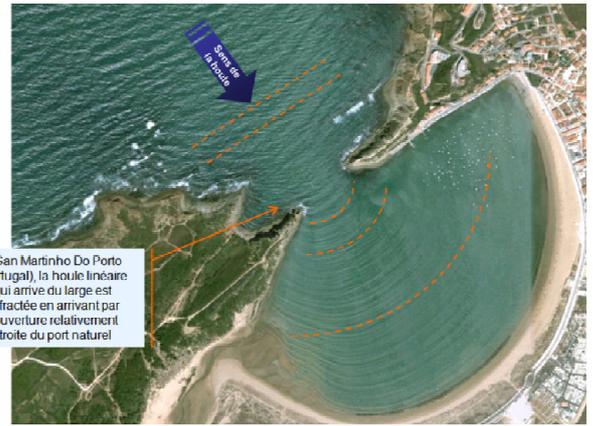


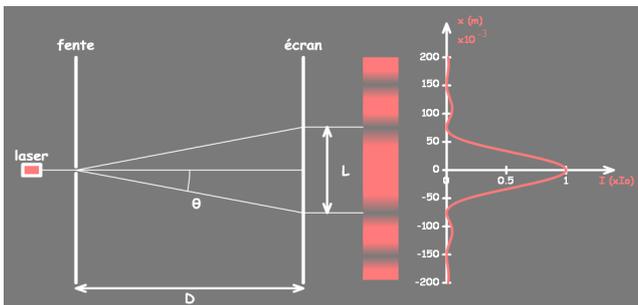
Chapitre 4 : Plan et documents
Diffraction et interférences.

- 1) Diffraction des ondes
 - 1.1. Observations expérimentales
 - 1.2. Influence des différents paramètres
 - 1.3. Ecart angulaire θ
 - 1.4. Diffraction de la lumière blanche
- 2) Interférences
 - 2.1. Rencontre de deux ondes
 - 2.2. Interférences constructives et destructives
 - 2.2.1. Différence de marche δ
 - 2.2.2. Interférences constructives
 - 2.2.3. Interférences destructives
 - 2.3. Cas de la lumière blanche
 - 2.4. Interférence particule par particule

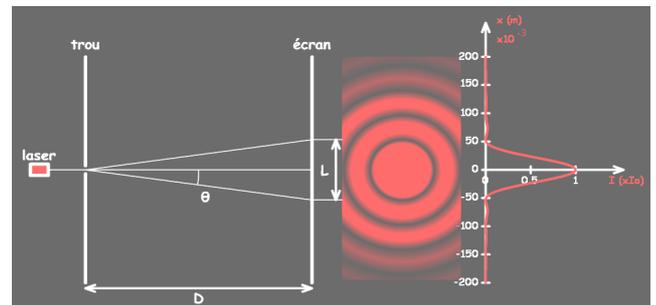


Doc. 1 : diffraction d'onde mécanique : la houle

Ex n° 15, 18 et 19 p 77 à 78 (diffraction) puis 23, 24 p 80 à 82, activité 2 p 377, annales Asie 2013 (interférences).



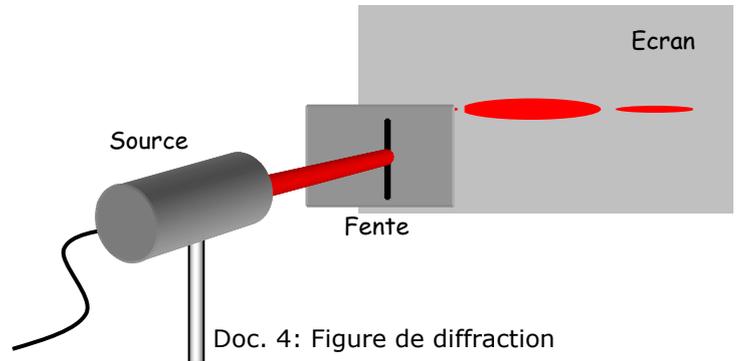
Doc.2 : diffraction de la lumière par une fente



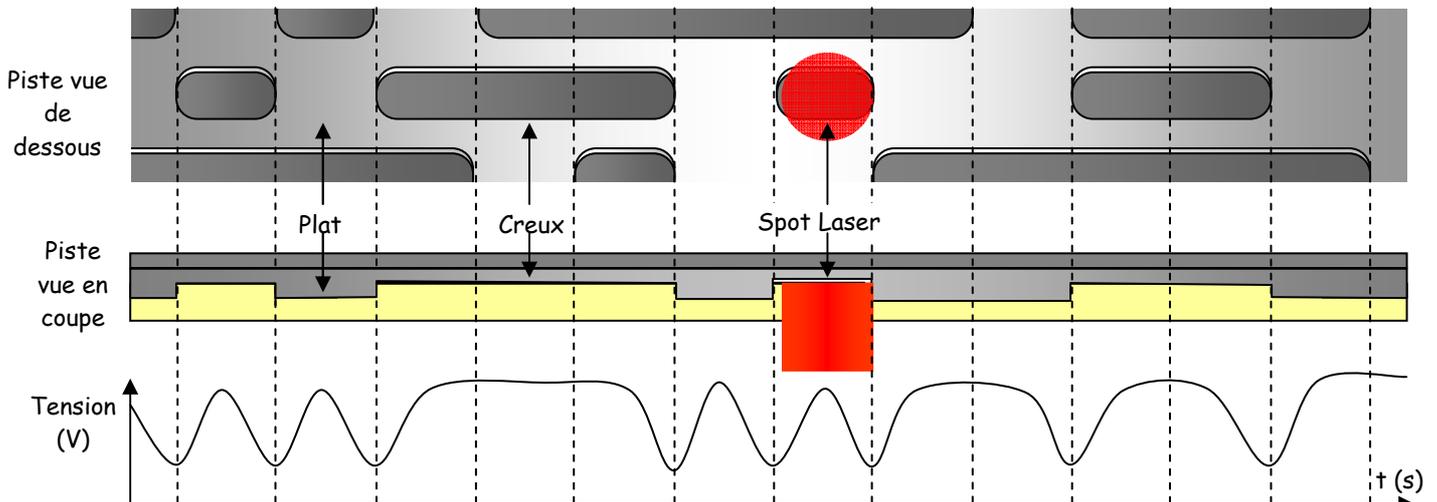
Doc.3 : diffraction par un diaphragme

Doc. 5 : Lecture d'un CD, DVD et Blu-ray (partie 1) : problème de la diffraction ...

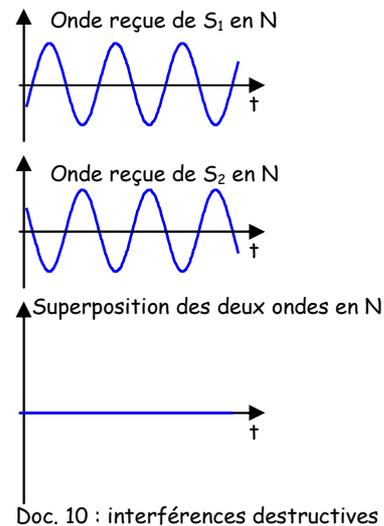
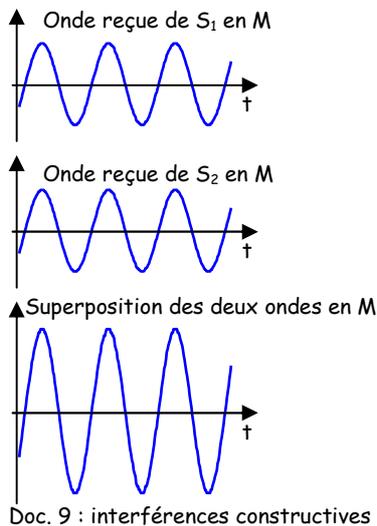
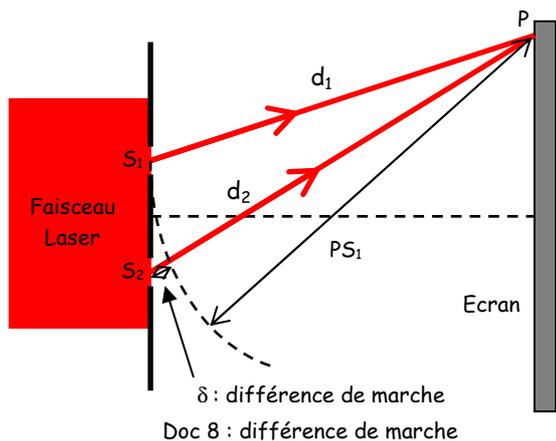
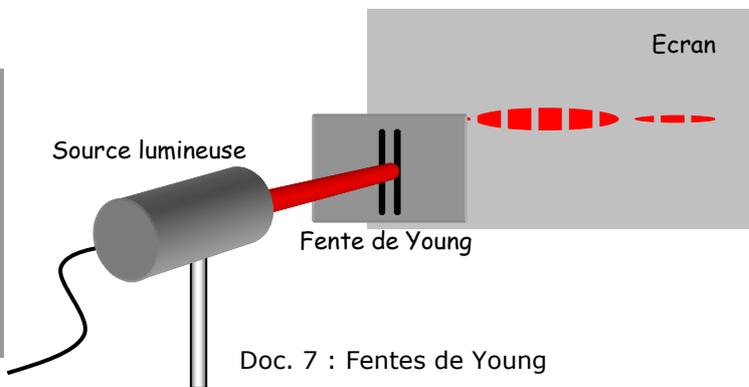
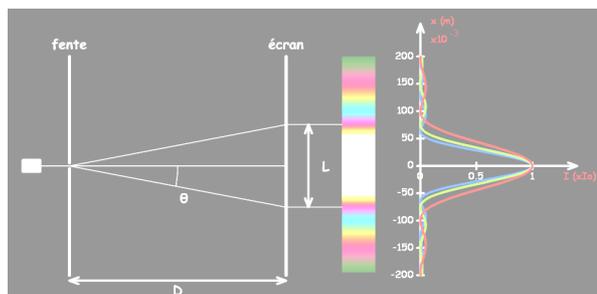
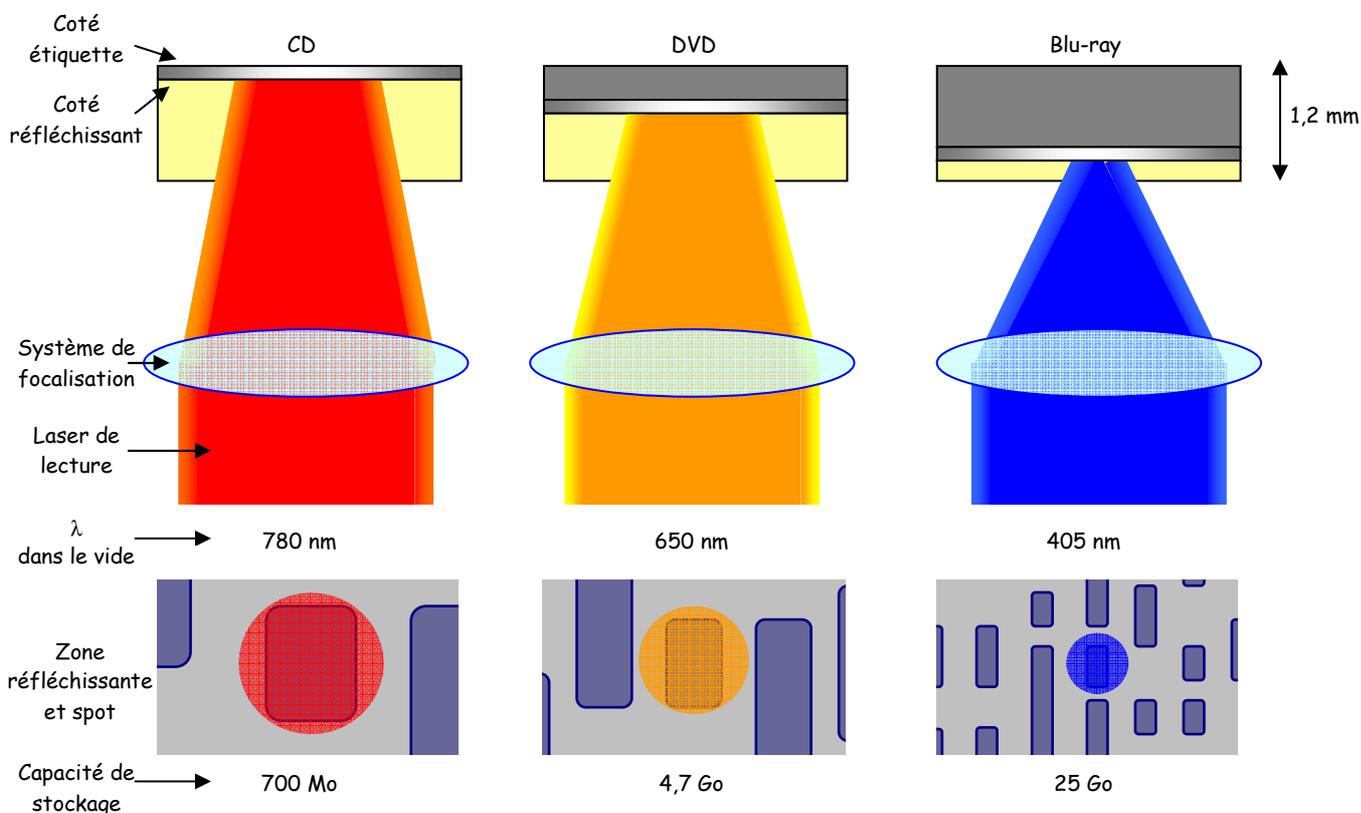
Un CD est principalement constitué d'un substrat en matière plastique (polycarbonate ; où est collée l'étiquette) et d'une fine couche métallique réfléchissante (elle même recouverte d'une couche protectrice). Cette surface réfléchissante porte l'information le long du sillon très fin d'une piste en forme de spirale (5 km de long !). L'information binaire (1 et 0 : pas de lumière, lumière traduite ensuite en tension par un photodétecteur... voir interférences par la suite) est enregistrée sous la forme d'alvéoles réparties le long de la piste, donnant à cette dernière un profil constitué de plats et de creux. Pour lire les données stockées sur le CD, un faisceau laser est focalisé (afin d'obtenir un spot le plus petit possible) sur la piste qu'il peut intégralement parcourir du fait de la rotation du disque (plus de 22 000 tours !). Lorsque le rayon de la lumière laser atteint la piste constituée de plats et de creux, il est réfléchi...

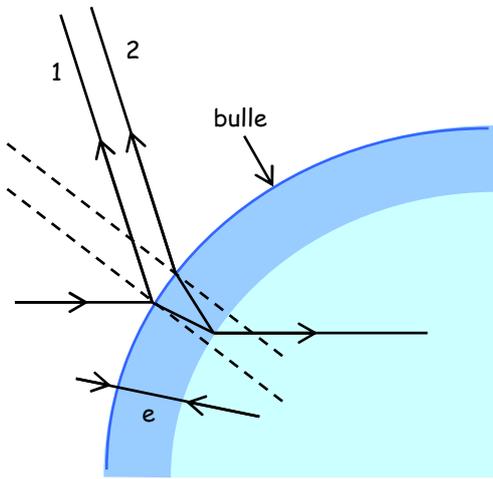


Doc. 4: Figure de diffraction

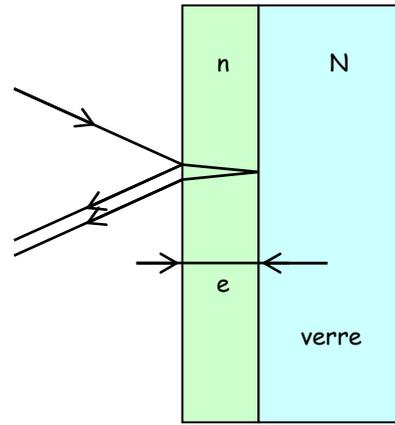


La capacité de stockage d'un disque est liée au nombre et donc à la largeur de ces alvéoles ($\approx 0,67 \mu\text{m}$). On pourrait, pour augmenter la capacité de stockage d'un CD, réduire la largeur de ces alvéoles. Or, le **phénomène de diffraction dû au système de focalisation** (qui se comporte comme un diaphragme de diamètre a , voir doc.3 ; on a $\theta = \frac{1,22 \times \lambda}{a}$) impose au faisceau laser de converger non pas en un point, mais comme un spot à cheval sur la piste ! Plus on réduit a , plus le spot s'élargit (!) et l'intensité lumineuse diminue. **La largeur d'une alvéole est donc limitée par la diffraction !** Pour diminuer la largeur d'un alvéole, il faut donc diminuer également la taille du spot, en réduisant l'écart angulaire θ dû au phénomène de diffraction. Il faut donc ...





Doc. 11 : Réflexion de la lumière dans une bulle de savon

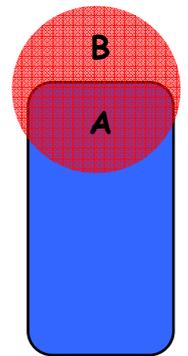


Doc. 12 : Couche antireflet

Suite doc. 5 : Lecture d'un CD, DVD et Blu-ray (partie 2) : lumière, pas de lumière...

Lorsque le faisceau laser du lecteur balaie la piste, la différence de marche entre deux rayons se réfléchissant peut conduire à des interférences constructives ou destructives selon deux cas :

- Lorsque le faisceau est sur un plat entre deux alvéoles, $\delta = 0$: les interférences sont donc constructives et l'intensité lumineuse est maximale.
- Lorsque le faisceau est à cheval sur une alvéole, $\delta = \frac{\lambda_{poly}}{2}$ entre un rayon qui se réfléchit sur un plat (partie du spot en B) et un autre qui se réfléchit au fond du creux (partie du spot en A). les interférences sont donc destructives et l'intensité lumineuse est minimale.



Par soucis de performance, le codage binaire des données consiste à attribuer :

- Un « 1 » lors du passage d'un plat à un creux ou vice-versa, c'est-à-dire lorsque la tension fournie par le capteur varie ;
- Un « 0 » lorsque la tension est stable (soit dans un état haut, soit dans un état bas).

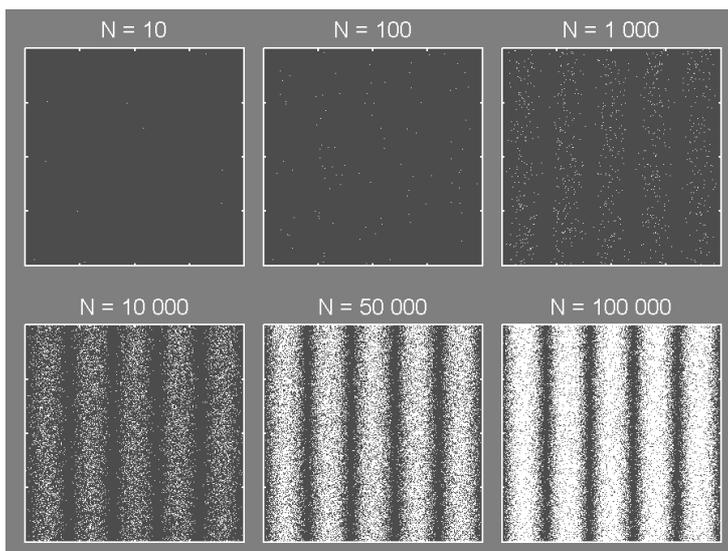
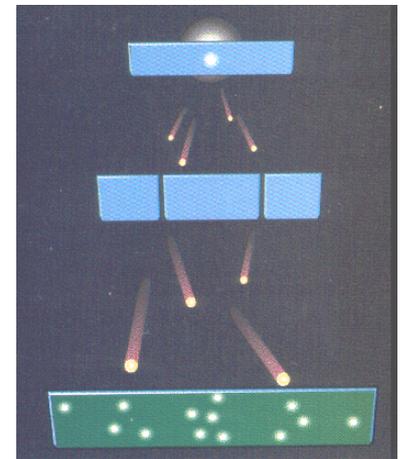
Doc. 11 : interférence particule par particule.

On « éclaire » des fentes de Young photon par photon : de par cette discontinuité et de la taille des particules, on parle de phénomène quantique.

Sur l'écran, lorsque le nombre de photon envoyé est élevé, on observe la figure ci-dessous.

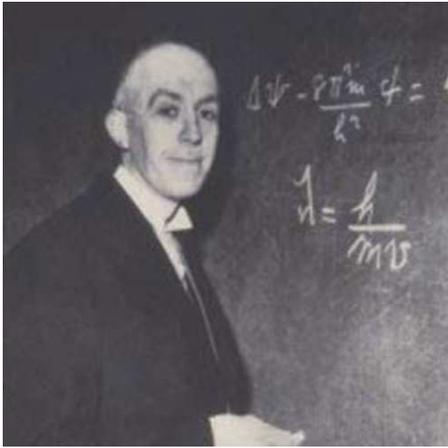
Comment qualifier cette figure ?

La probabilité d'impact est-elle la même en tout point de l'écran ?



Quelle serait l'allure d'un « écran », si, toute proportion gardée, on remplaçait les photons par des grains de sable ?

Ceci conduit à un paradoxe apparent : si un photon donné se comporte comme une particule lorsqu'il passe par une fente pour aller sur l'écran, pourquoi le fait qu'il existe une autre fente influe-t-il sur son comportement ?



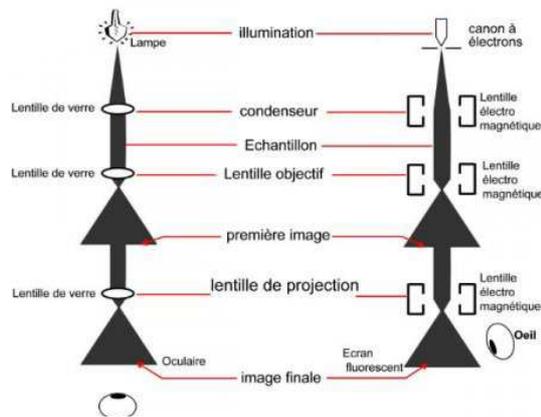
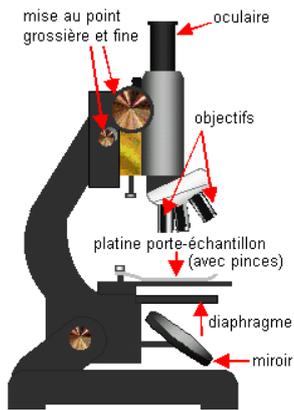
Louis Victor de Broglie, prince, puis duc de Broglie (15 août 1892 à Dieppe, France - 19 mars 1987 à Louveciennes, France) est un mathématicien et physicien français. À seulement 37 ans, il devient lauréat du prix Nobel de physique de 1929 « pour sa découverte de la nature ondulatoire des électrons ».

D'où l'idée de remplacer les photons d'un microscope optique déviés par des lentilles par des électrons déviés par des champs magnétiques ...

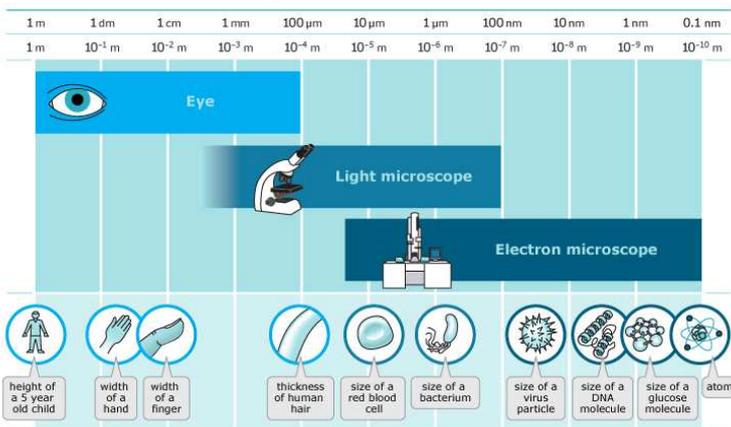
En première approximation, à cause de la diffraction, la distance séparant 2 points pouvant être distingués (pouvoir de résolution) est de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde λ du faisceau utilisé ...

Quelle est la longueur d'onde λ associée à un électron d'un microscope électronique ayant une vitesse égale à 10% de celle de la lumière ?

Données : $m(e^-) \approx 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $c \approx 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $h \approx 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$.



Resolving power of microscopes



© Copyright. 2012. University of Waikato. All Rights Reserved.

Le premier prototype de microscope électronique a été construit en 1931 par les ingénieurs allemands Ernst Ruska et Max Knoll. Ce premier instrument grossissait au mieux les objets de quatre cents fois. Deux ans plus tard, Ruska construisit un microscope électronique qui dépassait la résolution possible d'un microscope optique