

**2BAC INTERNATIONAL**

# Résumé Physique-chimie: Les ondes mécaniques progressives - Périodiques

- ✓ Résumé complet
- ✓ Questions fréquentes

**PDF GRATUIT**



**Préparé par Walid Ramadan**



Contactez-nous:  
+212 6 653 546 49



Rond point Awami,  
Casabarata



Suivez-nous:  
@Borj\_AI\_Aailm



Pour Plus d'infos:  
Borjalaailm@gmail.com

**Les ondes mécaniques progressives :**

**Définition :** C'est le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel et élastique, avec transport d'énergie mais sans transport de la matière.

**Milieu matériel :** solide – gazeux – liquide.

**Perturbation :** c'est une déformation de l'état normale du milieu matériel. Cette perturbation se crée dans un point du milieu matériel et se propage vers un autre.

**Ce milieu matériel doit être élastique,** c'est-à-dire après le passage de la perturbation, tous les points du milieu reprennent leur état normal initial.

**En vrai,** la perturbation observée n'est pas un transport de la matière mais c'est un transport d'énergie externe donnée au milieu.

Une onde est mécanique si elle se propage dans un milieu matériel, est seulement matériel.

Milieu matériel est une condition nécessaire pour que l'onde soit appelée Mécanique.

Onde													
Mécanique	Électromagnétique												
Se propage dans les milieux matériels uniquement.	Peut se propager dans les milieux matériels et non-matériels (le vide).												
Exemple : Le son	La lumière												
Se propage dans les milieux matériels uniquement :	Se propage dans les milieux matériels transparents :												
<table border="1"> <tr> <td>Solide</td> <td>Gaz</td> <td>Liquide</td> </tr> <tr> <td>Les bétons</td> <td>L'air</td> <td>Eau</td> </tr> </table>	Solide	Gaz	Liquide	Les bétons	L'air	Eau	<table border="1"> <tr> <td>Solide</td> <td>Gaz</td> <td>Liquide</td> </tr> <tr> <td>Verre</td> <td>L'air</td> <td>Eau</td> </tr> </table>	Solide	Gaz	Liquide	Verre	L'air	Eau
Solide	Gaz	Liquide											
Les bétons	L'air	Eau											
Solide	Gaz	Liquide											
Verre	L'air	Eau											
Donc : le son est une onde mécanique car elle se propage dans les milieux matériels uniquement.	Et également : Se propage dans le vide Donc : la lumière n'est pas une onde mécanique car elle ne propage pas dans les milieux matériels uniquement.												

Ondes mécaniques	Ondes Électromagnétiques
Propagation d'une onde le long d'une corde Propagation d'une onde en surface d'eau Propagation des ondes sonores Propagation des ondes ultrasonores Propagation d'une onde dans un ressort.	Les ondes lumineuses.
<b>Se propagent dans les milieux matériels uniquement.</b>	<b>Se propagent dans les milieux matériels + le vide.</b>

**Types d'ondes mécaniques :**

Pour déterminer le type d'une onde mécanique, il faut comparer entre le sens de propagation de l'onde et le sens de perturbation.

- Pour déterminer le sens de propagation de l'onde : il faut observer la corde (tous les points du milieu).

- Pour déterminer le sens de perturbation : il faut observer un seul point du milieu.

Onde transversale			Onde longitudinale		
Sens de propagation de l'onde	⊥	Sens de perturbation	Sens de propagation de l'onde		Sens de perturbation
- Propagation d'une onde le long d'une corde			- Propagation des ondes sonores		
- Propagation d'une onde en surface d'eau			- Propagation des ondes ultrasonores		
			- Propagation d'une onde dans un ressort.		

**La source S :** le premier point qui a subi la perturbation.

**I. L'aspect de la corde : l'axe est en cm ou en m**

Les informations qu'on peut tirer graphiquement sont des distances :

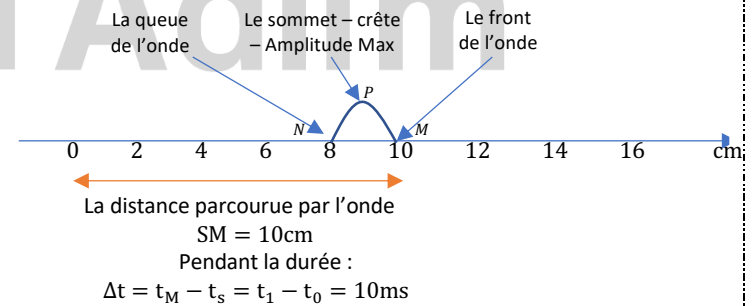
- 1<sup>ère</sup> distance : la distance parcourue par l'onde.  
La distance de la source jusqu'au front de l'onde
- 2<sup>ème</sup> distance : la longueur de perturbation – signal.  
La distance entre le front et la queue de l'onde
- 3<sup>ème</sup> distance : toutes les distances entre les points du milieu.  
La distance entre deux points.

La perturbation à commencer sa propagation à partir de la source S à  $t_0 = 0$

**On vous l'aspect de la corde à l'instant  $t_1 = 10\text{ms}$  :**

À cet instant  $t_1$ , on doit repérer le front de l'onde pour déterminer la distance parcourue par l'onde.

À  $t_1$ , l'onde arrive au point M.



**Question : Décrire le mouvement du point M lorsque l'onde lui arrive. (Décrire le mouvement du point M à  $t_1$ ).**

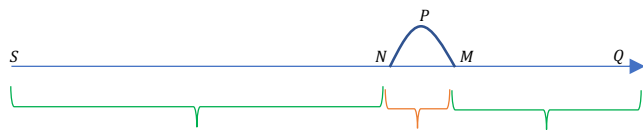
À  $t_1$ , le point M se dirige vers le haut, puis vers le bas, pour reprendre son état initial.

**Important :** tous les points du milieu reproduisent le même mouvement pour la 1<sup>ère</sup> fois que la source S.

Donc :

- Si le point S s'est dirigé vers le haut pour la 1<sup>ère</sup> fois, tous les points du milieu se dirigent vers le haut lorsque l'onde leur arrive pour la 1<sup>ère</sup> fois.
- Si le point S s'est dirigé vers le bas pour la 1<sup>ère</sup> fois, tous les points du milieu se dirigent vers le bas lorsque l'onde leur arrive pour la 1<sup>ère</sup> fois.

Question : Décrire le mouvement d'un point à l'instant  $t_1$  :



- Des points en repos : Dépassés par l'onde
- Des points en cours de perturbation
- Des points en repos : Attendent le passage de l'onde

A l'instant  $t_1$  :

- Les points [SN] : en repos car ils sont dépassés par l'onde.
- Les points ]NP] : se dirigent vers le bas.
- Les points ]PM] : se dirigent vers le haut.
- Les points ]MQ] : en repos car ils attendent l'arrivée de l'onde.

Remarque : pour la 1<sup>ère</sup> fois, tous les points se dirigent vers le haut.

II. La vitesse – célérité de propagation d'une Onde :

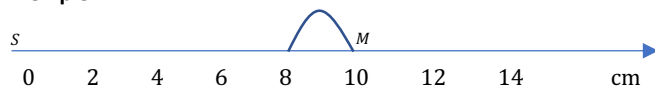
$$V = \frac{d}{\Delta t}$$

- d : la distance parcourue en (m).
- $\Delta t$  : la durée en (s) nécessaire pour parcourir la distance d.
- V : la vitesse de propagation en (m/s).

Important : il faut toujours mettre en liaison directe la distance d avec une durée  $\Delta t$  nécessaire pour parcourir cette distance d.

Calculer la vitesse de propagation de l'onde.	Calculer la distance parcourue par l'onde ou la distance entre deux points.	Calculer la durée ou déterminer un instant.
$V = \frac{d}{\Delta t}$	$d = V \times \Delta t$	$\Delta t = \frac{d}{V}$

Exemple :



La distance parcourue par l'onde  
 $SM = 10\text{cm}$   
 Pendant la durée :  
 $\Delta t = t_M - t_S = t_1 - t_0 = 10\text{ms}$

Donc :  $V = \frac{d}{\Delta t} = \frac{SM}{t_M - t_S} = \frac{10 \times 10^{-2}}{10 \times 10^{-3}} = 10\text{m/s}$

Question : Déterminer la durée de perturbation – signal :

Correspond à la longueur de perturbation.

Pour déterminer la durée de perturbation il faut remplacer la distance par la longueur de perturbation : La distance entre le front et la queue de l'onde :  $l = 2\text{cm}$

C'est une durée donc :  $\Delta t = \frac{l}{V}$ , avec  $l = 2\text{cm}$

$$\Delta t = \frac{l}{V} = \frac{2 \times 10^{-2}}{10} = 0,02\text{s}$$

Le retard temporel :

Tous les points du milieu de propagation, reproduisent la même perturbation mais avec un retard temporel.

C'est-à-dire que tous les points ont le même mouvement, sauf que la différence c'est qu'un point refait ce même mouvement mais en retard par rapport aux autres points.

Question : Déterminer le retard temporel du point M par rapport à la source S :  $\tau_M$

Méthode 1 : si on a les deux instants  $t_M$  et  $t_S \rightarrow \tau_M = t_M - t_S$

Méthode 2 : sinon :  $\Delta t = \frac{d}{V}$

On cherche le retard entre M et S donc on remplace  $\Delta t$  par :  $\Delta t = \tau_M$   
 De plus on doit remplacer d par la distance entre M et S :  $d = SM$

$$\tau_M = \frac{SM}{V} = \frac{10 \times 10^{-2}}{10} = 0,01\text{s}$$

C'est-à-dire que M refait le même mouvement que S mais avec un retard de 0,01s.

Bonus : Déterminer le retard temporel du point M par rapport à la source N :  $\tau_M$

$$\tau_M = \frac{MN}{V} = \frac{2 \times 10^{-2}}{10} = 0,002\text{s}$$

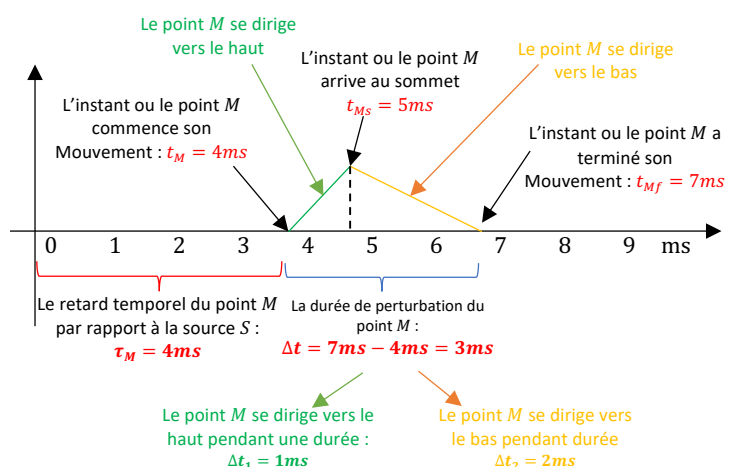
II. L'élongation d'un point M du milieu :

L'élongation d'un point : Une description du mouvement d'un seul point de la corde au cours de temps.

Important :

L'aspect de la corde	L'élongation d'un point
L'axe des distance (cm, m)	L'axe de temps (ms, s)
On tire les distances de la figure	On tire tous ce qui est temps de la figure.
On a le mouvement de tous les point de la corde.	On a une description du mouvement d'un seul point de la corde.

La figure ci-dessous représente l'élongation d'un point M :

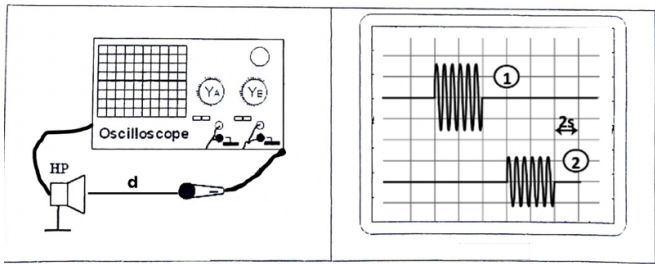


Question : Déterminer la distance du point M de la source S :

Données :  $V = 3,5\text{m/s}$



**Cas d'étude N°1 : Un seul émetteur et récepteur**



Sensibilité horizontale :  $S_H = 2s/div$

- Le haut-parleur et le microphone sont branchés à l'oscilloscope, donc les deux signaux visualisés sont à eux : un de l'émission du son par l'émetteur et l'autre de la réception par le microphone.
- De plus, on remarque une différence d'amplitude entre les deux signaux, cela s'explique par la distance entre l'émetteur et le récepteur.
- Le signal N°1 correspond à l'émetteur (car c'est lui qui fait l'émission en 1<sup>er</sup> donc une grande amplitude et le signal N°2 correspond au récepteur (car c'est lui qui réceptionne mais après que l'onde a parcourue une distance d donc une faible amplitude).

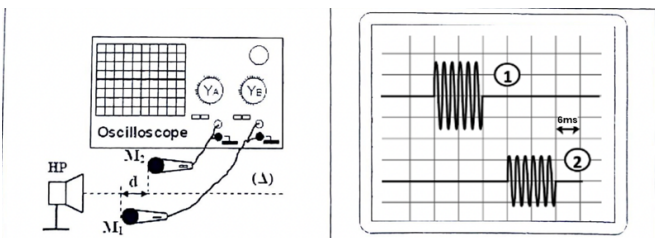
**Question 1 : Déterminer le retard temporel entre : la date de l'émission de l'onde et la date de sa réception par le microphone :**

$$\tau = \text{nombre de div horizontales} \times S_H$$

$$\tau = 3 \times 2s = 6s$$

Cas 1 : donnée : $V_{air} = 340m/s$	Cas 2 : donnée : $d = 2040m$
<b>Question 2 :</b> déterminer la distance d entre l'émetteur et le récepteur.	<b>Question 2 :</b> déterminer la vitesse de propagation de l'onde sonore dans l'air.
$V_{air} = \frac{d}{\tau} \rightarrow d = V_{air} \times \tau$ $d = 340 \times 6 = 2040m$	$V_{air} = \frac{d}{\tau} \rightarrow V_{air} = \frac{2040}{6}$ $V_{air} = 340m/s$

**Cas d'étude N°2 : Un émetteur et deux récepteurs :**



Sensibilité horizontale :  $S_H = 2s/div$

- Les deux microphones sont branchés à l'oscilloscope, donc les deux signaux visualisés sont à eux : un de la réception du son par 1<sup>er</sup> microphone et l'autre de la réception par les deux microphones.
- De plus, on remarque une différence d'amplitude entre les deux signaux, cela s'explique par la distance entre ces deux microphones.
- On dit que le 2<sup>ème</sup> Microphone réceptionne l'onde avec un retard temporel par rapport au 1<sup>er</sup>.
- Le signal N°1 correspond au Mic1 (car c'est lui qui réceptionne le 1er donc une grande amplitude et le signal N°2 correspond au Mic2 (car c'est lui qui réceptionne le 2<sup>ème</sup> mais après que l'onde a parcourue une distance d donc une faible amplitude).

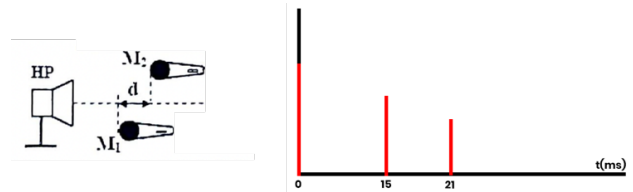
**Question 1 : Déterminer le retard temporel entre : la date de réception de l'onde par le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> microphone.**

$$\tau = \text{nombre de div horizontales} \times S_H$$

$$\tau = 3 \times 6ms = 18ms$$

Cas 1 : donnée : $V_{air} = 340m/s$	Cas 2 : donnée : $d = 6,12m$
<b>Question 2 :</b> déterminer la distance d entre l'émetteur et le récepteur.	<b>Question 2 :</b> déterminer la vitesse de propagation de l'onde sonore dans l'air.
$V_{air} = \frac{d}{\tau} \rightarrow d = V_{air} \times \tau$ $d = 340 \times 18 \times 10^{-3} = 6,12m$	$V_{air} = \frac{d}{\tau} \rightarrow V_{air} = \frac{6,12}{18 \times 10^{-3}}$ $V_{air} = 340m/s$

**Cas d'étude N°3 : Un émetteur et deux récepteurs :**



- On remarque qu'on a sur la figure 3 signaux :  $t_0$  et  $t_1$  et  $t_2$ 
  - $t_0$ : le signal émis par le haut-parleur.
  - $t_1$  : le signal réceptionné par 1<sup>er</sup> microphone
  - $t_2$  : le signal réceptionné par 2<sup>ème</sup> microphone
- De plus, on remarque une différence d'amplitude entre les deux signaux, des deux microphones, cela s'explique par la distance entre ces deux derniers.
- On dit que le 2<sup>ème</sup> Microphone réceptionne l'onde avec un retard temporel par rapport au 1<sup>er</sup>.
- Le signal N°2 correspond au Mic1 (car c'est lui qui réceptionne le 1er donc une grande amplitude et le signal N°3 correspond au Mic2 (car c'est lui qui réceptionne le 2<sup>ème</sup> mais après que l'onde a parcourue une distance d donc une faible amplitude).

**Question 1 : Déterminer le retard temporel entre : la date de réception de l'onde par le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> microphone.**

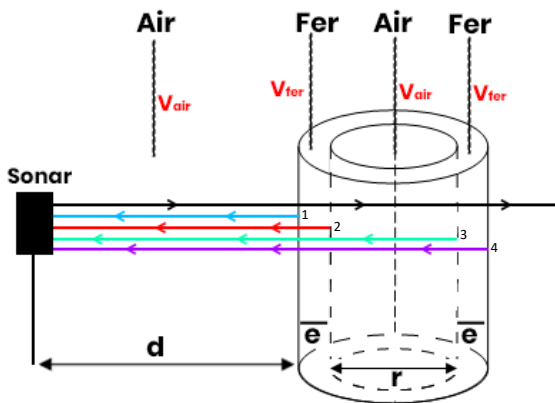
$$\tau = 21ms - 15ms = 6ms$$

Cas 1 : donnée : $V_{air} = 340m/s$	Cas 2 : donnée : $d = 1,02m$
<b>Question 2 :</b> déterminer la distance d entre l'émetteur et le récepteur.	<b>Question 2 :</b> déterminer la vitesse de propagation de l'onde sonore dans l'air.
$V_{air} = \frac{d}{\tau} \rightarrow d = V_{air} \times \tau$ $d = 340 \times 3 \times 10^{-3} = 1,02m$	$V_{air} = \frac{d}{\tau} \rightarrow V_{air} = \frac{1,02}{18 \times 10^{-3}}$ $V_{air} = 340m/s$

**Cas d'étude N°4 : Un sonar :**

Le sonar joue le rôle d'un émetteur et réception à la fois (réceptionne les échos).  
A chaque fois qu'une onde ultra-sonore change de milieu de propagation, une partie de l'onde se reflète pour qu'elle soit captée par le sonar.  
De même si l'onde sonore ultra-sonore change de milieu de propagation, elle change de vitesse.

Milieu de propagation



Question : à quoi correspondent les signaux P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> ?

- Le signal P<sub>0</sub> correspond : à l'onde émise par le sonar à t<sub>0</sub> = 0.
- Le signal P<sub>1</sub> correspond : au 1<sup>er</sup> écho capté par le sonar.
- Le signal P<sub>2</sub> correspond : au 2<sup>ème</sup> écho capté par le sonar.
- Le signal P<sub>3</sub> correspond : au 3<sup>ème</sup> écho capté par le sonar.
- Le signal P<sub>4</sub> correspond : au 4<sup>ème</sup> écho capté par le sonar.

C'est-à-dire que l'onde a changé de milieu 4 fois. (1, 2, 3, 4)

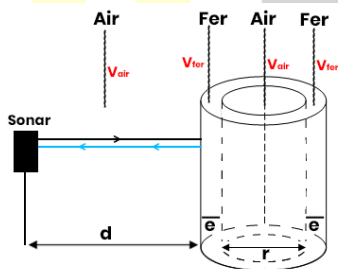
Question 1 : Déterminer la distance d qui sépare le sonar du cylindre. L'onde parcourt la distance d (en aller et en retour)

$$t_1 = \frac{\Delta t_1}{v_{air}} + \frac{\Delta t_2}{v_{air}}$$

$$t_1 = \frac{d}{v_{air}} + \frac{d}{v_{air}}$$

$$t_1 = \frac{2d}{v_{air}}$$

$$d = \frac{t_1 \times v_{air}}{2}$$



Question 2 : Déterminer l'épaisseur e du cylindre.

La distance parcourue par l'onde est : d + e en aller et e + d en retour.

- Les distances d sont parcourues dans l'air : v<sub>air</sub>
- Les distances e sont parcourues dans le fer : v<sub>fer</sub>

$$t_2 = \frac{\Delta t_1}{v_{air}} + \frac{\Delta t_2}{v_{fer}} + \frac{e}{v_{fer}} + \frac{d}{v_{air}}$$

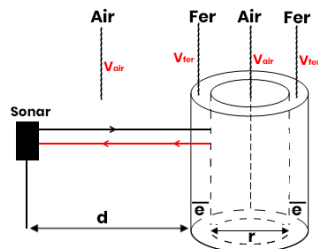
$$t_2 = \frac{d}{v_{air}} + \frac{e}{v_{fer}} + \frac{e}{v_{fer}} + \frac{d}{v_{air}}$$

$$t_2 = \frac{2d}{v_{air}} + \frac{2e}{v_{fer}}$$

$$t_2 = t_1 + \frac{2e}{v_{fer}}$$

$$t_2 - t_1 = \frac{2e}{v_{fer}}$$

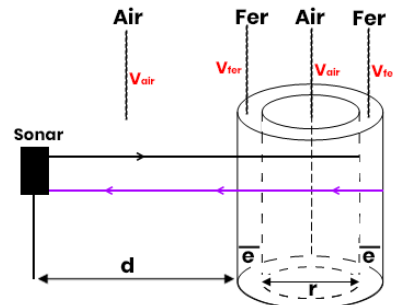
$$e = \frac{(t_2 - t_1) \times v_{fer}}{2}$$



Question 3 : Déterminer distance r à l'intérieur du cylindre.

La distance parcourue par l'onde est : d + e + r en aller et r + e + d en retour.

- Les distances d sont parcourues dans l'air : v<sub>air</sub>
- Les distances e sont parcourues dans le fer : v<sub>fer</sub>
- Les distances r sont parcourues dans l'air : v<sub>air</sub>



$$t_3 = \frac{\Delta t_1}{v_{air}} + \frac{\Delta t_2}{v_{fer}} + \frac{r}{v_{air}} + \frac{r}{v_{air}} + \frac{e}{v_{fer}} + \frac{d}{v_{air}}$$

$$t_3 = \frac{d}{v_{air}} + \frac{e}{v_{fer}} + \frac{r}{v_{air}} + \frac{r}{v_{air}} + \frac{e}{v_{fer}} + \frac{d}{v_{air}}$$

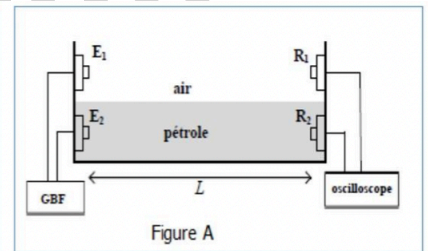
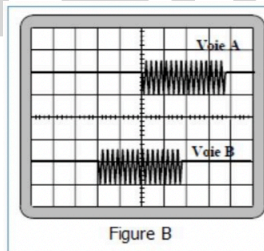
$$t_3 = \frac{2d}{v_{air}} + \frac{2e}{v_{fer}} + \frac{2r}{v_{air}}$$

$$t_3 = t_2 + \frac{2e}{v_{fer}}$$

$$t_3 - t_2 = \frac{2e}{v_{fer}}$$

$$e = \frac{(t_3 - t_2) \times v_{fer}}{2}$$

Cas d'étude N°5 : propagation d'une onde sonore – deux milieux



Dans une cuve contenant du pétrole, on fixe à l'une de ses extrémités deux émetteurs E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub> qui sont reliés à un générateur GBF. A l'instant t<sub>0</sub> = 0, les deux émetteurs émettent chacun une onde ultrasonore, une se propage dans l'air et l'autre dans le pétrole. A l'autre extrémité de la cuve, on place deux récepteurs R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>, l'un dans l'air et l'autre dans le pétrole. Les récepteurs sont à une distance L des émetteurs. (Figure A). On visualise sur l'écran d'un oscilloscope les deux signaux reçus par R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>. (Figure B).

Explication : les deux émetteurs émettent la même onde ultrasonore, sauf que la 1<sup>ère</sup> se propage dans l'air et la 2<sup>ème</sup> dans le pétrole. Puisque le pétrole est plus dense que l'air donc :

$$v_{pétrole} > v_{air} \rightarrow t_{pétrole} < t_{air}$$

Question 1 : les ondes ultrasonores sont-elles longitudinales ou transversales ?

Les ondes ultrasonores sont longitudinales, car le sens de perturbation et perpendiculaire au sens de propagation.

Question 2 : Déterminer le retard temporel entre les deux signaux reçus.

$$\tau = \text{nombre de div horizontale} \times S_H$$

$$\tau = 2 \text{div} \times S_H$$

### Les ondes mécaniques progressives périodiques :

**Question 3 :** Montrer l'expression :  $\tau = L \times \left( \frac{1}{V_{\text{air}}} - \frac{1}{V_p} \right)$

On sait que :

$$V_{\text{pétrole}} > V_{\text{air}} \rightarrow t_{\text{pétrole}} < t_{\text{air}}$$

Donc le retard temporel s'écrit :  $\tau = t_{\text{air}} - t_p$

$$\text{Avec : } t_{\text{air}} = \frac{L}{V_{\text{air}}} \text{ et } t_p = \frac{L}{V_p}$$

$$\tau = t_{\text{air}} - t_p = \frac{L}{V_{\text{air}}} - \frac{L}{V_p}$$

$$\tau = L \times \left( \frac{1}{V_{\text{air}}} - \frac{1}{V_p} \right)$$

Bonus :

Montrer que la relation  $V = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$  est homogène.

L'onde mécanique progressive est périodique lorsqu'on crée des perturbations de manière successives et pendant les mêmes intervalles de temps. C'est-à-dire qu'à chaque fois un point reproduit la même perturbation, sans cession et dans le même intervalle de temps.

Pour cela, on utilise un vibreur, d'une fréquence N.

La fréquence du vibreur représente le nombre de vibrations – perturbation effectuées par seconde.

Donc tous les points du milieu de propagation ne s'arrêtent jamais de vibrer en reproduisant la même vibration et cela pendant un intervalle de temps qu'on appelle le période T, tel que :

$$T = \frac{1}{N}$$

N: la fréquence en Hz

T: la période en secondes.

**Très important :**

- Pendant une période T l'onde parcourt une distance est égale à  $\lambda$
- Lorsque l'onde parcourt une distance  $\lambda$  la durée comptée est une période T

$\lambda$ : la longueur d'onde.

D'où la relation suivante :  $V = \frac{\lambda}{T}$

$$T = \frac{\lambda}{V}$$

$$10T = 10\lambda$$

Pour calculer la célérité de propagation :

$V = \frac{d}{\Delta t}$	$V = \frac{\lambda}{T}$	$V = \lambda \times N$
--------------------------	-------------------------	------------------------

$\lambda$ : la longueur d'onde – périodicité spatiale

T: la période – périodicité temporelle

**Définition de la longueur d'onde  $\lambda$  :**

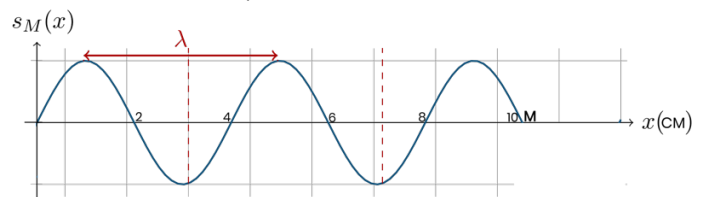
C'est la distance parcourue par l'onde pendant une seule période.

**Définition de la période T :**

C'est la durée nécessaire pour que l'onde parcourt une distance égale à  $\lambda$

### Périodicité spatiale – l'aspect de la corde :

On utilise un vibreur de fréquence N = 100Hz



**Question :** que représente la figure ci-dessus :

La périodicité spatiale à l'instant  $t = 25\text{ms}$ .

**Question :** Déterminer la période T

$$T = \frac{1}{N} = \frac{1}{100} = 0,01\text{s}$$

**Périodicité spatiale**  $\rightarrow$  l'axe du temps

Ce que je tire de la périodicité spatiale : les distances :

1<sup>ère</sup> distance : la distance parcourue par l'onde à l'instant  $t_M$

2<sup>ème</sup> distance : la longueur d'onde  $\lambda$

**Question : Calculer la vitesse :**

On a :  $T = 0,01s$  ou bien  $N = 100Hz$   
Et graphiquement :  $\lambda = 4cm$   
(on prend deux crêtes successives)

On a la distance parcourue par l'onde est :  $SM = 10cm$   
Pendant la durée  $\Delta t = t_M - t_S$

Donc :  
$$V = \lambda \times N = 4 \times 10^{-2} \times 100$$
  
$$V = 4m/s$$

Donc :  
$$V = \frac{d}{\Delta t} = \frac{SM}{t_M - t_S} = \frac{10 \times 10^{-2}}{25 \times 10^{-3}}$$
  
$$= 4m/s$$

**Remarque : pour déterminer la période T :**

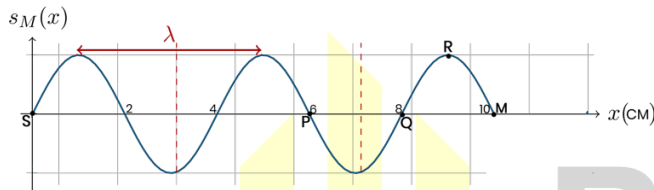
Soit :  $T = \frac{1}{N}$  si on a la fréquence, ou bien  $T = \frac{\lambda}{V}$

**Question : Décrire le mouvement du point M lorsque l'onde lui arrive.**

A  $t_M$ , le point M se dirige vers le haut.

**Remarque :** pour la 1<sup>ère</sup> fois, tous les points se dirigent vers le haut.

**Important :** tous les points du milieu reproduisent le même mouvement pour la 1<sup>ère</sup> fois que la source S.



**Question : Décrire le mouvement d'un point à l'instant t :**

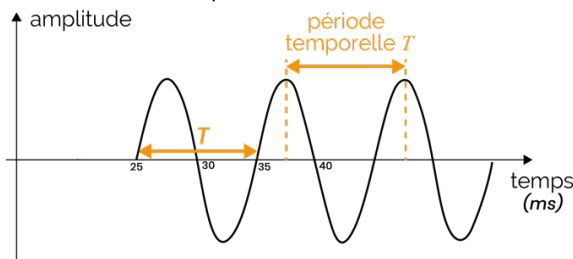
A l'instant  $t = 25ms$  :

- Le point M : se dirige vers le haut.
- Le point R : se dirige vers le bas.
- Le point Q : se dirige vers le bas.
- Le point P : se dirige vers le haut.
- La source S : se dirige vers le bas.

**Question : Déterminer le retard temporel du point M par rapport à S :**  $\tau_M = \frac{SM}{V}$

**Périodicité temporelle – l'élongation :**

La périodicité spatiale : Une description du mouvement d'un seul point de la corde au cours de temps.



**Important :**

<b>La périodicité spatiale</b>	La périodicité Temporelle : <b>d'un point</b>
L'axe des distance (cm, m)	L'axe de temps (ms, s)
On tire les distances de la figure	On tire tous ce qui est temps de la figure.
On a le mouvement de tous les point de la corde.	On a une description du mouvement d'un seul point de la corde.

**Question : que représente la figure ci-dessus :**

La périodicité temporelle du point M.

**Question : Déterminer l'instant ou le temps M commence à bouger :** Graphiquement :  $t_M = 25ms$

**Question : Déterminer la période T :** Graphiquement  $T = 10ms$  (On prend deux crêtes successives)

**Question : Déterminer la fréquence du vibreur :**

$$N = \frac{1}{T} = \frac{1}{10 \times 10^{-3}} = 100Hz$$

**Question : sachant que  $V = 4m/s$  déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  :**

On sait que :  $V = \frac{\lambda}{T}$  donc :  $\lambda = V \times T = 4 \times 10 \times 10^{-3} = 0,04m = 4cm$

**Question : Déterminer le retard temporel du point M par rapport à S :**

$$\tau_M = t_M - t_S = 25ms - 0 = 25ms$$

**Question : Déterminer la distance séparant le point M et S :**

$$V = \frac{d}{\Delta t} \rightarrow d = V \times \Delta t$$

$$SM = V \times (t_M - t_S)$$

$$SM = 4 \times (25 - 0) \times 10^{-3} = 0,1m = 10cm$$

**Comparer l'état vibratoire de deux points**

<p><b>Soient les deux points : A et B</b> On dit que A et B sont en phase si la distance entre les deux points s'écrit comme :</p> $AB = k \times \lambda$ <p>Avec : <math>k: \{1,2,3,4 \dots\}</math></p>	<p><b>Soient les deux points : A et B</b> On dit que A et B sont en opposition de phase si la distance entre les deux points s'écrit comme :</p> $AB = \frac{2k + 1}{2} \times \lambda$ <p>Avec : <math>k: \{0,1,2,3,4 \dots\}</math></p>
--	---

**Question : comparer l'état vibratoire des deux points A et B**

- On calcule la distance AB
- On détermine la longueur d'onde  $\lambda$
- On calcule :  $\frac{AB}{\lambda}$

<p>si : <math>\frac{AB}{\lambda} = \text{un entier} \in 1, 2, 3 \dots</math> Puisque la distance entre A et B s'écrit sous la forme :</p> $AB = k \times \lambda$ <p>Avec : <math>k = \dots</math> A et B Sont en phase</p>	<p>si : <math>\frac{AB}{\lambda} = 1, 5/2, 5/3, 5</math> Puisque la distance entre A et B s'écrit sous la forme :</p> $AB = \frac{2k + 1}{2} \times \lambda$ <p>Avec : <math>k = \dots</math> A et B Sont en opposition de phase</p>
---	--

**Chapitre 1 : Les ondes**

1.1. Les ondes progressives

1.2. Les ondes stationnaires

1.3. Les ondes électromagnétiques

1.4. Les ondes sonores

1.5. Les ondes lumineuses

1.6. Les ondes mécaniques

1.7. Les ondes gravitationnelles

1.8. Les ondes de matière

1.9. Les ondes de probabilité

1.10. Les ondes de spin

1.11. Les ondes de charge

1.12. Les ondes de couleur

1.13. Les ondes de saveur

1.14. Les ondes de masse

1.15. Les ondes de énergie

1.16. Les ondes de moment

1.17. Les ondes de spin

1.18. Les ondes de charge

1.19. Les ondes de couleur

1.20. Les ondes de saveur

1.21. Les ondes de masse

1.22. Les ondes de énergie

1.23. Les ondes de moment

1.24. Les ondes de spin

1.25. Les ondes de charge

1.26. Les ondes de couleur

1.27. Les ondes de saveur

1.28. Les ondes de masse

1.29. Les ondes de énergie

1.30. Les ondes de moment

1.31. Les ondes de spin

1.32. Les ondes de charge

1.33. Les ondes de couleur

1.34. Les ondes de saveur

1.35. Les ondes de masse

1.36. Les ondes de énergie

1.37. Les ondes de moment

1.38. Les ondes de spin

1.39. Les ondes de charge

1.40. Les ondes de couleur

1.41. Les ondes de saveur

1.42. Les ondes de masse

1.43. Les ondes de énergie

1.44. Les ondes de moment

1.45. Les ondes de spin

1.46. Les ondes de charge

1.47. Les ondes de couleur

1.48. Les ondes de saveur

1.49. Les ondes de masse

1.50. Les ondes de énergie

1.51. Les ondes de moment

1.52. Les ondes de spin

1.53. Les ondes de charge

1.54. Les ondes de couleur

1.55. Les ondes de saveur

1.56. Les ondes de masse

1.57. Les ondes de énergie

1.58. Les ondes de moment

1.59. Les ondes de spin

1.60. Les ondes de charge

1.61. Les ondes de couleur

1.62. Les ondes de saveur

1.63. Les ondes de masse

1.64. Les ondes de énergie

1.65. Les ondes de moment

1.66. Les ondes de spin

1.67. Les ondes de charge

1.68. Les ondes de couleur

1.69. Les ondes de saveur

1.70. Les ondes de masse

1.71. Les ondes de énergie

1.72. Les ondes de moment

1.73. Les ondes de spin

1.74. Les ondes de charge

1.75. Les ondes de couleur

1.76. Les ondes de saveur

1.77. Les ondes de masse

1.78. Les ondes de énergie

1.79. Les ondes de moment

1.80. Les ondes de spin

1.81. Les ondes de charge

1.82. Les ondes de couleur

1.83. Les ondes de saveur

1.84. Les ondes de masse

1.85. Les ondes de énergie

1.86. Les ondes de moment

1.87. Les ondes de spin

1.88. Les ondes de charge

1.89. Les ondes de couleur

1.90. Les ondes de saveur

1.91. Les ondes de masse

1.92. Les ondes de énergie

1.93. Les ondes de moment

1.94. Les ondes de spin

1.95. Les ondes de charge

1.96. Les ondes de couleur

1.97. Les ondes de saveur

1.98. Les ondes de masse

1.99. Les ondes de énergie

2.00. Les ondes de moment

2.01. Les ondes de spin

2.02. Les ondes de charge

2.03. Les ondes de couleur

2.04. Les ondes de saveur

2.05. Les ondes de masse

2.06. Les ondes de énergie

2.07. Les ondes de moment

2.08. Les ondes de spin

2.09. Les ondes de charge

2.10. Les ondes de couleur

2.11. Les ondes de saveur

2.12. Les ondes de masse

2.13. Les ondes de énergie

2.14. Les ondes de moment

2.15. Les ondes de spin

2.16. Les ondes de charge

2.17. Les ondes de couleur

2.18. Les ondes de saveur

2.19. Les ondes de masse

2.20. Les ondes de énergie

2.21. Les ondes de moment

2.22. Les ondes de spin

2.23. Les ondes de charge

2.24. Les ondes de couleur

2.25. Les ondes de saveur

2.26. Les ondes de masse

2.27. Les ondes de énergie

2.28. Les ondes de moment

2.29. Les ondes de spin

2.30. Les ondes de charge

2.31. Les ondes de couleur

2.32. Les ondes de saveur

2.33. Les ondes de masse

2.34. Les ondes de énergie

2.35. Les ondes de moment

2.36. Les ondes de spin

2.37. Les ondes de charge

2.38. Les ondes de couleur

2.39. Les ondes de saveur

2.40. Les ondes de masse

2.41. Les ondes de énergie

2.42. Les ondes de moment

2.43. Les ondes de spin

2.44. Les ondes de charge

2.45. Les ondes de couleur

2.46. Les ondes de saveur

2.47. Les ondes de masse

2.48. Les ondes de énergie

2.49. Les ondes de moment

2.50. Les ondes de spin

2.51. Les ondes de charge

2.52. Les ondes de couleur

2.53. Les ondes de saveur

2.54. Les ondes de masse

2.55. Les ondes de énergie

2.56. Les ondes de moment

2.57. Les ondes de spin

2.58. Les ondes de charge

2.59. Les ondes de couleur

2.60. Les ondes de saveur

2.61. Les ondes de masse

2.62. Les ondes de énergie

2.63. Les ondes de moment

2.64. Les ondes de spin

2.65. Les ondes de charge

2.66. Les ondes de couleur

2.67. Les ondes de saveur

2.68. Les ondes de masse

2.69. Les ondes de énergie

2.70. Les ondes de moment

2.71. Les ondes de spin

2.72. Les ondes de charge

2.73. Les ondes de couleur

2.74. Les ondes de saveur

2.75. Les ondes de masse

2.76. Les ondes de énergie

2.77. Les ondes de moment

2.78. Les ondes de spin

2.79. Les ondes de charge

2.80. Les ondes de couleur

2.81. Les ondes de saveur

2.82. Les ondes de masse

2.83. Les ondes de énergie

2.84. Les ondes de moment

2.85. Les ondes de spin

2.86. Les ondes de charge

2.87. Les ondes de couleur

2.88. Les ondes de saveur

2.89. Les ondes de masse

2.90. Les ondes de énergie

2.91. Les ondes de moment

2.92. Les ondes de spin

2.93. Les ondes de charge

2.94. Les ondes de couleur

2.95. Les ondes de saveur

2.96. Les ondes de masse

2.97. Les ondes de énergie

2.98. Les ondes de moment

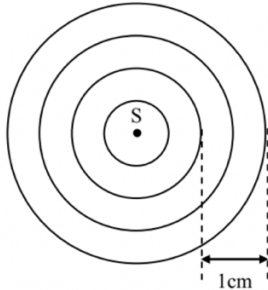
2.99. Les ondes de spin

3.00. Les ondes de charge

Le résumé complet est **uniquement** destiné aux étudiants de **Borj Al Aailm**.

**Milieu dispersif**

Un vibreur crée une onde progressive sinusoïdale de fréquence  $N = 50\text{Hz}$  à la surface libre d'eau d'une cuve à onde. L'onde qui se propage avec une vitesse  $V$ , a une longueur d'onde  $\lambda$ .



**Question : déterminer sa vitesse :**  $\rightarrow V = \lambda \times N$

**Maintenant on change la fréquence du vibreur :  $N' = 100\text{Hz}$**

L'onde qui se propage maintenant avec une vitesse  $V'$ , a une longueur d'onde  $\lambda'$ .

**Question : est-ce que la surface d'eau est un milieu dispersif ?**

Il faut déterminer la vitesse  $V'$  :

Si : $V = V'$	Si : $V \neq V'$
Le milieu n'est pas un milieu dispersif (non-dispersif)	Le milieu est un milieu dispersif

**Un milieu dispersif :** est lorsque la vitesse de propagation d'une onde dans ce milieu dépend de la fréquence.

Changement de fréquence  $N \neq N'$  sans changement de vitesse :  $V = V'$

**Un milieu non-dispersif :** est lorsque la vitesse de propagation d'une onde dans ce milieu ne dépend pas de la fréquence.

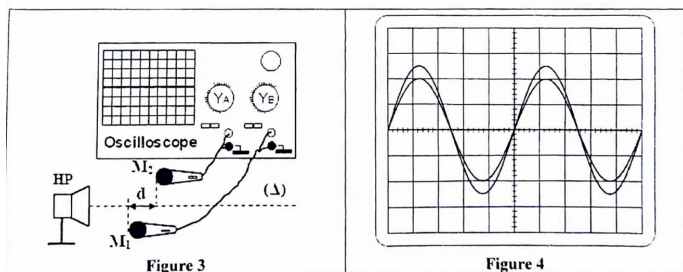
Changement de fréquence  $N \neq N'$  sans changement de vitesse :  $V \neq V'$

**Cas d'étude des ondes ultrasonores sinusoïdales N°1 :**

On réalise une seconde expérience en utilisant des ondes sonores. Le dispositif expérimental est constitué d'un haut-parleur et deux microphones  $M_1$  et  $M_2$ , reliés à un oscilloscope.

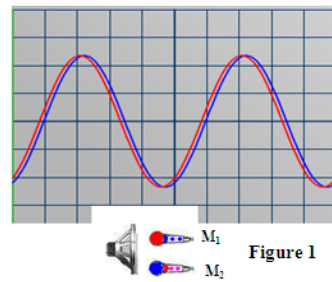
Lorsque  $M_1$  et  $M_2$  sont à égale distance du haut-parleur, les courbes visualisées à l'oscilloscope sont en phase à cette distance ( $d_1$ ) sont en phase.

Donnée :  $S_H = 0,1\text{ms/div}$



On a : un haut-parleur (émetteur) et 2 microphones (récepteurs). Au départ, les deux microphones étaient de la même distance du haut-parleur (aucune différence entre les deux), donc ils reçoivent le même signal, sans retard et de même amplitude.

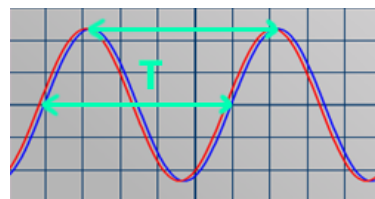
Donc les deux signaux sont en phase au départ comme la montre la figure 1.



**Question : Déterminer la fréquence de l'onde.**

Graphiquement (toujours) on détermine la période T :

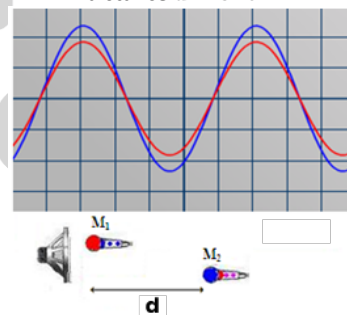
$T = \text{nombre de divisions entre 2 crêtes successives} \times S_H$



$T = 5 \times 0,1 = 0,5\text{ms}$

Donc :  $N = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5 \times 10^{-3}} = 2000\text{Hz}$

On maintient  $M_1$  fixe et on éloigne  $M_2$  d'une distance  $d$ , on observe que les deux sinusoïdes se retrouvent pour la 3<sup>ème</sup> fois en phase pour une distance  $d = 51\text{cm}$ .



**Question : Déterminer  $\lambda$**

**Question : Calculer V**

**Déterminant  $\lambda$  :** Les deux sinusoïdes se retrouvent pour la 3<sup>ème</sup> fois en phase pour une distance  $d = 51\text{cm}$ .

**Se retrouvent pour la 3<sup>ème</sup> fois en phase  $\rightarrow$  c-à-d après 3 périodes T**

**Donc la nouvelle distance d entre les deux microphones représente  $3\lambda$**

$3T \leftrightarrow 3\lambda$

Donc :  $d = 3\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{d}{3} \Rightarrow \lambda = 17\text{cm}$

**Déterminant V :**  $V = \frac{\lambda}{T}$



# Cours de Soutien Scolaire

## دروس الدعم المدرسي



الجدع المشترك علمي  
مسلك دولي

اولى باكالوريا  
مسلك عادي و دولي

ثانية باكالوريا  
مسلك عادي و دولي

التحضير لامتحانات  
الرياضيات  
الفيزياء والكيمياء

التحضير لامتحانات  
الرياضيات  
الفيزياء والكيمياء  
التحضير لامتحان الجهوي  
الفرنسية  
العربية  
التاريخ والجغرافيا  
التربية الإسلامية

التحضير لامتحان الوطني  
الرياضيات  
الفيزياء والكيمياء  
علوم الحياة والارض  
اللغة الإنجليزية  
Comptabilité générale  
Économie générale  
Organisation des Elses

Offre: Prix réduit par matière  
250dhs | au lieu de 300dhs



Contactez-nous:  
+212 6 653 546 49



Rond point Awami,  
Casabarata



Suivez-nous:  
@Borj\_Al\_Ailm



Pour Plus d'infos:  
Borjalaaim@gmail.com