EXERCICE III : LE LASER AU QUOTIDIEN (4 points)

Saviez-vous que si vous regardez des DVD, naviguez sur le web, scannez les codes barre et si certains peuvent se passer de leurs lunettes, c'est grâce à l'invention du laser, il y a 50 ans !

Intéressons-nous aux lecteurs CD et DVD qui ont envahi notre quotidien. La nouvelle génération de lecteurs comporte un laser bleu (le blu-ray) dont la technologie utilise une diode laser fonctionnant à une longueur d'onde λ_B = 405 nm dans le vide, d'une couleur bleue (en fait violacée) pour lire et écrire les données. Les CD et les DVD conventionnels utilisent respectivement des lasers infrarouges et rouges. Les disques Blu-ray fonctionnent d'une manière similaire à celle des CD et des DVD.

Le laser d'un lecteur blu-ray émet une lumière de longueur d'onde différente de celles des systèmes CD ou DVD, ce qui permet de stocker plus de données sur un disque de même taille (12 cm de diamètre), la taille minimale du point sur lequel le laser grave l'information étant limitée par la diffraction.

Pour stocker davantage d'informations sur un disque, les scientifiques travaillent sur la mise au point d'un laser ultra violet.

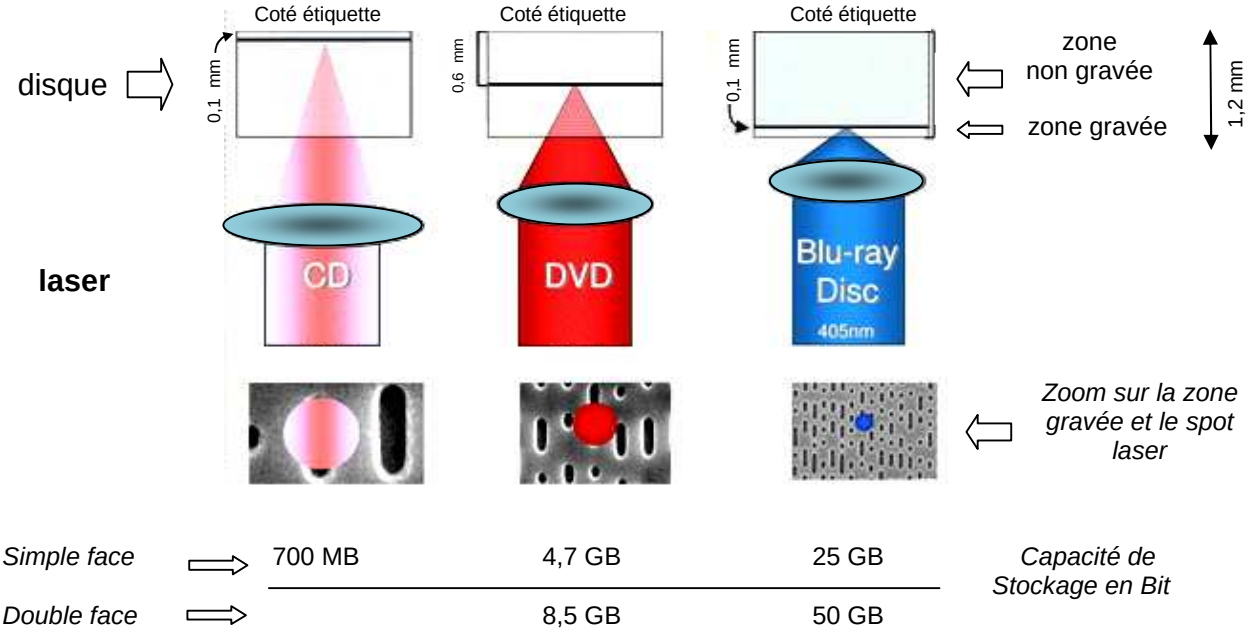


Figure 1 : caractéristiques des disques CD, DVD et Blu-ray.

Donnée : On prendra ici pour la célérité de la lumière dans le vide et dans l'air :
$c = 3{,}00 \times 10^8$ m.s^{-1}.

1. A propos du texte

1.1. Quel est le nom du phénomène physique responsable de l'irisation d'un CD ou d'un DVD éclairé en lumière blanche ?

1.2. Calculer la valeur de la fréquence ν de la radiation utilisée dans la technologie blu-ray.

1.3. Comparer la longueur d'onde du laser blu-ray à celle des systèmes CD ou DVD.

2. Diffraction

On veut retrouver expérimentalement la longueur d'onde λ_D de la radiation monochromatique d'un lecteur DVD.

On utilise pour cela le montage de la **figure 2** a étant le diamètre du fil, θ le demi- écart angulaire.

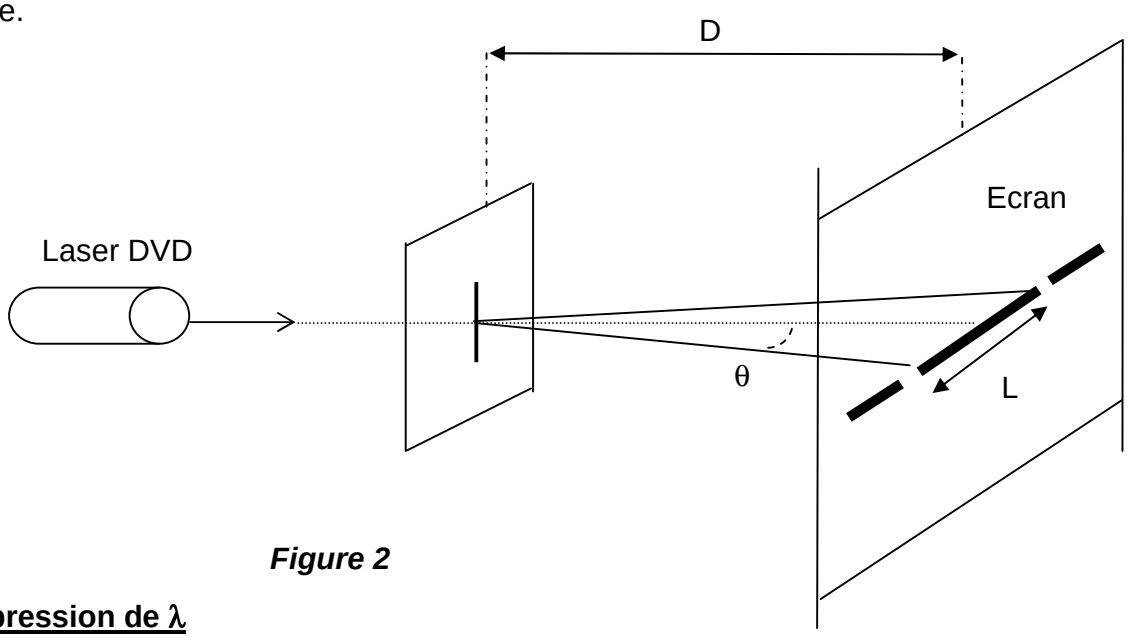


Figure 2

2.1. Expression de λ

2.1.1. Etablir la relation entre θ, L (largeur de la tache centrale de diffraction) et D (distance entre le fil et l'écran).
On supposera θ suffisamment petit pour considérer $\tan\theta \approx \theta$ avec θ en radian.

2.1.2. Donner la relation entre θ, λ_D et a en indiquant l'unité de chaque grandeur.

2.1.3. En déduire la relation $\lambda_D = \dfrac{L.a}{2.D}$.

2.2. Détermination de la longueur d'onde λ_D de la radiation d'un laser de lecteur DVD

Pour la figure de diffraction obtenue avec un laser « DVD », on mesure L = 4,8 cm.

On remplace alors le laser « DVD » par le laser utilisé dans le lecteur blu-ray sans modifier le reste du montage, on obtient une tache de diffraction de largeur L' = 3,0 cm.

A partir de ces deux expériences, calculer la valeur de la longueur d'onde λ_D de la radiation monochromatique d'un lecteur DVD et la comparer au résultat de la question 1.3.

3. Dispersion

Un CD est constitué de *polycarbonate de qualité optique* dont l'indice de réfraction est n = 1,55 pour la radiation lumineuse utilisée dans le lecteur CD.

3.1. Soit v la vitesse de la radiation dans *le polycarbonate*, donner la relation entre les grandeurs physiques n, c et v.

3.2. Quelle grandeur caractéristique de la radiation du laser n'est pas modifiée lorsque son rayon passe de l'air dans le disque ?

3.3. Détermination de la longueur d'onde λ d'un laser CD.

3.3.1. Le laser utilisé pour lire les CD a une longueur d'onde λ_C = 780 nm dans le vide.

Montrer que la longueur d'onde λ du laser CD dans le polycarbonate vérifie $\lambda = \dfrac{\lambda_C}{n}$.

3.3.2. Calculer λ.