

## Le microscope électronique : visualisation de l'infiniment petit au cœur du développement des nouvelles technologies

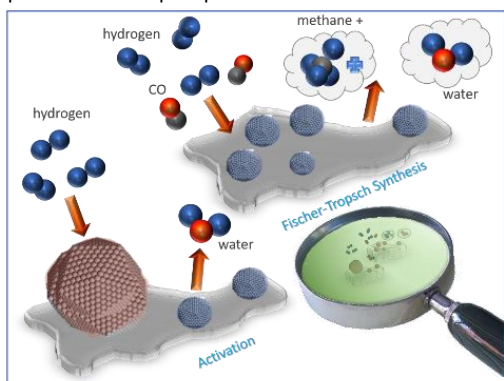
Ovidiu ERSEN

IPCMS, Université de Strasbourg & CNRS

contact : ovidiu.ersen@ipcms.unistra.fr

Depuis toujours, l'homme a essayé d'imaginer et de concevoir des outils alliant des concepts nouveaux et des découvertes scientifiques aux développements technologiques dans l'air du temps. Parallèlement à son envie incessante de compréhension de l'univers, l'homme s'est proposé également de voyager virtuellement au sein de la matière pour en comprendre l'organisation, atome par atome, ce qui est aujourd'hui possible par microscopie électronique. Le temps est venu de visualiser en temps réel les phénomènes physiques et chimiques qui se produisent à l'échelle de la brique élémentaire de constitution de la matière, l'atome ou la molécule. Plus spécifiquement dans le domaine des nanomatériaux, il s'agit de corrélérer leurs évolution structurale et propriétés d'intérêt aux contraintes physiques ou chimiques qui leurs sont appliquées, afin de collecter les informations nécessaires à la compréhension de leur comportement en conditions « réalistes » de synthèse ou d'usage dans des applications.

Grâce à sa résolution, la microscopie électronique est la technique de choix ; cependant, son usage classique par acquisition d'une image de l'échantillon placé dans le vide est insuffisant pour résoudre ses propriétés dynamiques lorsqu'il est soumis à des contraintes spécifiques. En utilisant des méthodologies d'analyse nouvelles et des conditions expérimentales s'éloignant du vide des microscopes, par exemple des cellules environnementales pour insérer les échantillons, il est maintenant possible de se rapprocher de conditions expérimentales d'observation représentatives des processus à étudier [1]. Les domaines concernés sont nombreux, la synthèse des matériaux par voie chimique, la catalyse hétérogène, l'électrochimie, les processus de bio-minéralisation et plus généralement toutes les réactions à l'interface « gaz-solide » ou « liquide-solide ». La quantification des résultats obtenus est aussi un aspect essentiel, pour être capable d'extraire des paramètres physiques pertinents telle que, par exemple, l'énergie d'activation de la diffusion d'une nanoparticule ou d'un atome individuel [2]. Du point de vue du traitement de donnée, plusieurs méthodologies sont en cours de développement comme, par exemple, des approches de type « apprentissage profond » qui permettent de traiter les grandes quantités des données générées par les



microscopies in-situ.

Dans cette présentation, les dernières possibilités d'exploration des nanomatériaux dans des conditions « réalistes » par microscopie électronique seront présentées.

[1] N. Ortiz-Pena, D. Ihiwakrim, M. Han, B. Lassalle-Kaiser, S. Carencio, C. Sanchez, C. Laberty-Robert, D. Portehault, O.Ersen, *ACS Nano* **2019**, *13*, 11372.

[2] S. Sharna, M. Bahri, C. Bouillet, V. Rouchon, A. Lambert, A.-S. Gay, D. Chiche, O. Ersen, *Nanoscale* **2021**, *13*, 9747.