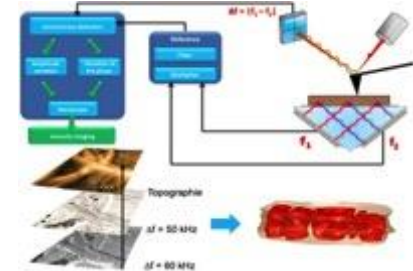




# SONDES LOCALES AFM



## CONTEXTE

Ces techniques, couplées à une microscopie à force atomique (AFM) constituent des outils innovants pour accéder à des paramètres morphologiques, chimiques et physiques qui ouvrent de nouveaux horizons dans le cadre de l'expertise fine des matériaux et molécules. Les secteurs d'investigation couvrent un panel très étendu de composés, des matériaux jusqu'aux molécules biologiques

## MICROSCOPIE A FORCE ATOMIQUE

La microscopie à force atomique est une technique d'analyse à sonde locale permettant la cartographie tridimensionnelle de la surface de tout type de matériau à l'échelle locale de quelques microns jusqu'à l'échelle nanométrique. Elle donne accès à la morphologie de la surface des matériaux et permet de caractériser certaines de ses propriétés physico-chimiques (adhésions, élasticités, viscosités, mécaniques, électriques, magnétiques, ...). Selon le type de mesure, l'aire maximale accessible est de  $100 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$  avec une résolution optimale du dixième de nanomètre. Dans son mode "classique" de fonctionnement, l'AFM peut travailler à l'air, en milieu liquide ou encore sous atmosphère contrôlée.

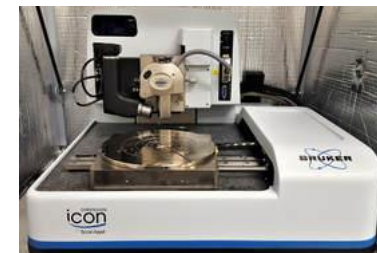
- Caractérisation de tous types de matériaux : métaux, semi-conducteurs, verres, poudres, polymères, échantillons biologiques, ...
- Mesures des paramètres de rugosité, des propriétés d'élasticités – viscoélasticités
- Analyse tridimensionnelle morphologique de la surface (possibilité d'étude de l'évolution temporelle)
- Analyse force volume
- Mesure d'interaction spécifique de procédés actifs avec des surfaces
- Milieu d'analyse : air, liquide, milieu physiologique, atmosphère contrôlée

## UA-AFM, MICROSCOPIE ACOUSTIQUE

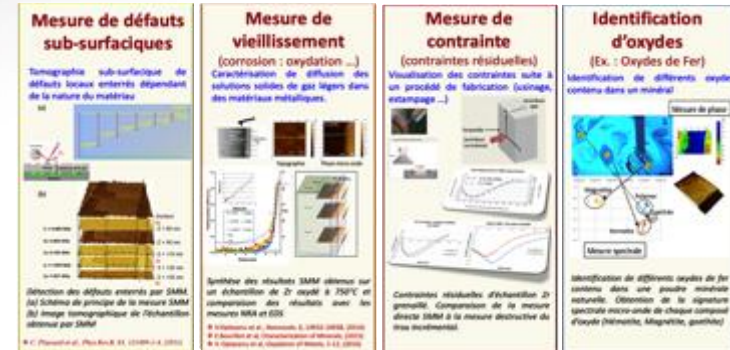
La microscopie acoustique est une technique qui permet d'imager en profondeur les échantillons (tomographie à l'échelle locale). Les ultrasons (de 2 MHz jusqu'à 10 MHz) pénètrent dans l'échantillon et sont sensibles aux différentes propriétés du matériau analysé telles que la rigidité, la densité ... . Une variation des propriétés du matériau, de sa surface jusqu'à plusieurs micromètres sous sa surface, engendre des variations de phases et d'amplitude de l'onde sonore incidente.

Dans notre cas, la microscopie acoustique est couplée à l'AFM pour se soustraire à la limite de diffraction. On peut donc sonder l'échantillon en profondeur tout en conservant la résolution inhérente au microscope à force atomique.

- Caractérisation de tous types de matériaux : métaux, semi-conducteurs, verres, poudres, polymères, échantillons biologiques (tissus, cellules, micro-organismes), ...
- Analyse volumétrique non destructive jusqu'à plusieurs micromètre sous la surface selon la nature des matériaux
- Analyse tomographique
- Mesure de variations de densité
- Analyse spectrale dans la gamme de 2MHz à 10 MHz
- Milieu d'analyse : air, liquide, milieu physiologique, atmosphère contrôlée



# SONDES LOCALES AFM



## SMM, MICROSCOPIE MICRO-ONDES

La microscopie de champ proche micro-onde SMM combine l'utilisation d'un microscope à force atomique avec un analyseur de réseau vectoriel (VNA). Le levier AFM sert d'émetteur / récepteur local micro-onde dans la gamme de fréquences 0,3 GHz à 20 GHz. La mesure consiste en une mesure des variations de l'amplitude et de la phase du coefficient de réflexion du signal micro-ondes due aux inhomogénéités électriques ou diélectriques de l'échantillon sous test. Dans le cas des métaux, cette technique, complémentaire aux techniques conventionnelles de CND, permet la mesure des variations des états mécaniques (contraintes, plasticité, fissure ...) sur une profondeur pouvant aller jusqu'à 50 µm sous la surface avec une résolution latérale de 15 nm et 10 nm d'épaisseur. Quel que soit le matériau, plus la fréquence de travail sera faible plus l'onde pénétrera dans le matériau. Cette technique innovante est tout particulièrement recommandée pour le contrôle non-destructif prédictif de défauts localisés pour les secteurs industriels de fabrication de petits composants et dans les domaines de la maintenance des composants et des structures

- Caractérisation de tous types de matériaux : métaux, semi-conducteurs, verres, poudres, polymères, échantillons biologiques, ...
- détection non-destructive de défauts précoces pouvant évoluer d'une taille nanométrique à une taille micrométrique
- mesure indirecte de changements graduels de propriétés de matériaux due à la diffusion d'espèces chimiques légères difficilement détectables (oxygène, hydrogène, hélium, azote)
- mesure de changements microstructuraux comme les contraintes résiduelles, les dislocations ou une nanocristallisation
- Milieu d'analyse : air

## AFM-IR, MICROSCOPIE INFRAROUGE

La technique AFM-IR consiste en un microscope AFM basé sur la détection photothermique induite par une excitation laser IR pulsé à la nanoseconde et détectée par le levier AFM. Cette technique permet d'identifier, d'étudier et de localiser l'absorption IR des échantillons dans une gamme spectrale comprise entre 1508 cm<sup>-1</sup> et 1838 cm<sup>-1</sup>.

- Caractérisation de de matériaux types polymères, échantillons biologiques, ...
- Identification et localisation à l'échelle locale des espèces chimiques dans la gamme d'absorption IR
- Analyse spectrale dans la gamme de 1508 cm<sup>-1</sup> à 1838 cm<sup>-1</sup>
- Milieu d'analyse : air



## CONTACTEZ-NOUS



**Eric Bourillot**  
Docteur

+33 (0)3 80 39 60 21  
eric.bourillot@u-bourgogne.fr