

Le microscope à effet tunnel

Un œil à l'échelle du nanomètre

Le microscope à effet tunnel est un outil puissant qui permet de « voir » les surfaces des matériaux avec une résolution atomique. Il peut travailler dans des conditions extrêmes: Par exemple à basse pression, à basse température et même sous fort champ magnétique. Il permet ainsi d'étudier localement les propriétés électroniques des matériaux, mais il peut également être utilisé comme nano-outil de structuration des surfaces.

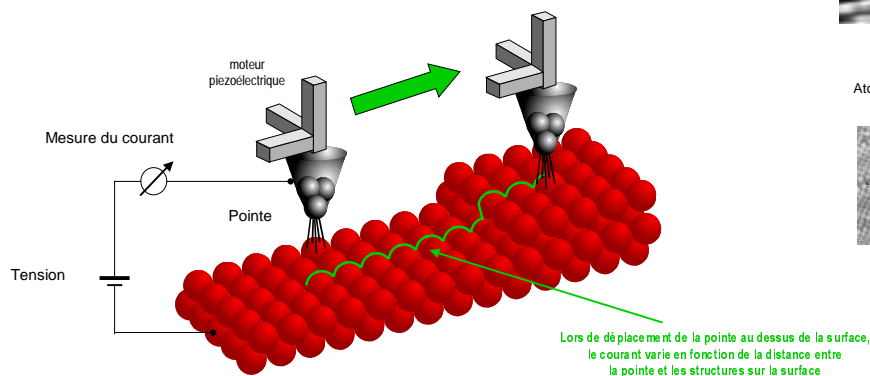
Comment fonctionne l'instrument ?

On approche une pointe très fine au dessus d'une surface en appliquant une tension entre les deux. Un courant peut s'établir lorsque la pointe est à quelques nanomètre de la surface, même si elle ne la touche pas: c'est l'EFFET TUNNEL. L'intensité de ce courant dépend avec une grande sensibilité de la distance entre la pointe et la surface.

Lorsqu'on déplace la pointe au dessus de la surface, il suffit d'enregistrer les variations du courant en fonction de la position de la pointe pour tracer une représentation de la topographie de surface.

Le positionnement de la pointe peut se faire de façon très précise avec un moteur qui peut la déplacer de façon contrôlée avec une précision sub-nanométrique ! C'est le moteur piezoélectrique.

Cet instrument a été inventé par des chercheurs de IBM à Rüslikon près de Zürich et ils ont été récompensés par le prix Nobel de physique en 1986.

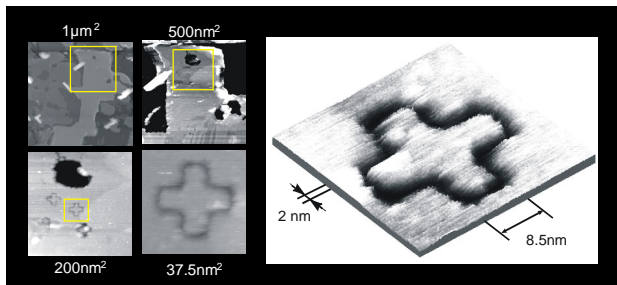


En plus de la topographie le microscope à effet tunnel peut reconnaître le type de matériaux sur lequel il travaille. Il peut en effet faire la différence entre un semi-conducteur, un métal ordinaire, un supraconducteur, etc.

Ainsi le microscope à effet tunnel est sensible aux propriétés électroniques des matériaux. Ce n'est pas seulement un « œil », mais aussi un « nez » à l'échelle du nanomètre !

La structuration des matériaux

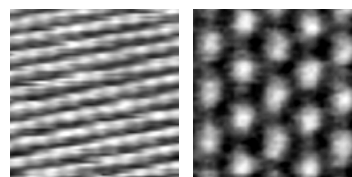
Le microscope à effet tunnel permet de créer certaines « fantaisies » afin d'étudier les propriétés particulières de structures exotiques.



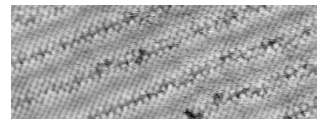
Croix suisse gravée dans un cristal de YBaCu_3O_7 . Sa taille est inférieure à 30 nanomètres, la profondeur et la largeur des tranchées est de l'ordre de 2nm !

La topographie des matériaux

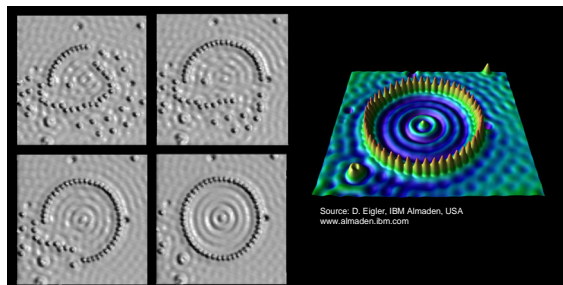
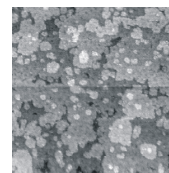
Atomes de carbone (surface du graphite)



Atomes sur un supraconducteur à haute température ($\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{CuO}_8$)



Couche-mince pérovskite ($\text{SrRu}_{0.37}\text{Ti}_{0.63}\text{O}_3$)



Atomes de fer arrangés un à un sur une surface de cuivre.

Pour plus d'informations sur cette expérience, contactez Emmanuel Treboux
DPMC, Université de Genève, 24 quai Ernest-Ansermet, CH-1211 Genève 4,
Téléphone : (022) 702 67 00, Fax : (022) 702 68 69
E-mail : emmanuel.treboux@physics.unige.ch

Contact: <http://www.manep.ch>