

## **Programme des Ateliers**

### **1 ► Holographie in line en version simplifiée**

(Intervenante : Patricia Donnadiou - Laboratoire Simap - Grenoble)

### **2 ► Analyse des défauts et Indexation des clichés de diffraction**

(Intervenante : Anne Joulain - Institut Pprime - Poitiers)

### **3 ► Digital Micrograph Scripting Workshop**

(Intervenants : Bernhard Schaffer et Vincent Richard - Société Gatan)

### **4 ► JEOL Tools**

(Intervenant : Hiromitsu Furukawa - Société Jeol Ltd.)

### **5 ► Traitement d'image : initiation au filtrage**

(Intervenant : Henri-Pierre Brau - Institut de Chimie Séparative de Marcoule)

### **6 ► Simulations d'images STEM**

(Intervenant : Williams Lefebvre – Groupe de Physique des Matériaux - Rouen)

Détails en page suivante

## Atelier N°1

### Holographie in line en version simplifiée

par Patricia DONNADIEU

(Laboratoire SIMAP / CNRS / INP Grenoble)

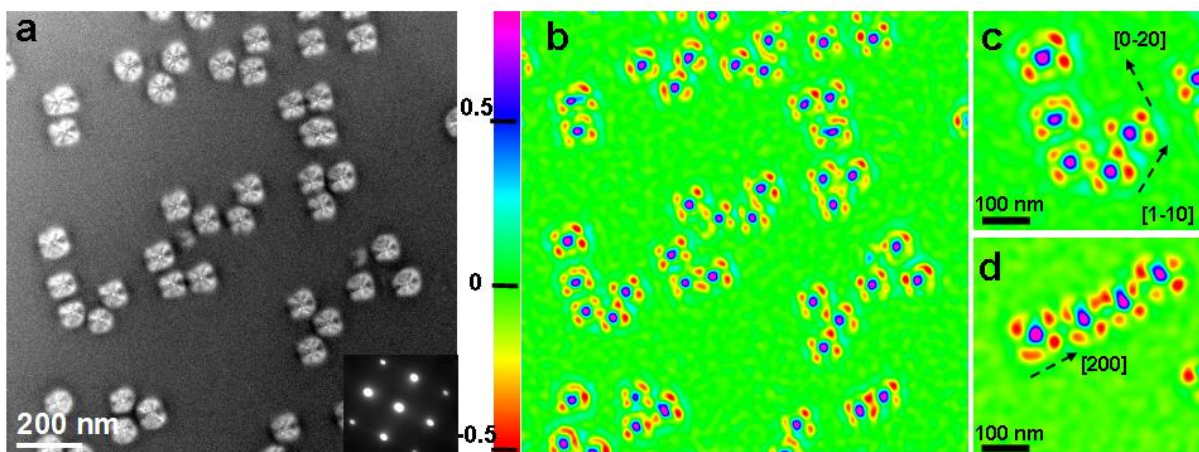
L'holographie vise à extraire le déphasage de l'onde électronique résultant de la traversée de la lame mince. Ce déphasage est sensible aux aspects structuraux et chimiques : nature et position des atomes mais aussi champs électriques et magnétiques locaux. C'est pourquoi l'holographie électronique suscite un fort intérêt pour la caractérisation structurale et fonctionnelle des matériaux.

L'holographie électronique est une méthode, ancienne dans son principe, mais pratiquée couramment seulement depuis une dizaine d'années dans un mode dit off axis qui requiert des machines dédiées, des accessoires spécifiques et des réglages fins. Il est cependant possible d'utiliser une autre approche : série focale suivie d'un traitement numérique. Cette approche a l'avantage de ne nécessiter aucun accessoire, mieux il est possible d'en proposer une version simplifiée de résolution nanométrique réalisable sur des équipements MET standards.

Après une brève introduction de la méthode, nous proposons d'examiner sa mise en œuvre (calcul sur images, scripts sur Digital Micrograph ou ImageJ) sur différents systèmes : nanoparticules métalliques, nanostructures semi-conducteurs, défauts ...

L'effet des paramètres d'acquisition et de traitement sur la résolution et les valeurs de phase extraites sera discuté sur des exemples. A fin d'évaluation des possibilités, les séries focales proposées par les collègues sont les bienvenues.

#### Un exemple d'application à des nanopyramides SiGe déposées sur substrat Si élaborées par MBE à l'IM2NP (I. Berbezier *et al*)



- a) vue plane en TEM-BF de nano-pyramides SiGe
- b) Image de phase obtenue par le traitement d'holographie *In line* en version simplifiée : en déphasage positif (bleu-violet), partie centrale des nanopyramides ; en déphasage négatif (rouge) des zones associées à des déformations locales, c) and d) zooms sur l'image de phase suggérant des modes d'auto-organisation selon des directions cristallographiques

## Atelier N°2

### **Analyse des défauts et Indexation des clichés de diffraction**

par Anne JOULAIN

(Institut Pprime / CNRS / Poitiers)

#### **Analyse des défauts microstructuraux par microscopie en faisceaux parallèles**

##### **Indexation des clichés de diffraction**

La microscopie en faisceau parallèle permet l'analyse quantitative des défauts microstructuraux tels que les dislocations et défauts d'empilement. En illuminant l'échantillon dans différentes conditions de diffraction choisies, il est possible d'avoir accès à certaines caractéristiques de ces défauts : vecteur de Burgers et direction de ligne d'une dislocation, vecteur faute et plan de faute d'un défaut d'empilement. Les défauts sont imagés en sélectionnant des ondes diffractées particulières ce qui nécessite d'une part de pouvoir orienter l'échantillon de façon contrôlée dans le microscope et de pouvoir indexer les différents clichés de diffraction et les ondes utilisées.

L'objectif de cet atelier est de se familiariser avec l'indexation de clichés de diffraction électronique : après quelques brefs rappels sur la diffraction électronique, nous verrons pratiquement plusieurs cas de différentes structures cristallines (cubiques, hexagonales...). Dans un deuxième temps, nous reviendrons sur le champ de déplacement des défauts à l'origine de leur contraste en faisceau parallèle et verrons comment interpréter les images afin d'en extraire les informations microstructurales.

## Atelier N°3

### **Digital Micrograph Scripting workshop**

**par Bernhard Schaffer et Vincent Richard**

*(Société Gatan - Munich et Evry)*

Scripting is a powerful extension to Digital Micrograph every user should at least be aware of. It can be both used as a very simple and quick tool for computations and data treatment, and as a simplified programming platform to create new tools for automation, data analysis and even hardware control directly from within Digital Micrograph. In this 2 hrs workshop we will give a basic introduction into scripting at beginner-level (no programming knowledge required) and demonstrate how simple scripts can be used to ease every-day data handling in Digital Micrograph. Examples of scripted tools will be given. Depending on the knowledge level and interest of participants, more complex concepts such as user dialogs, object-oriented scripting, and hardware control will also be discussed. The workshop will be held using the latest version of Digital Micrograph (GMS 3.1) and participants are encouraged to bring along their own laptops for a better learning-by-doing experience. Following the workshop with older GMS versions is possible with minor limitations.

Atelier N°4

**JEOL Tools**

**par Hiromitsu Furukawa**

*(Société Jeol Ltd. - Japon)*

Segmentation 3D, Particle analysis in 3D

TEMography (Composer and Visualiser-Kai) : Reconstruction 3D from tomogram, Visualisation 3D

Stack n Viz : Reconstruction 3D from sequential slices.

Shot Meister photo montage avec la platine

## Atelier N°5

### **Traitement d'image : initiation au filtrage**

par **Henri-Pierre BRAU**

*(Institut de Chimie Séparative de Marcoule - CEA / CNRS / Marcoule)*

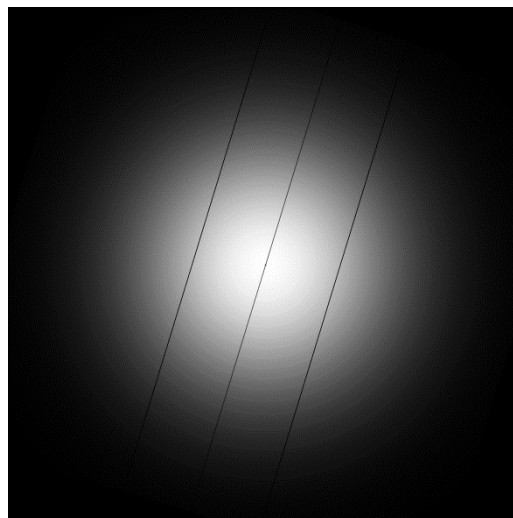
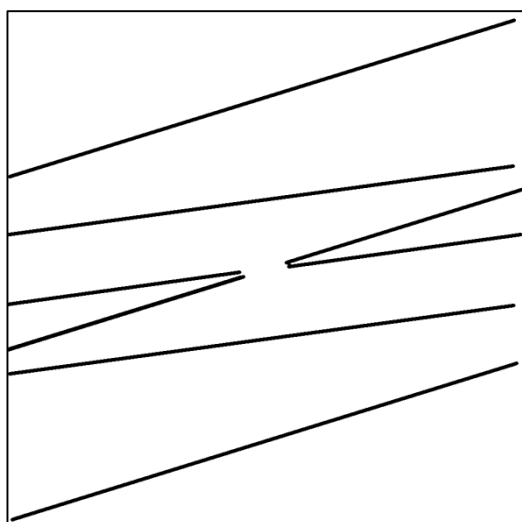
Le traitement d'image correspond généralement à un besoin exprimé de récupérer une grandeur d'intérêt qualitatif ou quantitatif. Les contrastes des images acquises contiennent plusieurs types d'informations très souvent bruitées, mélangées entre elles.

L'intérêt de séparer celles-ci implique de recourir à différentes étapes de traitement de l'image dont plus particulièrement le filtrage, la normalisation des contrastes et le débruitage.

L'essor du traitement d'image est récent et suit le développement des techniques numériques récentes, rendues possibles par l'augmentation des puissances de calcul et des espaces mémoires. De nombreux algorithmes autorisent les traitements les plus variés pour répondre à des problèmes complexes comme la segmentation adaptative issue des techniques de criblage de données (Data mining, Big Data).

Un rappel des propriétés d'une image numérique acquise en MET et en STEM sera effectué avant de poursuivre par les techniques de filtrage et de débruitage. L'atelier utilisera le logiciel open-source Fiji, compatible avec toutes les plateformes 32 ou 64 bits et toutes les OS Linux, Windows ou Mac. Les techniques utilisées sont transposables dans Digital Micrograph. Afin d'évaluer les possibilités, les images proposées par les collègues sont les bienvenues.

#### **Exemples de filtre dans l'espace de Fourier**



## Atelier N°6

### **Simulations d'images STEM**

**par Williams Lefebvre**

*(Groupe de Physique des Matériaux - CNRS / Rouen)*

The high angle annular dark field (HAADF) STEM technique is commonly referred to as a “Z-contrast” imaging mode. However, since it is not free of artifacts, it is often mandatory to perform image simulations as soon as quantitative information needs to be extracted.

The aim of this practical is to provide an introduction to common tools enabling image simulations in HAADF-STEM mode. The physical principle of this technique will be introduced as well as potential artifacts. The way to operate simple simulations with the QSTEM software (provided par Pr. Christoph Koch and which can be downloaded at <http://qstem.org/>) will be presented. Illustrations of HAADF-STEM image quantification and comparison with simulated data will also be introduced.