

THEME 2 : Lois et modèles

C18 Transferts thermiques d'énergie

I. Du microscopique au macroscopique

3. Visualisation du monde microscopique

=> Activité 2 P.365

Le microscope à force atomique (ou AFM, pour *Atomic Force Microscope*) est un microscope qui permet de visualiser la **topographie** de la surface d'un échantillon en balayant celle-ci à l'aide d'une **5** pointe très fine (**document 5**).

Son principe repose sur les **interactions** entre les **atomes** de l'échantillon à observer (d'où le nom de « microscope à force atomique ») et une pointe mécanique montée sur un micro-levier. La pointe balaie **10** surface à analyser en reproduisant les irrégularités de la surface (**figure 6**).

Un ordinateur couplé à un système optique laser et à un photodétecteur enregistre les déplacements (hauteur et position) de cette pointe, et peut ainsi **15** reconstituer une image de la surface de l'échantillon.

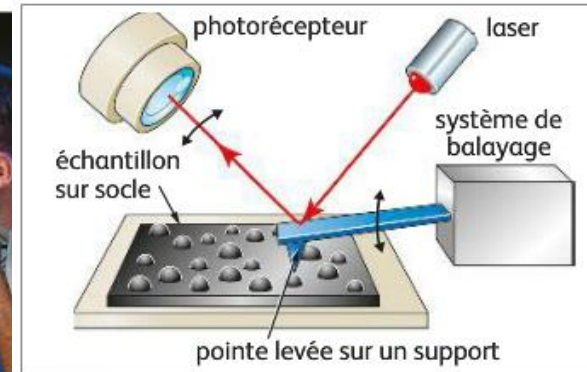
La pointe est ainsi l'élément essentiel d'un microscope à force atomique. Elle est souvent composée de silicium, et sa forme, plus ou moins effilée, détermine la **résolution** du microscope. La pointe est idéalement **20** un cône se terminant par quelques atomes.

4 *Principe de fonctionnement du microscope à force atomique.*

- a.** Il permet le déplacement du support d'un échantillon (ou de la pointe) afin de sonder toute la surface d'un échantillon.
- b.** Le laser émet une lumière très directionnelle => le rayon réfléchi par le micro-levier prendra une direction différente selon l'inclinaison du micro-levier. Le système en déduit les déplacements (hauteur et position) de la pointe qui suit la topographie de l'échantillon, ce qui permet à l'ordinateur couplé avec ce matériel, de reconstituer une image en trois dimensions de la surface de l'échantillon.
- c.** La taille de la pointe limite sa résolution. Elle doit être la plus effilée possible.



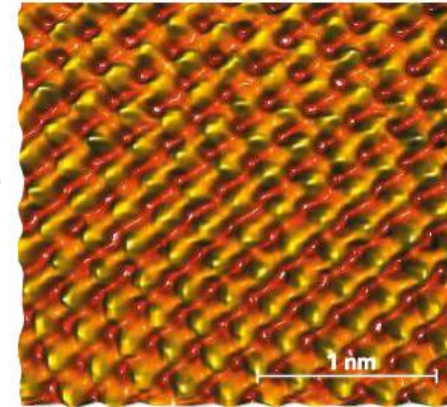
5 *Microscope à force atomique.*



6 *Schéma simplifié d'un microscope à force atomique.*

1 Comprendre les documents

- a.** Quel le rôle du balayage dans un microscope à force atomique ?
- b.** Quel est le rôle du laser et du photodétecteur ?
- c.** Citer un élément qui limite la résolution du microscope à force atomique.



7 *Atomes de tungstène.*

d. Surface occupée par un atome (= sphère) : $A = \pi R^2$
 Les N atomes occupent 1 m^2
 donc :

$N \times A = 1$ soit

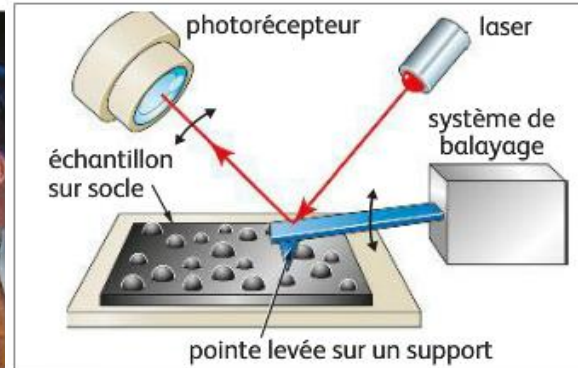
$$N \times \pi R^2 = 1 \Leftrightarrow R^2 = \frac{1}{\pi \times N} \Leftrightarrow R =$$

$$R = \sqrt{\frac{1}{\pi \times N}} = \sqrt{\frac{1}{\pi \times 10^{19}}}$$

$$= 1,8 \cdot 10^{-10} \text{ m} \approx 10^{-10} \text{ m}$$



5 Microscope à force atomique.



6 Schéma simplifié d'un microscope à force atomique.

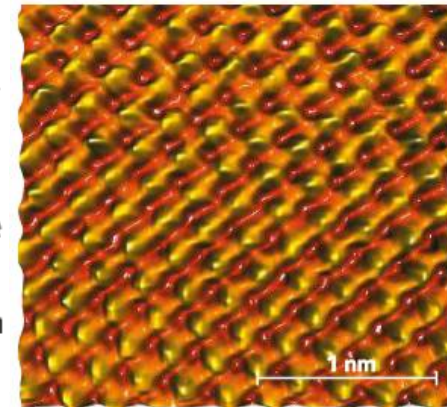
2 Interpréter les documents

a. La couleur vue sur le document 7 est-elle la couleur réelle des atomes ?

b. Quelle est la surface, en m^2 , de cette image ?

c. Quelle est l'ordre de grandeur du nombre d'atomes de tungstène par m^2 ?

d. Quelle est l'ordre de grandeur du rayon atomique d'un atome de tungstène ?



7 Atomes de tungstène.

cope à force atomique. Elle est souvent composée de silicium, et sa forme, plus ou moins effilée, détermine la résolution du microscope. La pointe est idéalement un cône se terminant par quelques atomes.

4 Principe de fonctionnement du microscope à force atomique.

a. Non, c'est la couleur choisie par les concepteurs du logiciel pour rendre compte du relief.

b. D'après l'échelle, l'image du document 7 a une longueur de $2,5 \text{ nm}$ et une largeur de $2,3 \text{ nm}$. Sa surface S est donc égale à : $S = 2,5 \times 2,3 = 5,8 \text{ nm}^2 = 5,8 \times 10^{-18} \text{ m}^2$.

c. Sur S , on compte environ 140 atomes de tungstène donc sur 1 m^2 : $N = \frac{140}{5,8 \times 10^{-18}} = 10^{19}$

3 Conclure

a. Faire une recherche pour déterminer la résolution maximale du microscope optique et celle du microscope à force atomique.

Aujourd'hui, la résolution maximale d'un microscope à force atomique est de l'ordre de 10^{-10} m, ce qui correspond à la dimension d'un atome. En revanche, en lumière visible, la résolution maximale d'un microscope optique est de l'ordre de 10^{-7} m, ce qui est mille fois plus grand que la dimension d'un atome.

b. Est-il possible de « voir » des atomes ?

Il est impossible de les voir mais on peut les visualiser avec un microscope à force atomique mais pas avec un microscope optique.

c. Peut-on observer des fluides avec un microscope à force atomique ?

Non car la pointe du microscope ne se soulève que si la surface de l'échantillon analysé est solide.