



Chapitre 3 : Propagation d'une onde lumineuse

1. Nature ondulatoire de la lumière

Lorsqu'un faisceau laser traverse une fente très étroite, il s'élargit et forme sur l'écran une tache centrale brillante entourée de taches secondaires : c'est une **figure de diffraction**. La propagation n'est alors plus strictement rectiligne.

La **diffraction** est un phénomène caractéristique des ondes. Son observation montre que la lumière possède une nature ondulatoire.

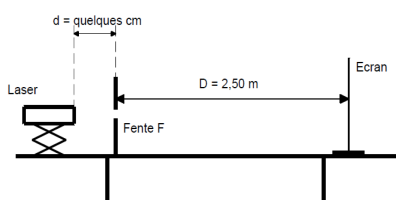


Figure 1 – Montage de diffraction par une fente



Figure 2 – Figure de diffraction observée sur l'écran

La lumière se propage dans le vide : ce n'est donc pas une onde mécanique, mais une **onde électromagnétique**.

Dans le vide :

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}, \quad \lambda_0 = cT = \frac{c}{\nu}.$$

La fréquence ν dépend uniquement de la source.

Lors d'un changement de milieu transparent :

- la fréquence ν reste constante ;
- la célérité diminue : $v < c$;
- la longueur d'onde change : $\lambda = \frac{v}{\nu}$.

Dans l'air, la célérité de la lumière est pratiquement égale à celle dans le vide.

2. Couleur et longueur d'onde

Une lumière **monochromatique** est une onde électromagnétique sinusoïdale de fréquence unique. Sa couleur est liée à sa fréquence.

Dans le vide, le domaine visible est approximativement :

$$400 \text{ nm} < \lambda_0 < 800 \text{ nm}.$$

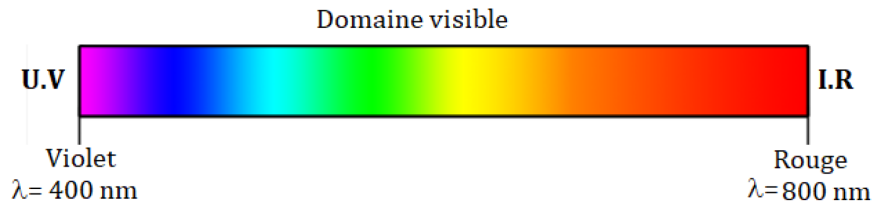


Figure 3 – Domaine visible : du violet au rouge

3. Propagation dans un milieu transparent

3.1 Indice de réfraction

L'indice de réfraction d'un milieu transparent est :

$$n = \frac{c}{v}$$

avec c la célérité dans le vide et v la célérité dans le milieu.

Comme $v < c$, on a toujours $n > 1$.

3.2 Réfraction et lois de Descartes

Lorsqu'un rayon lumineux traverse la surface séparant deux milieux transparents, il change généralement de direction : c'est la **réfraction**.

Lois de Descartes :

- le rayon incident, le rayon réfracté et la normale sont dans un même plan ;
- les angles vérifient :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2.$$

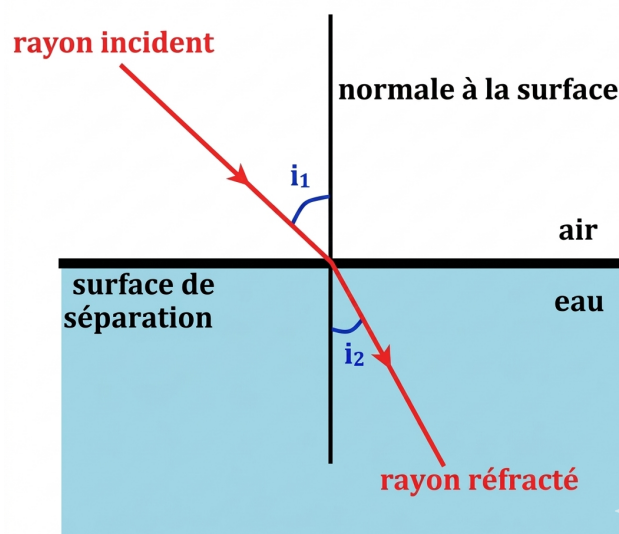


Figure 4 – Réfraction d'un rayon lumineux à l'interface de deux milieux

3.3 Milieu dispersif

Un milieu transparent est **dispersif** lorsque la célérité de la lumière dépend de sa fréquence. Son indice n dépend alors aussi de la fréquence.

4. Spectres lumineux et prisme

Une lumière monochromatique traversant un prisme donne une seule raie. Une lumière blanche donne un spectre continu composé de toutes les couleurs visibles.

Une lumière **polychromatique** est composée de plusieurs radiations monochromatiques de fréquences différentes.

Dans un prisme, les radiations ne sont pas toutes déviées de la même façon : les courtes longueurs d'onde, comme le violet, sont généralement plus déviées que les longues longueurs d'onde, comme le rouge.

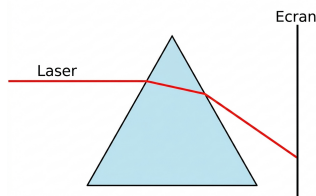


Figure 5 – Déviation d'une lumière monochromatique

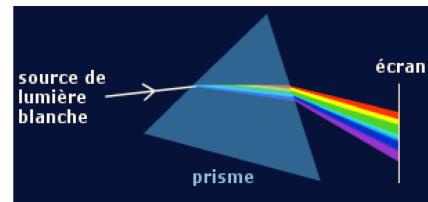


Figure 6 – Décomposition de la lumière blanche par un prisme

Aux deux faces du prisme, les lois de Descartes s'écrivent :

$$\sin i = n \sin r, \quad n \sin r' = \sin i'.$$

5. Diffraction de la lumière

Pour une fente de largeur a , l'écart angulaire θ de la tache centrale vérifie, pour les petits angles :

$$\theta \simeq \frac{\lambda}{a}.$$

Si l'écran est placé à une distance D de la fente et si L est la largeur de la tache centrale :

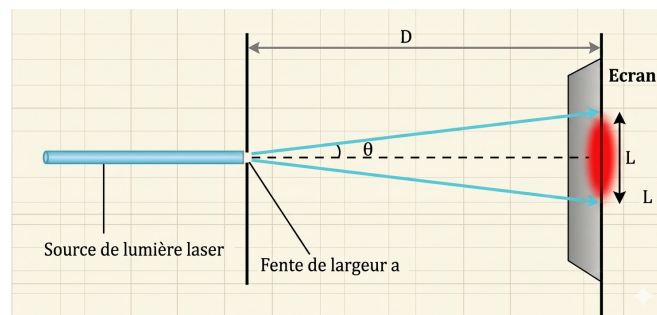


Figure 7 – Définition de D , L , a et θ dans l'expérience de diffraction

$$\tan \theta \simeq \theta \simeq \frac{L}{2D}.$$

On en déduit :

$$L = \frac{2D\lambda}{a}.$$

Modification expérimentale	Conséquence sur la largeur L
$D \uparrow$	$L \uparrow$
$\lambda \uparrow$	$L \uparrow$
$a \uparrow$	$L \downarrow$