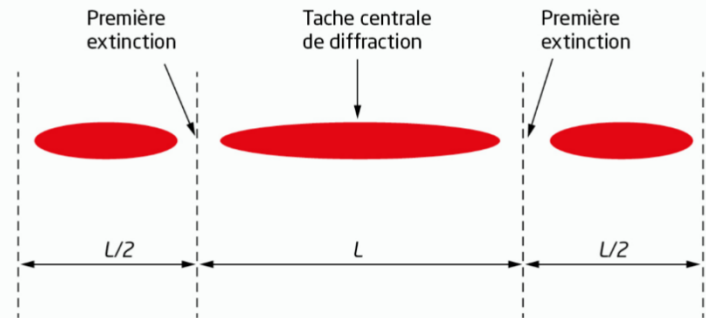


Chap. 1 : Diffraction des ondes



DOC. 2 Figure de diffraction obtenue avec une fente verticale de largeur a

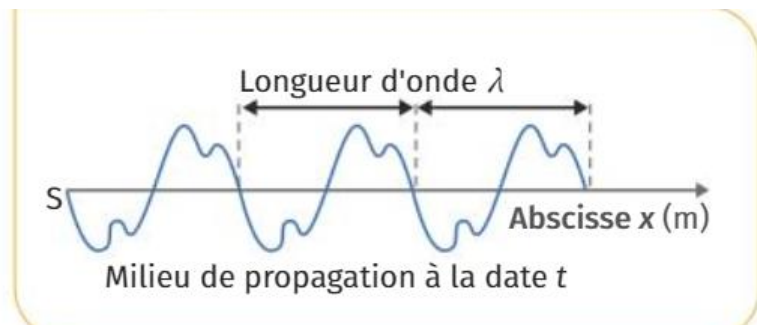


Notions traitées

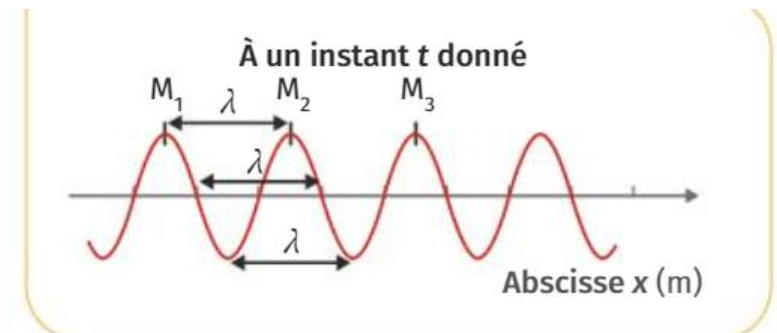
- ✓ Ondes progressives et périodiques
- ✓ Superposition des ondes
- ✓ Diffraction d'une onde par une ouverture ou un obstacle
- ✓ Conditions d'observation et caractéristiques.
- ✓ Angle caractéristique de diffraction.

I- Les ondes

1. Un onde
2. Onde mécanique Vs Onde Electromagnétique (OEM)
3. Onde mécanique progressive
4. Onde mécanique progressive périodique
5. Onde mécanique progressive sinusoïdale



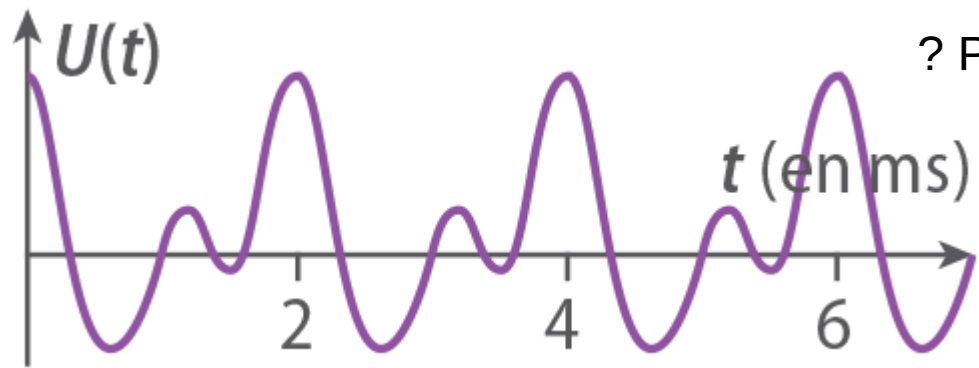
Onde progressive périodique



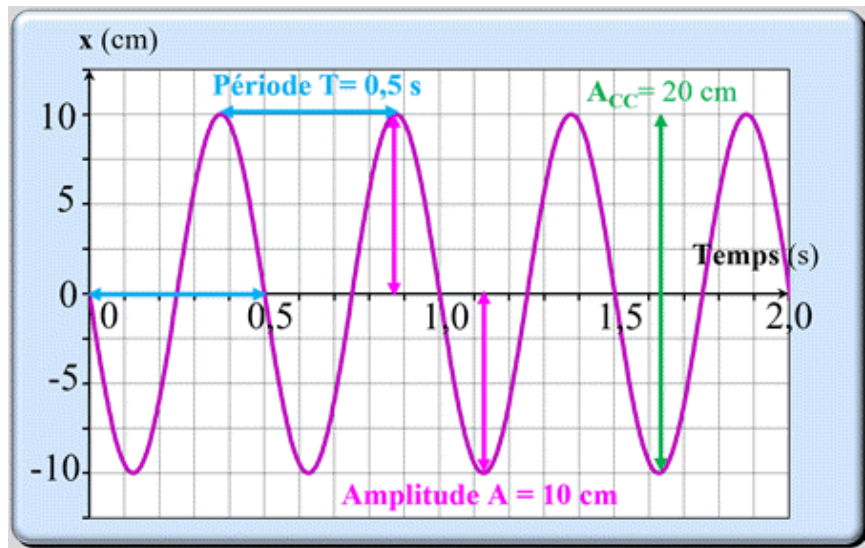
Onde progressive périodique
sinusoïdale

I- Les ondes

Exemples



? Période et amplitude



I- Les ondes

Périodicité des ondes périodiques

Une onde périodique possède une double périodicité (**doc. 3**) :

- une périodicité temporelle, caractérisée par la période T , qui représente la plus petite durée pour laquelle un point du milieu de propagation de l'onde se retrouve dans le même état vibratoire (même phase) ;
- une périodicité spatiale, caractérisée par la longueur d'onde λ , qui représente la plus petite distance séparant deux points du milieu qui sont dans le même état vibratoire (même phase).

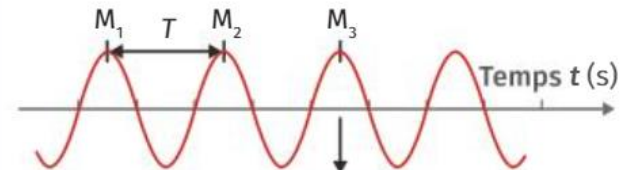
Les deux périodes sont liées par la relation :

$$\lambda = c \cdot T$$

Ainsi, la longueur d'onde est également la distance parcourue par l'onde pendant une durée égale à la période T .

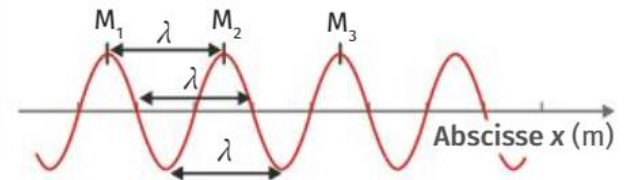
Doc. 3 Double périodicité

Périodicité temporelle (en un point M donné)



$$\lambda = c \cdot T$$

Périodicité spatiale (en un instant t donné)



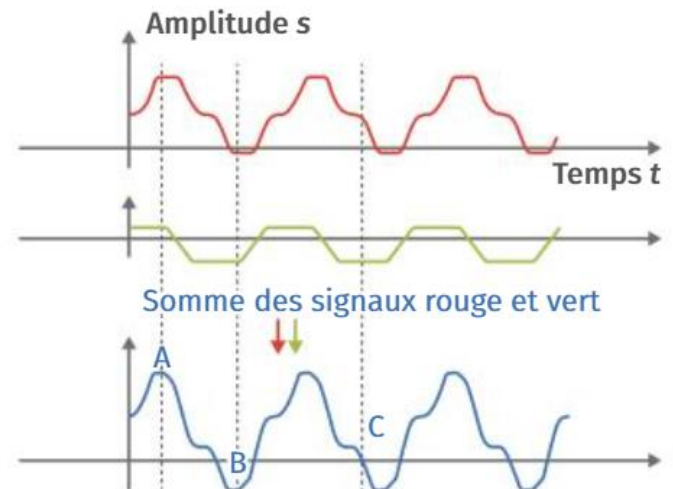
I- Les ondes

Superposition d'ondes progressives

Deux ondes progressives peuvent se superposer. En chaque instant, l'amplitude de l'onde résultante est la somme des amplitudes des deux ondes.

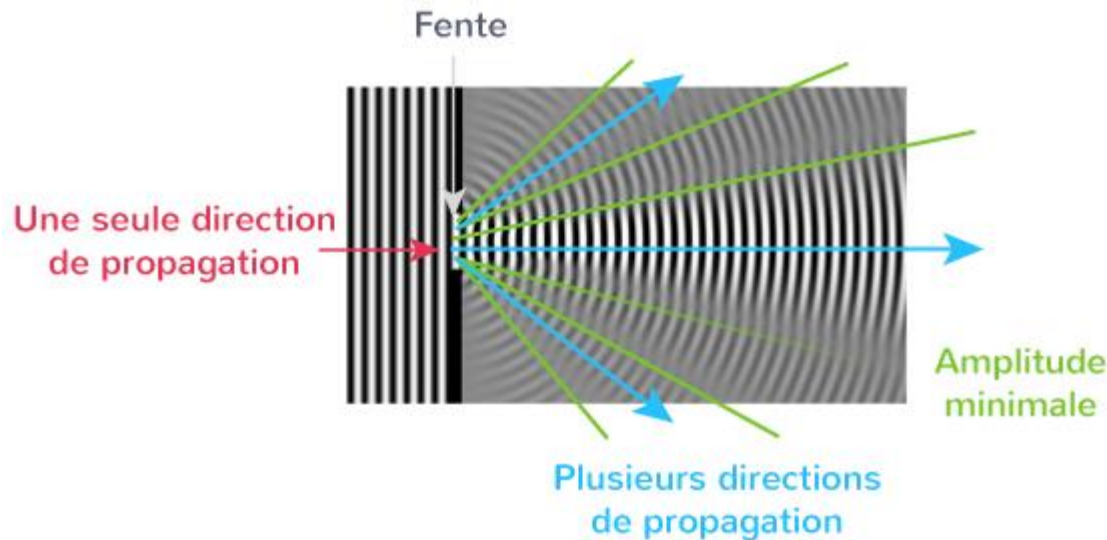
Cette somme peut être plus grande en valeur absolue que chacune des deux ondes, la superposition est alors **constructive** (**doc. 4**, points A et B). Si elle est plus petite que chacune des deux ondes, la superposition est **destructive** (**doc. 4** point C).

Doc. 4 Superposition d'ondes



II- Diffraction par une ouverture

Phénomène de diffraction

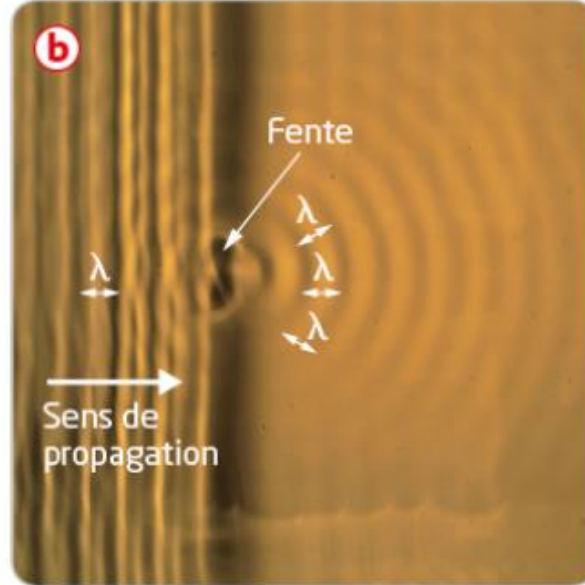
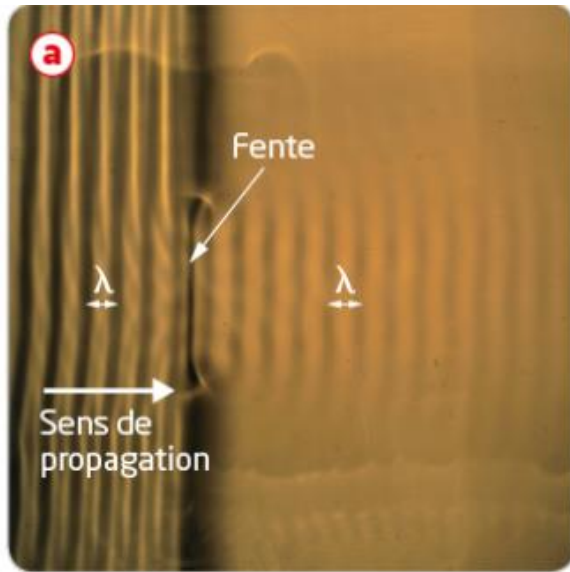


Le phénomène de **diffraction** est une propriété des ondes qui se caractérise par un **changement de direction de propagation de l'onde**, lorsque celle-ci traverse une **ouverture** ou rencontre un **obstacle**.

Lors du phénomène de diffraction, une onde progressive sinusoïdale conserve sa fréquence **f** caractéristique de la source, sa célérité **v** et donc sa longueur d'onde **λ** ; $\lambda = \frac{v}{f}$

II- Diffraction par une ouverture

Phénomène de diffraction



1. Franchissement d'une fente par une onde mécanique rectiligne à la surface de l'eau :

- Ⓐ lorsque la fente est large.
- Ⓑ lorsque la fente est réduite.

Conditions d'observation

L'importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d'onde λ d'une onde progressive sinusoïdale à la taille de l'ouverture.

- Dans le cas des **ondes lumineuses monochromatiques**, le critère est moins restrictif: le phénomène est encore bien apparent avec **des ouvertures de tailles jusqu'à 100 fois plus grandes que la longueur d'onde en ordre de grandeur** (DOC. 2).

- Pour toutes les **ondes progressives sinusoïdales**, la diffraction est nettement observée lorsque **la taille de l'ouverture est du même ordre de grandeur ou inférieure à la longueur d'onde**.

II- Diffraction par une ouverture

Angle caractéristique de diffraction

Le phénomène de diffraction est caractérisé par un **angle de diffraction**, angle entre la direction de propagation de l'onde en l'absence de diffraction et la direction définie par le milieu de la première « extinction ». Cet angle, souvent noté θ , dépend de la longueur d'onde et de la taille de l'objet diffractant.

L'angle caractéristique de diffraction θ augmente lorsque la longueur d'onde λ de l'onde progressive sinusoïdale augmente et lorsque la taille a de l'objet diffractant diminue.

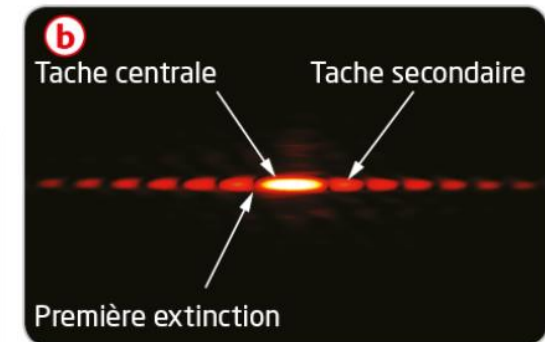
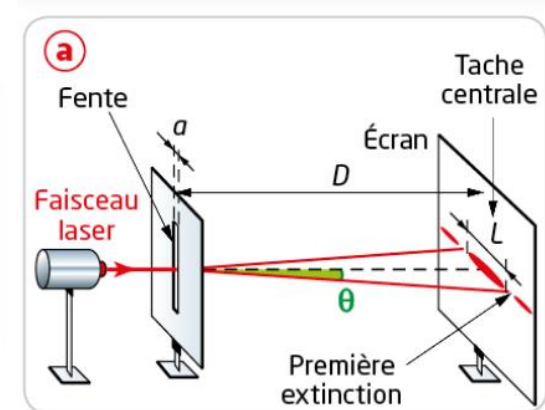
Dans le cas de la diffraction d'une onde lumineuse monochromatique de longueur d'onde λ par une fente rectangulaire de largeur a (doc. 2), l'angle caractéristique de diffraction θ a pour expression :

$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$

Unités SI :

λ et a en mètre (m)

θ en radian (rad)

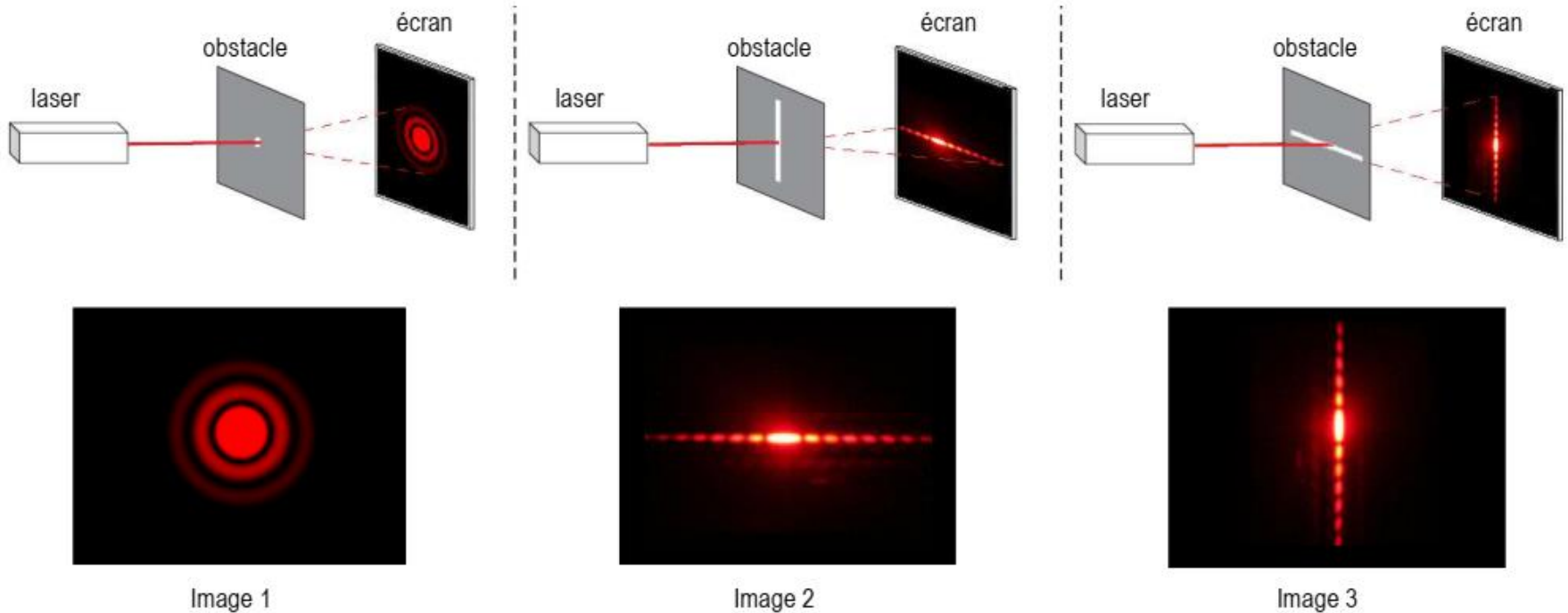


2. a Étude du franchissement d'une fente par une onde lumineuse monochromatique.

b Après avoir franchi la fente, le faisceau laser est diffracté.

II- Diffraction par une ouverture

Angle caractéristique de diffraction



La figure de diffraction dépend de l'obstacle :

- Pour un trou circulaire, on observe une tache circulaire avec des anneaux concentriques (image 1)
- Pour une fente verticale, on observe un étalement horizontal de taches (image 2)
- Pour une fente horizontale, on observe un étalement vertical de taches (image 3)

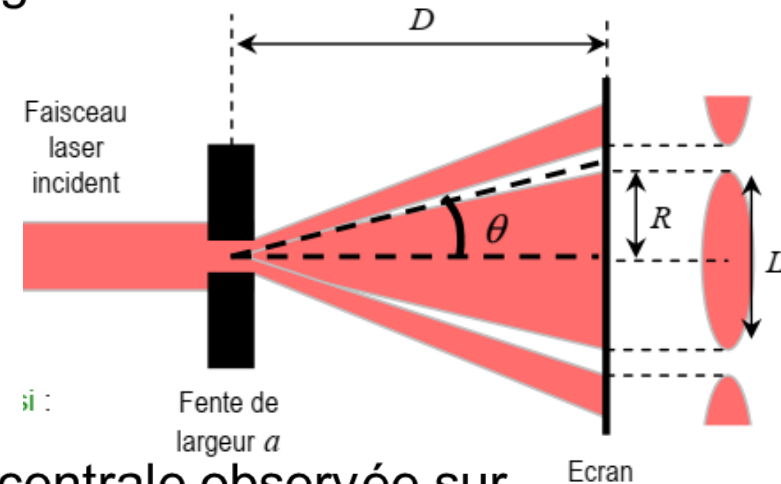
II- Diffraction par une ouverture

Application :

1. D'après la figure ci-contre, exprimer la longueur L en fonction de R .

2. Montrer que l'on a alors :

$$\theta = \frac{L}{2D}$$

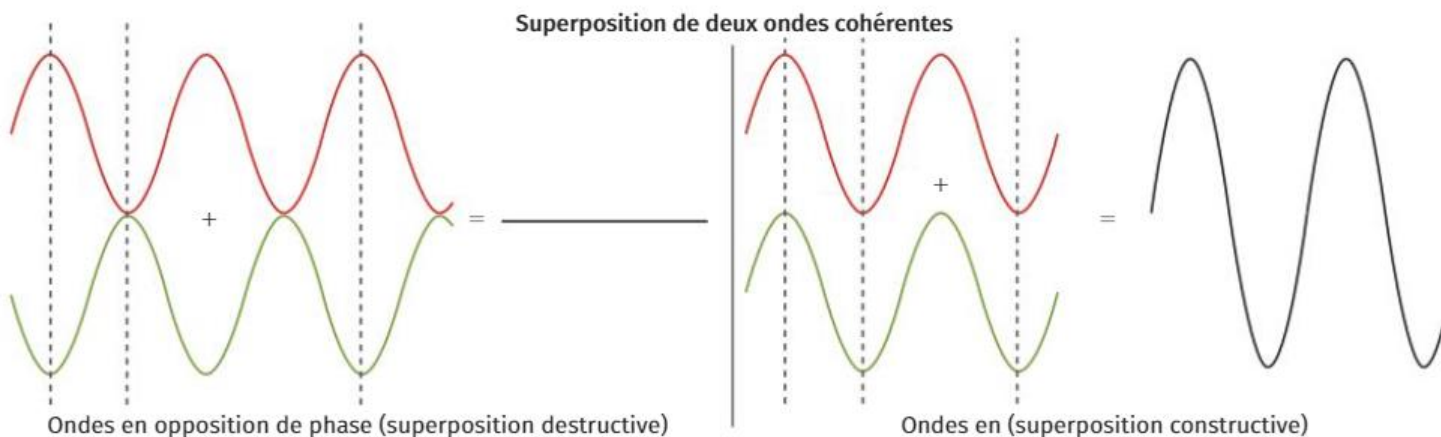
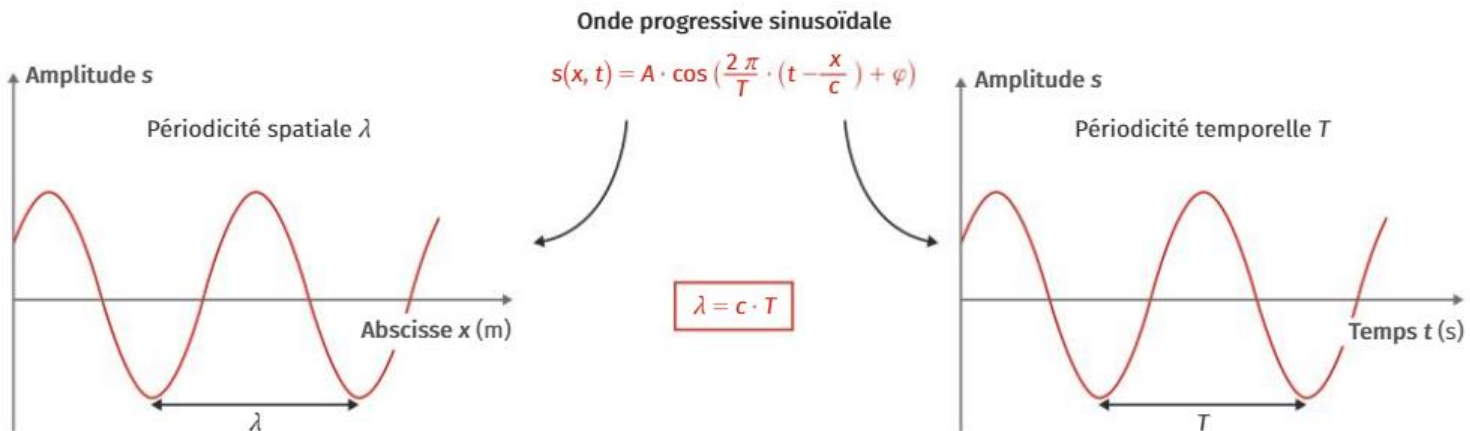


3. Quelle est alors la longueur L de la tache centrale observée sur l'écran pour un laser de longueur d'onde 633 nm traversant une fente de largeur $0,50 \text{ mm}$ placée à une distance de $1,5 \text{ m}$ de cet écran ?

II- Diffraction par une ouverture

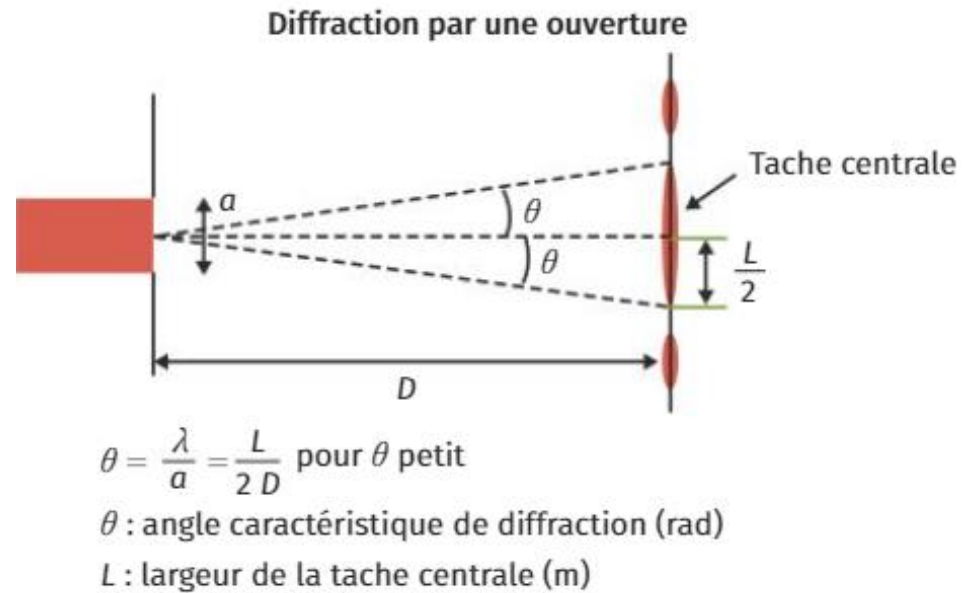
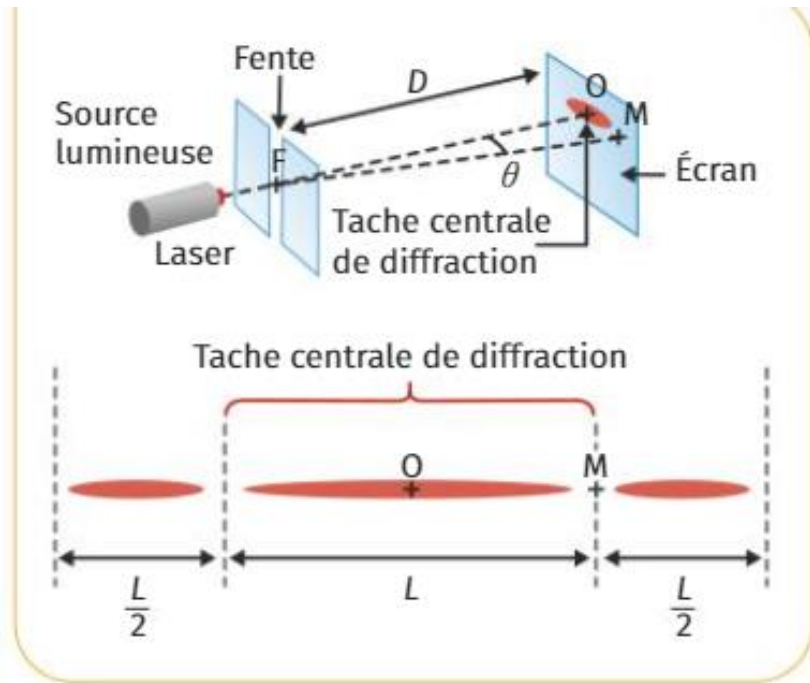
Bilan

Ondes progressives sinusoïdales



II- Diffraction par une ouverture

Bilan



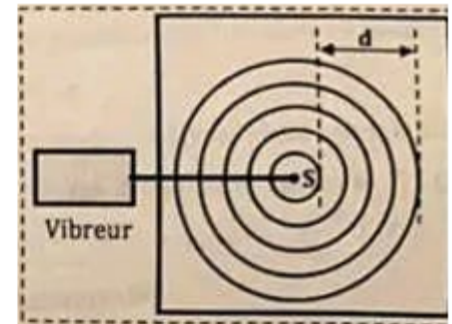
Propagation d'une onde à la surface de l'eau

A l'aide d'un vibreur de fréquence réglable, on crée à l'instant $t = 0$, en un point S de la surface de l'eau d'une cuve à ondes, des ondes progressives sinusoïdales. Ces ondes se propagent sans atténuation et sans réflexion.

On règle la fréquence du vibreur sur la valeur $N = 50 \text{ Hz}$.

Le document de la figure ci-contre, représente l'aspect de la surface de l'eau à un instant donné.

Données : La distance d indiquée sur la figure est : $d = 20 \text{ mm}$.



Q1. L'affirmation juste, parmi les affirmations suivantes, est :

A	Lors de la propagation d'une onde mécanique progressive, il y a transport de la matière.
B	Une onde sonore se propage dans le vide.
C	Lors de la diffraction d'une onde mécanique progressive périodique, la fréquence change.
D	A partir de la figure ci-dessus, la longueur d'onde étudiée est $\lambda = 5 \text{ mm}$.

Q2. La valeur de la vitesse de propagation V de l'onde à la surface de l'eau est :

A	$V = 0,75 \text{ m.s}^{-1}$	B	$V = 0,35 \text{ m.s}^{-1}$	C	$V = 0,25 \text{ m.s}^{-1}$	D	$V = 0,15 \text{ m.s}^{-1}$
----------	-----------------------------	----------	-----------------------------	----------	-----------------------------	----------	-----------------------------

Question 1 : Le phénomène de diffraction:

- A- ne s'observe que pour les ondes lumineuses.
- B- a lieu lorsqu'une onde rencontre un obstacle.
- C- ne respecte pas la propagation rectiligne de la lumière

Question 2 : Le phénomène de diffraction dépend:

- A- de la célérité de l'onde incidente
- B- de la longueur d'onde de l'onde incidente
- C- de la dimension de l'obstacle

Question 3 : L'onde est diffractée si :

- A- la dimension de l'obstacle est grande par rapport à la longueur d'onde.
- B- la dimension de l'obstacle est petite par rapport à la longueur d'onde.

Le phénomène de diffraction d'une onde mécanique apparaît lorsqu'une onde :

A : est absorbée

B : change de milieu de propagation

C : rencontre une ouverture

II- Diffraction par une ouverture

Exercice :

Une série d'expériences est réalisée pour déterminer la longueur d'onde d'un laser. À quelques centimètres du laser, sont placés successivement des fils calibrés de différentes épaisseurs a . Pour chaque fil, on mesure la largeur L de la tache centrale de diffraction observée sur un écran situé à une distance $D = 1,80$ m du fil.

Épaisseur a (μm)	20,0	40,0	80,0	100	140
Largeur L (cm)	10,0	5,1	2,5	2,1	1,4

1. Trouver à l'aide du **doc. 1** la relation entre l'angle caractéristique de diffraction θ , L et D ainsi que l'unité de chaque grandeur (on considère θ suffisamment petit pour que $\tan(\theta) \approx \theta$).
2. Calculer θ pour chaque mesure.
3. Rappeler la relation liant θ , λ et a .
4. Tracer et modéliser la courbe $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$
5. Dédire des questions 3. et 4. la valeur de la longueur d'onde du laser. Commenter la valeur obtenue.

Doc. 1 Dispositif expérimental

