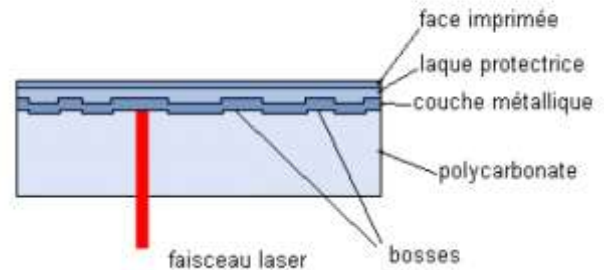


Stockage optique

- Le terme de stockage optique désigne une mémoire qui utilise la lumière pour écrire ou restituer l'information.
- Les disques compacts sont constitués d'une galette de polycarbonate ($n=1,55$) recouverte d'une fine couche d'aluminium ou d'or en général protégée des UV par un film de laque

- Etiquette imprimée
- Couche de laque prévenant les oxydations
- Couche métallique réfléchissante
- Couche de polycarbonate comportant l'information codée sous forme de cavités (bosses et creux)

Le rayon laser traverse les cavités, est réfléchi puis est détecté par le lecteur



- Sur un disque optique (CD, DVD, disque blu-ray), les données sont inscrites sur une surface ayant la forme d'une couronne de rayon intérieur $R_{int} = 2,5$ cm et de rayon extérieur $R_{ext} = 5,8$ cm. Les données sont gravées sous forme de minuscules cuvettes, placées sur des sillons le long de la piste. Les espaces entre les cuvettes sont appelés plateaux.

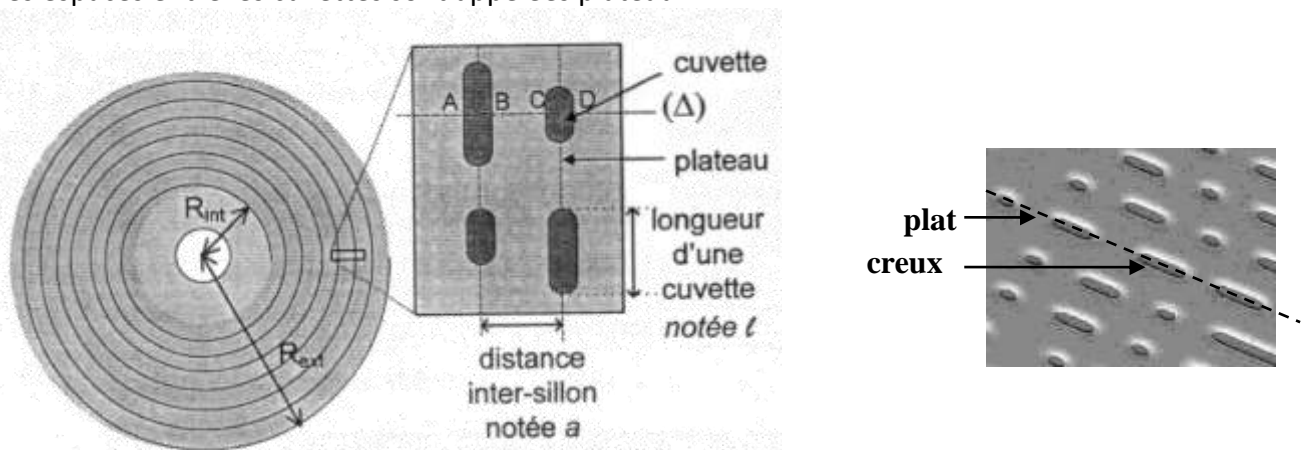


Figure 1.a - Vue de dessous des sillons d'un disque optique

- Caractéristiques des différents types de supports (CD, disque blu-ray) :

	CD ou CD-ROM	Blu-ray
Longueur d'onde λ du faisceau laser	780 nm	405 nm
Ouverture numérique de la lentille O.N.	0,45	0,85
Distance inter-sillon sur le disque a	1,67 μm	0,32 μm
Longueur minimale d'un creux ℓ	0,83 μm	0,15 μm

- Capacité de stockage d'un disque optique**

La capacité de stockage correspond nombre de bits pouvant être stockés.

- Montrer que la surface « utile » S du CD, correspondant à la couronne, s'exprime par :
- On considère qu'un bit de donnée occupe sur le disque optique une surface $s = \ell \times a$
Exprimer la capacité de stockage C .
La calculer en Mo pour un CD-ROM

Notice technique d'un CD-ROM

Le son est enregistré sous forme d'échantillons à 44,1 kHz avec 16 bits par canal. Sachant qu'il y a deux canaux de son stéréophonique, le débit binaire est donc de 176 ko.s^{-1} (kilooctets par seconde).

Rappel :

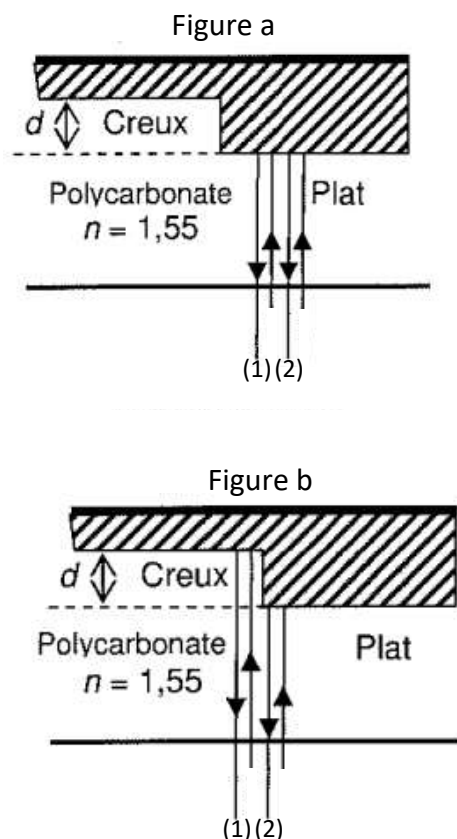
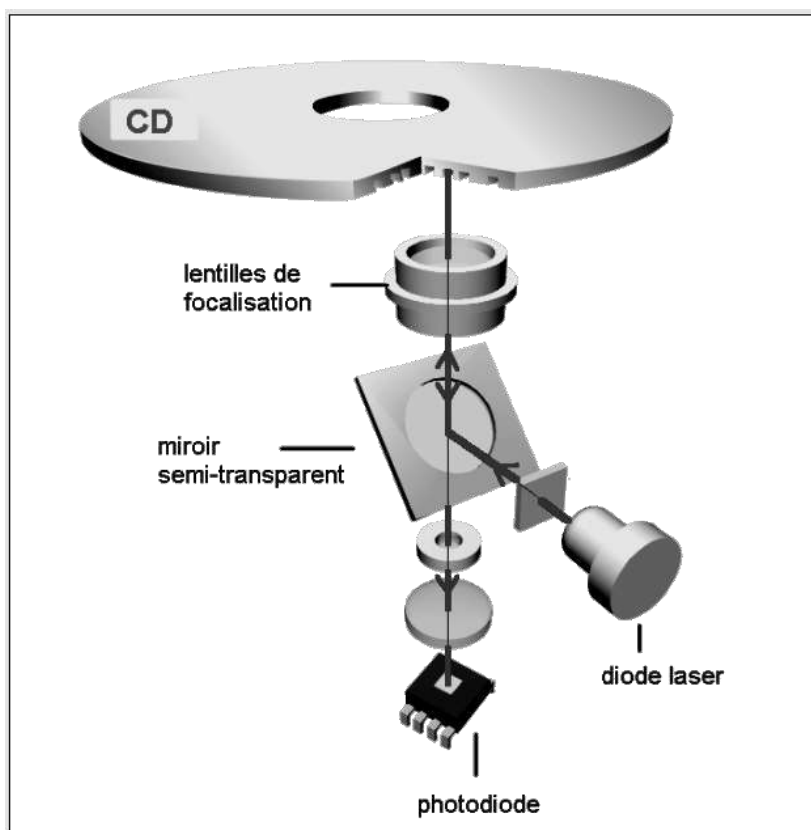
Fréquence d'échantillonnage : nombre de fois que les données numériques sont mesurées chaque 1s.

Quantification (en bits) : nombre de chiffres binaires (0 ou 1) données à chaque mesure pour définir l'amplitude du signal.

3. À partir de la valeur de la fréquence d'échantillonnage, retrouver par le calcul la valeur du débit binaire mentionné dans la notice technique.
4. Quelle est la durée d'enregistrement sonore que peut contenir le CD-ROM ?
5. Si on enregistrerait un signal purement audio de même débit sur un disque blu-ray affichant une capacité de 22 Go, quelle serait la durée de lecture en heures ?

▪ Lecture des informations sur le disque LASER :

Le document suivant représente le système de lecture du disque : le faisceau lumineux, constitué d'une lumière monochromatique de longueur d'onde λ_0 dans le vide est émis par la diode LASER. Il traverse une couche protectrice transparente en polycarbonate dont l'indice est $n = 1,55$, puis il est réfléchi par le disque et détecté par la photodiode.



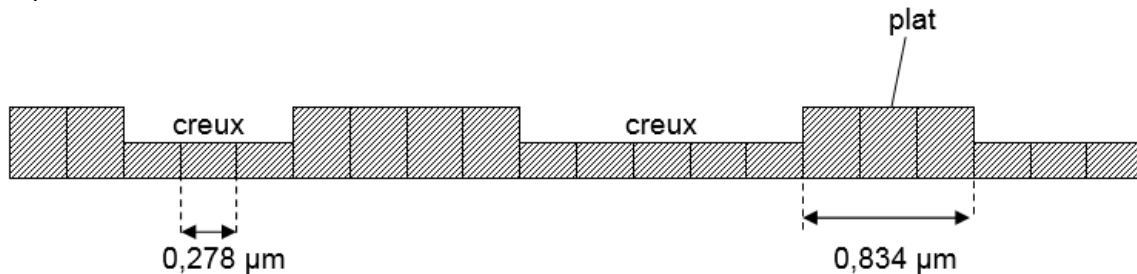
Document

Les figures a et b montrent le parcours des rayons du faisceau LASER avant et après réflexion sur la couche métallique.

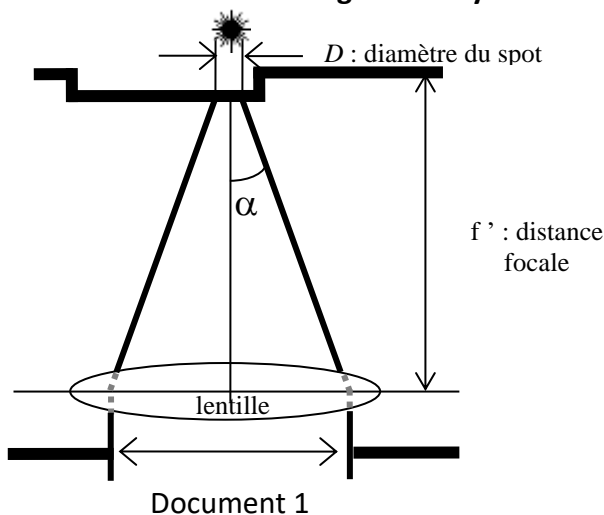
On note ΔL la différence de parcours des rayons réfléchis (1) et (2) qui se superposent et interfèrent lors de leur détection au niveau de la photodiode.

1. On s'intéresse au cas correspondant à la figure a : le faisceau est entièrement réfléchi par un plat

- 1.1. Quelle est la valeur de ΔL ?
 - 1.2. Que peut-on en déduire des interférences entre les rayons (1) et (2) ?
 - 1.3. Que se passerait-il si les deux rayons étaient réfléchis dans un creux ?
2. On s'intéresse au cas correspondant à la figure b : une partie du faisceau est alors réfléchi par le plat et l'autre partie par le creux. Tous les rayons composant le faisceau n'ont donc pas parcouru le même trajet.
- 2.1. Donner la condition que doit vérifier ΔL pour que les interférences soient destructives.
 - 2.2. Montrer que la profondeur minimale d du creux doit être : $d = \frac{\lambda}{4}$.
 - 2.3. Calculer d pour un CD lu par un faisceau LASER de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 780 \text{ nm}$, sachant que dans le polycarbonate, la longueur d'onde de la lumière monochromatique constituant le faisceau est $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$.
3. Lorsque la photodiode capte un minimum de lumière, la valeur binaire 1 est attribuée. Lorsque la photodiode capte un maximum de lumière, la valeur binaire 0 est attribuée. On a représenté une coupe agrandie de la surface d'un disque (succession de creux et plats). Donner l'information binaire lors du passage du faisceau LASER au niveau de chaque verticale représentée.



▪ Intérêt de la technologie Blu-Ray :



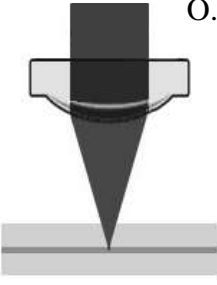
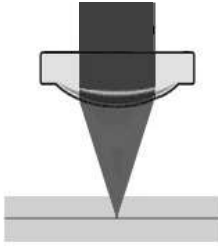
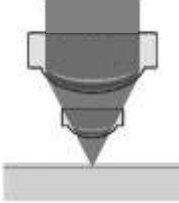
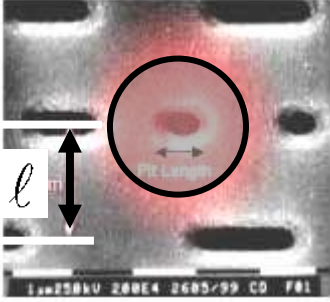
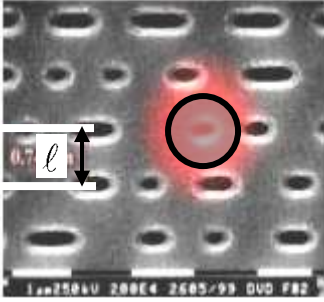
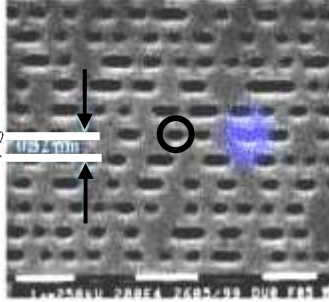
La quantité $O.N. = \sin \alpha$ est appelée « ouverture numérique ».

α est l'angle d'ouverture du demi-cône formé par le faisceau laser (voir document 1).

Le diamètre D du spot sur l'écran s'exprime alors par la formule :

$$D = 1,22 \cdot \frac{\lambda_0}{\sin \alpha} = 1,22 \cdot \frac{\lambda_0}{O.N.}$$

On a donné sur le document 2 les valeurs de l'ouverture numérique, de la longueur d'onde et de la distance ℓ qui sépare deux lignes de données sur le disque.

<i>CD</i>	<i>DVD</i>	<i>Blu-ray Disc</i>
<p>$\lambda_0 = 780 \text{ nm}$ O.N. = 0,45</p> 	<p>$\lambda_0 = 650 \text{ nm}$ O.N. = 0,60</p> 	<p>$\lambda_0 = 405 \text{ nm}$ O.N. = 0,85</p> 
 <p>$l = 1,6 \mu\text{m}$</p>	 <p>$l = 0,74 \mu\text{m}$</p>	 <p>$l = 0,30 \mu\text{m}$</p>

- Justifier l'appellation « Blu-ray » en faisant référence à la longueur d'onde du faisceau Laser.
- Quel est le phénomène qui empêche d'obtenir dans chaque cas une largeur de faisceau plus faible ?
- En utilisant les données du document 2, vérifier que le diamètre D du spot dans le cas de la technologie Blu-ray est compatible avec la distance $2l$ qui sépare trois lignes de données sur le disque.
- En argumentant votre réponse expliquer comment il est possible d'améliorer la capacité de stockage du disque sans modifier sa surface.
- Un disque blu-ray peut contenir jusqu'à 46 Gio de données, soit environ 4 heures de vidéo haute définition (HD).
Calculer le débit binaire de données numériques dans le cas de la lecture d'une vidéo HD (en Mibit/s).
- La haute définition utilise des images de résolution d'au moins 720 pixels en hauteur et 900 pixels en largeur. Chaque pixel nécessite 24 bits de codage (8 par couleur primaire).
Montrer que la taille numérique d'une image non compressée est d'environ 15 Mibit.
- Combien d'images par seconde peut-on obtenir sur l'écran de l'ordinateur avec le débit binaire calculé à la question 5. ?
- Pour éviter l'effet de clignotement, la projection d'une vidéo nécessite au moins 25 images par seconde. Pourquoi faut-il réduire la taille des images à l'aide d'un protocole de compression d'images.