

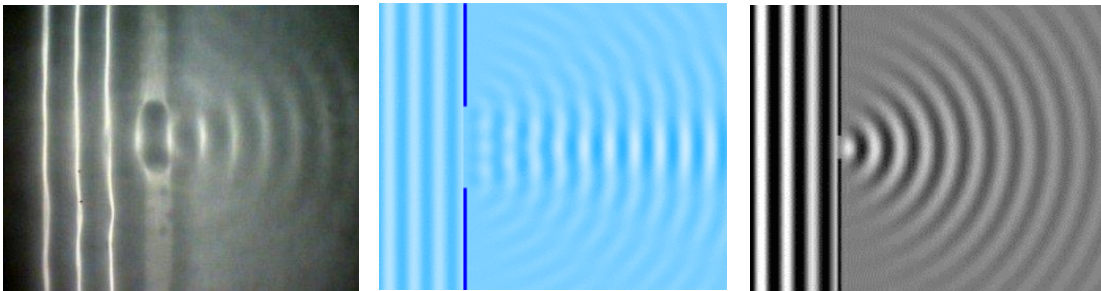
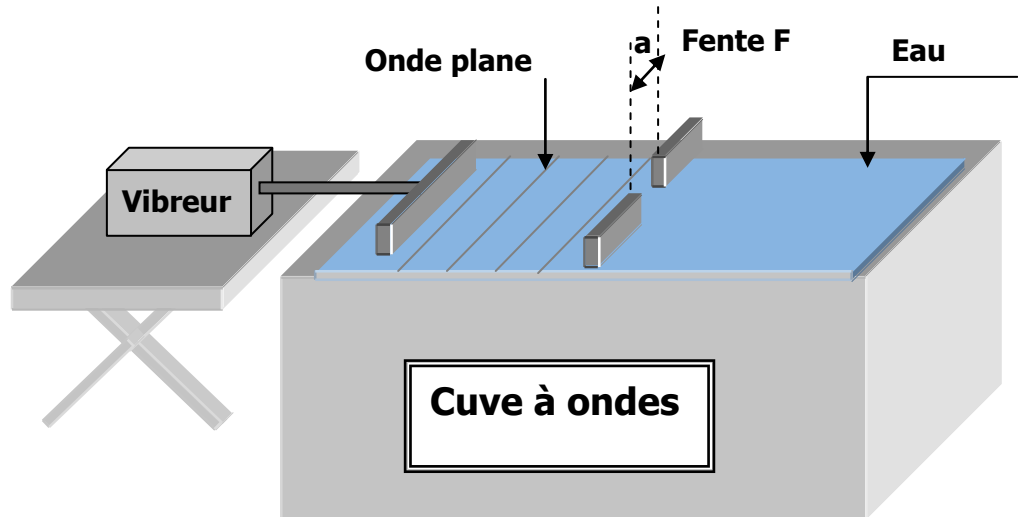
Une interaction onde-matière est une action ou influence réciproque entre une onde et la matière. Elle a un effet de changement sur le phénomène.

I- Phénomène de diffraction.

1- Diffraction d'ondes mécaniques :

a- EXPERIENCE ET OBSERVATION

La lame vibrante produit une onde progressive plane qui se propage à la surface de l'eau, au niveau de la fente F de largeur a et pour :



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**

b) Conclusion

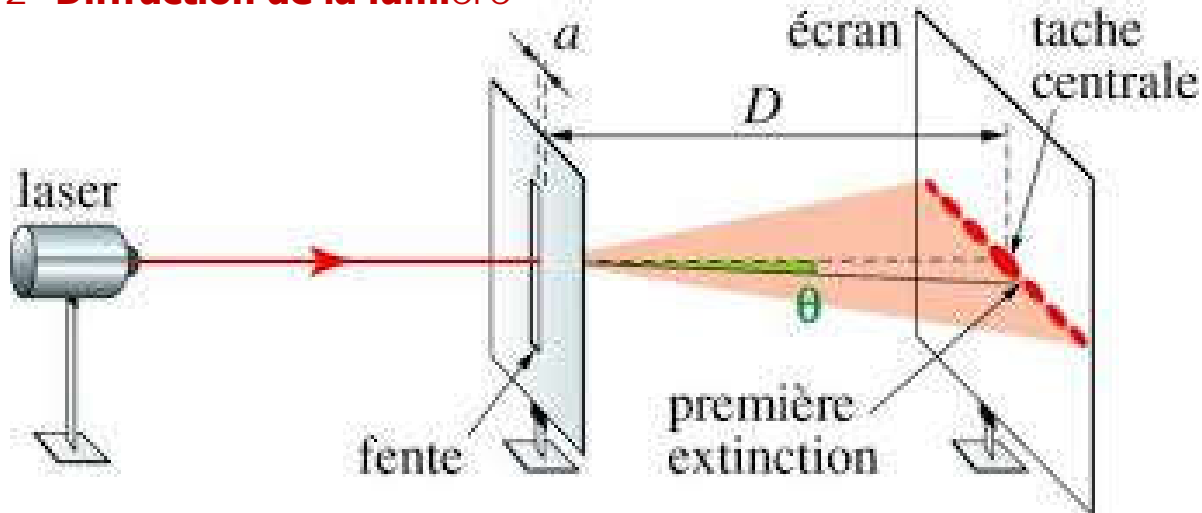
Au niveau d'une fente ou d'un obstacle de largeur (a) inférieur ou de même ordre de grandeur la longueur d'onde λ l'onde mécanique subit **le phénomène de diffraction.**

c) Définition

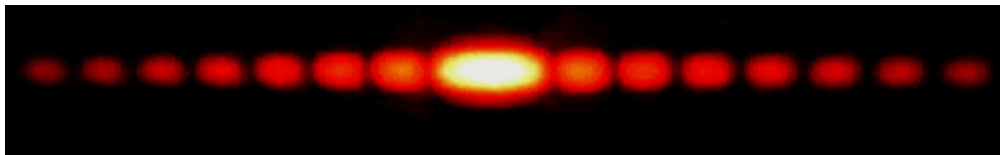
La diffraction est la modification du trajet d'une onde et par suite de sa forme, au voisinage d'une fente ou d'un obstacle.

La diffraction est d'autant plus **nette** que l'ouverture ou l'obstacle sont **petits ($a \leq \lambda$)**

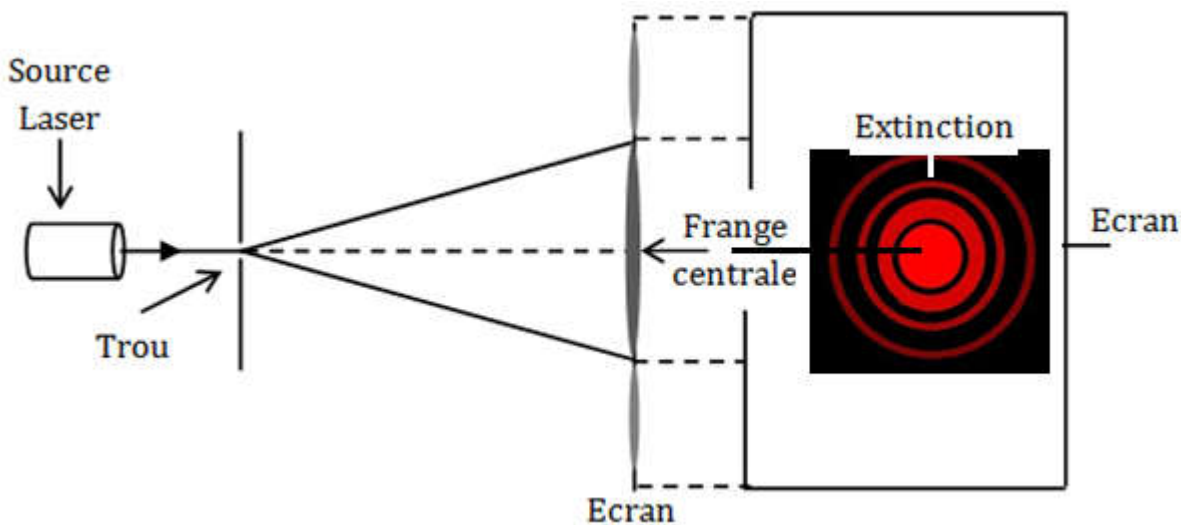
2- Diffraction de la lumière



La diffraction avec une fente, donne perpendiculairement à la fente, une ligne lumineuse étalée formée d'une tache lumineuse (ou frange) centrale brillante et étalée. De part et d'autres de la frange centrale, apparaît des taches (ou des franges) plus petites et de moins en moins lumineuses.



La diffraction par un trou de très faible diamètre, donne une tache lumineuse éclairée circulaire et entourée d'anneaux alternativement sombres et brillants à peu près équidistants.



Le rapprochement des deux figures de diffraction obtenues avec une onde mécanique et une lumière monochromatique prouve qu'**une lumière est de nature ondulatoire à l'exception qu'elle peut se propager dans le vide.**

Conclusion : Nature ondulatoire de la lumière

- Une lumière monochromatique est une onde plane sinusoïdale qui se propage dans un milieu transparent ou dans le vide avec une célérité

$$v = \frac{c}{n}; \text{ avec : } \begin{cases} c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} : \text{ la célérité de la lumière dans le vide} \\ n : \text{ l'indice de réfraction du milieu de propagation} \end{cases}$$

- Toute onde lumineuse est caractérisée par une longueur d'onde λ et une fréquence $\nu = \frac{v}{\lambda}$ qui lui sont propres.

Exemples : (1 terahertz = 1 THz = 10^{12} Hz)

– Rouge : $631 \text{ nm} < \lambda < 780 \text{ nm} \Leftrightarrow 385 \text{ THz} < \nu < 475 \text{ THz}$

– Vert : $498 \text{ nm} < \lambda < 568 \text{ nm} \Leftrightarrow 528 \text{ THz} < \nu < 602 \text{ THz}$

II- Phénomène de dispersion.

1) Le phénomène de dispersion :

Le phénomène de dispersion est la variation de la célérité d'une onde dans un milieu propagateur, en fonction de sa fréquence.

1-1) Milieu dispersif :

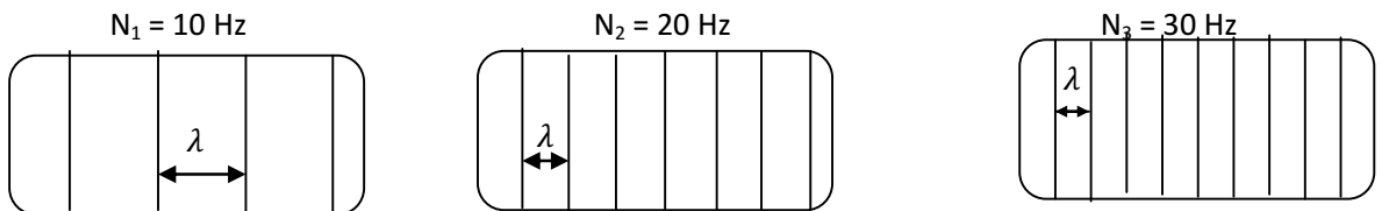
Un milieu matériel dans lequel se propage une onde périodique est dit **dispersif** si la célérité v de propagation de l'onde dépend de sa fréquence N .

1-2) Exemples de milieux dispersifs :

☞ L'eau pour une onde mécanique qui se propage à sa surface.

☞ Tout milieu matériel transparent autre que l'air est dispersif pour l'onde lumineuse

On fait varier la fréquence N et on mesure à chaque fois la longueur d'onde



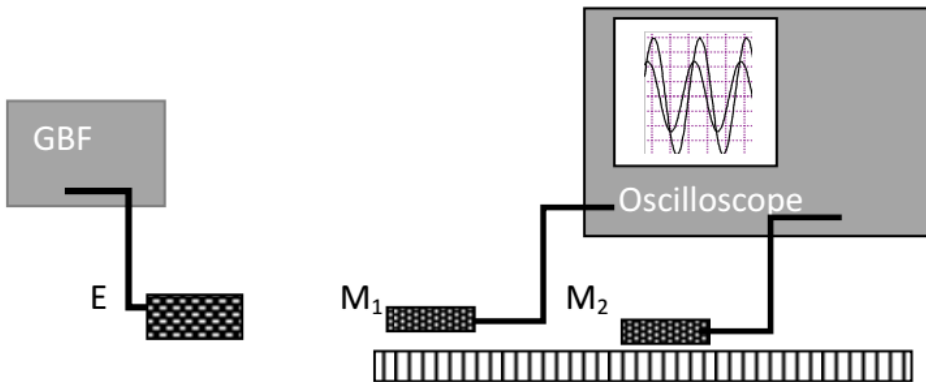
N (Hz)	10	20	30
λ (10^{-3} m)	21	11	8
v ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	0,21	0,22	0,24

La célérité V ne dépend pas uniquement des propriétés du milieu de propagation mais dépend aussi de la fréquence de l'onde N . phénomène de dispersion l'eau est un milieu dispersif

1-3) Exemples de milieux non dispersifs :

☞ L'air (ou le vide) pour l'onde lumineuse : Toutes les ondes lumineuses se propagent à la même célérité dans l'air ou le vide $c = 3.10^8 .m.s^{-1}$

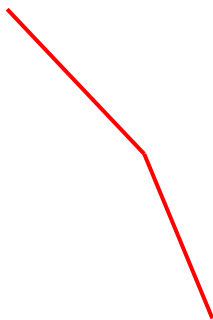
☞ L'air pour les ondes sonores de fréquences audibles. ($20 \text{ Hz} \leq N \leq 20 \text{ kHz}$)



N(Hz)	2000	1000
λ (m)	0,17	0,34
$V = \lambda . N$ (m. s ⁻¹)	340	340

2) La dispersion de la lumière:

2-1) Rappel : Lois de la réfraction.



Deuxième loi de Descartes:

Angle d'incidence et angle de réfraction sont liés par la relation:

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

Avec : n_1 est l'indice de réfraction du milieu 1

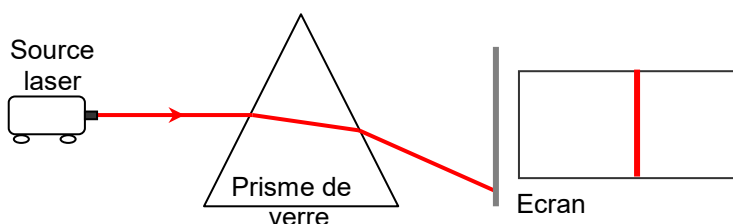
n_2 est l'indice de réfraction du milieu 2

L'indice de réfraction d'un milieu est définie par :

$$n = \frac{c}{v} \quad \left\{ \begin{array}{l} c : \text{célérité de la lumière dans le vide} \\ v : \text{célérité de la lumière dans le milieu} \end{array} \right.$$

2-2) Dispersion d'un faisceau laser.

On éclaire un prisme à l'aide d'un faisceau laser.



Observation :

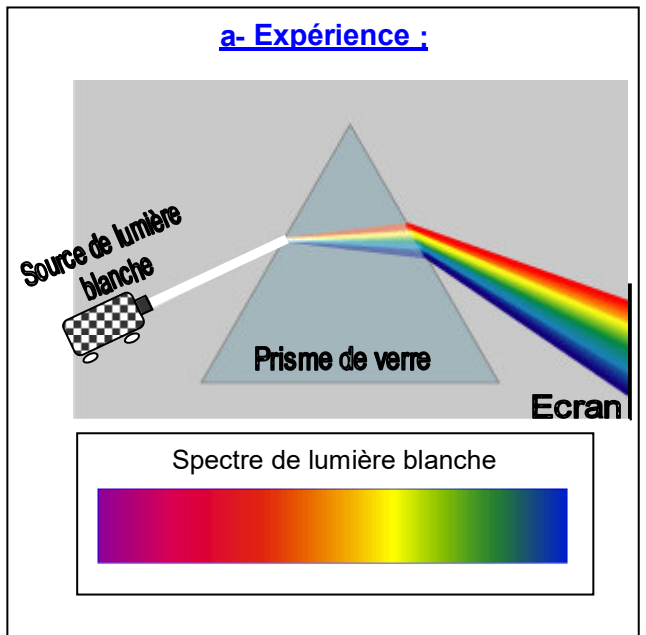
Le faisceau laser est dévié et on observe une seule raie de même couleur le rayon incident initial.

Conclusion :

La lumière produite par un laser est constituée d'une **seule radiation**, elle est **monochromatique**. Une lumière **monochromatique** est caractérisée par une **fréquence** bien déterminée imposée par la source notée ν ou par sa longueur d'onde λ_0 dans l'air ou dans le vide : $\lambda_0 = \frac{c}{\nu}$

2-3) Dispersion d'une lumière blanche.

a- Expérience :



b- Observations et conclusion:

- Le prisme dévie et décompose la lumière blanche en lumières colorées du rouge au violet.
- C'est un phénomène de **dispersion**.
- L'ensemble des couleurs obtenues constitue le **spectre de la lumière blanche**.
- **Le spectre est continu** du rouge au violet.
- La lumière blanche est constituée de plusieurs couleurs ou radiations.
- Chaque couleur définit une radiation monochromatique et correspond à une fréquence bien déterminée.
- La lumière blanche est une lumière **polychromatique**.

c- Domaine de la lumière visible.

- L'œil humain n'est sensible qu'aux radiations dont les longueurs d'onde λ_0 dans l'air ou le vide sont comprises entre **400 nm** et **800 nm** :

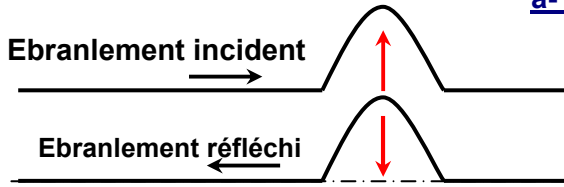




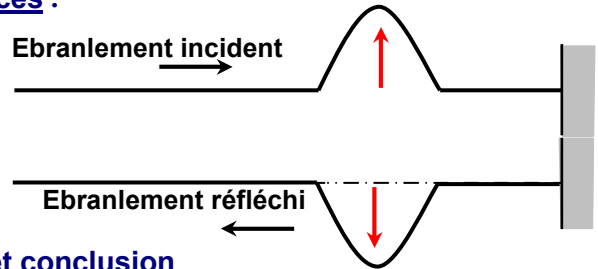
III - Phénomène de réflexion.

1) La réflexion d'un ébranlement à l'extrémité d'une corde :

1-1- Réflexion sur une extrémité libre



1-2- Réflexion sur une extrémité fixe



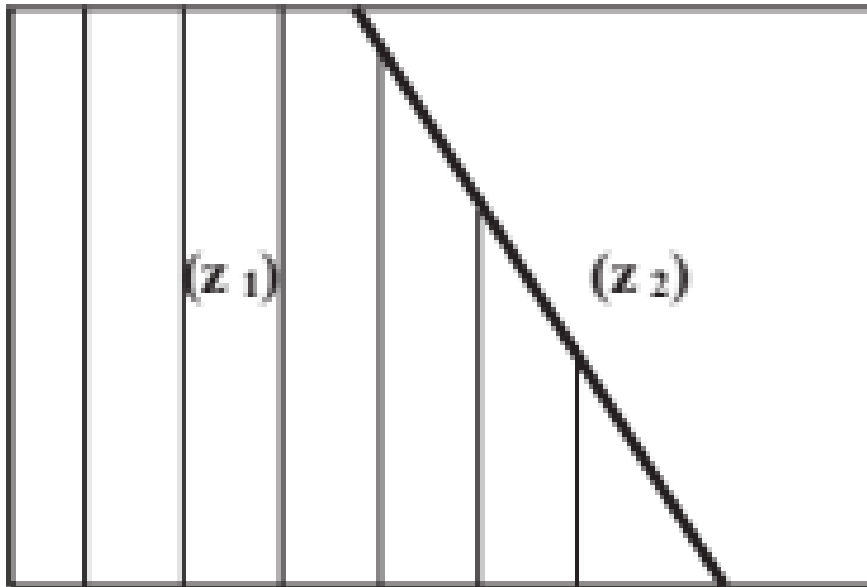
a- Expériences :

b- Observations et conclusion

✂ A l'extrémité du milieu propagateur on a réflexion du signal incident sans modification d'amplitude, de vitesse et de fréquence.

✂ La réflexion se fait avec changement de signe si l'extrémité est fixe et sans changement de signe si l'extrémité est libre

2) La réflexion d'une onde plane :



✂ En contact d'un obstacle plan, une onde plane incidente donne naissance à une onde plane réfléchie.

L'onde incidente et l'onde réfléchie ont la même célérité et la même fréquence donc même longueur d'onde.

✂ **Loi de réflexion :**

i : Angle d'incidence.

r : Angle de réflexion.

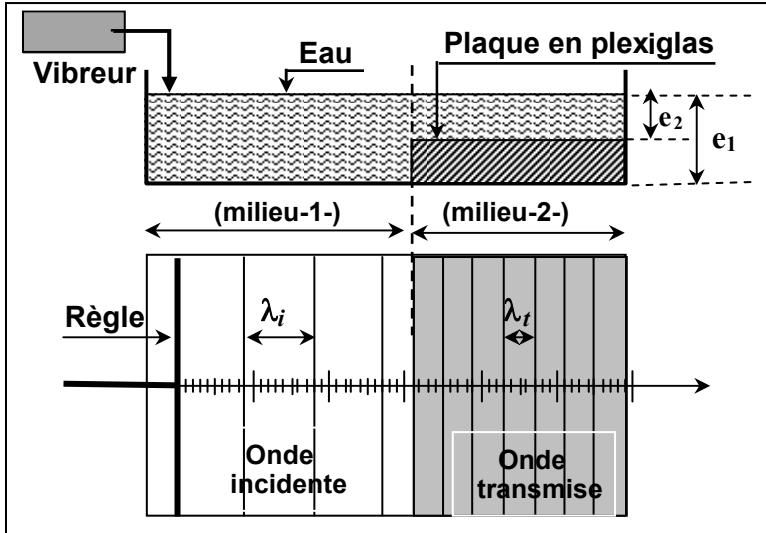
.....





VI- Réfraction d'une onde mécanique.

1) L'Onde transmise :

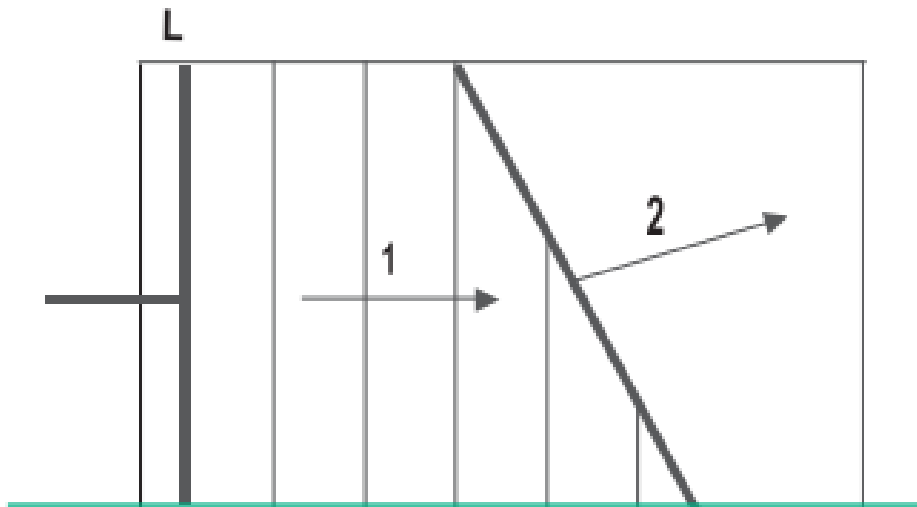


Au niveau de la surface de séparation des **deux milieux** une subit le phénomène de pour donner unede :

- Même fréquence que celle de l'onde incidente :
-
- De célérité et de longueur d'ondes différentes de celles de l'onde incidente, en effet :
-

2) L'Onde réfractée :

La surface de séparation des **deux milieux n'est pas perpendiculaire** à la direction de la propagation de l'onde incidente.



2-2) Conclusion :

- ✗ L'onde incidente au passage du milieu (1) au milieu (2) subit un changement de direction : C'est
- ✗ L'onde réfractée et l'onde incidente sont de et elles ont la
- ✗ L'onde réfractée et l'onde incidente le même milieu propagateur donc ellesla mêmeet par conséquent elles n'ont pas
- ✗ La réfraction d'une onde mécanique est régie par la loi :

.....

