

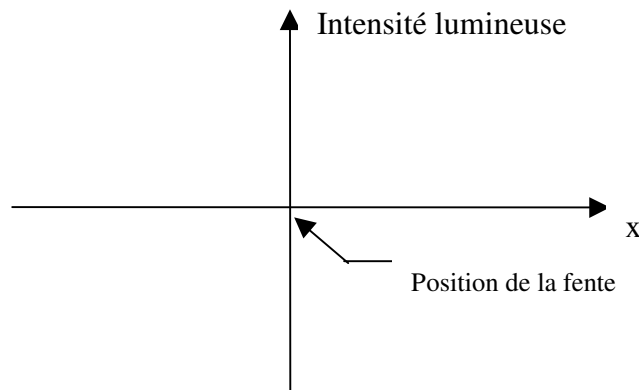
I LA LUMIERE : UNE ONDE ?

1) Diffraction de la lumière :

Lorsqu'une ouverture ou un obstacle de petite taille (fente, trou circulaire, fil fin etc...) est placé sur le trajet d'un faisceau lumineux, la lumière est diffractée. *Doc 2 et 3 p66 du livre.*

La figure de diffraction se caractérise par les faits suivants :

- On observe de la lumière dans les zones de l'espace qui n'auraient pas dues être éclairées.
- La figure de diffraction s'étale perpendiculairement à la direction de la fente ou du fil.



2) Interprétation ondulatoire :

Afin d'expliquer le phénomène de diffraction, l'astronome hollandais Christian Huygens (1629-1695) a interprété en 1690 la lumière comme une onde.

- La lumière peut, dans certains cas, être décrite comme une onde, appelée onde électromagnétique.

La lumière émise par un laser est une onde progressive sinusoïdale.

Contrairement aux ondes mécaniques, les ondes électromagnétiques peuvent se propager dans le vide.

3) Célérité de la lumière dans le vide :

La célérité des ondes électromagnétiques dans le vide est $c=299\,792\,458\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, soit $c=3,00\cdot 10^8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Le vide n'est pas un milieu dispersif. Cette célérité est donc la même quelle que soit la couleur si on a de la lumière visible et quelle que soit la catégorie des ondes (ondes radio, I.R, U.V ...).

II COULEURS, LONGUEURS D'ONDES ET FREQUENCE

1) Onde monochromatique :

- Lorsque la source impose une fréquence unique, l'onde est dite monochromatique (si on a affaire à une onde du domaine visible, cela signifie que l'on a une seule couleur).
- Une radiation monochromatique est caractérisée par sa fréquence. Cette fréquence ne change pas, même lorsque l'onde passe d'un milieu à un autre.

Par opposition, il existe des rayonnements polychromatiques (ex : la lumière blanche qui est composée de toutes les couleurs de l'arc en ciel).

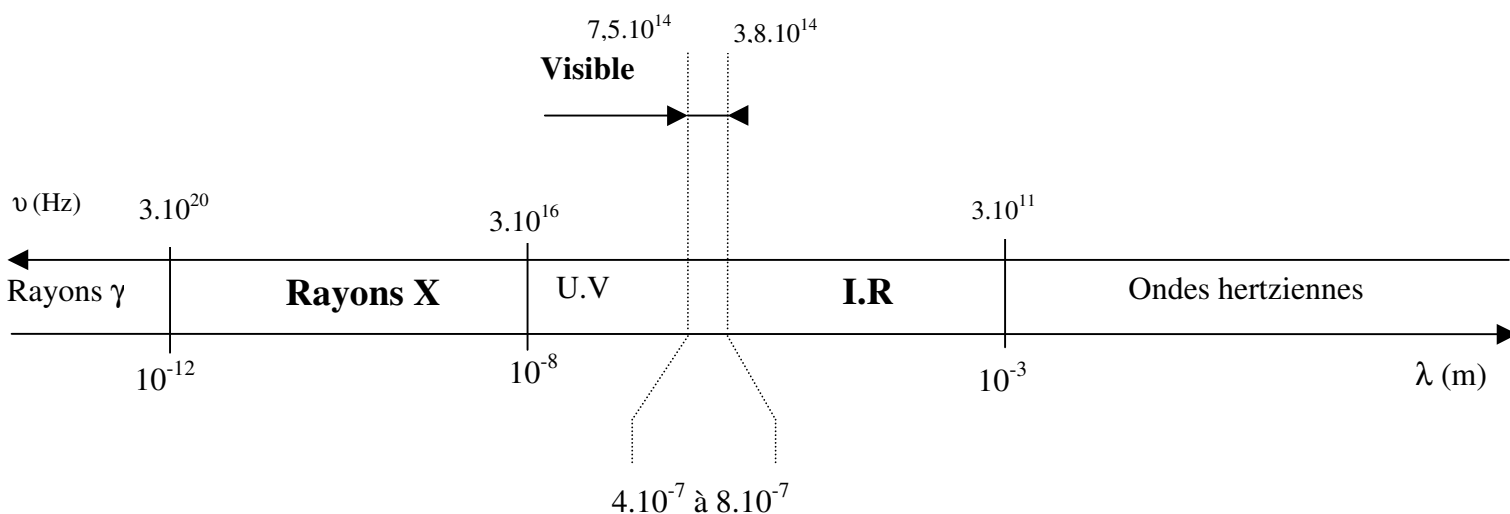
2) Longueur d'onde dans le vide :

Comme les ondes mécanique, les ondes électromagnétiques présentent une double périodicité, temporelle et spatiale.

- La longueur d'onde dans le vide λ_0 représente la distance parcourue par l'onde pendant une durée de une période.

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

3) Le spectre électromagnétique :



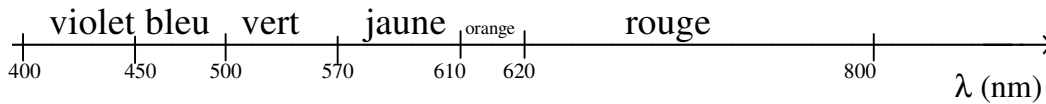
- Les longueurs d'onde sont données dans le vide.

4) La lumière visible :

On appelle lumière une onde électromagnétique visible par l'œil humain.

- Les longueurs d'onde dans le vide des radiations visibles sont comprises entre 400nm ($f=7,5.10^{14}$ Hz) et 800nm ($f=3,8.10^{14}$ Hz).

Spectre de la lumière visible : Voir doc 9 p69 du livre



Les longueurs d'onde sont données dans le vide.

III PROPAGATION D'UNE ONDE ELECTROMAGNETIQUE DANS UN MILIEU TRANSPARENT AUTRE QUE LE VIDE

1) Invariance de la fréquence :

La fréquence d'une radiation monochromatique est imposée par la source de l'onde. Elle ne dépend pas du milieu de propagation. Elle ne change pas lorsque l'onde passe d'un milieu à un autre.

2) Indice de réfraction :

La célérité d'une onde électromagnétique dépend du milieu dans lequel elle se trouve. C'est une caractéristique du milieu transparent traversé.

- Un milieu transparent est caractérisé par son indice de réfraction, noté n ($n \geq 1$).

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

c : vitesse de la lumière dans le vide

v : vitesse de la lumière dans le milieu transparent.
c et v doivent être mises dans la même unité

Ordres de grandeur :

Milieu	Indice	Vitesse de la lumière dans le milieu ($m.s^{-1}$)
Air	1,0003	$3 \cdot 10^8$
Eau	1,3	$2,3 \cdot 10^8$
Verre	1,6	$1,9 \cdot 10^8$

Valeurs données pour une longueur d'onde dans le vide de 589 nm.

3) Milieus dispersifs :

Si l'on envoie un faisceau de lumière blanche sur un prisme, on observe à la sortie de celui-ci le spectre de cette lumière. Cela signifie que certaines couleurs sont plus déviées que d'autres. L'indice du milieu n'est donc pas le même pour chaque couleur, c'est à dire pour chaque fréquence.

Dans certains milieux, l'indice de réfraction dépend donc de la fréquence du rayonnement. Si l'indice dépend de la fréquence, alors la célérité de l'onde également. On dit alors que le milieu est dispersif (c. à d. que la célérité de l'onde dépend de sa fréquence).

Au niveau de la mer l'air est un milieu très peu dispersif.

La relation $\lambda = \frac{v}{\nu}$ nous montre alors que la longueur d'onde dépend également du milieu traversé.

4) En résumé :

- L'indice d'un milieu dépend de la nature du milieu et de la fréquence de l'onde.
- Dans certains milieux dits dispersifs, la célérité de l'onde dépend de sa fréquence.
- La longueur d'onde peut changer si on passe d'un milieu à un autre milieu qui n'a pas le même indice de réfraction.
- La fréquence d'un onde électromagnétique ne dépend que de la source et est invariable même si l'on change de milieu.

IV DIFFRACTION DE LA LUMIERE

1) Observation :

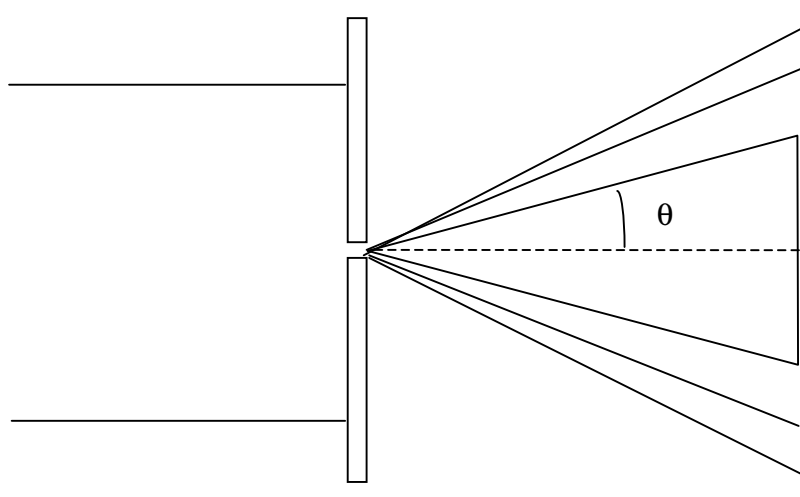
- Le phénomène de diffraction s'observe lorsque les dimensions de l'obstacle ou de l'ouverture sont du même ordre de grandeur (ou plus petit) que la longueur d'onde des ondes diffractées.

Voir doc 2 et 3 p66

La diffraction peut également être observée avec de la lumière blanche (*voir simulation ou percer un petit trou dans une feuille et regarder une ampoule*). *Résultat : activité A p64.*

2) Largeur de la tache de diffraction :

Lorsque l'on parle de la largeur de la tache de diffraction, il s'agit, en général, de la largeur de la tache centrale.



- Lorsqu'un faisceau parallèle de lumière de longueur d'onde λ traverse une fente de largeur a , l'écart angulaire θ entre le centre de la tache centrale et la première extinction est donnée par :

$$\theta = \frac{\lambda}{a} \quad \text{avec } \theta \text{ en rad}$$

3) Conséquences de la diffraction :

En astronomie, l'ouverture des instrument provoque des taches de diffractions plus ou moins importantes qui limitent le pouvoir de résolution des lunettes et des télescopes. Si l'écart angulaire entre deux étoiles est plus petit que celui de la tache de diffraction, on ne pourra pas distinguer ces deux étoiles entre elles.

Les lecteurs de CD sont équipés d'une diode laser dont le faisceau passe à travers une lentille. La lentille constitue une ouverture qui va provoquer un phénomène de diffraction. Pour que les données puissent être lues, l'intervalle entre deux données sur le CD ne doit pas être plus petit que les dimensions de la tache de diffraction. La quantité de données pouvant être gravée sur un CD est donc limitée à cause de la diffraction.

L'analyse d'une figure de diffraction permet de mesurer la taille d'objets très petits comme le diamètre d'une cheveu, la largeur d'une fente, l'intervalle entre les plans d'atomes dans un cristal...