

TP O1 : Réseaux de diffraction

Objectifs : détermination des caractéristiques d'un réseau de diffraction détermination de la capacité de stockage d'un CD-ROM.

1. Caractéristiques d'un réseau de diffraction

On souhaite mesurer le pas du réseau de diffraction mis à votre disposition.

A l'aide du matériel mis à votre disposition et des documents donnés en annexe, proposer un protocole permettant de mesurer le pas du réseau.

Sécurité : pour éviter toute lésion oculaire, ne jamais regarder directement le faisceau et ne pas le pointer vers une personne. Faire attention aux réflexions du faisceau.

2. Mesure de la capacité de stockage d'un CD

On cherche à déterminer le pas du sillon par diffraction d'un faisceau laser. La lumière est diffractée par le sillon du CD pareillement à un réseau.

- Élaborer un protocole pour mesurer la distance entre les pistes d'un disque optique
- Réaliser la mesure de la distance entre les pistes du CD et estimer l'incertitude associée
- Déterminer la capacité de stockage du CD en Mo (Mégaoctet)

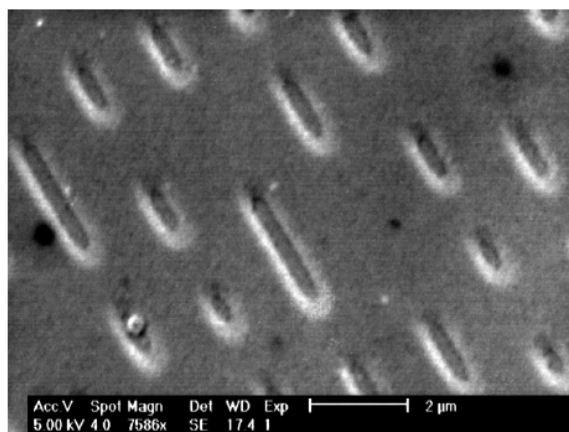
Annexes :

Document 1 : Disque compact

« Un CD (abréviation de « *Compact Disc* »), ou disque compact, est un disque optique utilisé pour stocker des données sous forme numérique.

La technique du disque compact repose sur une méthode optique : un faisceau de lumière cohérente (laser) vient frapper le disque en rotation.

Les informations sur un CD standard sont codées sur une piste d'alvéoles en spirale moulée dans le polycarbonate.



Surface d'un CD vue au microscope à balayage

Extrait de l'article CD de l'encyclopédie en ligne Wikipédia (<http://fr.wikipedia.org/>)

Document 2 : Réseaux de diffraction**Définition**

Un réseau de diffraction est un dispositif optique composé d'une série de traits parallèles.

Ces traits sont espacés de manière régulière.

La distance a entre les traits est appelé le «pas» du réseau.

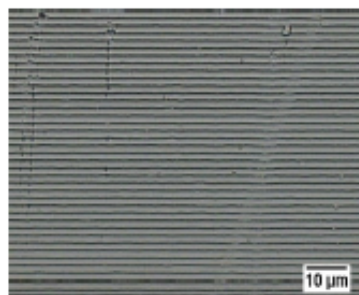


Image de la surface d'un réseau (600 traits/mm) prise au microscope optique.

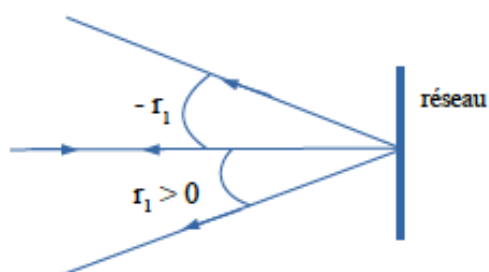
Source : Wikipédia

Condition d'interférences constructives

En notant λ la longueur de la lumière utilisée la condition d'interférences constructives pour un réseau utilisé en incidence normale

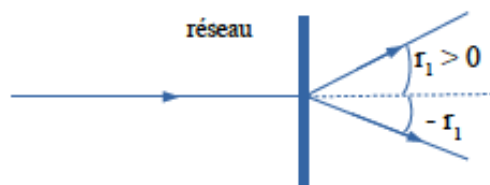
$$\sin r_m = m \frac{\lambda}{a}$$

où m est l'ordre du réseau et r_m l'angle entre le rayon émergent associé à l'ordre m et la normale.



Réseau en réflexion éclairé en incidence normale.

Seuls les rayons réfléchis associés aux ordres $m = 0, 1$ et -1 sont représentés.



Réseau en transmission.

Les disques de stockage optique comme réseaux :

Lorsque l'on envoie de la lumière blanche sur un réseau, celui-ci décompose la lumière un peu à la manière d'un prisme. Le phénomène se produit sur les CD et le DVD lorsque la lumière se réfléchit sur la face **contenant les pistes gravées**. Celles-ci jouent le rôle des traits du réseau. Le pas du réseau correspond alors à la distance a entre deux pistes.

Document 4 : Espace moyen occupé par un bit sur un CD

L'information numérique sur un CD est matériellement présente par une succession d'alvéoles de différentes longueurs. Ces alvéoles se trouvent sur une surface plane. Les alvéoles et les surfaces planes représentent le chiffre 0. La transition d'une alvéole à une surface plane (et inversement) représente un 1. Cette transition provoque par interférence une variation de l'intensité du faisceau laser réfléchi par la piste, qui est détectée par un capteur pour générer un chiffre binaire. La longueur moyenne correspondant à un bit est de $0,4 \mu\text{m}$.

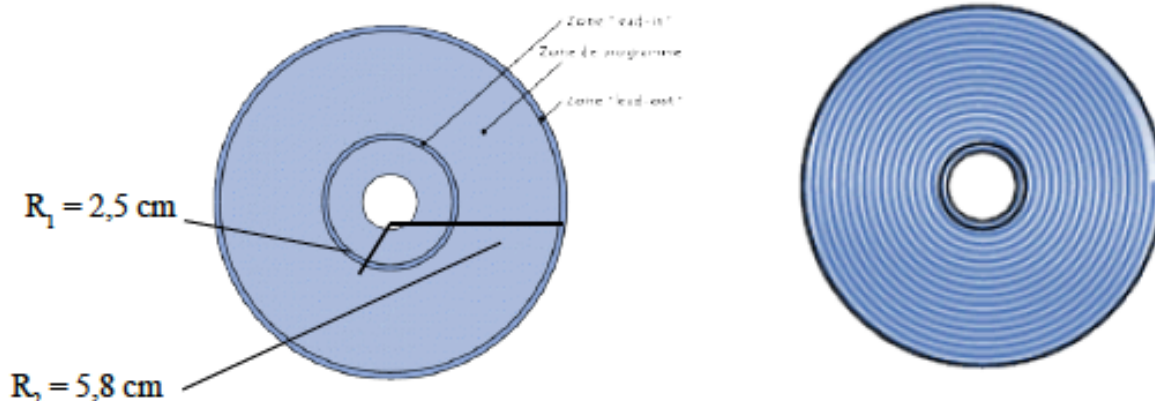
Pour des raisons techniques (taille du faisceau de lecteur, minimisation des erreurs de lecture), deux chiffres binaires 1 ne peuvent pas se suivre sur le disque. Pour cela chaque octet est codé non pas sur 8 mais sur 14 bits. Cette technique d'encodage est appelée Eight-to-Fourteen Modulation. De plus, chaque octet est séparé par 3 bits particuliers appelés merge-bits. Il faut donc écrire en tout 17 bits pour enregistrer un octet sur un CD.

Source : article « Eight-to-Fourteen Modulation » de encyclopédie en ligne Wikipédia (<http://en.wikipedia.org/>)

Document 3 : Longueur de la piste d'un disque optique

On peut voir l'ensemble des alvéoles gravée en spirale sur le support comme un ruban dont la largeur correspond à la largeur a entre 2 pistes et de longueur L . Le ruban de données occupe alors une surface $S = aL$ qui correspond aussi à la surface utilisée sur le disque.

Ainsi la connaissance des rayons R_1, R_2 ainsi que la largeur a de la piste permet de déterminer la longueur de la piste L .



Images issues du site : <http://www.commentcamarche.net/contents/pc/cdrom.php3>

Document 5 : Aide pour la détermination de l'incertitude type

Incrtitude sur la valeur de a , déterminée à partir de la relation $\sin \theta = \frac{\lambda}{a}$

En supposant que

- la source principale d'erreur provient des mesure de x et D
- les incrtitudes-types associées aux mesures de D et x sont identiques, et de type gaussien

on montre que : $u(a) = \frac{\lambda D}{x^2} u(x)$

où $u(x) = u(D)$ désigne l'incrtitude-type associée à x et D .

