

Fiche de projet de recherche

Structure : Division des procédés électriques et magnétiques

Intitulé du projet : Caractérisation des Matériaux Par des Techniques optiques et micro-ondes

Résumé :

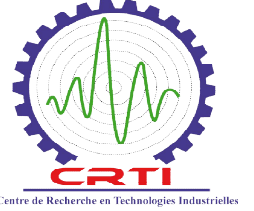
La caractérisation des matériaux par des techniques de haute fréquence permet d'obtenir des informations précises sur leurs propriétés électroniques et magnétiques, statiques ou dynamiques, et constitue donc un outil indispensable à l'étude des matériaux. Ainsi ces techniques, bien connues permettent de sonder localement l'échantillon. Leurs propriétés d'usage dépendent à la fois de leur composition chimique globale et de leur microstructure. L'optimisation de ces propriétés nécessite donc une caractérisation fine de la microstructure par différentes techniques de caractérisation fondées sur l'analyse des interactions entre la matière et un faisceau électromagnétique ou neutronique tel que les techniques ellipsométriques, de réflectométrie (X, neutronique et optique) et de diffraction des rayons X. Les techniques spectroscopiques (Infrarouges, Raman,...) sont aussi très sollicitées pour la caractérisation des matériaux et des structures car ils permettent une mesure de l'énergie vibrationnelle des molécules.

La longueur d'onde de la lumière diffusée par la matière, quelque soit sa nature ou son état (solide, liquide ou gazeux) est décalé vers les grandes valeurs mais aussi symétriquement vers les courtes longueurs d'ondes. Le décalage en longueur d'onde dépend de la matière et lui est caractéristique : il ne dépend pas de la longueur d'onde d'excitation, ce qui rend possible une analyse de sa composition chimique et structurale à partir de la façon dont il diffuse la lumière.

La spectroscopie utilise le plus souvent des lasers verts, rouges ou proche-infrarouges pour la caractérisation des matériaux cristallisés ou amorphes (verres, catalyseurs, semi-conducteurs, matériaux carbonés, composés inorganiques et organométalliques, minéraux, polymères...), pour l'étude des transitions de phase sous contraintes (haute pression, haute température).

Grâce à ses récents développements, Ces techniques sont de plus en plus utilisées et présentent certaines avantages, tel que :

- Utilisable quel que soit l'état physique du matériau : solide amorphe ou cristallisé, liquide ou gazeux.
- Facile à mettre en œuvre : pas de mise en forme particulière de l'échantillon
- Non destructive : (sous réserve de puissance laser).
- Nécessite peu de matière et présente une grande résolution spatiale.
- Sensible aux petites structures
- Particulièrement bien adaptée aux études en milieu aqueux.
- Observable entre 50 à 4000 cm^{-1} sans changement de l'instrumentation
- Facilement combinable avec d'autres méthodes de caractérisation analytiques.



- Se prête bien aux mesures *in situ* en milieux hostiles et/ou sous contraintes (température élevée, hautes pressions, atmosphère contrôlée, radioactivité, etc).
- Utilisable pour l'étude des milieux orientés : mesures de polarisation.

Par contre l'augmentation du signal dans les techniques optiques est possible par augmentation de la puissance laser mais entraîne souvent une dégradation de l'échantillon par échauffement ou photo décomposition.

Dans ce projet, nous nous proposons de caractériser différents type de matériaux inhomogène (conducteur, semi-conducteur, di-electrique, composite, amorphe, ...) par des procédés de haute fréquence.

Ces techniques sont dotées de la meilleure résolution (un micron) pour l'identification et la caractérisation de composés ou de phases. Après étude et le traitement du signal, différentes informations peuvent être obtenues tell que :

- identification de phases ou de composés chimiques
- caractérisation des matériaux
- détermination de la structure moléculaire
- étude des systèmes amorphes et cristallins

Il existe une démarche visant à réaliser des matériaux dont les propriétés révéleraient, à l'échelle macroscopique (celle des objets et des matériaux), les propriétés des états très divisés de la matière. A titre d'exemple, des études récentes ont montré que des métaux ou des alliages nanostructurés présentent des propriétés mécaniques très différentes (contrainte à la rupture, plasticité) de celles des mêmes matériaux microstructurés

L'obtention de matériaux nanostructurés et composites reste toutefois une difficulté majeur rencontré dans le domaine.

Il est possible d'utiliser l'interaction ondes-matières pour déterminer certaines caractéristiques des matériaux. L'interaction dépend très directement des paramètres électromagnétiques, qui sont eux-mêmes en fonction des facteurs physico-chimiques intrinsèques du matériau.

Les différentes expériences prévues dans le cadre de ce projet nécessitent plusieurs équipements et moyens optiques et électronique tell que un banc optique - micro onde.

Mots clés : CND, Interférométrie, optiques, Micro-ondes, Acousto-optique, spectroscopie, laser.