Artechnique/CEA

Microscope électronique à transmission installé au CEA/Grenoble. Sa résolution ponctuelle est proche de 0,17 nanomètre.

III. OBSERVER ET ORGANISER LE NANOMONDE

Il n'y a pas de technologies sans outils et moyens d'analyse, d'observation et de fabrication adaptés. Ce troisième chapitre décrit d'abord ces microscopes qui sont à la fois "les yeux et les doigts" des chercheurs et des ingénieurs et qui leur permettent de façonner le monde à cette échelle : microscopes électroniques à transmission ou à balayage et microscopes à sonde locale.
Les microscopies électroniques à transmission restent un outil incontournable. Elles donnent accès à la structure, à la composition chimique, voire à la mesure du champ électrique ou magnétique local avec une résolution qui parfois atteint l'échelle atomique. Capables d'analyser l'échantillon dans sa profondeur, elles bénéficient aussi des progrès informatiques, et se révèlent souvent très complémentaires des microscopies à sonde locale qui ne voient que la surface. Les microscopies à balayage constituent l'outil privilégié, en perpétuel progrès, de l'approche *top-down*. En association avec un faisceau d'ions, elles constituent un ensemble complet d'usinage de nano-objets. Mais la grande révolution vient des microscopies à sonde locale qui autorisent la manipulation aussi bien que l'observation de la surface avec une résolution permettant de distinguer les positions atomiques, d'en déceler les mouvements. Pionnier de ce type d'appareils, le microscope à effet tunnel a été inventé en 1981.
Cet instrument a permis non seulement de sonder la topologie des surfaces de l'ordre du nanomètre au moyen d'une pointe métallique, mais également de déplacer un à un des atomes ou des molécules, et donc de fabriquer des nano-édifices sur mesure. Dérivé du microscope à effet tunnel, le microscope à force atomique donne le moyen d'explorer la surface de tous types de matériaux avec une haute résolution. Il peut être aussi utilisé comme outil pour élaborer des nano-objets.
Exemple d'une technique permettant de visualiser non plus seulement un objet unique mais des collections d'objets, le rayonnement synchrotron peut se révéler un surprenant instrument pour observer la croissance des nanostructures, en déduire leurs caractéristiques morphologiques et leur organisation. Ceci est possible grâce à la méthode GISAXS, technique de diffusion et diffraction des rayons X en incidence rasante.
L'omniprésente méthode qu'est la modélisation numérique, enfin, est capable de prévoir l'assemblage atomique des nanostructures et de décrire avec précision les propriétés qui découlent de ces structures.