**« VOIR ET MOUVOIR LES ATOMES A LA SURFACE DES MATERIAUX**

**Une technique de pointe : le microscope à effet tunnel »**

**Par Dominique DUBAUX**

**ALS 20 mai 2021**

La microscopie à effet tunnel (STM, acronyme de Scanning Tunneling Microscopy en anglais) est une technique dite à « champ proche » développée au début des années 80 dans les laboratoires d'IBM à Zürich par Gerd BINNIG et Heinrich ROHRER. Cette technique est basée sur un phénomène physique de la mécanique quantique, **« l'effet tunnel »** découvert par George GAMOV en 1928, à savoir la capacité d'un objet quantique de franchir une barrière de potentiel, quelle que soit son [énergie](https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/energie-energie-15884/), même si elle est plus faible que celle imposée par la barrière.

Un microscope à effet tunnel est constitué de deux électrodes distantes de quelques angströms, conductrices du courant dont l'une est une pointe et l'autre est la surface de l’échantillon à analyser. Si une tension de polarisation est appliquée entre la pointe et la surface, les électrons ont une probabilité non nulle de passer d'une électrode à l'autre dans le vide et un courant tunnel faible mais mesurable circule.  
En déplaçant la pointe au-dessus de la surface de l’échantillon à l'aide de céramiques piézo-électriques et en maintenant le courant tunnel constant par un dispositif électronique d'asservissement, la distance pointe-échantillon reste constante et l'enregistrement des déplacements verticaux de la pointe reproduit fidèlement la topographie de la surface dans l’espace réel. L’apex de la pointe est suffisamment fin (assimilable à un atome isolé) pour que le relief observé puisse avoir la résolution atomique.

Le microscope à effet tunnel peut également fonctionner en mode spectroscopique (Scanning Tunneling Spectroscopy ou STS). Dans ce cas, la pointe est maintenue fixe par rapport à la surface de l'échantillon à une position donnée. Le module d'asservissement est ouvert et une rampe de tension est appliquée entre la pointe et la surface de l'échantillon. Pour chaque tension appliquée le courant tunnel est mesuré et l'étude des caractéristiques courant-tension et de leurs dérivées permet d'accéder à la densité locale d'états électroniques en surface.

Les mesures STM sont le plus souvent réalisées à la température ambiante dans une enceinte ultra-vide, afin de s'affranchir d'une éventuelle contamination de la surface étudiée par l'atmosphère résiduelle. Le dispositif peut toutefois fonctionner selon les besoins, à l’air, en milieu liquide, à très basse température (millikelvin) pour la spectroscopie) ou à haute température (1000 K pour le suivi de certaines réactions chimiques).

Récompensée par le prix Nobel de [physique](https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-physique-15839/) en 1986, cette invention a permis le développement des autres microscopes à champ proche, comme le [microscope à force atomique](https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-microscope-force-atomique-4523/) ou encore le [microscope optique](https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-microscope-optique-7773/) à champ proche pour analyser les surfaces de matériaux. Cette avancée a également ouvert la voie au développement des [nanotechnologies](https://www.futura-sciences.com/tech/dossiers/technologie-nanotechnologie-incroyables-applications-894/" \t "_blank" \o "Dossier - Nanotechnologie : les incroyables applications) et à l'illustration de différentes applications relevant du domaine de la mécanique quantique.