

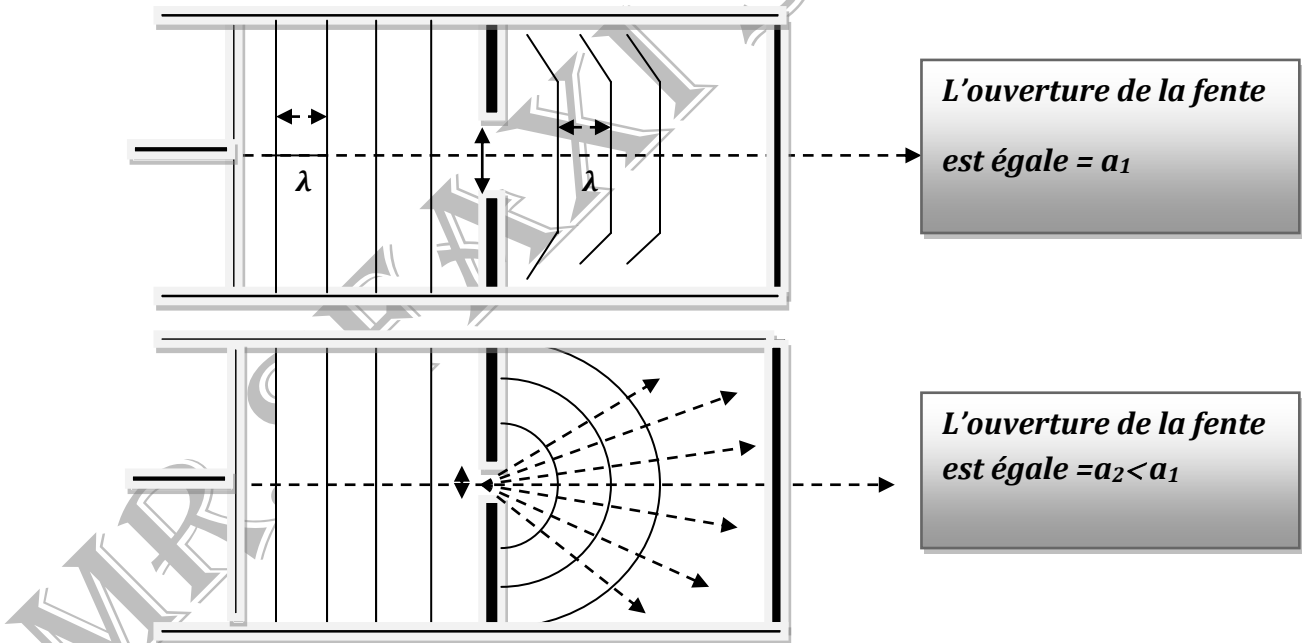
CHAPITRE : INTERACTION ONDE - MATIERE

Introduction

Notre objectif dans ce chapitre c'est de justifier la nature ondulatoire de la lumière à partir des expériences de diffraction des ondes mécaniques et des ondes lumineuses , puis de préciser l'influence du quotient (λ/a) sur le phénomène de diffraction , ainsi de réaliser des expériences de réflexion , réfraction , et de dispersion des ondes .

1) La diffraction d'une onde mécanique

1) Diffraction d'une onde mécanique



2) Interprétation

Lorsque l'onde passe par la fente elle se transforme en une onde circulaire de même longueur d'onde λ . Cette transformation ne peut se produire que si la largeur de la fente est inférieure à la longueur d'onde λ de l'onde incidente .

Ce phénomène c'est le phénomène de diffraction et l'onde qui en résulte est appelée onde diffractée.

3) Conclusion

Au niveau d'une fente ou d'un obstacle de largeur (a) inférieur ou de même ordre de grandeur la longueur d'onde λ l'onde mécanique subit le phénomène de diffraction.

4) Définition

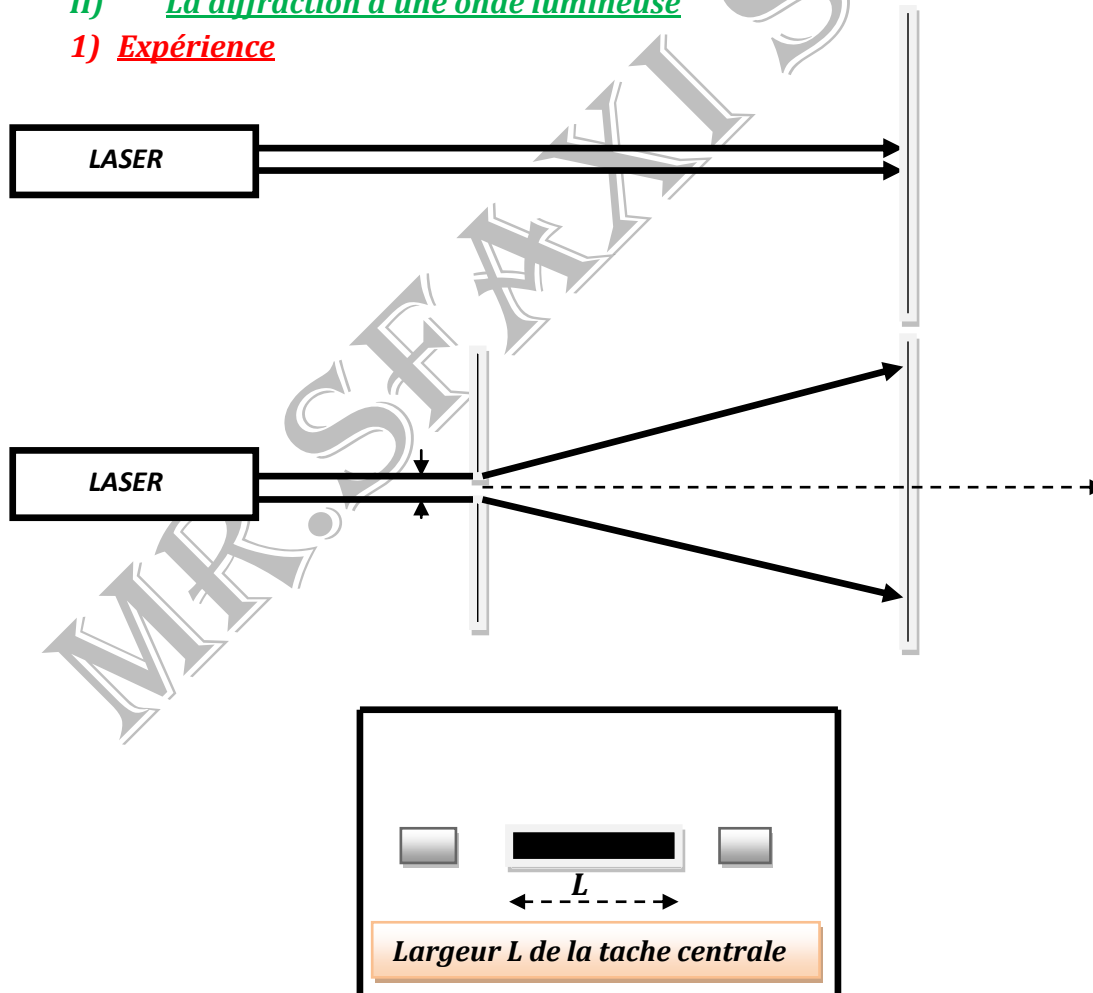
La diffraction est la modification du trajet d'une onde et par suite de sa forme, au voisinage d'une fente ou d'un obstacle.

Remarque :

Lorsqu'une onde plane subit le phénomène de diffraction après franchissement de la fente ou d'un obstacle elle se propage suivant plusieurs directions situées de part et d'autre de la direction de l'onde incidente.

II) La diffraction d'une onde lumineuse

1) Expérience



2) Interprétation

Pour une certaine valeur de (a) on observe sur l'écran (E) une figure étalée horizontalement, constituée d'un ensemble de taches brillantes séparées par des zones sombres, la tache centrale de largeur L est la plus brillante.

Remarque

Plus (a) est petite plus la largeur L de la tache centrale est grande.

3) Conclusion

Au niveau d'une fente fine ou d'un obstacle de largeur (a) très petite, un faisceau lumière subit le phénomène de diffraction.

D'autre part la forme étalée de la figure de diffraction ne peut être expliquée que par le principe de la propagation rectiligne de la lumière.

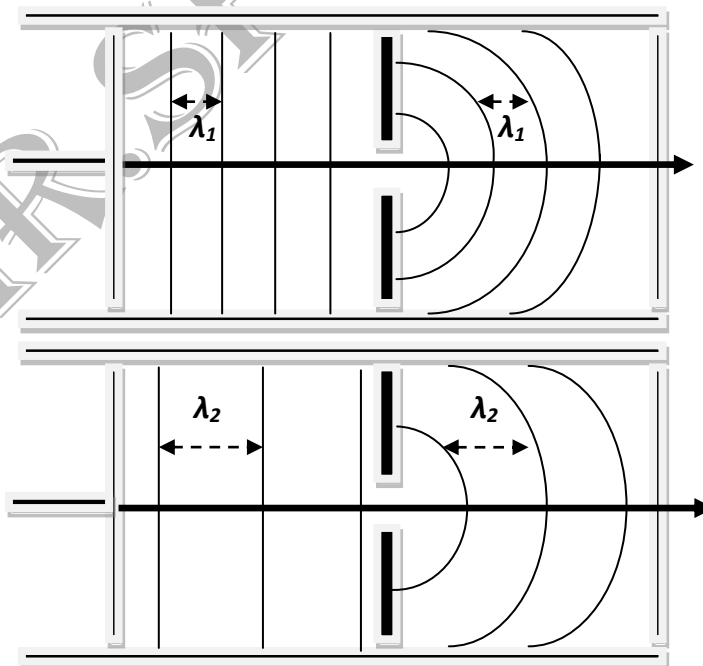
4) Caractéristiques d'une onde lumineuse

Comme l'onde mécanique, l'onde lumineuse est caractérisée par une période temporelle T et une période spatiale λ .

- Dans le vide toutes les ondes lumineuses se propagent avec une célérité $C=3.10^8\text{m.s}^{-1}$.

III) Influence du quotient (λ/a) sur le phénomène de la diffraction

1) cas d'une onde mécanique



La profondeur de la nappe d'eau est e_1

La profondeur de la nappe d'eau est $e_2 > e_1$

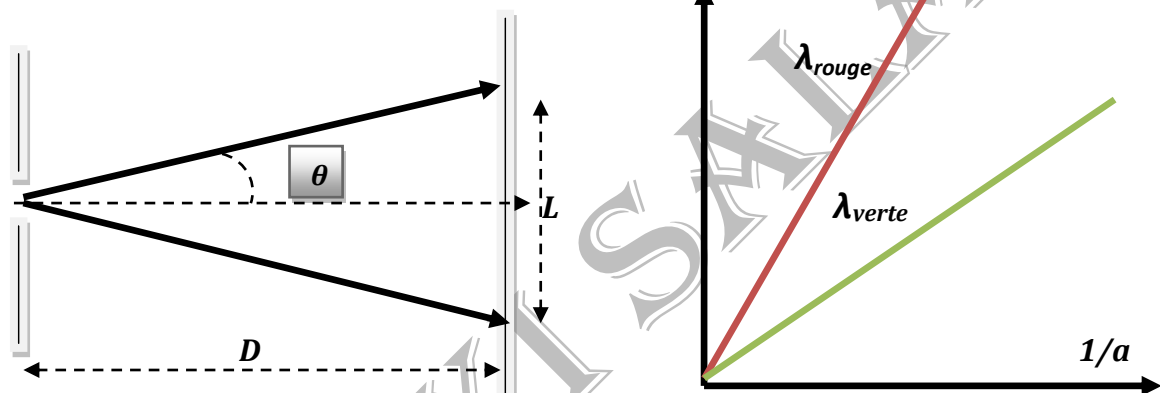
L'expérience montre que la longueur d'onde λ augmente avec la profondeur de l'eau .

Donc pour une valeur fixe de (a) de la fente le phénomène de diffraction est d'autant plus marqué que la longueur d'onde est plus grande .

Conclusion

Le phénomène de diffraction n'est appréciable que si la longueur d'onde λ est très grande par rapport à la largeur (a) de la fente . Donc le phénomène de diffraction dépend du quotient (λ/a).

2) Cas d'une onde lumineuse



La courbe $L=f(1/a)$ est une droite linéaire de la forme :

$$(1) \quad \boxed{L = k.(1/a)} \quad \text{où } k \text{ est la pente de la droite .}$$

$\text{tg}\theta = L/2D$ or θ est très petite donc on peut écrire que : $\text{tg}\theta \approx \theta$

donc on a : $\theta = L/2D \rightarrow \boxed{L=2D.\theta}$ (2)

d'après (1) et (2) on aura donc : $k.1/a = 2.D.\theta$ ce qui donne :

$$\boxed{\theta = k/(2.D.a)}$$

remarque

Si on calcule le terme $\theta .a/\lambda$ pour toutes les radiations lumineuses on trouve que ce terme est presque égale à 1 .

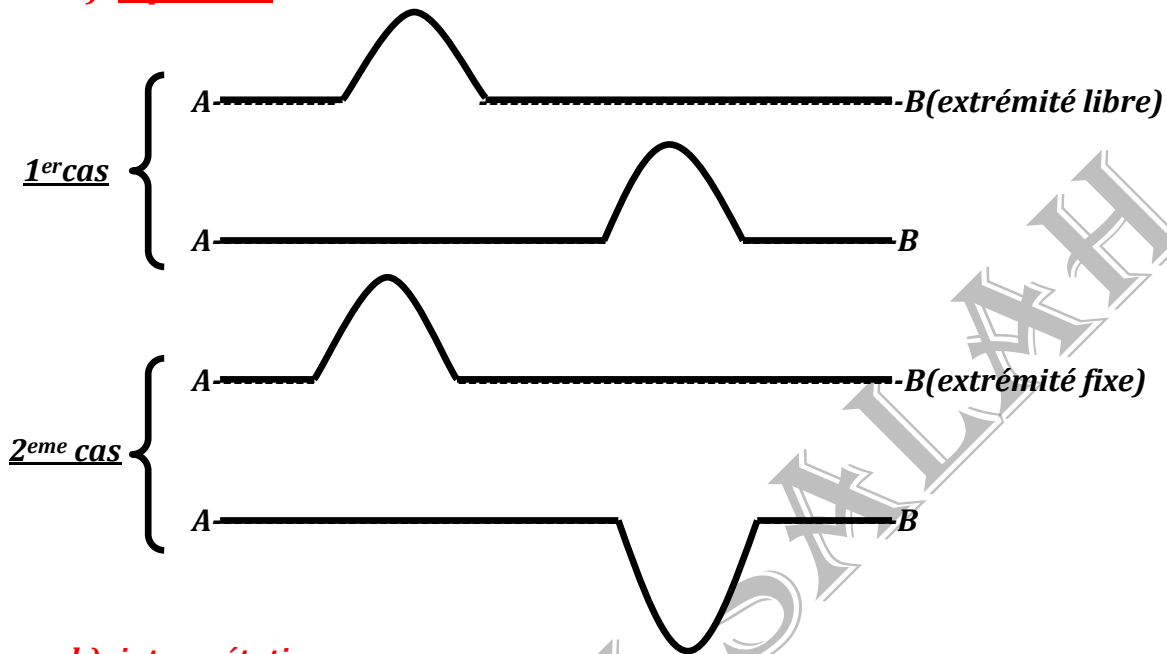
Donc on peut généraliser et écrire que : $\theta = \lambda/a$.

Ce qui donne finalement : $\lambda/a = L/2D$ donc : $\boxed{L = 2.D.\lambda/a}$

IV) La réflexion

1) Réflexion d'un ébranlement

a) expérience



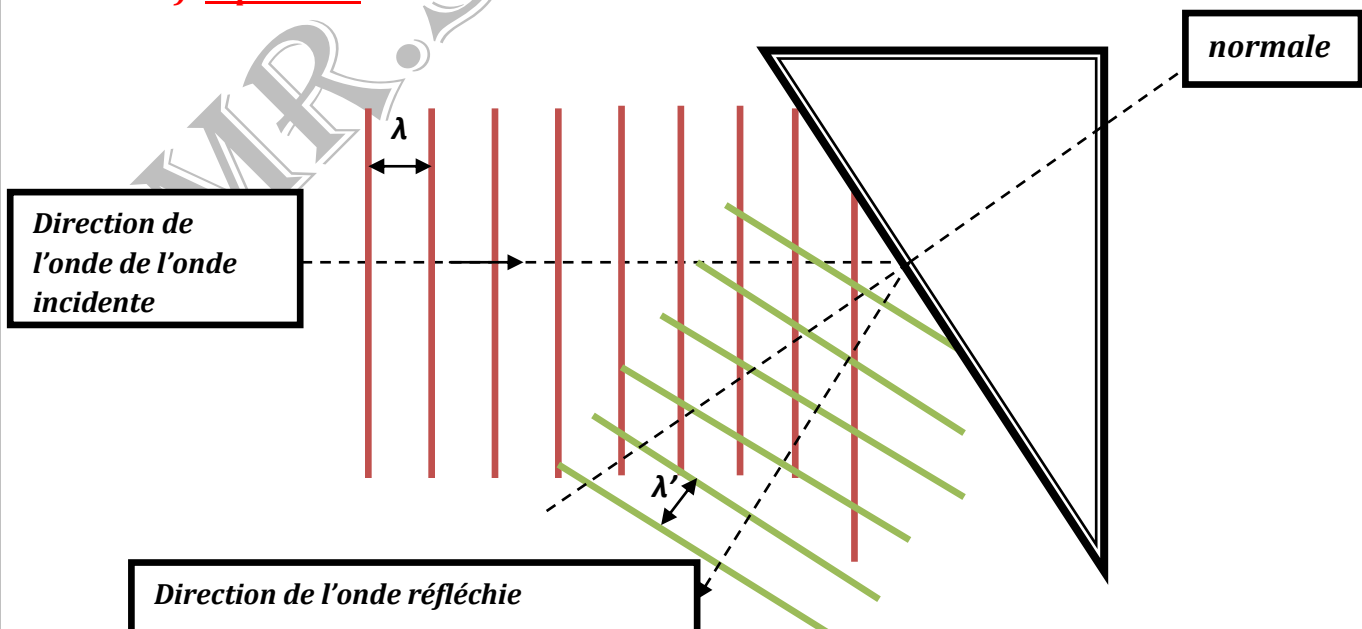
b) interprétation

Un ébranlement incident d'amplitude (a) subit une réflexion au niveau d'une extrémité du milieu propagateur et donne lieu à un ébranlement réfléchi.

- la réflexion d'un ébranlement sur une extrémité libre se fait avec la même amplitude et sans changement de signe.
- la réflexion d'un ébranlement sur une extrémité fixe se fait avec la même amplitude mais avec changement de signe.

2) réflexion d'une onde plane

a) expérience



b) Interprétation

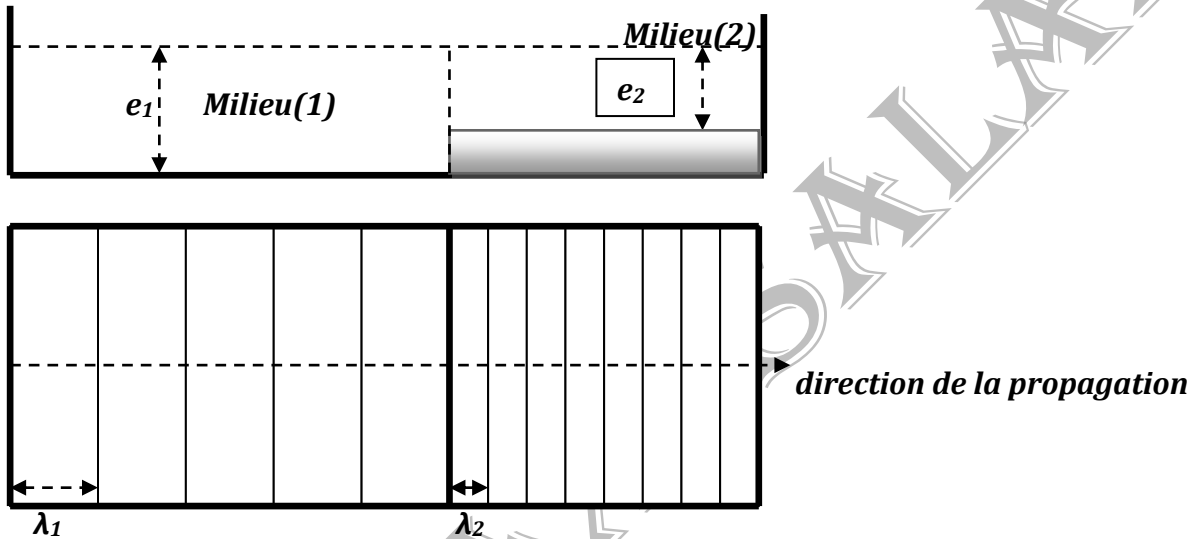
La réflexion d'une onde progressive plane d'angle d'incidence i au niveau d'un obstacle plan donne naissance à une onde progressive réfléchie de longueur d'onde λ' et d'angle de réflexion i' : tel que

$$\lambda = \lambda' \text{ et } i = i'$$

v) La réfraction

1) L'onde transmise

a) Expérience

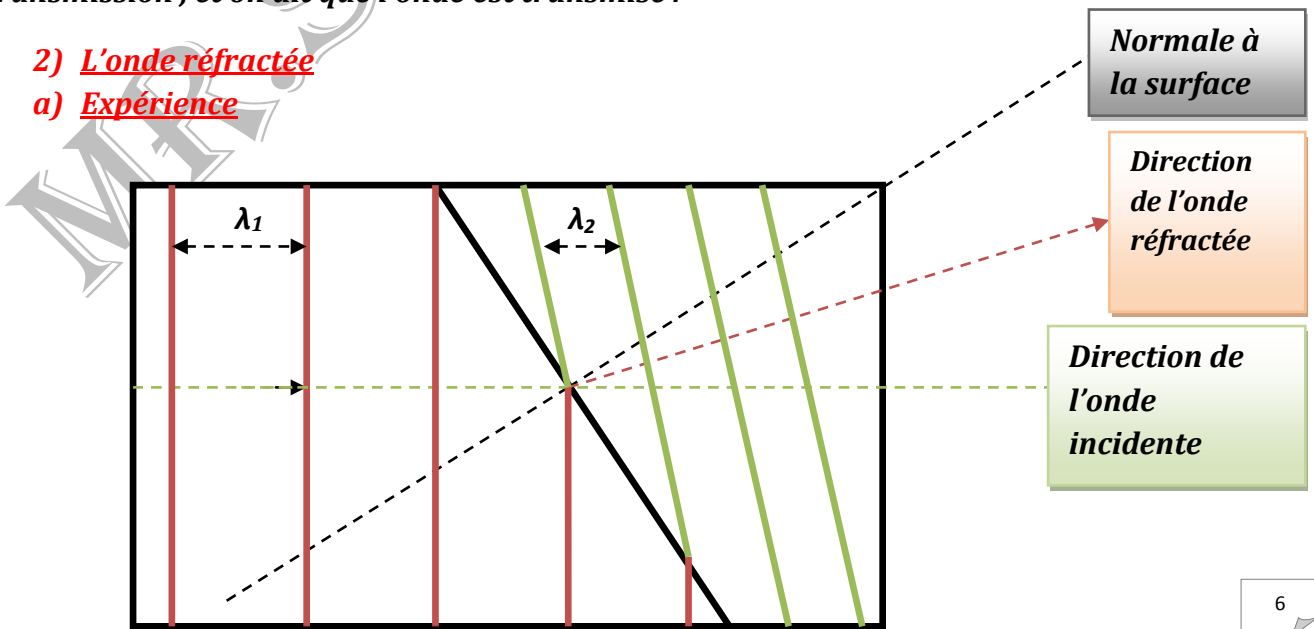


b) Interprétation

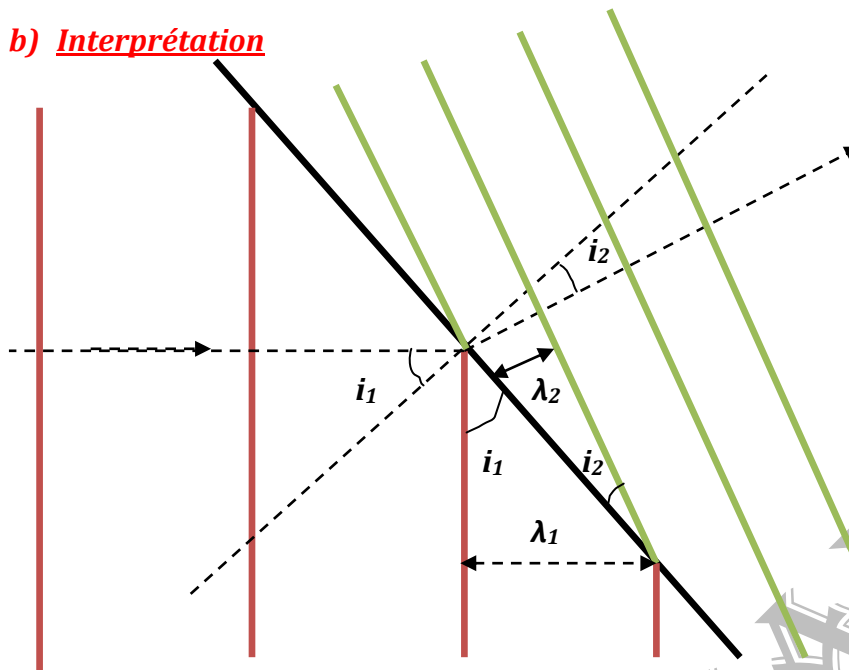
Le passage d'une onde progressive d'un milieu vers un autre se produit avec changement de célérité mais sans changement de direction, c'est le phénomène de la transmission, et on dit que l'onde est transmise.

2) L'onde réfractée

a) Expérience



b) Interprétation



D'après la figure on a :

$$\lambda_1 / \sin i_1 = \lambda_2 / \sin i_2 \quad \rightarrow \quad V_1 / \sin i_1 = V_2 / \sin i_2$$

conclusion

la réfraction d'une onde mécanique est régie par la relation de DESCARTES :

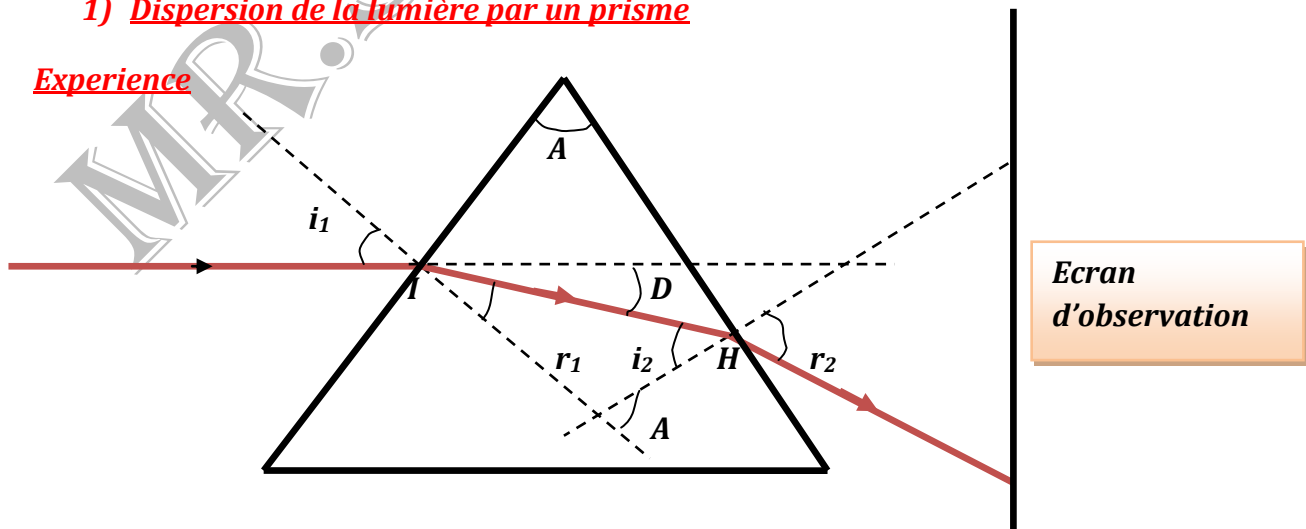
$$\lambda_1 \cdot \sin i_2 = \lambda_2 \cdot \sin i_1$$

La réfraction se fait avec changement de direction et de vitesse .

VI) La dispersion

1) Dispersion de la lumière par un prisme

Expérience



- La dispersion de la lumière blanche par un prisme montre que celle-ci est constituée par plusieurs radiations monochromatiques chacune est caractérisée par sa fréquence ν tel que : $\nu = C/\lambda$.
- La déviation des ondes lumineuses par un prisme dépend de leurs fréquences, on dit que : le prisme disperse la lumière.
- La différence de déviation subie par deux radiations de couleurs différentes tombant sous même incidence sur une surface de séparation de deux milieux transparents donnés permet d'affirmer que l'indice de réfraction d'un milieu dépend de la couleur de la radiation qui le traverse

2) Conclusion

Pour une substance transparente donnée de fréquence ν , la célérité V dépend de cette fréquence.

Cette variation est la dispersion et on dit que la substance est dispersive.

3) Indice de réfraction

Définition

L'indice de réfraction d'un milieu transparent est défini par la relation :

$$n = C/V \quad \text{où } C = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

Donc : n dépend de la fréquence ν puisque V en dépend, c'est pourquoi on peut dire que la dispersion est la variation de l'indice de réfraction avec la fréquence de la lumière.

conclusion

- la dispersion est la variation de la célérité avec la fréquence de la vibration.
- L'indice de réfraction dépend donc de la fréquence et par conséquent de la couleur dans le cas d'une onde lumineuse.

4) Formules utiles pour un prisme

- $\sin i_1 = n \cdot \sin r_1$
- $n \cdot \sin i_2 = \sin r_2$
- $A = r_1 + r_2$
- $D = (i_1 - r_1) + (i_2 - r_2) \rightarrow D = i_1 + i_2 - (r_1 + r_2) = i_1 + i_2 - A$

FIN CHAPITRE