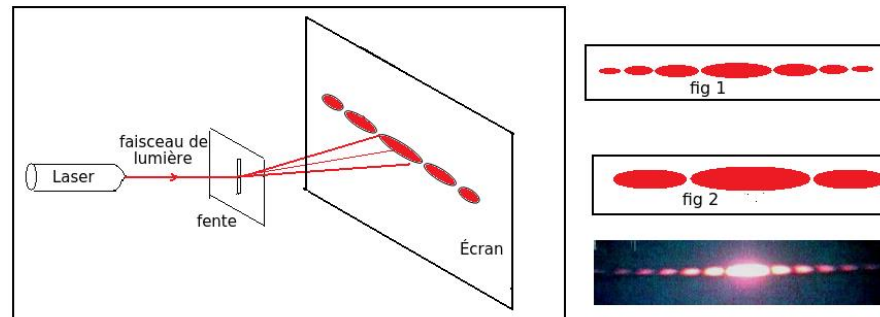


PROPAGATION D'UNE ONDE LUMINEUSE

1– La lumière, un phénomène ondulatoire

1.1– Diffraction de la lumière :



La lumière se propage dans un milieu transparent homogène. Mais au passage par une fente étroite, le laser en ligne droite, le faisceau change de direction, on assiste donc au phénomène de

⇒ Par analogie avec les ondes mécaniques progressifs périodiques on peut confirmer la nature ondulatoire de la lumière . **Donc la lumière est une** qui se propage.

1.2 – La lumière est une onde

☛ La lumière **n'a pas besoin d'un milieu matériel** pour se propager.

☛ La lumière ne se propage pas dans les milieux opaques (bois, pierre...).

⇒ La lumière est une onde (correspond à la propagation simultanée d'un champ électrique et un champ magnétique) **sinusoïdale** qui se **propage** dans le **vide** et dans les **milieux transparents** (air, eau, verre...).

2– Caractéristiques d'une onde lumineuse

2.1– Lumière monochromatique et polychromatique :

☛ Lumière **monochromatique** est une onde électromagnétique progressive sinusoïdale de fréquence (composée d'une seule radiation donc d'une seule couleur). **Exemple** : lumière émise par un laser.

☛ Lumière polychromatique est composée d'un ensemble de lumières de fréquences (composée de plusieurs radiations donc de plusieurs couleurs). **Exemple** : lumière blanche.

2.2– Célérité de la lumière

Dans le vide et pratiquement dans l'air, toutes les radiations lumineuses se propagent avec la même **célérité** $c = 3.10^8$ m/s, quelque soit leurs fréquences.

Dans les milieux transparents (comme le verre, l'eau ...) la célérité v de la lumière est inférieure à c et change de valeur d'un milieu à un autre.

Exemple : $v_{\text{eau}} = 2,232.10^8 \text{ ms}^{-1}$

On définit l'**indice de réfraction** (ou indice) d'un milieu transparent, pour une longueur d'onde donnée, par la relation :

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

Avec c la vitesse de la lumière dans le vide et v la vitesse de propagation de la lumière dans ce milieu.

Remarque :

- L'indice de milieu est un nombre **sans unité**.
- Il est toujours supérieur à 1 car $c > v$.
- **L'indice de l'air** étant très proche de 1 **est pratiquement le même que dans le vide**.

2.3– Fréquence et longueur d'onde

Une onde lumineuse est une onde progressive sinusoïdale caractérisée par sa longueur d'onde dans le vide λ_0 (exprimée en mètres). Celle-ci est reliée à la période de l'onde T ou à sa fréquence ν par l'intermédiaire de la célérité :

$$c = \frac{\lambda_0}{T} = \lambda_0 \cdot \nu$$

λ_0 : longueur d'onde dans le vide (m) ; T : période (s) ; ν : fréquence (Hz) ; c : célérité (m/s).

$$\text{Dans les milieux transparents quelconque : } V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu$$

λ : longueur d'onde dans le milieu (m) ; T : période (s) ; ν : fréquence (Hz) ; V : célérité dans le milieu (m/s)

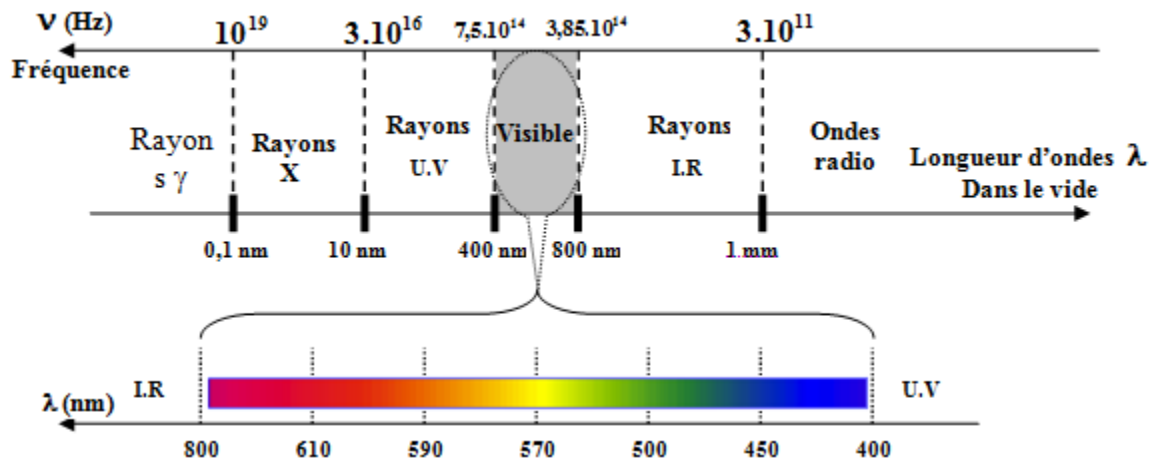
Remarque :

- Lors du **passage** d'une lumière monochromatique **d'un milieu transparent à un autre**, la fréquence; par contre, la célérité et la longueur d'onde correspondantes sont
- La période et la fréquence d'une onde lumineuse sont indépendantes du milieu donc : $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$; λ : longueur d'onde dans le milieu et λ_0 : longueur d'onde dans le vide.

2.4– Domaine des radiations lumineuses

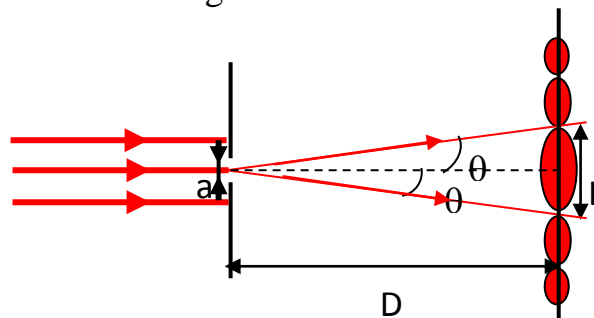
Les valeurs des longueurs d'onde λ des radiations lumineuses nous permettent de les classer en trois domaines différents :

- Si $400 \text{ nm} < \lambda < 800 \text{ nm}$, la radiation appartient au domaine des radiations : En effet l'oeil n'est sensible qu'à ce domaine de longueur d'onde, et nous permet de voir toutes les couleurs.
- Si $\lambda < 400 \text{ nm}$, la radiation appartient au domaine des
- Si $\lambda > 800 \text{ nm}$, la radiation appartient au domaine des



3– Diffraction d'une onde lumineuse monochromatique

Le phénomène de diffraction est observé lorsque la lumière monochromatique passe par une fente fine étroite de largeur a .



Ce phénomène de diffraction dépend essentiellement de trois facteurs :

1– La largeur de la fente a

Plus la fente est fine et étroite, la lumière s'étale et plus le phénomène de diffraction est important.

2– La longueur d'onde λ

Quand la longueur d'onde de la lumière incidente diminue, la largeur de la tache centrale

3– La distance D entre la fente et l'écran

Lorsque la distance D augmente, la largeur L de la tache centrale aussi.

L'Ecart angulaire :

On appelle écart angulaire θ , l'angle, exprimé en radian, entre la droite passant par le milieu de la tache centrale et celle passant par le milieu de la première zone d'extinction.

Expérimentalement :

$$(\text{rad}) \rightarrow \theta = \frac{\lambda}{a} \left(\begin{array}{l} \text{--- (m)} \\ \text{--- (m)} \end{array} \right)$$

Graphiquement :

Lors de la diffraction de la lumière, l'angle θ est faible, donc :

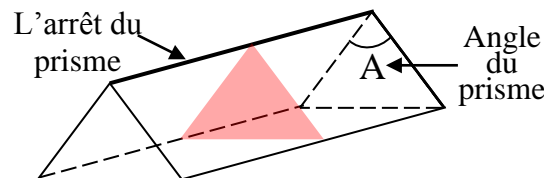
$$\tan \theta \approx \theta = \frac{L}{2D}$$

Remarque :

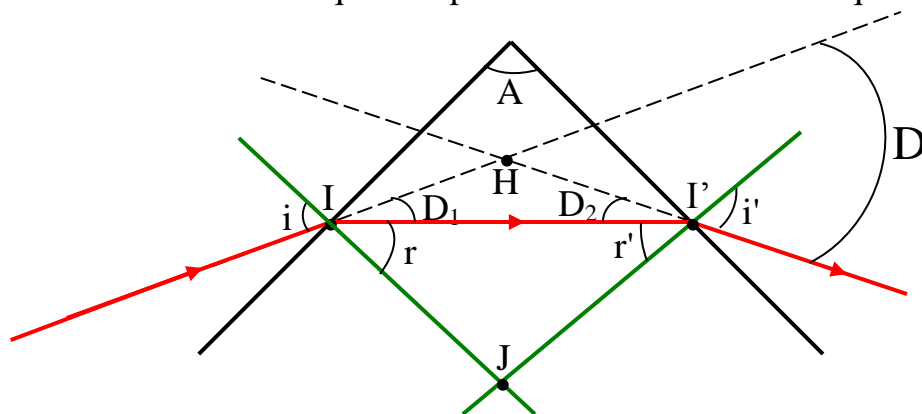
- A la place de la fente, on peut utiliser un fil très fine de diamètre a .
- Si l'**ouverture** est **horizontale**, la **tache** de diffraction est **verticale**, et vice-versa.

4– Phénomène de Dispersion de la lumière par un prisme**4.1– Le prisme**

Un prisme est formé d'un milieu transparent limité par deux faces planes. Il est caractérisé par son angle au sommet A et par son indice de réfraction n .

**4.2– Les relations caractéristiques du prisme**

Les relations caractéristiques du prisme sont au nombre de quatre :



- D'abord, les lois de la réfraction :
 - ☛ Pour la première réfraction, l'angle d'incidence est noté i , l'angle de réfraction r :

$$n_{air} \cdot \sin(i) = n \cdot \sin(r) \quad \textcircled{1}$$

- ☛ Pour la deuxième réfraction, l'angle d'incidence est noté r' , l'angle de réfraction i' :

$$n \cdot \sin(r') = n_{air} \cdot \sin(i') \quad \textcircled{2}$$

- Dans le triangle $AI'I'$: $A + \left(\frac{\pi}{2} - r\right) + \left(\frac{\pi}{2} - r'\right) = \pi$
 $\Rightarrow A = r + r' \quad \textcircled{3}$

- Déviation du rayon lumineux :
 - ✓ par le 1er dioptre : $D_1 = i - r$.
 - ✓ par le seconde dioptre (vers la base) : $D_2 = i' - r'$.
 - ✓ Déviation totale à travers le prisme :

$$D = D_1 + D_2 = i + i' - A$$

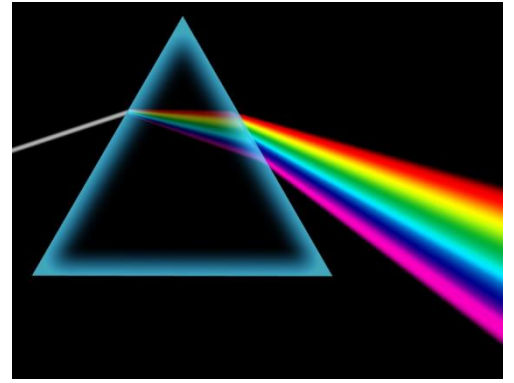
④

4.3– Dispersion de la lumière blanche

La dispersion de la lumière blanche est sa **décomposition** en radiations monochromatiques.

4.4– Interprétation de la dispersion

Le prisme est constitué de deux surfaces de séparation. La première est la surface air-verre, appelée face d'entrée et la seconde est la surface verre-air, appelée face de sortie.



Le rayon lumineux incident subit une première réfraction sur la face d'entrée et une deuxième réfraction sur la face de sortie.

La lumière incidente est blanche elle est constituée d'une somme de lumineuses qui arrivent avec le même angle d'incidence i .

L'indice du prisme dépend de la fréquence (couleur de radiation) ou de la longueur d'onde. Selon la deuxième loi de la réfraction : $\sin(i) = n \cdot \sin(r)$, **le trajet d'une radiation dépend de l'indice du prisme.**

Chaque radiation possède alors
et donc elle est déviée **différemment**.

"On obtient donc le spectre de la lumière blanche"