Microscopie Electronique en Transmission (MET)

SCIENCE ET SURFACE
Filiale de SERMA TECHNOLOGIES

SPECIFICATIONS

- Etude de la **microstructure des matériaux et analyse des interfaces à haute résolution spatiale**
- Grossissement 2 000 à 600 000 (ou plus sur microscope JEOL 2010 F) :
  - **Analyse élémentaire quantitative** (précision ~ 10-20 %) par :
    - **Spectroscopie des rayons X** (EDX : Energy Dispersive X-ray analysis)
    - **Spectroscopie de perte d'énergie des électrons transmis** (EELS : Electron Energy Loss Spectroscopy)
  - Etude des **liaisons chimiques** (**EELS**)
  - Imagerie chimique à haute résolution latérale (0,5 nm) à l'aide d'un microscope équipé d'un filtre en énergie.
- **Epaisseur de l'échantillon inférieure à 100 nm** : si nécessaire, préparation de lames minces par ultramicrotomie, amincissement ionique ou électrolytique, FIB, ...
- Possibilité d'analyse cryogénique (échantillon refroidi à la température de l'azote liquide)
- Analyse sous **vide secondaire** pour l'analyse d'échantillons **solides**.

PRINCIPE

Une source (émission thermique ou émission de champ) et un système "lentilles magnétiques + diaphragmes" permettent de focaliser un faisceau d'électrons monocinétiques sur l'échantillon.
La **taille de sonde minimale peut atteindre quelques Å** (source à effet de champ).

Le faisceau d'électrons, d'une énergie de quelques centaines de keV, va traverser l'échantillon et provoquer des excitations variées.
Les principaux signaux générés sont les suivants : électrons primaires transmis ou diffusés élastiquement (sans perte d'énergie) ou inélastiquement (avec perte d'énergie), électrons rétrodiffusés, électrons secondaires, et lors des processus de désexcitation, électrons Auger, photons X, photons visibles (cathodoluminescence).

Les applications "conventionnelles" de la MET sont les suivantes :

- **Imagerie** (en champ clair et en champ sombre) : étude de la morphologie et de la **structure**,
- **Diffraction** électronique : **étude cristallographique**.

Outre ces applications, il est possible de tirer parti de l'interaction électrons/matière pour réaliser des **analyses chimiques locales,** on parle alors de **microscopie électronique analytique**.

Deux techniques sont utilisées :

- La spectroscopie de pertes d'énergie des électrons transmis (**EELS** = Electron Energy Loss Spectroscopy) étudie les variations d'énergie des électrons après la traversée de l'échantillon et leur interaction avec la matière (entre autres excitation des électrons de cœur),
- La spectroscopie des rayons X (**EDX** = Energy Dispersive X-ray analysis) étudie la désexcitation des atomes de l'échantillon par émission de photons X (leur énergie est caractéristique des atomes excités dont ils sont issus).

Ces **deux spectroscopies** conduisent à des **analyses élémentaires** (seuil de détection de l'ordre du % atomique, précision 15-20 %). La spectroscopie **EELS** offre de plus la possibilité d'obtenir des informations sur les **liaisons chimiques** (étude des structures fines des seuils et/ou des déplacements en énergie des seuils).

Sur certains microscopes équipés de filtres en énergie, il est également possible d'obtenir une image en sélectionnant les électrons qui ont perdu une énergie précise (énergie correspondant à l'excitation d'une couche électronique donnée d'un élément donné). Il est ainsi possible de réaliser des **cartographies chimiques à haute résolution** spatiale (0,5 nm).