

# CARACTÉRISATION DES COUCHES MINCES PAR RAYONS X

3,5 JOURS

2 400 EUROS

4-8 PERSONNES

GRENOBLE



## OBJECTIFS

- Connaître les principes physiques associés aux techniques de diffraction des rayons X et de réflectométrie X
- Appréhender les spécificités des mesures de diffraction des rayons X en incidence rasante et de réflectométrie X sur les films minces
- Acquérir une première expérience pratique permettant de choisir les conditions opératoires les mieux adaptées au matériau étudié
- Savoir traiter et interpréter les données expérimentales

## LES + DE LA FORMATION

- Près de la moitié de la formation se déroule sous forme de travaux pratiques en petits groupes (maximum 5 personnes sur un instrument). Pendant ces parties pratiques, une co-animation est de plus assurée afin de permettre une réelle aide personnalisée dans l'apprentissage.
- Au cours de la formation, un panel d'échantillons variés, nécessitant des conditions opératoires différentes, est étudié.
- Il est possible de travailler sur son propre échantillon si celui-ci est envoyé aux formateurs au moins 2 semaines avant le début de la formation.

## ATOUTS PÉDAGOGIQUES

Cette formation est organisée en collaboration avec l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires (INSTN). Elle s'appuie sur les moyens techniques mis à disposition par Grenoble INP - UGA au travers de sa plateforme de caractérisation des matériaux, le CMTc (Consortium des Moyens Technologiques Communs) qui regroupe différents diffractomètres de rayons X, un PANalytical X'Pert Pro MPD et un Rigaku Smartlab, dotés des optiques adaptées à ces techniques.

Les intervenants sont des ingénieurs permanents de la plateforme CMTc et du CEA LETI, spécialistes de ces techniques d'analyse.



# PROGRAMME

## 1- DIFFRACTION X EN INCIDENCE RASANTE COPLANAIRE

- Rappels de cristallographie et de radiocristallographie,
- Rappels sur l'analyse de phase,
- Diffraction des rayons X en incidence rasante,
- Montage faisceau parallèle / montage Bragg-Brentano,
- Spécificités de la diffraction des rayons X en incidence rasante : profondeur de pénétration, analyse des contraintes mécaniques et impact sur l'analyse de texture.
- Introduction à la diffraction X en incidence rasante non coplanaire, dite « in plane ».

## 2- RÉFLECTOMÉTRIE X

- Principes et intérêts de la réflectométrie X aux petits angles,
- Diffusion spéculaire / hors spéculaire,
- Les relations fondamentales de la réflectométrie X en mode spéculaire,
- Mesures de densité, d'épaisseur\* et de rugosité ; Applications substrat / films minces / multicouches,
- Introduction à la diffusion des rayons X hors direction spéculaire,
- Choix des configurations expérimentales.

\* la gamme d'épaisseur accessible en réflectométrie X s'étend de quelques nm à quelques centaines de nm (submicronique).

L'étude spécifique des films minces épitaxiés / échantillons monocristallins n'entre pas dans le cadre de cette formation.

## SUJETS TRAITÉS LORS DES TRAVAUX PRATIQUES (JOUR 3 MATIN ET JOUR 4)

Pour la diffraction des rayons X en incidence rasante coplanaire puis la réflectométrie X :

- Procédures d'alignement,
- Choix des conditions opératoires et acquisition de données,
- Traitement des données et interprétation.

## POUR QUI ?

Cette formation s'adresse à des chercheurs, ingénieurs, ou techniciens supérieurs de laboratoires publics ou industriels, travaillant dans le domaine des matériaux, souhaitant mettre en œuvre ces techniques de caractérisation des couches minces par rayons X ou en exploiter les résultats. Des secteurs aussi variés que les semi-conducteurs, le traitement des surfaces, la galvanoplastie... sont par exemple concernés.

**Pré-requis** : connaissances de base sur la structure de la matière (niveau bac+2). Même si les principes de base sont rappelés lors du stage, une connaissance préalable, voir une pratique de la diffraction des rayons X sur poudre sont un plus pour profiter de la formation.

**Sanction de la formation** : attestation de fin de formation et attestation de présence.

## CONTACT ET INSCRIPTION

**Katia Plentay**

04 76 57 45 03

[formation-pro.stages@grenoble-inp.fr](mailto:formation-pro.stages@grenoble-inp.fr)

**Grenoble INP - UGA, Formation Pro**

46 avenue Félix Viallet  
38031 Grenoble Cedex 1

[formation-pro.grenoble-inp.fr](http://formation-pro.grenoble-inp.fr)