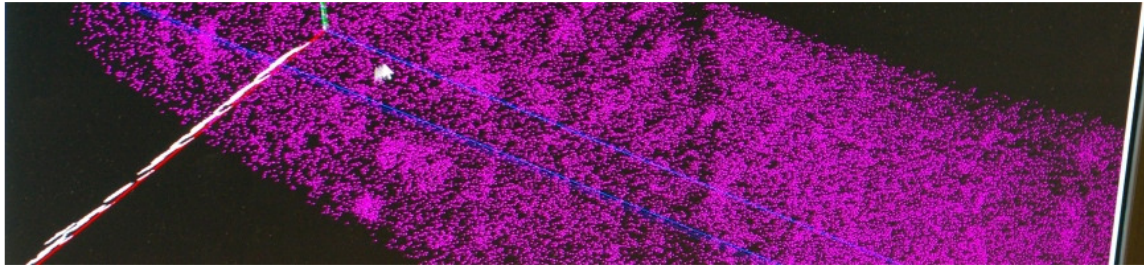
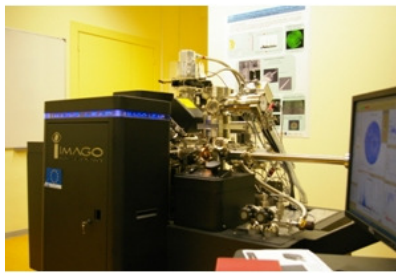


Sonde atomique tomographique (*Equipe Réactivité et Diffusion aux Interfaces*)



Im2np

Institut Matériaux Microélectronique Nanosciences de Provence
UMR 6242 CNRS, Universités Paul Cézanne, Provence et Sud Toulon-Var



Appareil cofinancé par :
Conseil Régional, Conseil Général des Bouches-du-Rhône, FEDER, CNRS,
UPCAM, ANR



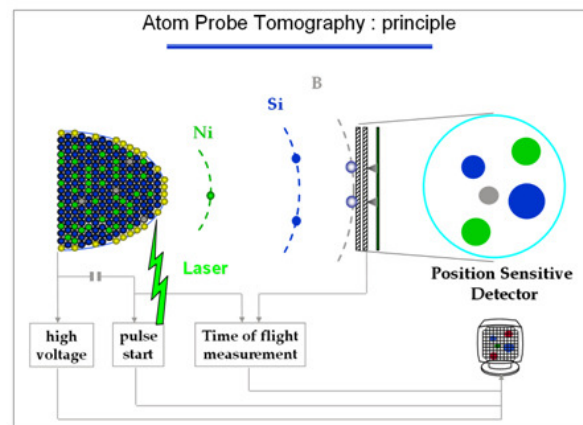
L'instrumentation et la métrologie sont des facteurs clés pour le développement des nanosciences et des nanotechnologies ou simplement la réalisation de dispositifs donnant accès à des tolérances de l'ordre du nanomètre.

Très peu de techniques sont capables de caractériser les nanomatériaux. La **sonde atomique tomographique** (SAT en français ou TAP en anglais) est un instrument permettant d'obtenir une image tridimensionnelle de la distribution des atomes avec une résolution spatiale de quelques angströms. Cette technique unique permet de reconstruire un petit morceau de matériau, atome par atome, dans les trois dimensions de l'espace.

Les nouvelles générations de sonde atomique tomographique assistées par laser permettent aujourd'hui la caractérisation des matériaux isolants et semiconducteurs (impossible avec la génération de sonde précédente). C'est devenu un outil incontournable pour la résolution de nombreux problèmes en sciences des matériaux, en particulier dans le domaine de la microélectronique.

Cet équipement est complété par un système de nano-usinage (focused ion beam -FIB- dual beam) permettant préparation, manipulation et analyse d'échantillons pour la sonde atomique.

Principe



La **sonde atomique tomographique** est un instrument d'imagerie analytique des matériaux en trois dimensions et à l'échelle atomique.

Elle repose sur le phénomène d'évaporation par effet de champ. L'échantillon à analyser est taillé sous la forme d'une pointe de rayon de courbure très faible, voisin de 100 nm. Sous l'effet du potentiel (quelques kV) appliqué à cette pointe, le champ électrique de surface est suffisant pour arracher les atomes de l'échantillon qui sont ionisés et projetés sur un détecteur sensible en position et résolu en temps. En prenant soin d'appliquer une fraction du potentiel sous forme d'une brève impulsion électrique (1ns), il est possible d'identifier la nature chimique des atomes détectés par spectrométrie de masse à temps de vol. Le microscope à projection que constitue le TAP possède un grandissement de plusieurs millions si bien qu'en effectuant une simple projection inverse, il est possible de reconstituer chaque couche atomique évaporée avec une précision quasi atomique. En empilant les images de chaque couche évaporée, on obtient une image 3D des atomes présents dans le volume de matériau détruit atome par atome et intercepté par le détecteur.

Cette image informatique reconstruite est ensuite utilisée pour analyser les phénomènes à l'échelle atomique. Cette technique a naturellement trouvé sa place dans l'investigation des phénomènes de ségrégation, de diffusion aux interfaces, de mise en ordre... phénomènes qui se produisent à l'échelle atomique et qui échappent souvent à l'acuité des techniques d'analyse conventionnelles.

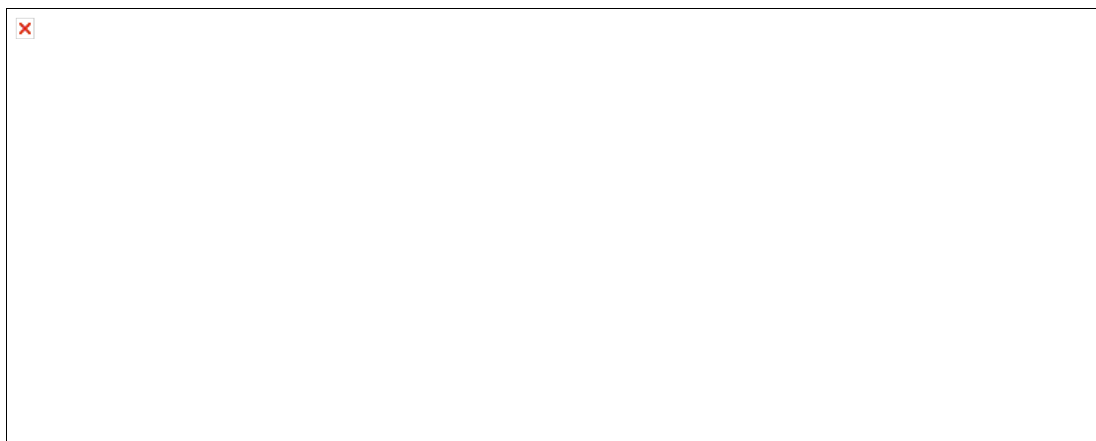
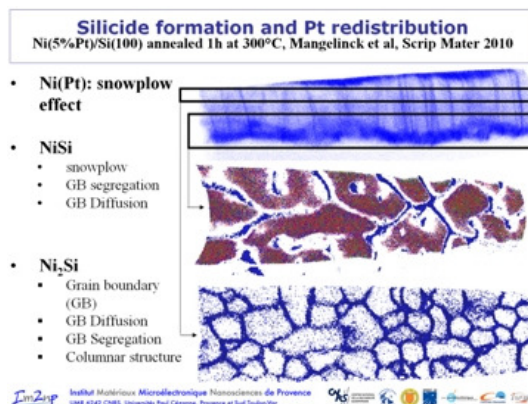
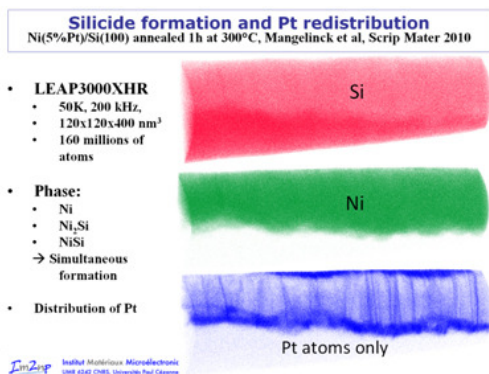
Jusqu'à récemment, cette technique était limitée aux matériaux électro-conducteurs et n'était donc pas applicable à l'analyse des nombreux matériaux développés pour la nanoélectronique. L'utilisation récente des impulsions laser femtosecondes a ouvert le champs à l'**analyse des matériaux non-métalliques (semiconducteurs, oxydes,**

...).

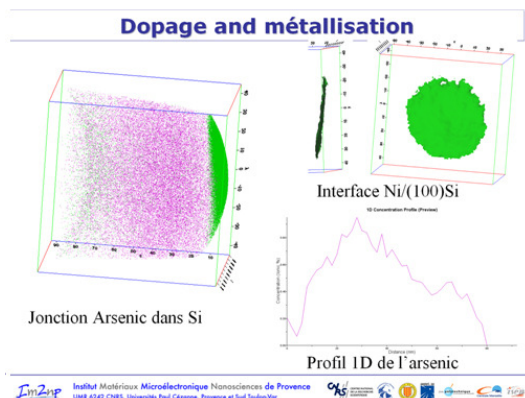
Applications

Quelques exemples obtenus par l'équipe RDI de l'IM2NP.

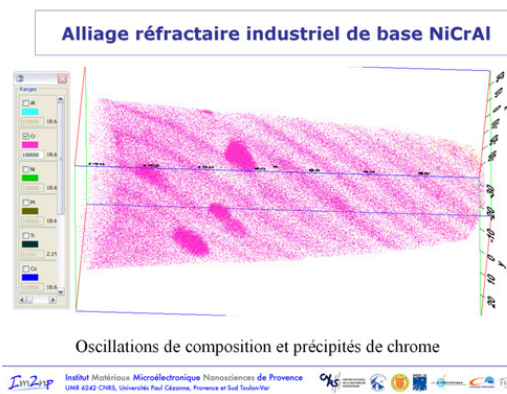
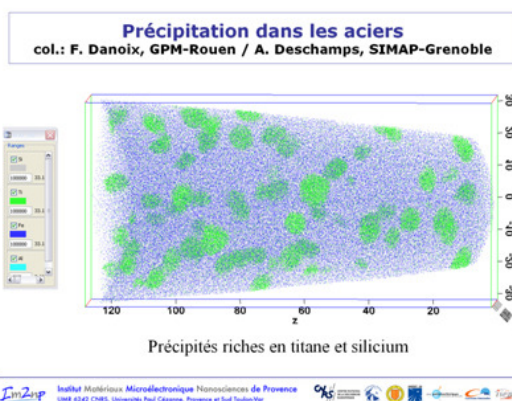
Microélectronique



Dopants



Métallurgie



Technique complémentaire : La microscopie ionique

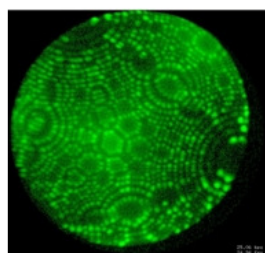


Image de la surface d'une pointe de tungstène par microscopie ionique.

Programmes, réseaux

- Plateau technologique de l'Université Paul Cézanne
- CIM-PACA (Plateforme Intégrée de Microélectronique de la région PACA, groupe ARCSIS)

Sonde atomique tomographique (LEAP 3000XHR) et FIB (FEI Helios).

Responsable instrument :

Dr Marion DESCOINS
+33 (0) 491 28 89 54
mail marion.descoins@im2np.fr



Responsable scientifique :

Dr Dominique MANGELINCK
+33 (0) 491 28 89 86
mail dominique.mangelinck@im2np.fr

Chercheurs :

Dr Rachid DAINECHE +33 (0) 491 28 89 53

Dr Khalid HOUMMADA (Electroérosion, FIB, SAT) +33 (0) 491 28 89 54

Dr Carine PERRIN (FIB, SAT) +33 (0) 491 28 89 22

Dr Alain PORTAVOCE (FIB, SAT) +33 (0) 491 28 28 04