Cours de physique
Deuxième Bac
Sciences Physique

# Les ondes mécaniques Progressives périodiques

Www.AdrarPhysic.Fr

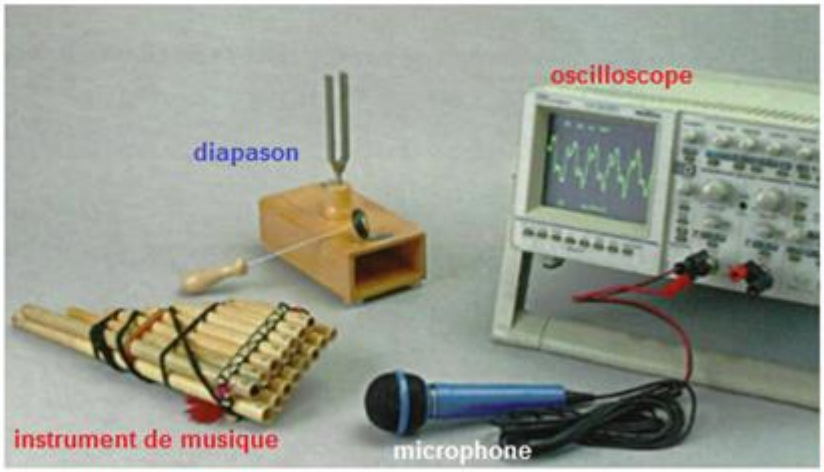
## I- Ondes mécanique progressive périodique

### I-1- Définition

#### 1-1-1- activité

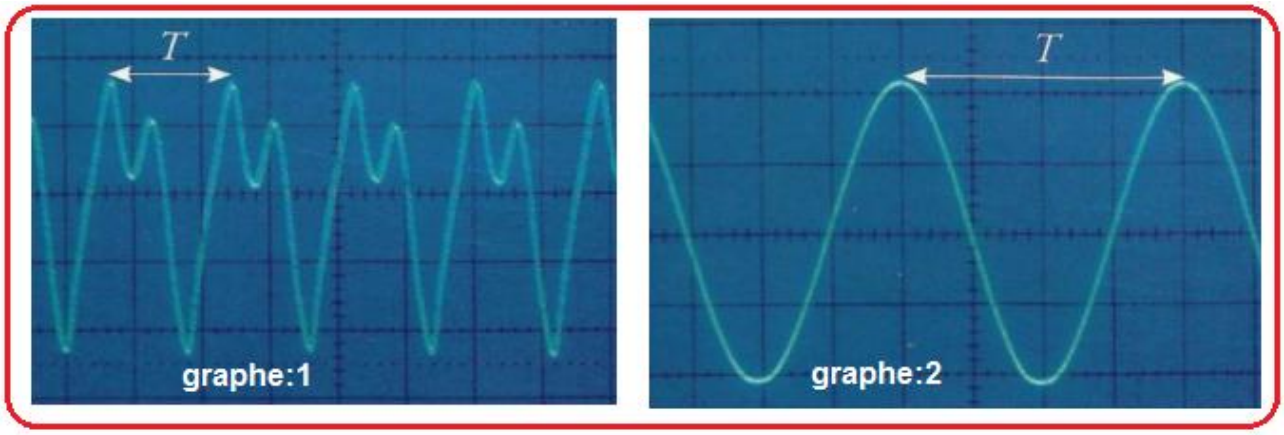
Un microphone capte le son émis Par :
- Un instrument de musique
- Un diapason

A l'aide d'un oscilloscope relie au microphone on visualise le signal sonore




#### 1-1-2- Observation

Dans les deux situations, pour une position quelconque du microphone, nous observons :
- Une courbe périodique dans le cas de l'instrument de musique (graphe :1)
- Une courbe périodique sinusoïdale dans le cas du diapason (graphe :2)




#### 1-1-3- Interprétation

L'instrument de musique ou le diapason communique a l'air des vibrations périodiques :il apparait dans l'air des zones de dilatation et de compression. Cela se traduit par de petites variations de la pression de l'air qui se propagent et arrivent sur la membrane du microphone et la font vibrer avec la même période .il apparait une tension variable de même période aux bornes du microphone. Cette tension est visualisée par l'oscilloscope

### 1-1-4- Définition

*Onde mécanique progressive périodique est une onde dans laquelle l'évolution temporelle de la perturbation de chaque point du milieu de propagation est périodique.*

## 1-2- Périodicité temporelle d'une onde mécanique périodique

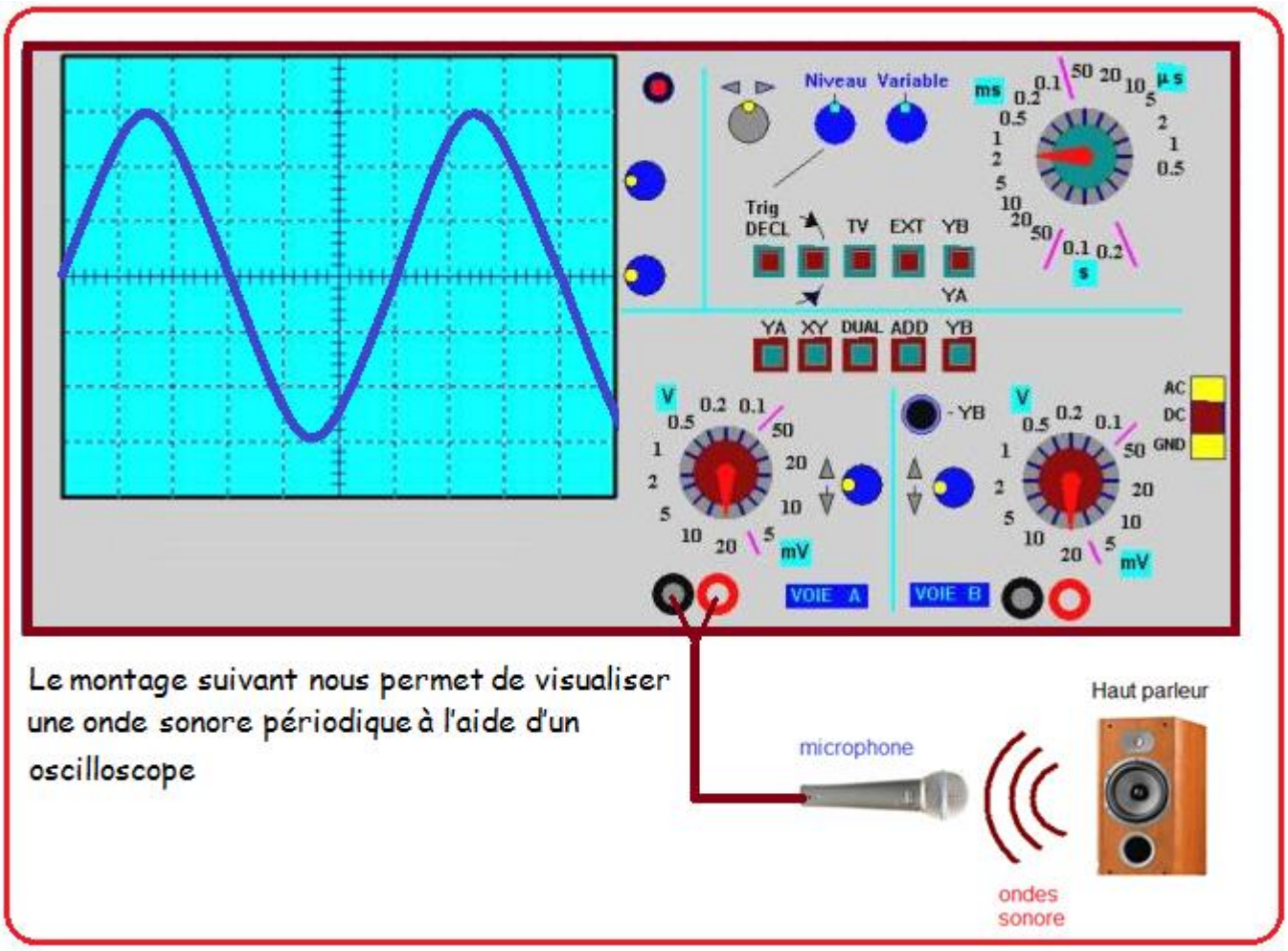
### 1-2-1- Définition

*La période d'une onde mécanique progressive périodique est la petite durée au bout de laquelle la perturbation se reproduit identique à elle-même, de symbole T et d'unité second (s)*

### 1-2-2- Mesure de la période

On peut mesurer la période d'une onde périodique de deux façons

a- En utilisant l'oscilloscope :




Calcul de la période T de l'onde :

Sur l'écran on obtient une forme sinusoïde tel que : $T = S_H \times n$

$S_H$ : représente la sensibilité horizontale tel que : $S_H = 2ms.div^{-1}$

$n$ : représente le nombre de division tel que : $n = 6div$

D'où : $T = 2\ ms.div^{-1} \times 6\ div = 12ms$ c'est-à-dire : $T = 12ms = 12.10^{-3}$

b- En utilisant le stroboscope

Le stroboscope : c'est un appareil électronique qui émet des éclaires Lumineuses (flaches) rapides et continu de fréquences $N_e$


Stroboscope

La **stroboscopie** permet d'observer des phénomènes Périodiques dont la fréquence $N$ est trop élevée pour l'œil qui ne perçoit pas la discontinuité Il faut régler la fréquence des flashs sur celle du phénomène.

on a 3 cas :

- Si $N = kN_e$ :on observe l'immobilité apparente des ondes
- Si $N > N_e$ :on observe un mouvement apparent en ralenti dans le sens réelle de propagation des ondes de fréquence apparente $N_a$ tel que : $N_a = N - N_e$
- Si $N < N_e$ :on observe un mouvement apparent en ralenti dans le sens inverse de propagation des ondes de fréquence apparente $N_a$ tel que : $N_a = N_e - N$

## 1-3- Périodicité spatiale d'une onde (longueur d'onde)

### 1-3-1- Définition

*La longueur d'onde est une grandeur des ondes périodiques . Elle correspond à la distance parcourue par l'onde pendant une période $T$ .concrètement c'est la plus petite distance séparant deux points en phase*

### 1-3-2- Détermination de la longueur d'onde

On peut déterminer la valeur de $\lambda$ par :

a- Pour les ondes sonores

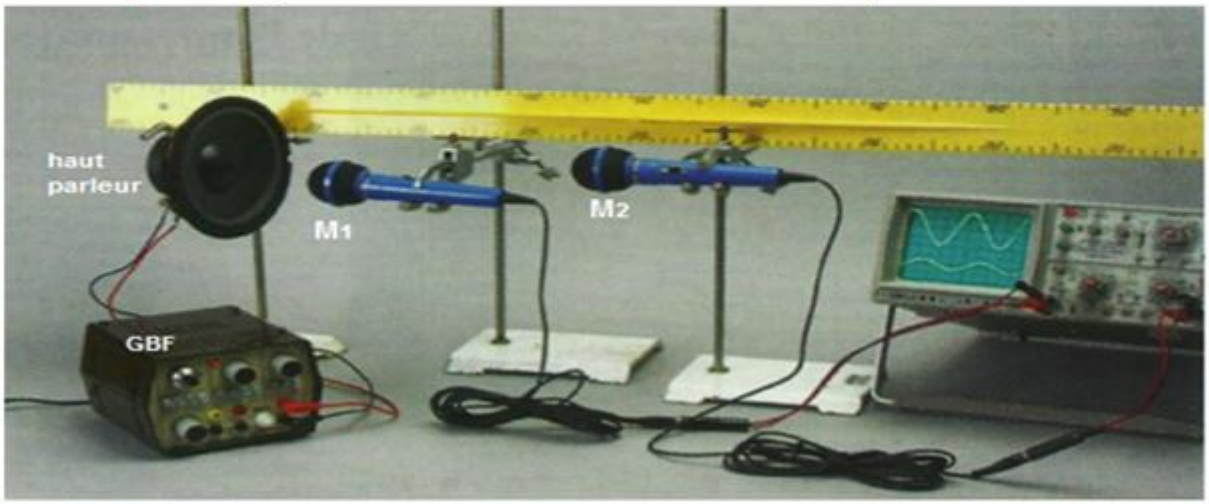
Pour le son on utilise le dispositif expérimentale (expérience des deux microphones) former par :

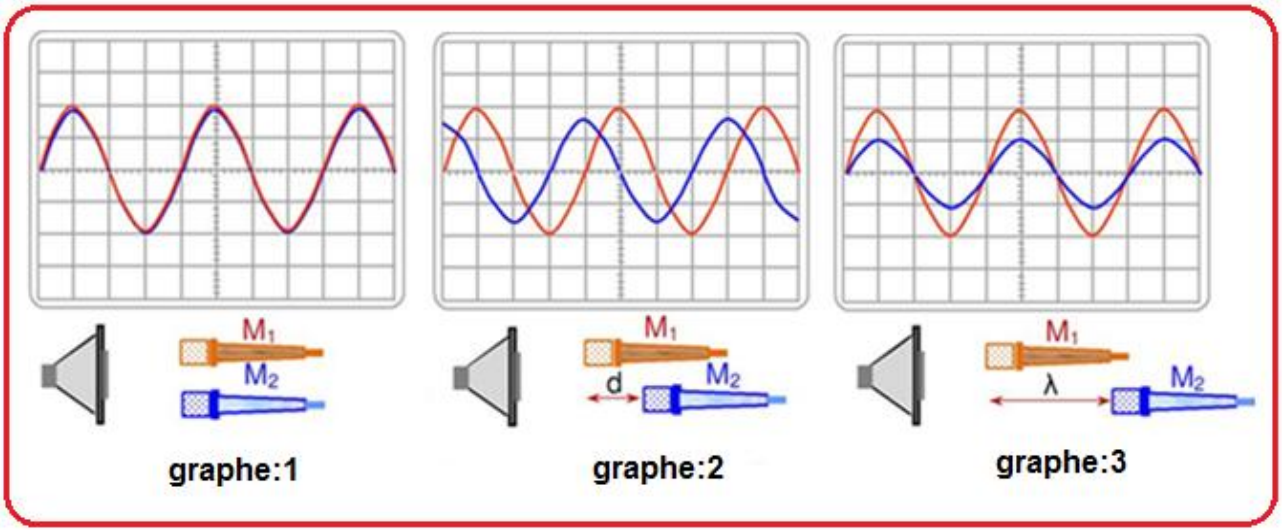
- Un oscilloscope
- Deux microphones
- Une règle de mesure
- Un haut parleur

Www.AdrarPhysic.Fr

## 1- Activité

Les deux microphones $M_1$ et $M_2$ sont placée cote à cote .le haut parleur relie à un (GBF) qui joue le rôle d'une source d'ondes sonore.
Le microphone $M_1$ reste fixe on éloigne lentement le microphone $M_2$ du haut parleur le long d'une règle graduée, sur une droite joignant le centre du microphone $M_1$ au centre de la membrane du haut-parleur




## 2- Observations

- Lorsque les microphones sont places cote à cote, nous observons deux sinusoïdes de même périodes $T$ , qui atteignent leurs maximums et leurs minimums en même temps (graphe :1) : Elles sont en phase
- Lorsque nous éloignons le microphone $M_2$ ,ces sinusoïdes se décalent horizontalement ,ce décalage augmente avec la distance $d$ qui séparent $M_1$ et $M_2$ (graphe :2).pour une distance particulière notée $\lambda$ les deux sinusoïdes sont a nouveau en phase(graphe :3).

Www.AdrarPhysic.Fr

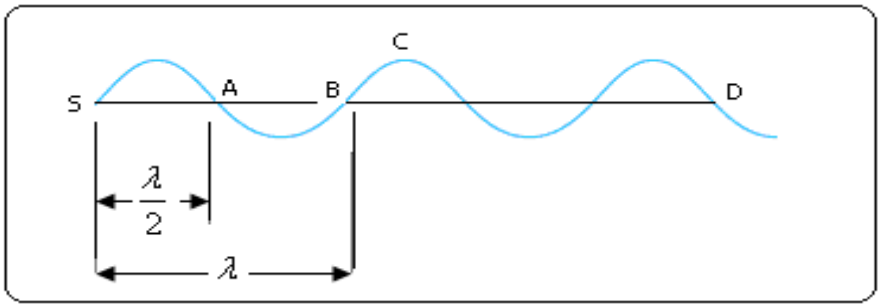
- Lorsque nous contenions de déplacer $M_2$, nous retrouvons les deux sinusoïdes en phase pour des positions de $M_2$ consécutives, équidistantes , séparées à nouveau d'une distance $\lambda$

3- Conclusion

Lorsque les deux sinusoïdes sont en phase pour la première fois et les deux microphones sont séparés d'une distance d tel que : $\lambda = d$

b- Graphiquement en utilisant l'aspect du milieu

Exemple : on considère l'aspect d'un milieu de propagation



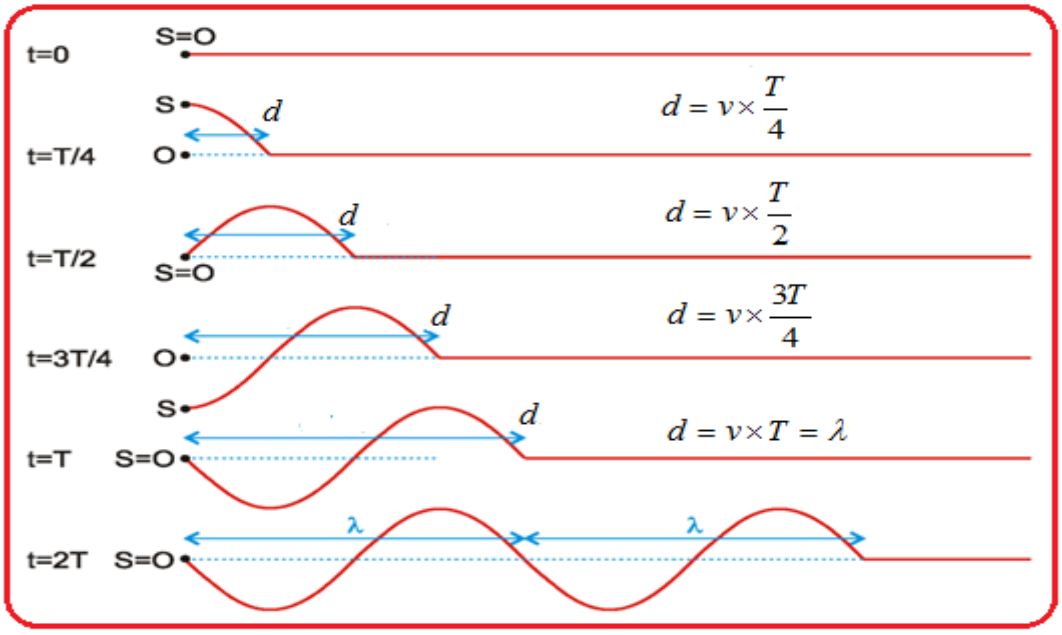

c- Par calcul

Puise que l'onde parcours la distance $d = \lambda$ pendant le temps $T$ ,on a :

$d = v \times T$ et $\lambda = v \times T = \frac{v}{f}$

## 1-4- Aspects de la corde

La figure suivante représente l'aspect de la corde à des dates différentes




## 1-5- Comparaison du mouvement de deux points d'un milieu de propagation :

On considère deux points $M_1$ et $M_2$ d'un milieu de propagation :

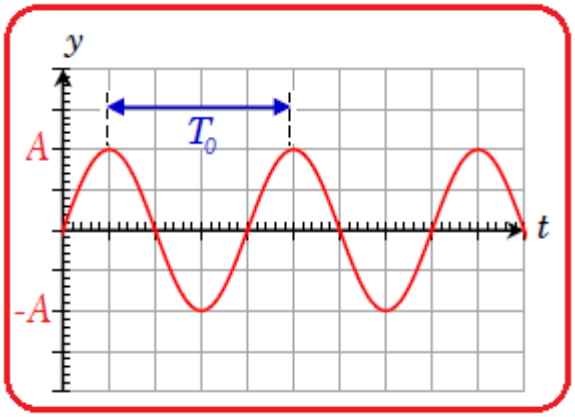
- Si $d = M_1M_2 = k\lambda$ (avec $k \in N^*$) on dit que les points $M_1$ et $M_2$ vibrent en phase : c'est-à-dire ont même élongation : $y_{M_1}(t) = y_{M_2}(t)$

- Si $d = M_1M_2 = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$ (avec $k \in N$) on dit que les points $M_1$ et $M_2$ vibrent en opposition phase :c'est-à-dire: $y_{M_1}(t) = -y_{M_2}(t)$

## 2- Onde mécanique progressive sinusoïdale

Une onde progressive périodique est dite sinusoïdale si la perturbation crée par la source entraîne une variation sinusoïdale en fonction du temps :
L'élongation $y$ de la source S est une fonction sinusoïdale du temps de la forme :

$$y = A\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t\right)$$



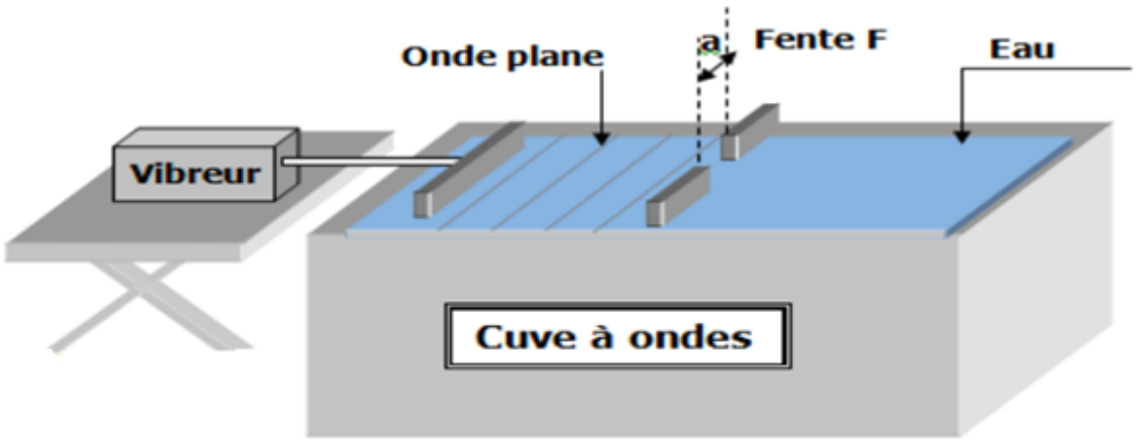

$y$ : représente l'élongation
$A$ : représente l'amplitude
$T_0$ : représente la période

## 3- diffraction des ondes

### 3-1- Phénomène de diffraction

#### 3-1-1- Activités

On produit une onde périodique de longueur d'onde $\lambda$ rectiligne à la surface de l'eau d'une cuve à ondes, puis on dispose sur le trajet des ondes deux règles permettant de créer une ouverture (fente F) de largeur $a$ réglable




Www.AdrarPhysic.Fr

### 3-1-2- Observations

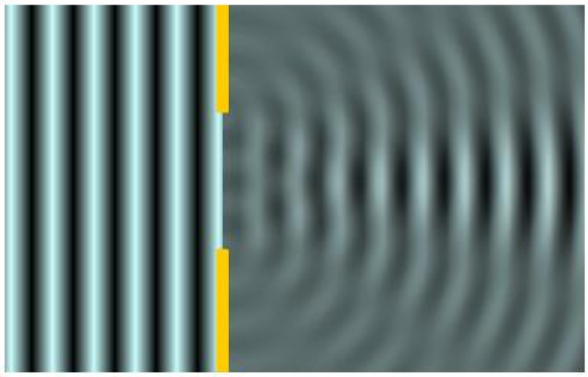
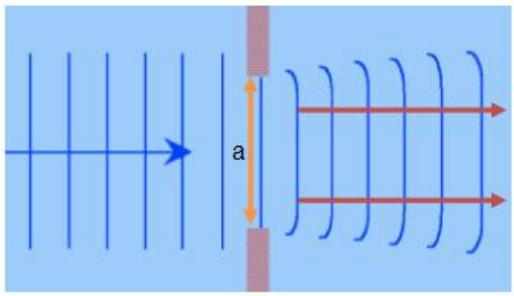


Figure:1

$a \rangle\rangle \lambda$



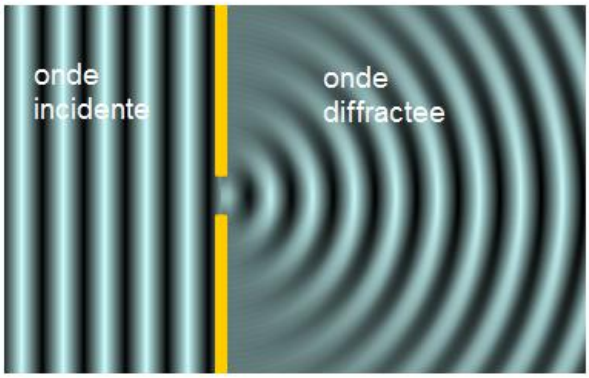
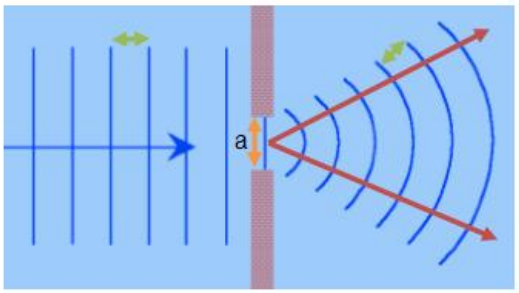




Figure:2

$a \approx \lambda$




- Apres avoir traverse une ouverture large $(a \rangle\rangle \lambda)$ l'onde reste rectiligne la direction de la vitesse ne change pas (figure :1)
- Apres avoir traverse une ouverture assez étroite $(a \approx \lambda)$ l'onde n'est plus rectiligne elle semble circulaire centrée sur l'ouverture, la direction de la vitesse a change (figure :2)



le phenomene de diffraction des vagues dans la mer

**Www.AdrarPhysic.Fr**

### 3-1-3- Interprétation

Une onde subit un phénomène de diffraction lorsqu'elle rencontre un obstacle ou une ouverture étroite :
Une ouverture ou un obstacle interposé sur le trajet d'une onde plane sinusoïdale se comportent comme des sources secondaires de même fréquence que la source primaire créant l'onde : c'est **le phénomène de diffraction**.

### 3-1-4- Conclusion

On observe la diffraction d'une onde si celle-ci rencontre une ouverture (ou un obstacle) dont les dimensions sont de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde. L'ouverture, ou l'obstacle se comporte alors comme une source de même fréquence.
Le phénomène de diffraction est d'autant plus marqué que l'ouverture est de petite dimension
L'onde diffractée a la même fréquence et la même longueur d'onde que l'onde incidente

## 4- Milieu dispersif

### 4-1- définition

*Un milieu de propagation est dispersif quand la vitesse de propagation d'une onde progressive sinusoïdale dépend de sa fréquence.*

### 4-2- Exemple

### 4-3-

a- Pour une cuve à eau profonde :

- Pour une fréquence $N = 20Hz$ la vitesse de propagation des ondes est $v = 0{,}178ms^{-1}$
- Pour une fréquence $N = 40Hz$ la vitesse de propagation des ondes est $v = 0{,}208ms^{-1}$

Sur la cuve à ondes, si on modifie la fréquence, on observe une modification de la vitesse de propagation. Dans ce cas, on dit que le milieu "eau" est un milieu dispersif

b- Pour les ondes sonores

A une température et une pression déterminée la vitesse de propagation d'une onde sonore dans l'air est indépendante de la fréquence de sa source donc l'air pour les ondes sonores n'est pas un milieu dispersif

Www.AdrarPhysic.Fr