvelles sources de RX pourraient apporter dans des problèmes non encore résolus.

Poster

BLEUET Pierre
CEA INAC SP2M/NRS et CEA, LETI, MINATEC, F38054 Grenoble, France

Auteurs : Pierre Bleuet, Patrice Gergaud, Patrick Lamontagne (ST), Lucile Arnaud (ST), Lise Doyen (ST), Jean-Sébastien Micha, Olivier Ulrich, Xavier Biquard, François Rieutord

Electromigration dans des lignes de cuivre de 100nm : mesure in-situ par diffraction Laue

Le développement de lignes de cuivre de plus en plus fines conduit à des densités de courant de plus en plus fortes qui favorisent le transport de matière d'un bout à l'autre des lignes. Cette électromigration peut engendrer des défauts voire des ruptures dans les lignes de cuivre. Nous présentons ici les premiers résultats in-situ en diffraction Laue obtenus sur des lignes de cuivre fournies par St Microelectronics et dont la largeur est 100nm. Afin de favoriser l'électromigration et de la rendre compatible avec des temps de mesure raisonnables, les lignes ont été maintenues à une température constante et ont été soumises à une circulation de courant également constante. Compte tenu des dimensions, le signal reçu par la CCD est très faible, néanmoins nous avons pu mettre en évidence un décalage des tâches de Laue au fur et à mesure du temps qui pourrait être dû à une rotation des grains sur eux-mêmes. Cette observation, spécifique aux lignes de cuivre très fines, est en accord avec de précédents travaux publiés par l'ALS. Sur le poster seront explicités les détails expérimentaux et les difficultés liées au traitement de données. La faiblesse du signal rend particulièrement difficile le traitement en série des images ainsi que la détermination quantitative des déformations.

Oral

BLEUET Pierre

CEA INAC SP2M/NRS et CEA, LETI, MINATEC, F38054 Grenoble, France

Auteurs : Pierre Bleuet, Patrice Gergaud, Jean-Sébastien Micha, Olivier Ulrich, Patrick Leduc, Arnaud Garnier, Pierre Descours, François Rieutord

Expérience et premiers résultats en imagerie Laue résolue en profondeur

La mesure de déformation à partir de clichés de diffraction Laue repose sur l'utilisation de rayons X dits « durs » couvrant une large bande spectrale, typiquement entre 5 et 22 keV à BM32. La profondeur de pénétration de ce rayonnement peut atteindre plusieurs centaines de microns sur du Silicium, et ainsi « éclairer » des zones en face arrière de l'échantillon qui peuvent conduire à une mauvaise interprétation du signal. Ceci montre l'importance de considérer l'aspect 3D de ce genre d'expérience.

Par ailleurs, le développement de l'intégration 3D basé sur les Through Silicon Vias (TSVs) micrométriques comprend des étapes de lithographie, de gravure et de dépôts de couches minces qui peuvent induire des contraintes tridimensionnelles. Le même genre de distribution 3D des contraintes se retrouve pour des applications packaging. Afin de prendre en compte la profondeur de pénétration et de répondre à ces besoins techniques, une nouvelle méthode est en cours de développement qui est basée sur un couplage entre la tomographie et la diffraction Laue. Dans cet exposé, nous en détaillerons les principes de base en se focalisant sur l'expérience et le traitement qui peut s'avérer être très lourd. Une amélioration logicielle du traitement des clichés Laue semble indispensable, notamment en ce qui concerne la fiabilité du traitement de séries d'images.

Oral

BERVEILLER Sophie

LPMM, ENSAM, Metz

Auteurs : S. Berveiller, E. Patoor, B. Malard

Etude des rotations intragranulaires lors de la transformation martenitique sous contrainte d'un alliage à mémoire de forme

Intragranular austenite orientation evolution of a Cu-Al-Be SMA during an in-situ tensile test

Previous studies we performed on Cu-based SMA have pointed out a huge heterogeneity of austenite stress state inside a grain. In that study, we focused on the evolution of the austenite intragranular crystallographic orientation during in-situ tensile test. Measurements were done using synchrotron radiation (3DXRD technique and the Laue microdiffraction) at the ESRF. The 3DXRD gives access to the lattice rotation; the spot size is $200 \times 200 \mu\text{m}^2$. For the first time, this technique was extended to phase transformation materials, with evolving phase volume fraction. We obtained that the austenite cell rotates slightly in the elastic domain and more significantly as the martenitic transformation occurs; the formation of sub-domains with an orientation different from the mean one is also observed. Unloading, a reverse rotation takes place. The rotation magnitude depends on the crystallographic orientation: it can reach up to 3° .

To identify the origin of sub-domains formation, we used the Laue microdiffraction. The spot size is about $3 \mu\text{m}^2$. Thus austenite orientation map can be drafted during in-situ tensile test. We confirm that the austenite orientation rotates and heterogeneities appear : from one side to the other side of a martensite plate, two different orientations were measured in the austenite. This shows a strong interaction between the martensitic transformation and the austenite state. These results were compared then to macroscopic diffraction peaks broadening.

Poster

Le Bourlot Christophe

LPMTM-CNRS, Université Paris 13, 99 Avenue Jean-Baptiste Clément, 93430 VILLETANEUSE, FRANCE

Auteurs : Christophe Le Bourlot, Olivier Castelnaud, Brigitte Bacroix

Réponses instrumentales de diffractomètres de laboratoire

Les mesures de diffractions des rayons X en laboratoire sont généralement pénalisées par une réponse instrumentale non négligeable. La recherche de la structure fine des matériaux (structure de dislocations associées aux largeurs de raies,...) requiert une étape de déconvolution et de traitement pour extraire la réponse propre de l'échantillon. Dans ce contexte, le développement d'un logiciel de ray-tracing : IRXRD, dédié à la diffraction des rayons X est en cours au laboratoire PMTM.

En plus de calculer la réponse instrumentale, ou d'évaluer le bruit de fond, son objectif est de qualifier nos diffractomètres de manière précise et réaliste (qualité du monochromateur, caractéristique des faisceaux obtenus, précision des montages,...). IRXRD permet la modélisation d'autant d'éléments optiques que désiré (sources, détecteurs, cristaux, poudres, fentes,etc...) par l'implémentation libre d'éléments sous forme de plug-in, et par là la possibilité d'études statistiques exhaustives.

Deux montages sont étudiés et comparés : (i) un montage achromatique (Guinier et Sébilleau, 1952; Wilkens & Eckert, 1964), refocalisant toutes les longueurs d'ondes sur le détecteur; (ii) un montage à faisceaux parallèles, incluant un monochromateur Bartel et une source à anode tournante (Boulle et al., 2002). L'objectif de l'étude est non seulement de valider la géométrie des montages (dimensions des foyers de convergence, qualité de la réponse instrumentale, localisation des aberrations optiques, etc...), mais aussi par la simulation de prévoir les expériences en choisissant le meilleur montage, d'optimiser les réglages, de déterminer les conditions expérimentales en fonction du rapport signal/bruit recherché (temps de comptage) ,etc...

Poster

GOUDEAU Philippe
PhyMat, UMR6630 CNRS – Université de Poitiers

Auteurs : P. Goudeau⁽¹⁾, G. Geandier⁽¹⁾, J.-L. Grosseau-Poussard⁽²⁾, M. Guerin⁽²⁾, J.-F. Dinhut⁽²⁾, N. Tamura⁽³⁾, J.-S. Micha⁽⁴⁾

(1) PhyMat, UMR 6630 Poitiers University – CNRS, SP2MI, F-86962 Futuroscope

(2) LEMMA, La Rochelle University, Av. Michel Crépeau, F-17042 La Rochelle

(3) ALS, LBNL, 1 Cyclotron Road, MS 2-400, Berkeley, CA, 94270, USA

(4) SPrAM, CEA-DRFMC, F-38054 Grenoble Cedex 9, France

Apports de la microdiffraction Laue et de poudre pour cartographier les champs de déformations/contraintes associés à des décollements de films minces.

Durability of coated substrates studied by Scanning micro X-ray diffraction

The understanding of the mechanical properties of coated materials is a key factor in a number of technological applications. In particular, the delamination of compressed thin films is one of most limiting factor for the structural performance of the material and presents various interesting problems in physics and mechanics [1,2]. In the same way, it is well known that during high temperature oxidation of metals, the oxide film growth results from chemical interactions between the film and the substrate via diffusional processes. It usually leads to a compressive planar stress state in the film. Then, the local evolution of this particular equi-biaxial stress state may induce delamination of the oxide film. Different delamination topology can be observed: circular blisters, wrinkling, telephone chord buckling ... [3,4].

In this work, we propose to use the Scanning X-Ray microdiffraction technique developed at the ALS to perform in-situ spatially resolved stress measurements on damage patterns. These results are expected to provide new insights on the delamination process and could be compared to micro Raman scanning measurements in case of oxide coatings.

[1] *Mesoscale x-ray diffraction measurement of stress relaxation associated with buckling in compressed thin films*, P. Goudeau, P. Villain, N. Tamura, H. A. Padmore, *Applied Physics Letters* **83** (1) (2003) 51-53.

[2] *Evidence of plastic damage in thin films around buckling structures*, C. Coupeau, P. Goudeau, L. Belliard, M. George, N. Tamura, F. Cleymand, J. Colin, B. Perrin, J. Grilhé, *Thin Solid Films* **469-470** (2004) 221-226.

[3] *Growth stresses in α -Cr₂O₃ thermal oxide films determined by in situ high temperature Raman spectroscopy*, M. Kemdehoundja, J.L. Grosseau Poussard, J.F. Dinhut, B. Panicaud, *Journal of Applied Physics*, **102** (9) (2007), 093513

[4] *Substrate grain boundary effect on residual stress distribution at micrometer scale in chromia oxide thin films*, M. Kemdehoundja, J.L. Grosseau Poussard, J.F. Dinhut, *Applied Physics letters*, **92** (24) (2008) 241924.

Oral

SICARDY Olivier
CEA LITEN, Grenoble

Auteurs : O. Sicardy, J. Villanova, J.S. Micha, P. Bleuet, X. Biquard

Détermination locale de contraintes dans des couches minces de zircone poly-cristalline : cas des électrolytes de cellules SOFC

Les cellules SOFC sont des structures multicouches constituées d'une anode, d'un électrolyte et d'une cathode en céramique ou céramique-métal. Du fait des différences de coefficients de dilatation thermique des matériaux utilisés et de variations dimensionnelles lors des transformations métal-oxyde, ces couches peuvent être soumises à des contraintes résiduelles importantes. Par exemple, les électrolytes en zircone cubique poly-cristalline des cellules à anode support se retrouvent, à l'issue des étapes de fabrication, en forte compression bi-axiale (typiquement -700 MPa).

Du fait de l'anisotropie élastique de la zircone, on s'attend à de grandes hétérogénéités de contrainte entre les différents grains du poly-cristal. Pour analyser les risques de rupture de l'électrolyte, il faut donc non seulement connaître les contraintes au niveau macroscopique mais aussi effectuer des mesures locales à l'échelle des grains, soit environ 5 μm dans le cas qui nous concerne.

Des premières mesures ont été réalisées sur l'installation de micro-diffraction de la ligne CRG-IF BM32 en combinant des analyses en faisceau blanc 5-22 keV et en monochromatique entre 10 et 11 keV. Les tenseurs complets de contraintes-déformations ont pu être obtenus pour quelques grains. Certains résultats sont cohérents avec les niveaux de contraintes macroscopiques alors que d'autres semblent irréalistes. Une analyse est en cours pour trouver l'origine de cette disparité.

Oral

Palancher Hervé
CEA-Cadarache, DEC/SESC/LLCC

Auteurs : H. Palancher, J-S. Micha, M. Gamaléri, G. Carlot, J-P. Piron, P. Garcia

Déformations de la structure UO_2 induites par irradiation/implantation d'ions : étude par DRX conventionnelle et par μ -DRX Laue.

En conditions d'irradiation puis de stockage/ entreposage, le combustible nucléaire (dioxyde d'uranium (UO_2)) est le siège de nombreux processus conduisant à la production de défauts étendus et à l'apparition de nouvelles espèces chimiques. Ceux-ci créent à leur tour de fortes déformations de la structure cristallographique de ce matériau.

Dans le cadre de l'entreposage/stockage (projet PRECCI dirigé par le CEA et EDF), une problématique importante consiste à évaluer si ces contraintes peuvent induire une éventuelle fissuration du combustible. Dans ces conditions, les modifications principales du combustible sont liées à la création de grandes quantités d'He par décroissance alpha d'isotopes du Pu et d'actinides mineurs (Am, Np, Cm) apparus lors de l'irradiation.

Cette communication est centrée sur l'étude des déformations de la structure UO_2 après implantations d'ions He de 500 et 60keV. Des mesures à l'échelle macroscopique ont été effectuées par DRX conventionnelle (lignes BM2 et BM32) sur des mono et polycristaux implantés. Ces résultats seront comparés à ceux obtenus par μ -DRX Laue (ligne BM32) sur les mêmes échantillons.

La μ -DRX Laue apparaît alors comme un outil très puissant de caractérisation de ces modifications structurales.

Poster

Perroud Olivier
IM2NP , Marseille

Auteurs : Perroud Olivier a, Vayrette Renaud b, Rivero Christian b, Thomas Olivier a, Micha Jean-Sébastien c, Ulrich Olivier d

a IM2NP, UMR CNRS 6242, Univ. Paul Cézanne Aix-Marseille 3, 13397 Marseille

b ST Microelectronics, Zone Industrielle de Rousset, 13106 Rousset cedex

c DSM / INAC / SPrAM / LASSO, 17 avenue des Martyrs, 38054 Grenoble

d DSM / INAC / SP2M / NRS, , 17 avenue des Martyrs, 38054 Grenoble

Détermination des contraintes locales dans les interconnexions de cuivre

Pour avancer dans la compréhension des propriétés mécaniques à petite échelle, la microdiffraction aux rayons X peut apporter des précisions sur les contraintes locales. Cette technique permet en effet de caractériser les contraintes locales présentes dans les matériaux avec une précision spatiale de l'ordre du micromètre [1-3].

Les interconnexions de cuivre peuvent conduire à des fortes contraintes qui peuvent altérer le fonctionnement des composants ou handicaper la manutention de ceux-ci lors de leur fabrication. Des MEMS [4] ont été développées à STMicroelectronics Rousset afin de suivre l'évolution des contraintes globales dans les interconnexions. C'est à partir de ces microstructures que des mesures en microdiffraction RX ont été réalisées afin d'étudier localement les contraintes présentes dans les lignes de cuivre. L'accent sera mis sur les difficultés d'obtenir des résultats sur le tenseur des contraintes, à cause de la définition du faisceau, de la détermination de la calibration, de la présence de mâcles. Les mesures ont été effectuées à l'ESRF (BM32) et à l'ALS (12.3.2). Le faisceau ayant une énergie de 5 à 30 keV a une taille attendue d'environ 1 micron² sur l'échantillon.

Les résultats présentés montrent l'inhomogénéité du tenseur des contraintes à l'intérieur d'un même grain.

References

1. B.C. Valek, J.C. Bravman, N. Tamura, A.A. MacDowell, R.S. Celestre, H.A. Padmore, R. Spolenak and W.L. Brown, Applied Physics Letters 81, 4168 (2002).
2. W. Nix, Metall. Trans. 20A, 2217 (1989).
3. P. Gergaud, A. Baldacci, C. Rivero, O. Sicardy, P. Boivin, J.S. Micha and O. Thomas, AIP Conference Proceedings 817, 205 (2006).
4. M. Kasbari, C. Rivero, S. Blayac, F. Cacho, O. Bostrom and R. Fortunier, MRS Symposium Proceedings 990, 241-246 (2007).

Poster

Daveau Gaël
LEM/ONERA-CNRS Chatillon

Auteurs : G. Daveau, B. Devincere, O. Robach

Etude de la plasticité induite par compression dans un bi-cristal de cuivre :

Dans le but d'étendre au polycristal un modèle de simulation de la déformation plastique, basé sur la mesure des densités de dislocations et les éléments finis, nous étudions la déformation plastique de bicristaux de cuivre.

Des mesures par microdiffraction des rayons X ont ainsi été menées à l'ESRF sur un bicristal de cuivre en compression. Les rotations et déformations du réseau cristallin ont été mesurées à l'état initial et à trois étapes de chargement par le biais d'une cartographie de 50 lignes de 101 points, avec un pas de 5 microns.

Les déformations macroscopiques de l'échantillon ont été analysées en fin d'expérience par corrélation d'images, et les systèmes de glissement mis en jeu ont notamment été identifiés. Plusieurs hypothèses expliquant les hétérogénéités de déformation observées ont ainsi pu être émises.

Parallèlement à ces caractérisations macroscopiques, les clichés de microdiffraction ont été analysés notamment du point de vue des désorientations locales du réseau et de l'étude de la largeur des taches de diffraction. Une corrélation entre ces résultats et les caractérisations macroscopiques de la déformation a ainsi été rendue possible.

Poster

Kirchlechner Christoph

Austrian Academy of Sciences, Jahnstrasse 12, 8700 Leoben, Autriche

Auteurs : C. Kirchlechner 1,2 , S. Labat³, J.-S. Micha^{4,5}, O. Ulrich^{4,5}, O. Thomas³, J. Keckes², G. Dehm^{1,2}

¹Erich Schmid Institute of Materials Science, Austrian Academy of Sciences, A-8700 Leoben, Austria

²Department of Materials Physics, Montanuniversität Leoben, A-8700 Leoben, Austria

³TECSEN, UMR CNRS 6122, Université Paul Cézanne, Faculté des Sciences et Techniques de St Jérôme, 13397 Marseille Cedex 20, France

⁴CEA-Grenoble/ Institut Nanosciences et Cryogénie, 38054 Grenoble Cedex 9, France

⁵CRG-IF BM32 at ESRF, BP 220, 38043 Grenoble Cedex 9, France

Micro Tensile Tests: New insights based on μ Diffraction

It was shown in a number of studies that the mechanical properties of single crystals become size-dependent in the micrometer and sub-micrometer regime, even when strain gradient effects are minimized in uniaxial loading.

Regardless of the different experimental conditions and materials [e.g. Schneider 2008], an unexpected increase in strength with reduced sample dimension was observed. Recently, a new technique to perform micro-tensile tests was developed [Kiener 2008], which possesses several benefits compared to other testing setups like micro-compression or bending experiments, including a more homogenous sample deformation. Besides limitations caused by the inhomogeneous strain distribution during mechanical testing, there is still a clear demand for in-situ observation techniques enabling the characterization of dislocation activities like dislocation multiplication or starvation. Micro Laue diffraction offers a unique possibility to study crystal rotations and diffraction peak streaking, which can directly be correlated to the storage of excess dislocations.

Therefore, we have strained micron sized single crystalline copper tensile specimens inside a SEM. In addition, synchrotron X-ray microdiffraction was used to characterize structural properties of a micro-tensile specimen. An analysis of peak streaking directions indicated that single slip is the dominating deformation mechanism at low strains. At higher strains multiple slip accompanied by the formation of subgrains was observed.

Poster

Hofmann, Felix

Department of Engineering Science, University of Oxford, Parks Road, Oxford, OX1 3PJ, UK

Auteurs : F Hofmann, X Song, I Dolbnya, B Abbey, AM Korsunsky

Deformation in polycrystalline materials does not occur uniformly in the constituent grains, but shows strong inter- and intra-granular variations. Local deformation response depends on lattice orientation, anisotropic elastic-plastic properties, hardening and damage behaviour, as well as the microstructural neighbourhood. Understanding of these complex interactions is vital for the construction and validation of crystal plasticity models, the introduction of mesoscopic deformation effects into polycrystal models and the fundamental understanding of the material's deformation behaviour. Micro-beam Laue diffraction provides an excellent tool for the study of inter- and intra-granular deformation, allowing measurements within the bulk of the material which would be impossible by other methods.

This poster presents some first results from a novel micro-beam Laue diffraction setup recently developed on the B16 test-beamline at the Diamond Light Source (DLS), UK. Maps covering several grains were collected from a large grained Ni sample at a sequence of deformation steps, characterise mesoscopic deformation behaviour. Here presented are maps of lattice orientation found by indexation using the XMAS code. Ultimately the dataset will hopefully allow the deduction of lattice elastic strains and hence allow a direct comparison between crystal plasticity models and experimental behaviour.

Poster

Robach Odile

CEA-Grenoble, DSM / INAC / SP2M / NRS

Auteurs : O. Robach⁽¹⁾, J.-S. Micha⁽²⁾, O. Ulrich⁽¹⁾, X. Biquard⁽¹⁾, F. Rieutord⁽¹⁾, P. Gergaud⁽³⁾, O. Castelnaud⁽⁴⁾, R. Chiron⁽⁴⁾, C. Le Bourlot⁽⁴⁾, D. Faurie⁽⁴⁾

^(1,2) CEA-Grenoble 17, rue des Martyrs, 38054 Grenoble cedex 9, ⁽¹⁾ DSM / INAC / SP2M / NRS, ⁽²⁾ DSM / INAC / SP2M / LASSO, ⁽³⁾ CEA, LETI, MINATEC, F38054 Grenoble, France., ⁽⁴⁾ LPMTM-CNRS, université Paris 13, av JB. Clément, 93430 Villetaneuse

Microdiffraction X en faisceau blanc et monochromatique sur la ligne CRG-IF BM32 à l'ESRF : développements récents

Dans cette contribution, nous reviendrons sur l'expérience acquise au cours des trois premières années de fonctionnement de l'instrument de microdiffraction installé en 2006.

La technique consiste à balayer en x - y un échantillon polycristallin devant un faisceau de rayon X polychromatique (dit blanc) de section (sub)micrométrique, en enregistrant sur un détecteur 2D placé autour de $2\theta=90^\circ$, les diagrammes de Laue produits par les grains éclairés. On peut ainsi cartographier en 2-D, avec une résolution spatiale de l'ordre du micron, l'orientation cristalline au voisinage de la surface d'un matériau polycristallin. Le mode faisceau blanc permet de plus d'accéder à la partie déviatorique du tenseur des déformations élastiques (cad les paramètres de maille locaux b/a , c/a , α , β , γ) avec une précision relative de l'ordre de 10^{-4} (obtenue pour les grains "bien cristallisés") en analysant finement la position relative des centres des taches du diagramme de Laue. La visualisation simultanée d'un grand nombre de taches permet aussi d'analyser la distribution d'orientation et/ou de déformation à l'intérieur des grains plastifiés, à partir des élongations/éclatements des taches (microdéformation et/ou microdésorientation). La dilatation de la maille est accessible au moyen d'une mesure complémentaire de l'énergie d'une ou de plusieurs taches de Laue. Pour cela, on monochromatise le faisceau incident et on mesure l'énergie incidente donnant le maximum d'intensité dans la tache sélectionnée.

Un important travail d'amélioration de l'instrument et des méthodes de mesure a été effectué. Il a notamment porté sur :

- la réduction des vibrations pour diminuer la taille du faisceau
- le développement de l'interface utilisateur pour accélérer les réglages de focalisation du faisceau et le préalignement des échantillons à l'aide d'un microscope optique
- la maîtrise du mode monochromatique, pour obtenir une bonne stabilité du faisceau sur une plage d'énergie étendue, et une reproductibilité de la taille et de la position du faisceau lors du passage blanc-monochromatique
- le test d'une méthode alternative pour la mesure de dilatation, via la mesure directe de l'énergie des taches en faisceau blanc, avec un détecteur possédant une résolution en énergie.
- le développement des mesures in situ avec différents environnements d'échantillon (four, machine de traction, banc de test électrique)

Au niveau de l'analyse des données, l'action a également progressé, notamment sur :

- le développement d'outils pour visualiser et analyser les données en faisceau blanc (indexation des taches, calibration de la géométrie expérimentale, ajustement des déformations élastiques, simulation "multi-maille" des déformations-désorientations plastiques, recherche automatique de macles) et en faisceau monochromatique (profils d'énergie).
- le test des performances de la chaîne de mesure (et d'analyse) en terme de précision sur les mesures de déformation. Pour cela, des mesures ont été effectuées sur un polycristal isotrope, pour lequel on sait prévoir l'effet local d'une contrainte macroscopique appliquée.

Parmi les projets, on peut citer l'achat d'un nouveau détecteur 2D, d'un nouveau jeu de miroirs focalisants pour diminuer la taille du faisceau (quelques 0,1 microns) et augmenter le flux incident, la construction d'un système pour rajouter de la résolution spatiale le long du faisceau, et le traitement des données en ligne (indexation).