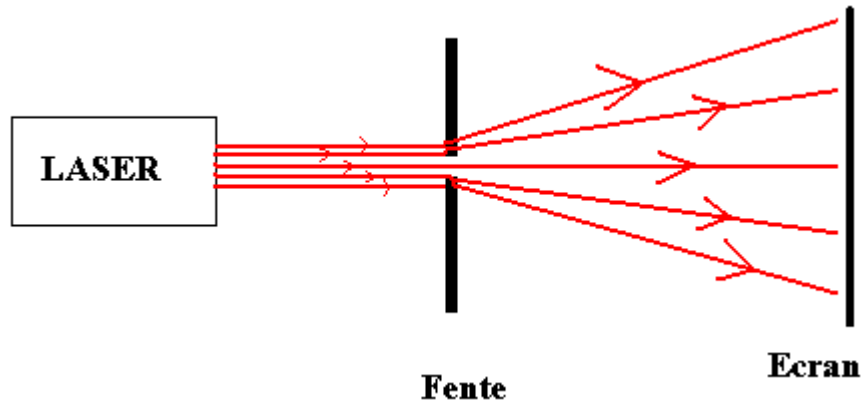


Modèle ondulatoire de la lumière

I. Propriétés de la lumière

1.1 Mise en évidence du modèle ondulatoire

Expérience:



La lumière du LASER (Light Amplification Stimulated by Emission of Radiation) est diffractée lorsqu'elle traverse une ouverture de petite dimension. La diffraction est un phénomène caractéristique des ondes, ce qui nous permet de modéliser la lumière comme une onde.

1.2 Propriétés

La lumière est une onde électromagnétique qui se propage dans le vide avec la célérité : $c=3.0 \cdot 10^8$ m/s. Dans les milieux matériels transparents, sa célérité v est plus faible.

On appelle radiation lumineuse une onde lumineuse progressive périodique sinusoïdale caractérisée par:
-sa fréquence ν (Hz) (lettre grecque nu) où sa période $T=1/\nu$ (s) qui est imposée par la source lumineuse **indépendante du milieu.**

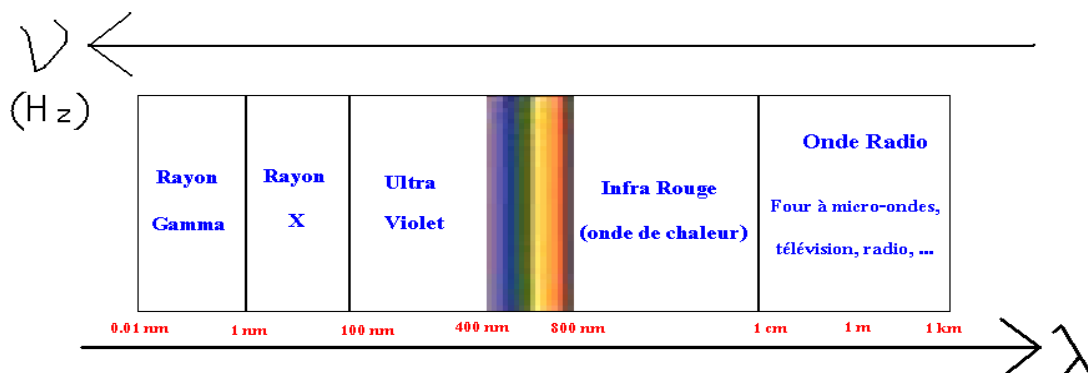
-sa longueur d'onde dans le vide λ_0 en mètre m (sous multiple nm)

$$\lambda_0 = c \cdot T = c/\nu$$

Remarque: **λ dépend du milieu de propagation**

1.3 Fréquences et couleurs

Dans le spectre des ondes électromagnétiques, les radiations visibles par l'œil occupent une très faible partie.

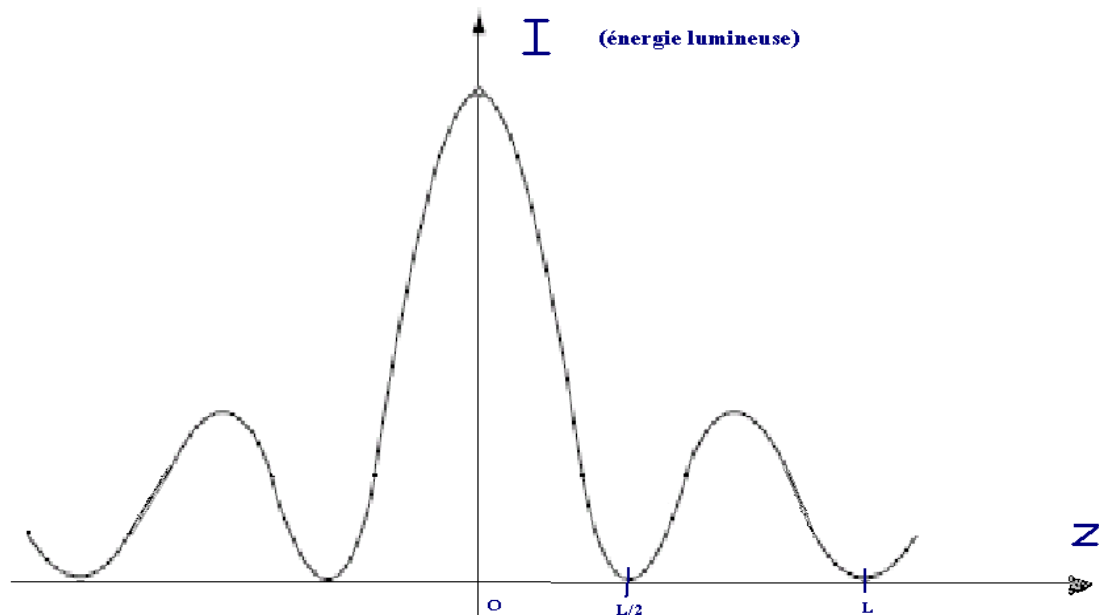
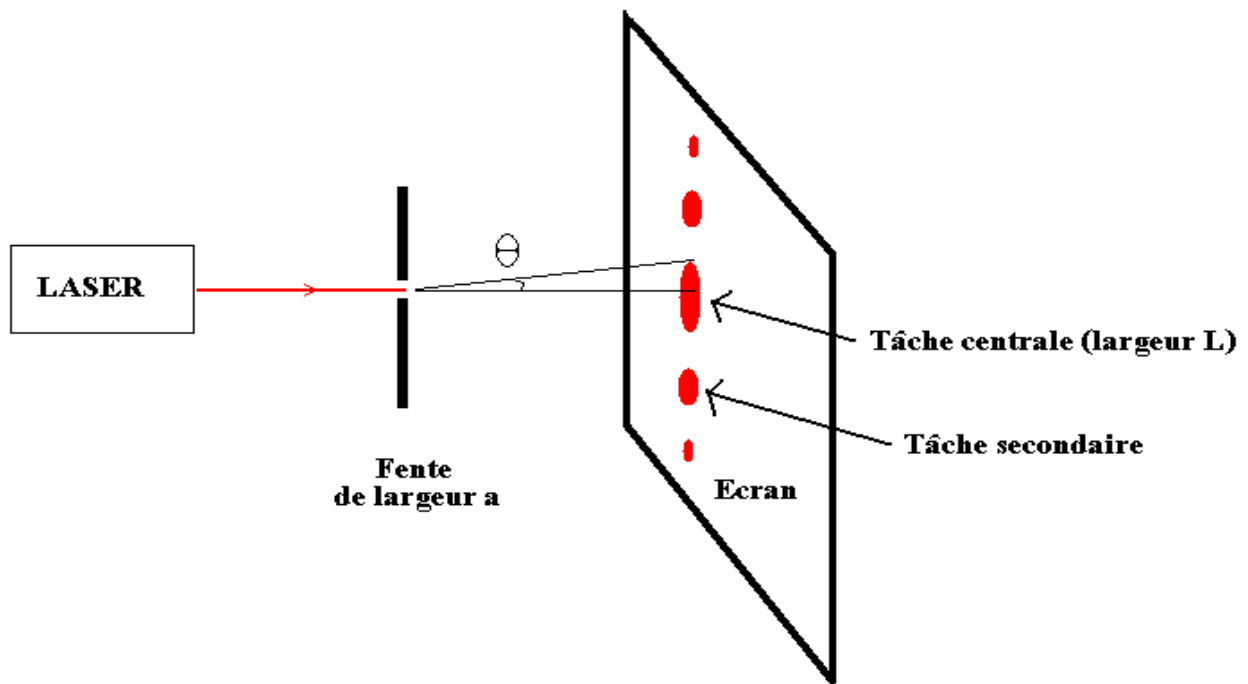


Visible: 400 nm: violet, bleu, ton de vert, jaune, orange et rouge (= 800nm)
Une source monochromatique contient plusieurs λ différents.
Si le nombre de radiation est fini, on obtient un spectre de raie
Si le nombre de radiation est infini, on obtient un spectre continu.

II. Etude de la diffraction

2.1 En lumière monochromatique

Expérience:



Quand le faisceau laser traverse la fente de largeur a , il diverge d'un angle θ (pour la tâche centrale) appelée écart angulaire.

$$\theta = \lambda / a$$

$[\lambda]:\text{m}; [a]:\text{m}; [\theta]:\text{rad}$

Remarque:

-Le phénomène est d'autant plus visible que a est faible devant λ .

-La lumière est diffractée par notre pupille, l'image d'un point est donc une tâche.

La diffraction limite le pouvoir de résolution de notre œil.

2.2 En lumière polychromatique



Sur l'écran, on observe la superposition des figures de diffraction de chaque radiation. C'est une irisation de couleur de part et d'autre de la tâche centrale blanche.

III. Propagation de la lumière dans les milieux matériels

3.1 Indice de réfraction des milieux transparent

L'indice d'un milieu transparent est noté n . On a $n=c/v$.

$c=3.0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $[v]: \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; n : sans dimension

Remarque:

-L'indice du vide est $n=1$. ($n_{\text{vide}} \equiv n_{\text{air}}$)

- n est un réel avec $n \geq 1$.

$-\lambda = v \cdot T = (c/n) \cdot T \Rightarrow \lambda = \lambda_0 / n$

3.2 Milieu transparent dispersif

Les milieux transparents autre que l'air sont des milieux dispersifs, i.e. la célérité de la radiation dépend de sa fréquence. $v=f(v)$

On peut aussi dire que la vitesse dépend de λ_0 .

Donc l'indice de réfraction d'un milieu dispersif dépend aussi de la fréquence (ou de λ_0): en effet, $n(v) = c/v(v)$ ou encore $n(\lambda_0) = c/v(\lambda_0)$

La fonction $n(\lambda_0)$ est donnée par la formule de Cauchy : $n = A + (B/\lambda_0^2)$.

Quand λ_0 augmente, n diminue. (nm) (crow) (flint)

Exemple:

Couleur	Rouge	Jaune	Bleu
λ_0 (nm)	656	589	486
n_{verre} (crow)	1.504	1.507	1.521
n_{verre} (flint)	1.612	1.621	1.671

Le verre flint est plus dispersif que le verre crow.

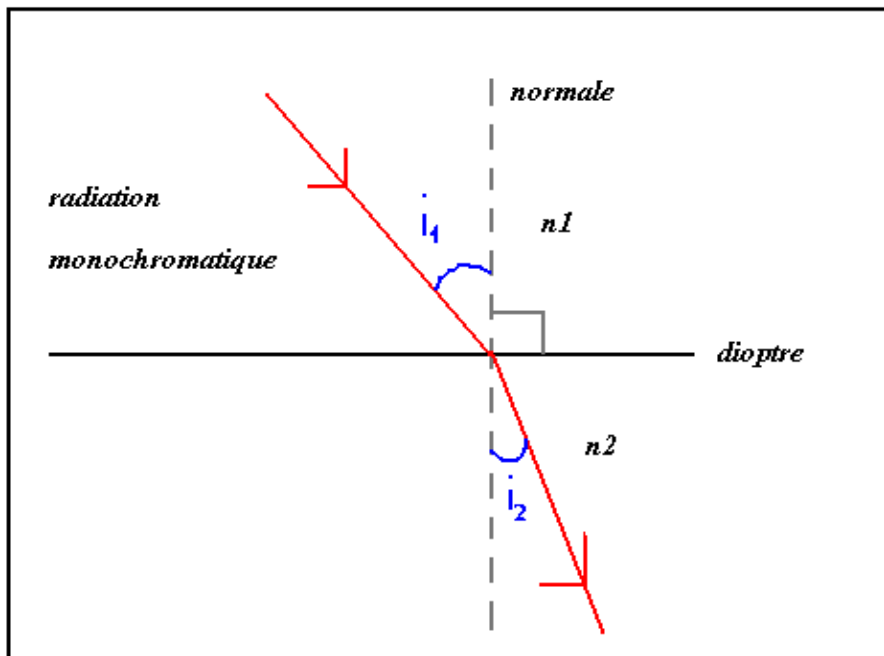
3.3 Dispersion par le prisme

a/La réfraction

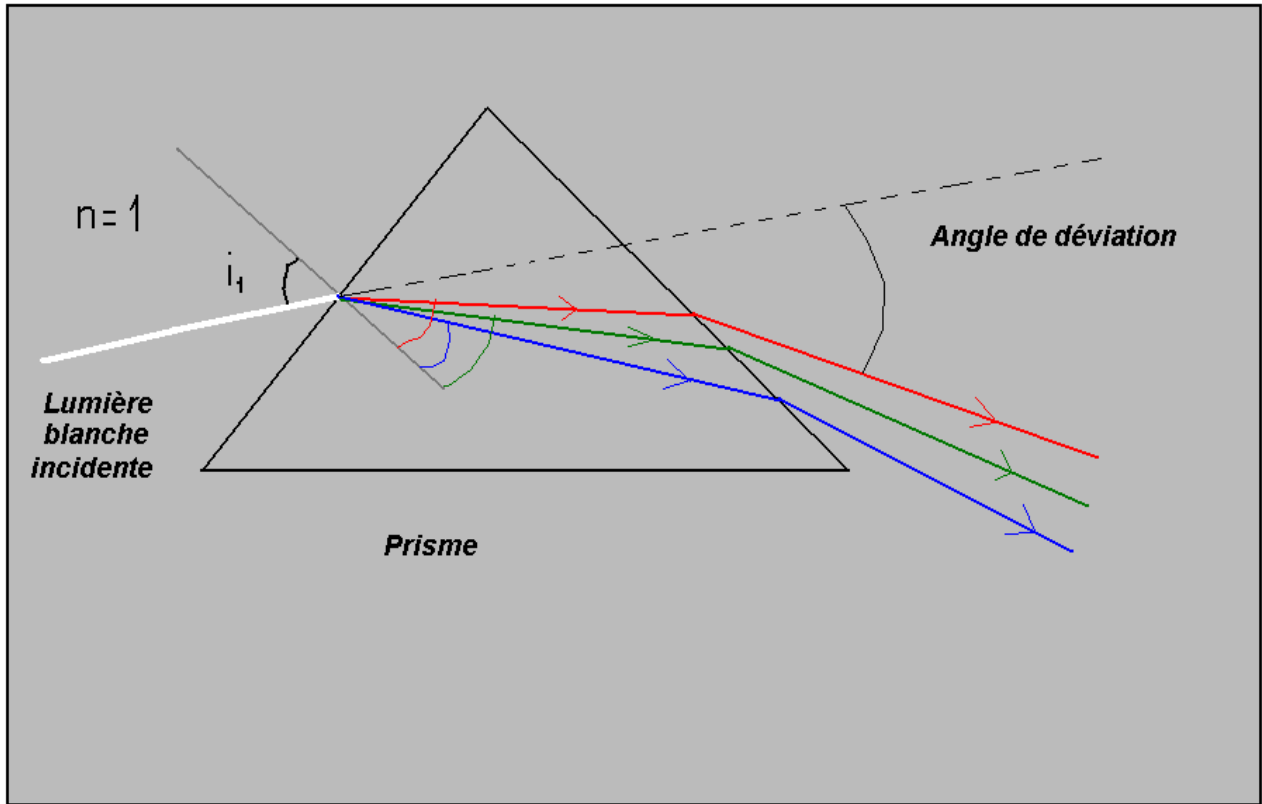
Loi de Descartes

-Les rayons incidents et réfractés ainsi que la normale sont coplanaires.

- $n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2)$



b/Réfraction dans le prisme



Loi de Descartes

$$n_1 \sin(i_1) = n_r \sin(i_{2r}) = n_v \sin(i_{2v}) = n_b \sin(i_{2b})$$

Or $n_r < n_v < n_b$

$$\Rightarrow \sin(i_{2r}) > \sin(i_{2v}) > \sin(i_{2b})$$

Or la fonction $x \rightarrow \sin(x)$ est croissante sur $[0, \pi/2]$.

Donc $i_{2r} > i_{2v} > i_{2b}$

Les phénomènes de dispersion et de réfraction permettent d'interpréter la décomposition de la lumière blanche par le prisme.