
Programme de Formation

Microscopie électronique en transmission appliquée à la science des matériaux



Organisation

Durée : 37 heures

Mode d'organisation : Présentiel

Contenu pédagogique

Public visé

Le niveau théorique est BAC+3 dans un domaine lié à la physique ou à la chimie des matériaux. Le côté pratique ne demande pas de compétences préalables. La formation s'adresse à des ingénieurs (entreprise ou domaine public), doctorants et chercheurs dans le domaine de la science des matériaux, depuis la métallurgie jusqu'aux composants de puces électroniques, nanomatériaux et minéralogie.

Objectifs pédagogiques

- Comprendre les constituants d'un microscope électronique en transmission et leur utilité
- Appréhender la formation des différents contrastes présents dans les images
- Mettre en œuvre la diffraction électronique dans le microscope
- Exploiter les images à l'aide de logiciels dédiés
- Découvrir les techniques HRTEM et STEM

Description

Le scénario pédagogique consiste à introduire successivement les « briques » nécessaires pour arriver aux objectifs de la formation. De ce fait, les notions abordées chronologiquement durant la semaine sont les suivantes, avec leur justification pédagogique :

1er jour :

Le côté « historique » de la microscopie est introduit, de manière à mieux comprendre l'appareil en lui-même. S'ensuit une discussion autour de l'appareil, absolument nécessaire pour donner une réalité aux notions davantage théoriques qui sont abordées les autres jours. La journée se termine par un rappel de quelques notions de cristallographie, de façon à introduire les notations qui seront utilisées dans le cours de diffraction.



2e jour :

Le cours sur la diffraction électronique arrive assez tôt dans la semaine, de manière à construire ensuite tout le discours sur le lien entre les contrastes observés dans les images et la diffraction électronique. Ce cours est divisé en deux parties. Le matin est consacré aux notions théoriques sur la diffraction et à son formalisme.

Une série de trois sessions tournantes de travaux pratiques complète la journée. Le premier sujet consiste à appliquer au microscope les notions de diffraction vue en cours le matin, en commençant par un niveau de difficulté raisonnable. Les deux autres sujets visent à maîtriser les réglages de l'appareil : 1/ comprendre et réaliser l'alignement des lentilles du microscope, 2/ régler correctement le microscope de manière à optimiser l'acquisition de clichés de diffraction. Ces deux sujets sont essentiels pour, les jours suivants, réaliser correctement l'acquisition des données.

3e jour :

La journée commence par la seconde partie du cours de diffraction, entièrement dédiée à l'utilisation de la diffraction électronique pour produire des contrastes interprétables en lien avec la microstructure de l'échantillon. La journée se poursuit avec deux séances de travaux pratiques au microscope : 1/ application directe des notions sur la diffraction abordées dans le cours du matin, et 2/ une session où se sont en majorité les participants qui manipulent le microscope de façon à prendre confiance, avec un focus sur les réglages propres à la caméra du microscope. La session de travaux dirigés vise la prise en main des principaux logiciels-métiers utilisés pour l'analyse des données de microscope électronique en transmission.

4e et 5e jours :

Après ces trois premiers jours, les participants sont opérationnels pour mettre en œuvre et utiliser en confiance le microscope dans les modes « image » et « diffraction ». Les deux derniers jours sont consacrés à l'analyse des données et à l'introduction à la microscopie électronique haute résolution. Le mode « STEM » est aussi abordé mais plutôt sous la forme d'une démonstration. Les techniques reposants sur les interactions inélastiques électrons-matière figurent plutôt dans le module 2 de la formation, ainsi qu'une approche plus poussée du mode STEM, souvent associé aux méthodes analytiques.



Prérequis

- Formation en langue française
- Aisance avec l'outil informatique
- Minimum Bac+3 dans un domaine lié à la physique ou à la chimie des matériaux



Modalités pédagogiques

Cours : 9h / TD : 5h / TP : 20h / Introduction et bilan : 1h.

L'ensemble de la formation est en présentiel.

Les cours, ainsi que pour 3h de TP, les participants sont en groupe entier. Pour les heures de TD et les 17h de TP restantes, les participants sont en trois groupes de 3 à 4 personnes. Un intervenant est prévu à chaque fois, que ce soit cours, TD ou TP, sauf les heures d'introduction et de bilan de la formation. La majorité des enseignants est présente pour les repas de midi ou les pauses café, de façon à favoriser les interactions.



Moyens et supports pédagogiques

La formation de microscopie électronique en transmission bénéficie de l'environnement très favorable sur le campus de La DOUA. Trois microscopes électroniques à transmission sont mis en œuvre au cours de la formation.

Les participants doivent amener absolument leur propre ordinateur portable. La liste des logiciels utilisés figure ci-dessous. Un astérisque repère ceux dont l'installation doit être réalisées par les participants AVANT le début de la formation :

- Digital Micrograph version gratuite SI (*)
- Carine Crystallography
- VESTA
- CrystBox
- Python (*)

L'ensemble des cours et polycopiés de TD et de TP est mis à disposition des participants au format PDF, sans impression papier.



Modalités d'évaluation et de suivi

Un suivi individualisé par des évaluations formatives est assuré. Une attestation de suivi de formation est délivrée à la fin du parcours.



Informations sur l'admission

L'admission à cette formation ne fait l'objet d'aucun examen, test ou sélection préalable ; l'inscription est validée après réception du dossier complet et confirmation par l'organisme de formation.



Informations sur l'accessibilité

Notre organisme s'engage à garantir l'accessibilité de ses formations à distance ou en présentiel aux personnes en situation de handicap. Un référent handicap est mobilisable afin d'analyser les besoins spécifiques et de mettre en place, lorsque cela est possible, les adaptations pédagogiques, techniques ou organisationnelles nécessaires.