*Propagation des ondes lumineuses*

###### Le modèle ondulatoire de la lumière :

* 1. **Phénomène de diffraction de la lumière :**

On appelle diffraction, le phénomène au cours duquel une onde qui traverse une petite ouverture ou rencontre un petit objet change de direction sans modification de fréquence ou de longueur d'onde .

Le phénomène est d'autant plus important que la taille de l'obstacle ou de l'ouverture est faible.

Par comparaison avec les ondes mécaniques, on peut dire que la lumière à un aspect ondulatoire.

###### La lumière : une onde électromagnétique :

La lumière peut être décrite comme une onde progressive appartient à une catégorie d'ondes, appelées ***ondes électromagnétiques***.

Les ondes lumineuses peuvent se propager dans le vide et dans les milieux transparents.

###### Propriétés des ondes lumineuses.

* 1. **Onde lumineuse monochromatique:**

Une onde lumineuse monochromatique est une onde progressive sinusoïdale caractérisée par :

* + - Sa fréquence  (ou sa période T) imposée par la source de l'onde.
		- Sa vitesse V, qui dépend du milieu dans lequel elle se propage.

###### Célérité de la lumière - indice de réfraction:

La célérité de la lumière dans le vide: c'est une constante fondamentale dont la valeur est indépendante de la fréquence de la radiation lumineuse.

C  3.108 m.s-1

Dans un milieu matériel, l'onde lumineuse se propage avec une vitesse V inférieure à la célérité C.

On définit l'indice de réfraction dans un milieu transparent pour une lumière monochromatique par la relation :

**Célérité (m.s-1)**

n  C

**L'indice de réfraction**

V

**Vitesse (m.s-1)**

Remarque : Exemples :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Milieu** | **Vitesse de propagation (m.s-1)** | **Indice n** |
| **Vide** | **3,00×108** | 1, 00 |
| **Air** | **3,00×108** | 1,00014  1, 00 |
| **Eau** | **2,26×108** | 1, 33 |
| **Verre** | **2,00×108** | 1, 50 |
| **Diamant** | **1,24×108** | 2, 42 |
| **Indice de réfraction de quelques milieux dispersifs pour une onde****monochromatique de longueur d'onde λ = 589 nm** |

* L'indice de réfraction n'a pas d'unité.
* L'indice de réfraction n est supérieur à 1
	1. **La fréquence et la longueur d'onde:**
	+ La couleur de la lumière monochromatique dépend de la fréquence.
	+ L'onde lumineuse monochromatique est caractérisée par sa fréquence  qui ne dépend pas du milieu de propagation.
	+ On exprime la longueur d'onde 0

vide par la relation :

de la lumière monochromatique dans le

**Période (s)**

C× T = C

**Longueur d'onde dans le vide (m)**

λ0 =

ν

**Fréquence (Hz)**

**Célérité dans le vide (m.s-1)**

* + Dans un milieu bien défini, on exprime la longueur d'onde  de la lumière monochromatique par la relation :


# λ = V× T = V

ν

* + La longueur d'onde  de la lumière monochromatique de fréquence , dépend de la nature du milieu de propagation.

###### Domaine des ondes lumineuses visibles :

Le mot "***lumière***" décrit les ondes électromagnétiques que l'œil humain peut percevoir. Cela correspond à un domaine de longueurs d'onde  dans le vide comprise entre 400 nm (le violet) et 800 nm (le rouge), soit un domaine de fréquence comprise entre 3,75.1014 Hz et 7,5.1014 Hz.

Remarque :

Le spectre électromagnétique des longueurs d'onde et des fréquences correspondantes de différents domaines.


###### Diffraction d'une onde lumineuse monochromatique :

* 1. **Caractéristiques de la diffraction d'une onde lumineuse monochromatique par fente:**

Le phénomène de diffraction est visualisable si la largeur a des ouvertures ou des obstacles interposés sur le fuseau est ***inférieur*** ou du ***même ordre de grandeur*** que la longueur d'onde  dans le milieu de propagation, mais également si la largeur a est 10 à 100 fois plus grande que .

La diffraction de la lumière monochromatique par une fente dépend de deux facteurs :

* + - Influence de la largeur a.

Plus la fente est petite et plus la figure de diffraction s'étale : la tache centrale deviens de plus en plus large.

* + - Influence de la longueur d'onde λ.

Plus la longueur d'onde de la lumière monochromatique est grande et plus la largeur de la tache centrale est large.

###### Ecart angulaire θ:

L'écart angulaire (angle de diffraction)  entre le milieu de la tache centrale et la

première extinction est

  O‸KM

**L**

**Fig. 1**

On se place dans le cas de la diffraction d'une lumière monochromatique, de longueur d'onde  par une fente de largeur a (ou par un fil d'épaisseur a)

L'expression de l'écart angulaire est :

*θ*  *λ*

**Ecart angulaire (rad)**

**Longueur d’onde (m)**

*a*

**Largeur de la fente (m)**

###### Relation entre la largeur de la tache centrale et la longueur d'onde:

D'après la figure 1 :

tan θ = L/2 = L

et puisque L<< D donc

tan θ  rad

Ona

  

##### a

D 2D

##### donc     L c.à.d L  2    D

a 2D a

Remarque :

La diffraction de la lumière blanche (polychromatique) entraîne l'obtention d'une tache lumineuse centrale blanche et d'autres taches lumineuses sont bordées d'un côté de rouge, de l'autre de violet

1. **Dispersion des ondes lumineuses :**
	1. **Définition du prisme:**

Un prisme est un polyèdre qui a deux faces parallèles, superposables, qui se coupent suivant une droite qui s'appelle l'arête du prisme et dont les autres faces sont rectangulaires.

**Arete**

**A**

**A**

**Base**

###### Réfraction d'un faisceau lumineux par un prisme:

Lorsqu'un faisceau lumineux

monochromatique traverse un prisme, **A**

d'indice n, il est dévié à cause du

changement du milieu (air-verre; verre-air)

cela crée 2 réfractions successives une sur chaque face de prisme

**faisceau monochromatique**

**Anglededéviation**

###### Formules d'un prisme :

**A**

Face 1

**prisme**

Face 2

**i**

**r**

**'r i' D**

**Milieu 1**

**Indice de réfraction n1**

**Milieu2**

**Indice de réfraction n 2**

**Milieu 1**

**Indice de réfraction n1**

* i : Angle d'incidence sur la surface 1.
* r : Angle de réfraction sur la surface 1.
* r' : Angle d'incidence sur la surface 2.
* i’ : Angle de réfraction sur la surface 2.
* D : Angle de déviation.
* n1 : Indice de réfraction
* n2 : Indice de réfraction

|  |  |
| --- | --- |
| ①n1 sini  n2 sinr | ③*A*  *r*  *r*' |
| ②n2 sinr'  n1 sini' | ④*D*  i i'-A |

**Démonstration de la relation N° ③**

**K**

Dans le quadrilatère EFGK :

A +  = 180°

Dans le triangle EFG :

r + r’ +  = 180°

Donc :

**A**

**E**

**r**

**G**

**β** **r'**

**F**

**i**

*A*  *r*  *r*'

#### Démonstration de la relation N° ④

Les droites (d1) et (d2) se coupent en E :

**A**

**(d2)**

i  r  D1

 D1

##  i - r

**i E (d3)**

**(d1)**

**D2 G**

**r i'**

**'r**

**D1**

**D2 D**

**(d4)**

Les droites (d3) et (d4) se coupent en E :

r'  D2  i'  D2  i' - r'

### D  D 1

 D 2

###  i - r

 i' -

### r' 

D  i

###  i'

- r 

r' 

D  i  i' - *A*

###### Dispersion de la lumière blanche par un prisme:

Lorsqu'un faisceau de lumière blanche traverse un prisme on obtient une figure colorée appelée spectre, chaque radiation correspond à une couleur précise et qui est caractérisée par sa longueur d'onde dans le vide c.à.d par sa fréquence.

Puisque les radiations de différentes longueurs d'onde 0 dans le vide composant la lumière blanche ne sont pas dévié de la même façon par le prisme, cela signifie que l'indice de réfraction n du verre dans lequel il est taillé dépend de

0, et donc de la fréquence.

Comme

n= C

V

, V est la vitesse de la lumière dans le verre dépend de la

fréquence de radiation. le verre set donc un milieu dispersif.

**Lumière blanche**

Remarque :

**Rouge Orange Jaune Vert Bleu Indigo Violet**

L'air et la vide sont deux milieux non dispersifs pour la lumière

