

LE MICROSCOPE

I- Généralité :

Instrument qui permet une vision agrandie d'objets trop petits pour être vus à l'œil nu. Une unique **lentille** peut constituer un **microscope simple**, alors qu'un **microscope composé** peut comporter un très grand nombre de lentilles.

Ce dernier comprend un **objectif** et un **oculaire** de petite distance focale. L'oculaire est en fait une lentille grossissante permettant d'observer l'**image** (réelle et renversée) produite par le système de lentilles convergentes qui constitue l'objectif. Les autres éléments du microscope sont **le pied** qui sert de support à l'ensemble optique et mécanique, **la platine** sur laquelle on dépose les objets à étudier, **le condenseur** qui éclaire l'objet en faisant converger sur lui les rayons provenant d'une source lumineuse, un système de **focalisation** de l'image et un système de **vis micrométriques** qui permet de déplacer la platine dans le plan focal.

Le **grossissement** total est égal au produit des grossissements de l'oculaire et de l'objectif.

Le microscope présente l'avantage, par rapport à une lentille simple, de pouvoir corriger les **aberrations**.

L'objectif, de très courte distance focale, est composé d'un certain nombre de lentilles (trois, quatre ou plus) dont la première souvent en forme d'une demi-sphère a sa face plane tournée vers l'objet étudié. Si la plaque de verre n'est séparée de la première lentille que par de l'air, on parle d'objectif travaillant « **à sec** », alors que si un liquide s'interpose entre les deux, on parle d'« **objectif à immersion** ». L'objet se trouve au-delà du foyer et donc l'objectif en donne une image réelle et agrandie, qui est ensuite traitée par l'oculaire.

On distingue : le **microscope apochromatique d'Abbe**, constitué d'une combinaison de dix lentilles différentes, ayant une distance focale de **2 mm** et une ouverture de **1,4 mm** ; ce microscope permet d'atteindre la limite théorique, imposée par la **diffraction**, du **pouvoir de résolution**.

L'oculaire est, en général, composé de deux lentilles, avec une distance focale pouvant varier entre **1** et **4 cm** environ, et fournit une image **virtuelle** agrandie (observable par l'expérimentation) de l'image produite par l'objectif.

Quelques soient les modifications apportées au microscope optique, il est impossible d'en augmenter le pouvoir de résolution au-delà d'une certaine valeur. Cela signifie qu'il existe une distance limite en deçà de laquelle il est impossible de séparer (ou voir distinctement) deux points.

Pour augmenter ce pouvoir de résolution, on peut utiliser de la lumière ultraviolette (en effet le pouvoir de résolution dépend de la longueur d'onde de la lumière utilisée), qui agit non pas sur l'œil mais sur une plaque photographique ; dans ce cas l'objectif est un quart (car le verre absorbe l'ultraviolet) qui permet de séparer deux points distants d'un **dix-millième de millimètre**.

Pour effectuer certaines recherches sur les suspensions colloïdales, on peut effectuer les observations à l'aide de l'**ultramicroscope**, en utilisant la lumière diffractée ou diffusée par les **corpuscules**.

L'ultramicroscope est doté d'un dispositif d'éclairage latéral et permet d'éviter la gêne provoquée par l'**illumination** frontale par **transparence**.

Le microscope peut être muni d'un oculaire à réseau microscopique qui permet de mesurer la longueur des objets observés. Le réseau avec lequel on effectue la mesure se trouve dans le plan focal de l'oculaire, là où l'objectif produit l'image réelle de l'objet.

Les microscopes à contraste de phase sont dotés d'un dispositif capable de transformer d'éventuelles différences de phase entre les rayons lumineux en différence d'intensité lumineuse.

II- Microscope polarisant :

Instrument utilisé surtout en **minéralogie**, permettant d'observer le comportement optique des cristaux.

Sa structure est analogue à celle des autres microscopes, mais il est doté d'un **polariseur** (prisme de **Nicol**, ou **filtre polarisant**).

Les types les plus répandus sont le **microscope polarisant à lumière transmise**, le **microscope polarisant à lumière convergente** et celui à **lumière réfléchie**.

Dans le premier, les rayons lumineux provenant de la source traversent d'abord un **diaphragme**, puis le polariseur. Les rayons polarisés frappent ensuite l'objet et sont transmis à l'objectif et à l'oculaire. Afin d'observer la nature de l'extinction cristalline ainsi que la polarisation chromatique, on peut interposer entre le corps étudié et l'objectif un second polariseur appelé **analyseur**.

Dans le microscope polarisant à lumière convergente, on insère sous la platine tournante sur laquelle repose l'objet, une lentille convergente ; cela revient à ouvrir complètement le diaphragme placé au-dessus de la lentille. Lors du passage de la lumière polarisée, on observe des phénomènes d'interférences dans le plan focal de l'objectif. On peut également, dans ce type de microscope,

interposer un second polariseur, à condition qu'il soit orienté par rapport au premier de telle sorte que les plans de vibrations des rayons émergents soient perpendiculaires à ceux émergents du premier polariseur. On place alors au-dessus de ce second polariseur un dispositif permettant d'interposer d'autres accessoires, lesquels produisent des retards optiques préétablis qui facilitent la reconnaissance des cristaux.

Le microscope polarisant à lumière réfléchie, appelé aussi **microscope métallographique**, l'analyse des minéraux métalliques qui ne sont jamais transparents (même découpés en lames très fines). Ce type de microscope est pourvu d'un système d'éclairage perpendiculaire au tube du microscope et placé au-dessus de l'objectif.

Il s'agit d'un prisme à réflexion totale et d'un polarisateur ; un rayon de lumière qui le traverse se réfléchit sur la section brillante de l'objet étudié et parvient verticalement à l'observateur.

En utilisant une cellule photoélectrique, on peut alors examiner et classer tous les minéraux métalliques.

III- **Microscope électronique :**

Microscope à vision indirecte (l'image de l'objet apparaît agrandie sur un écran fluorescent) qui utilise, pour observer les objets étudiés, un faisceau d'électrons au lieu de la lumière (faisceau de **photons**).

Les électrons ont une longueur d'onde associée très inférieure à celles de la lumière visible ou ultraviolette. Le microscope électronique permet par conséquent d'obtenir des grossissements plusieurs milliers de fois supérieurs à ceux des **microscopes optiques**. La divergence et la convergence des faisceaux électroniques sont produites par des lentilles électroniques qui produisent des champs électroniques et magnétiques de révolution capables de focaliser les électrons.

L'ensemble est maintenu dans un vide poussé (nécessaire pour une bonne propagation des électrons).

Le microscope électronique à diffraction, analogue au précédent est constitué pour l'essentiel, d'un tube à rayons cathodiques ; les rayons (**électroniques**) sont diffractés par l'objet étudié puis recueillis sur une plaque photographique.

A partir de la figure de diffraction obtenue, on peut remonter à la forme et aux dimensions de l'objet. Un autre microscope au développement important est le **microscope électronique à balayage**, se différenciant des autres par le système de formation des images. Le faisceau électronique produit est focalisé comme dans les microscopes électroniques conventionnels, puis affiné par une lentille finale avant d'être défléchi par le champ d'une **bobine** électromagnétique.

Le faisceau peut ainsi explorer la surface de l'objet ligne par ligne. L'impact des électrons (primaires) du faisceau sur l'objet provoque l'émission d'électrons secondaires qui engendrent un signal électrique contenant des informations sur la **topographie** superficielle de l'objet, laquelle sera représentée sur un écran fluorescent.

Le rapport entre les dimensions de l'écran et celles, variables, de la surface de l'objet constitue le grossissement du microscope (de l'ordre **100 000 fois**). Cet instrument possède en plus une très grande profondeur de champ (10 à 100 fois plus élevée que celle des microscopes électroniques conventionnels), ce qui confère aux images un aspect tridimensionnel.

Les microscopes électroniques sont désormais employés dans tous les secteurs de la recherche ainsi que dans les procédés de contrôle de qualité.

IV- Microscope à effet de champ :

Microscope qui utilise les électrons émis par des substances soumises à l'action d'un champ électrique très intense. L'émission peut être également produite par des ions positifs (**microscope ionique**), le grossissement obtenu allant jusqu'à **un million de fois** ; ce dernier type de microscope présente des difficultés de focalisation du faisceau.

