

Remarques du Jury :

- L'intérêt des notions introduites doit être souligné
- Une technique récente de microscopie optique à haute résolution doit être présentée.

Bibliographie :

- Perez d'optique, chapitre 11 et chapitre 7
- Les instruments d'optiques, de Luc Dettwiller
- Sujet + corrigé sujet A Agreg phys 2015
- Vidéo sympa : https://fr.wikipedia.org/wiki/Microscopie_%C3%A0_fluorescence

Questions/Réponses :

- On peut aussi présenter la microscopie en champ proche. C'est quoi ?

Elle est présentée dans le Perez d'optique. Son principe est basé sur la détection d'onde évanescente au voisinage de la surface étudiée. Le MOCP permet de compenser la diffraction, une des limitations de la microscopie optique. En effet, lorsqu'un objet, ou le détail d'un objet, est plus petit que la longueur d'onde de la lumière qui l'éclaire, la lumière est diffusée sous la forme d'une tache, on ne peut donc pas avoir une image nette du détail.

Une des manières de résoudre ce problème consiste à placer le détecteur de lumière très proche de la surface. Ainsi, on observe l'onde évanescente et non pas l'onde dispersée. On peut donc visualiser des détails plus petits que la longueur d'onde de la lumière. La lumière est apportée et récupérée par une fibre optique ; la surface observée est limitée par un trou plus petit que la longueur d'onde de la lumière.

- Différence entre G et Gcom dans la leçon ?

C'est la même chose, juste Gcom quand est celui que je calcule directement avec le "x20", "x100"...etc donnés par les constructeurs pour les objectifs et les oculaires.

- Retour sur la diffraction

Phénomène de diffraction commun à toutes les ondes, quand elles rencontrent un obstacle dont la taille est de l'ordre de la longueur d'onde. Pour un trou circulaire, l'image est une tache d'Airy : tache lumineuse en forme de disque avec des cercles lumineux concentriques.

- Ordre de grandeur pour des microscopes type lycée ?

En bio on a souvent des objectifs allant jusqu'à "x100", et on peut considérer des oculaires x10, ce qui donne un grossissement x1000. Une cellule fait environ 50 micromètre, elle apparaîtrait donc comme ayant 5 cm au grossissement max, c'est cohérent.

- Quels sont les paramètres qui jouent sur la résolution d'un microscope optique ?

La diffraction est limitante, on peut donc supposer que la taille des composants et de la longueur d'onde utilisée pour l'éclairage.

- Microscopie électronique ?

Dans la microscopie électronique, on utilise non plus un faisceau lumineux mais un faisceau d'électron. On peut par exemple citer le microscope à effet tunnel : on a une pointe qui est très proche de la surface que l'on souhaite observer. On a un courant qui passe de l'échantillon à la pointe par effet tunnel.

La pointe se déplace sur la surface et l'ordinateur ajuste en temps réel pour garder le courant constant, et enregistre la hauteur pour chaque point, ce qui nous donne au final une cartographie de la surface. Avec cette méthode on peut discerner les atomes...

- Pour choisir la taille de l'objectif et de l'oculaire y a-t-il un compromis à faire ? A-t-on intérêt à prendre des grandes lentilles, si oui pourquoi ? Quel est l'inconvénient majeur ?

Des tailles plus grosses permettent d'avoir un meilleur grossissement, mais on s'éloigne des conditions de Gauss : on risque d'avoir des aberrations.

- Qu'est-ce qui limite le pouvoir de résolution de l'œil ?

Il est d'une minute d'arc ($1/60^\circ$). Il est limité par la densité des cônes (capteurs) dans la partie la plus sensible de la rétine. On remarque d'ailleurs que cette densité est naturellement optimisée pour correspondre à la limite de diffraction.

- Mesure du grossissement commercial : comment aurait-on fait pour prendre en compte les incertitudes ?

On prend les incertitudes sur nos mesures de distances et sur les valeurs des focales des lentilles.

- Aberrations ?

Une aberration est un défaut du système optique qui conduit à la déformation des images. Les aberrations sont définies par rapport à l'optique paraxiale et matérialisent le fait que certains rayons ne convergent pas vers l'image prédite par l'optique géométrique.

On peut citer par exemple les aberrations chromatiques, qui viennent du fait que l'indice de réfraction dépend de la longueur d'onde, et donc tous les rayons lumineux ne convergent pas pareil, on a une image "irisée".

On a aussi des aberration géométriques comme la distorsion, qui dépend de la position du diaphragme (coussinet si le diaphragme est après le système optique, barillet s'il est avant).