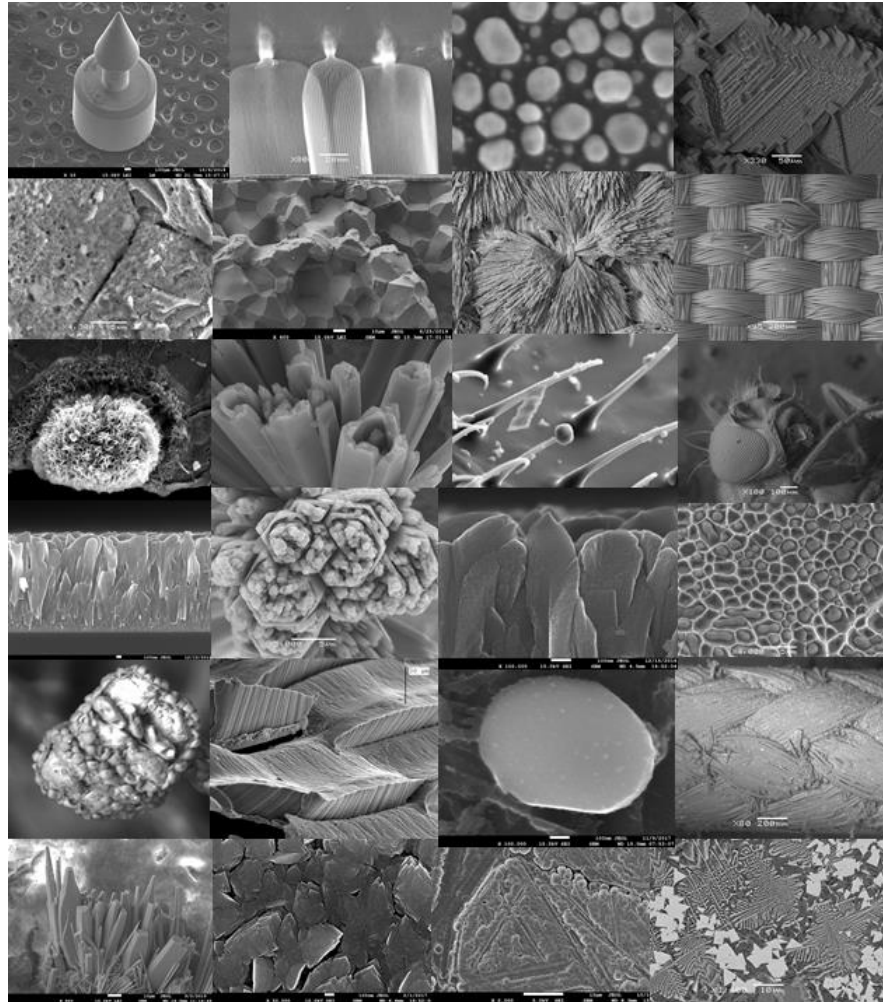


Voyage dans le monde microscopique



Grâce au soleil, les cellules de nos yeux captent la lumière du spectre lumineux réfléchi par l'environnement qui nous entoure. Nous pouvons voir.

Nous observons ainsi des objets gigantesques comme la lune, d'autres de taille plus habituelle à plus petites (un arbre, ce document, les lettres du texte, peut-être la trame du papier) mais après, nous avons beau faire la grimace, nous ne voyons plus rien.

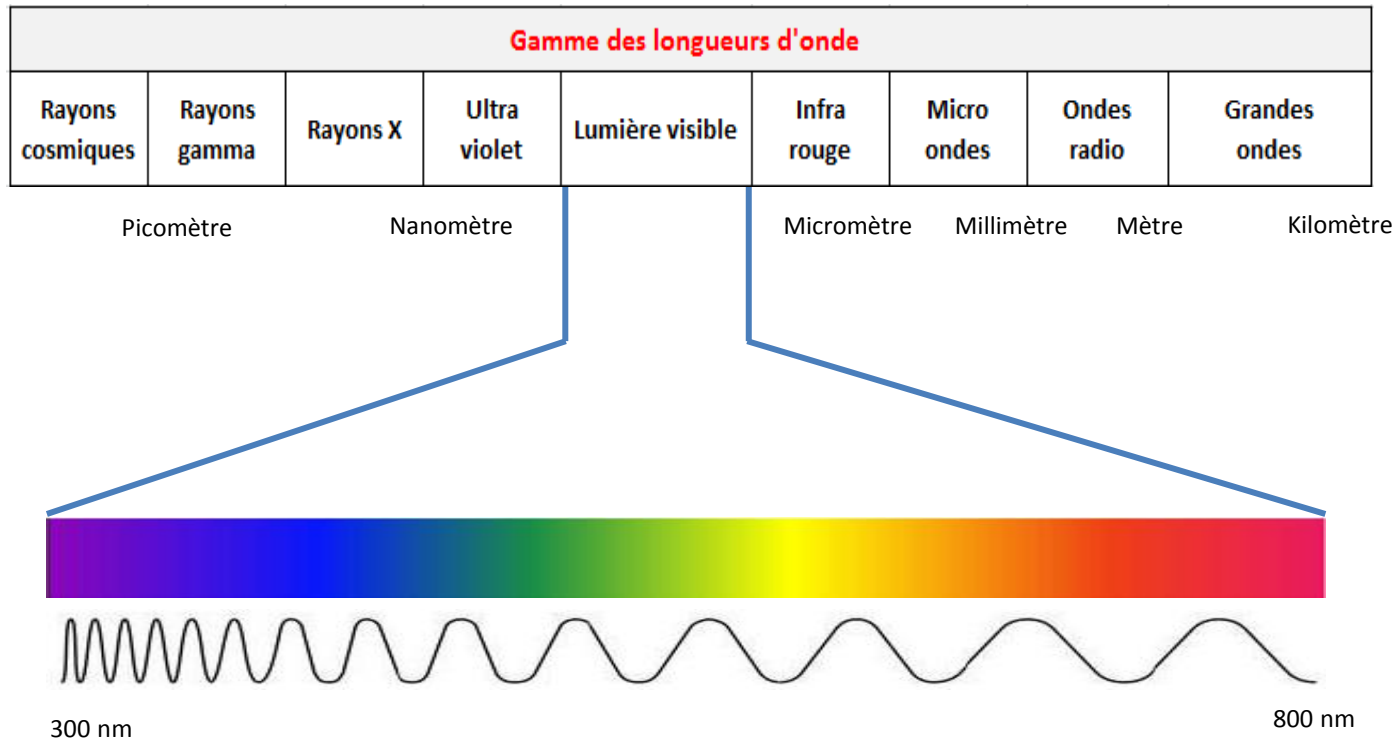
Pourtant il y a encore des détails, plus petits et même beaucoup plus petits.

Sans assistance un très bon œil humain (celui d'un pilote de chasse par exemple) peut discriminer (séparer) deux détails distants de 0.2 mm à 1 m de distance. C'est la résolution, le pouvoir séparateur.

Un œil plus courant aura besoin de se rapprocher beaucoup, quelques centimètres, ou alors pour plus de confort, de précision, placer son regard sur les oculaires d'un microscope optique qui grâce à ses lentilles en verre va focaliser la lumière et grossir la zone d'observation jusqu'à x 1000, x 2000.

Mais la résolution n'évolue quasiment pas car celle-ci est intimement liée à la longueur d'onde de la lumière utilisée.

La lumière blanche du soleil couvre une gamme de longueurs d'onde d'environ 300 à 800 nm (1 nanomètre = 1 millionième de mm).



Il ne serait donc pas possible de voir des détails plus petits que ce que permet le spectre lumineux dans le visible ?

Si, mais il faut changer de lumière et travailler avec des longueurs d'onde plus courtes, beaucoup plus courtes.

Ce niveau de longueur d'onde existe, c'est celui d'un électron soumis à une accélération par une haute tension.

Il n'y a alors plus qu'à équiper notre microscope optique d'une source d'électrons...
Sauf que pour se déplacer, les électrons ont besoin de vide !

Il a donc fallu fabriquer un microscope complètement fermé, avec un pompage permanent pour extraire les molécules d'air.

L'œil humain ne pouvant pas capturer ce rayonnement, il a fallu fabriquer des détecteurs capables d'assurer cette fonction et de transmettre l'information à un support exploitable pour nos yeux et notre cerveau : le tube cathodique puis l'écran vidéo.

C'est ainsi que vers les années 30 est apparu le premier microscope électronique à balayage !

La technologie s'est développée et de nos jours il est possible de travailler avec des outils très performants tels que celui installé sur le campus Arts et Métiers de CLUNY. La dernière acquisition est un microscope électronique à balayage de type FEG à très haute résolution. Il est équipé de détecteurs d'électrons pour l'imagerie et de détecteurs de rayons X pour l'analyse chimique.



Photo du microscope électronique à balayage JEOL 7610 F équipé de deux détecteurs de rayons X OXFORD Instruments. Coût de l'investissement : environ 400 k€.

Comment fonctionne un MEB ?

Un faisceau d'électrons est généré par le chauffage à très haute température d'une pointe en tungstène (environ 3000 °C).

Ce faisceau est accéléré par une haute tension (1 à 30 kV) et guidé par des bobinages électromagnétiques.

D'autres bobinages vont assurer la focalisation et l'oscillation du faisceau ce qui permettra le balayage d'une surface dont les dimensions seront contrôlables (quelques mm² à quelques dizaines de nm²).

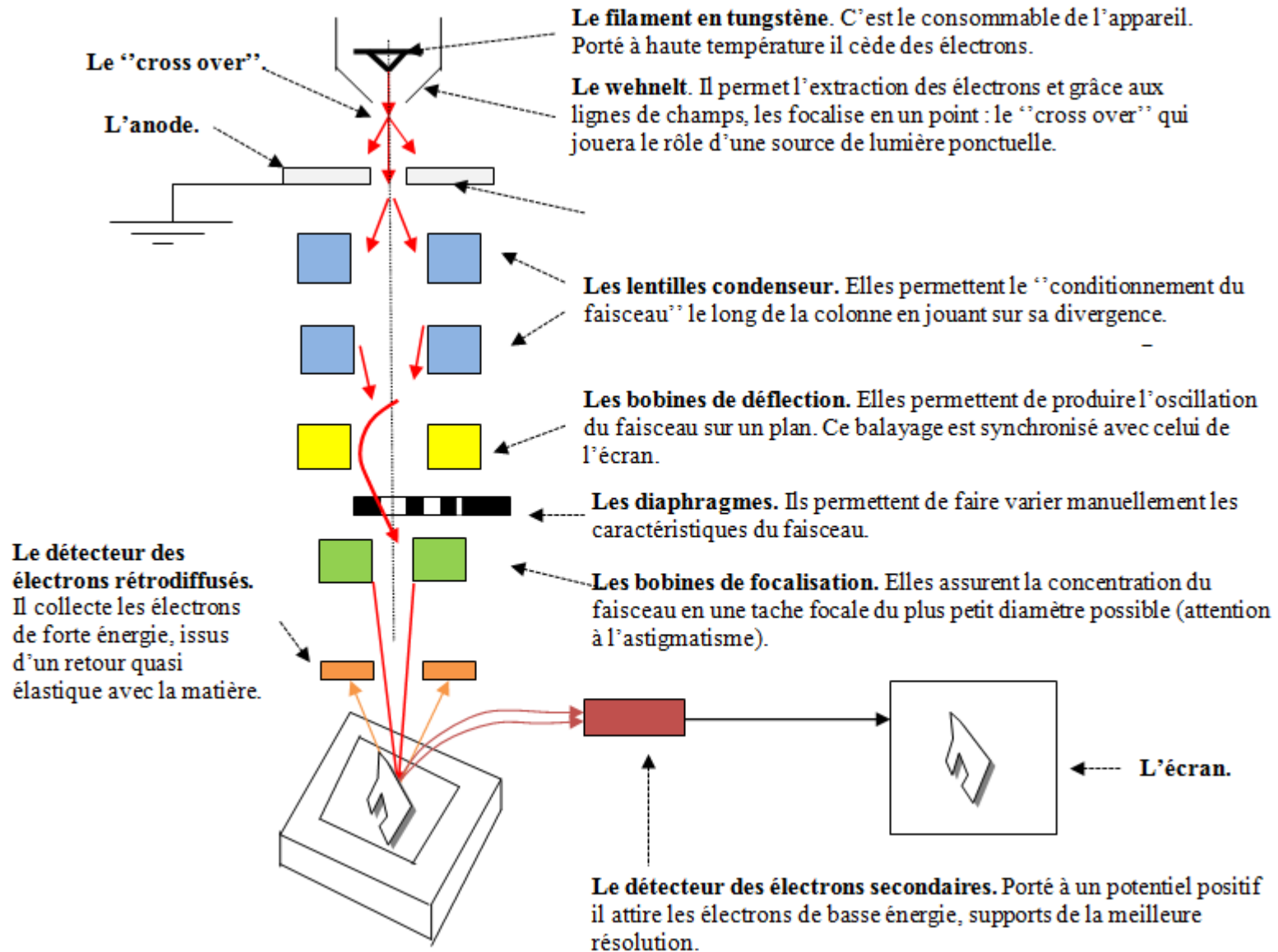
La surface de l'échantillon réémet des électrons dont la densité variera avec le microrelief et la masse volumique locale.

Une chaîne de traitement va amplifier et transformer ce signal pour plus ou moins exciter les pixels d'un écran dont le balayage est synchronisé avec celui du microscope.

Le rapport entre la surface variable balayée sur l'échantillon et celle constante de l'écran d'observation génère le grandissement qui peut atteindre des valeurs très importantes (x 500 000 à x 1 000 000) et surtout apporter une résolution de quelques nanomètres.

Les qualités optiques du faisceau permettront aussi de disposer d'une profondeur de champs significative, rendant ainsi possible l'observation de surfaces non lisses (voir schéma page suivante).

Schéma de principe d'une colonne électronique d'un MEB conventionnel



La plongée sur la surface de la matière peut reprendre.

Les posters présentent des exemples divers et variés d'objets ou échantillons plus ou moins métalliques, plus ou moins conducteurs du courant électrique.

Laissez faire votre imaginaire et tentez de trouver la proposition juste.
Les bonnes réponses sont données dans chaque fiche d'information.

Bon voyage !