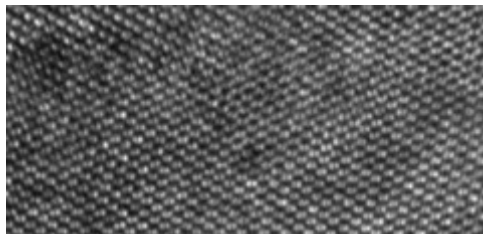




Peut-on voir un atome ?

A l'orée du XIX^e siècle, Wilhelm Ostwald (1853-1932) qui reçut le prix Nobel de chimie en 1909 affirmait que l'hypothèse atomique n'était qu'un « fatras commode pour désigner les interactions énergétiques » — il reviendra sur sa position — et le physicien autrichien Ernst Mach (1836-1916) appuyait sa réfutation des atomes en disant qu'on ne pouvait les voir et donc qu'ils n'étaient pas des objets intéressant la science.

Si l'hypothèse atomique a fini par triompher de ces résistances par la mise en évidence de ses conséquences indirectes (mouvement brownien, diffusion, chimie,...), force est de dire que l'atome semblait inaccessible à l'observation. Aujourd'hui, ce n'est plus vrai. Tout d'abord il faut s'entendre sur l'expression « voir les atomes ». Il n'est pas question de les voir directement, le rayonnement visible étant de longueurs d'onde trop grandes pour être optiquement perturbé par les atomes — tout comme une noix de coco ne peut perturber la progression d'un tsunami. Il faut donc utiliser d'autres moyens : la microscopie électronique à haute résolution et celle à effet tunnel nous les fournissent.

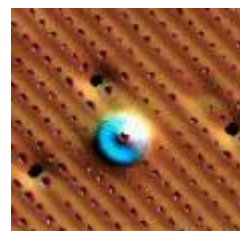
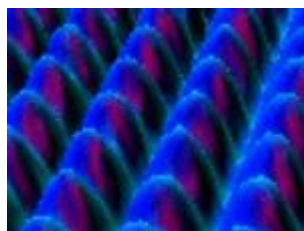


Cristal d'arséniure de gallium
vu au microscope électronique à transmission haute résolution¹

Les microscopes électroniques à haute résolution utilisent des faisceaux d'électrons relativistes dont la longueur d'onde de de Broglie est de l'ordre du picomètre — 10-12 m — soit notablement inférieure aux dimensions atomiques, ce qui permet d'envisager une optique de type géométrique permettant de « voir » les atomes. Sur le cliché ci-contre, la résolution est de l'ordre de 0,1 nm !

Par ailleurs, en 1981, Gerd Binnig et Heinrich Rohrer des laboratoires IBM inventèrent la microscopie à effet tunnel, invention pour laquelle ils reçurent le prix Nobel de physique 1986. Le principe en est relativement simple — pour la réalisation, c'est autre chose : une pointe nanométrique se déplace sur l'échantillon à observer, permettant ainsi de reconstituer le « paysage » atomique grâce aux informations recueillies par effet tunnel².

Et voilà ce qui put être « vu » de cette manière — bien sûr, les couleurs sont artificielles et n'ont que pour fonction de distinguer les objets.

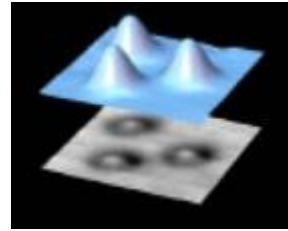
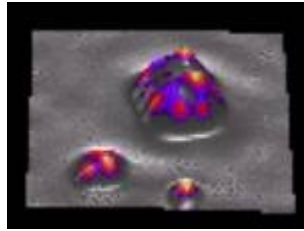


Alignements d'atomes de Nickel

Atome de Xénon sur un substrat de nickel

¹ <http://www.cemes.fr/microscopie/>

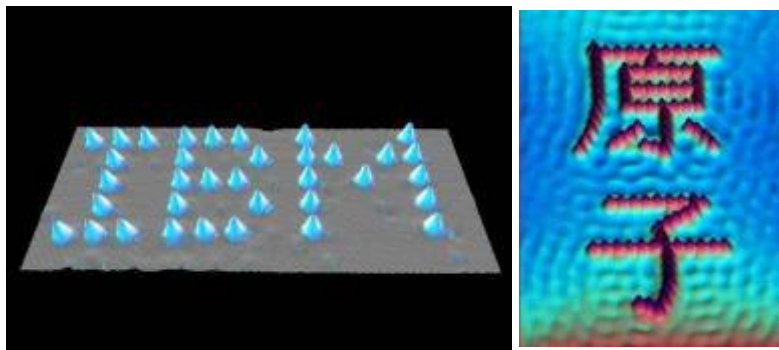
² http://fr.wikipedia.org/wiki/Microscope_%C3%A0_effet_tunnel



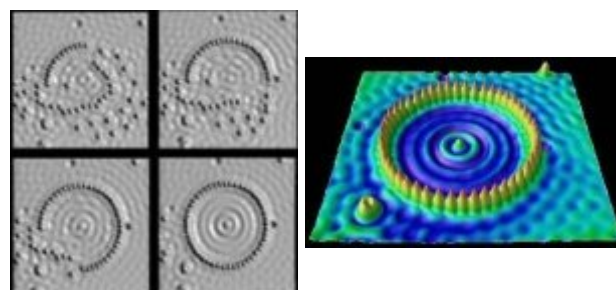
Atomes d'iode et de sodium sur du cuivre Atomes de gadolinium sur du niobium

On put faire mieux que voir les atomes ! Non seulement la pointe nanométrique permettait de les palper, mais on pouvait en plus les manipuler un à un grâce à elle.

Ainsi le physicien Donald Eigler, toujours des laboratoires IBM³, réussit le 28 septembre 1989 à écrire le sigle IBM à l'aide de 35 atomes de xénon sur une surface de nickel. Il écrivit aussi l'idéogramme japonais signifiant atome à l'aide d'atomes de fer sur un substrat de cuivre.



On réalisa enfin des « corrals quantiques » — par exemple ci-dessous avec 48 atomes de fer disposés le long d'un cercle sur un substrat de cuivre. Les vaguelettes observées à l'intérieur du cercle mettent en évidence le caractère ondulatoire des électrons métalliques délocalisés.



Toutefois, le fait que l'on puisse détricoter et re-tricoter une molécule d'ADN ou que l'on sache aujourd'hui parfaitement manipuler des électrons et des photons individuels rendrait presque banales les prouesses scientifico-techniques évoquées ci-dessus.

³ <http://www.almaden.ibm.com/vis/stm/movies/ibm.mpg>