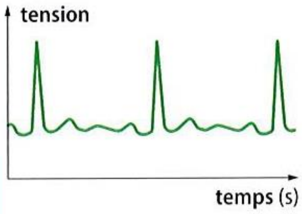
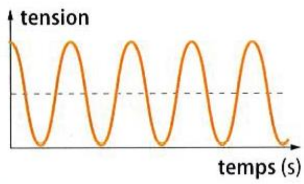
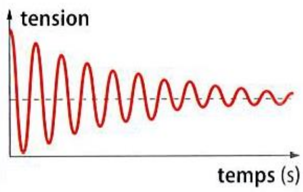
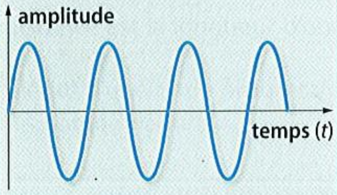
Correction ondes mécaniques 1ére physique

ERCICES

1 Propagation d'une onde mécanique progressive

		A	B	C
A, B et C	**1 Une onde mécanique progressive :**	a une vitesse de propagation.	est un phénomène de propagation qui se fait sans transport de matière.	est le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel.
A.	**2 On appelle retard :**	la différence de temps nécessaire à une perturbation pour aller d'un point M à un point M'.	la durée nécessaire à une perturbation pour commencer à se propager.	la durée de propagation perdue par une perturbation par rapport à une autre.
B et C	**3 La célérité d'une onde mécanique progressive :**	s'exprime en m.	est égale au rapport de la distance parcourue sur le retard.	est la vitesse de propagation de la perturbation.

2 Onde mécanique périodique, onde sinusoïdale

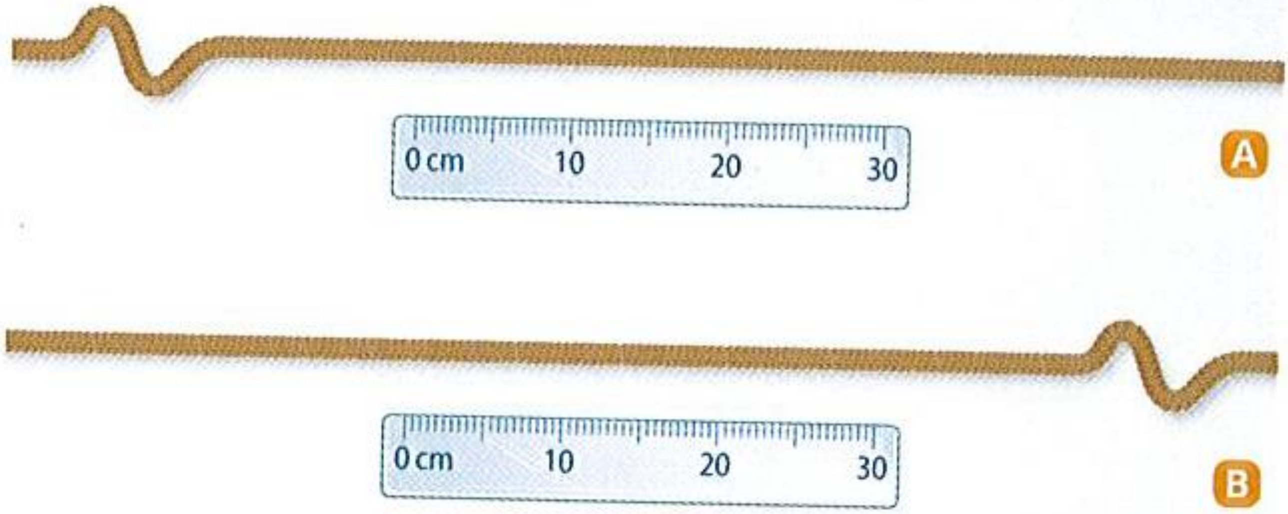
		A	B	C
B	**4 L'enregistrement d'une onde périodique sinusoïdale peut avoir l'allure suivante :**			
A et C.	**5 Du signal de la perturbation, on peut dire que :** 	La perturbation est périodique.	La perturbation se propage de gauche à droite.	La perturbation est une fonction sinusoïdale du temps.

3 Longueur d'onde

		A	B	C
B et C	**6 La longueur d'onde :**	est le plus petit intervalle de temps au bout duquel un phénomène se reproduit identique à lui-même.	est la distance parcourue par une onde progressive périodique pendant une période.	est la plus petite distance séparant deux points qui vibrent en phase.
B et C	**7 La célérité d'une onde mécanique progressive périodique est reliée à sa longueur d'onde et à sa période par la relation :**	$v = \lambda \cdot T$	$\lambda = v \cdot T$	$v = \frac{\lambda}{T}$

10 Célérité d'une onde le long d'une corde

Une onde se propage le long d'une corde élastique tendue horizontalement. On représente la situation à deux instants **A** et **B**, séparés d'une durée $\Delta t = 165$ ms.



1. a. Que peut-on dire du mouvement d'un point de la corde ?

b. Comment qualifie-t-on ce type d'onde ?

2. Mesurer la distance parcourue par l'onde progressive au cours de la durée Δt.

3. Calculer la célérité v de l'onde le long de la corde.

1. a. Un point de la corde **bouge verticalement** mais ne bouge pas dans la direction de la propagation.

b. C'est une onde **mécanique progressive**.

2. 30 cm sur la règle fait 3,0 cm sur le dessin. L'échelle est donc de 1/10. Pendant Δt, l'**onde parcourt** 6,5 cm sur le dessin et donc **65 cm** en réalité.

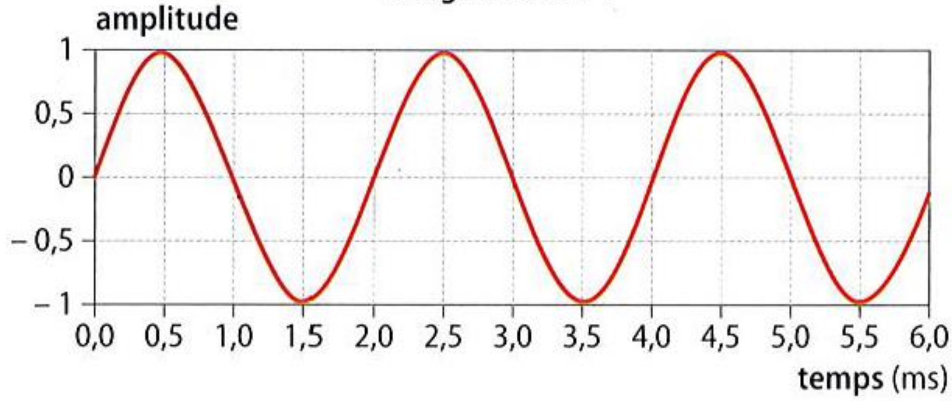
3. On en déduit la célérité v de l'onde le long de la corde $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{0{,}65}{0{,}165} = 3{,}9 m.s^{-1}$

13 Ondes mécaniques

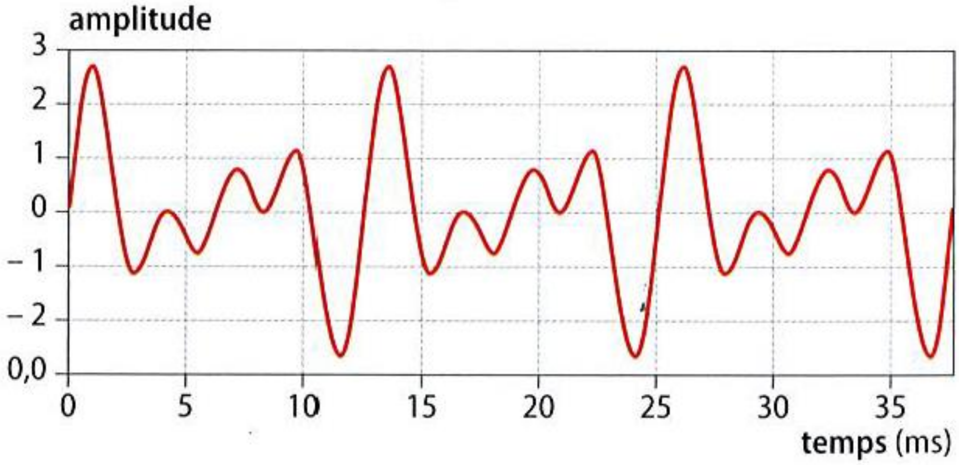
On considère les enregistrements ci-dessous d'ondes sonores se propageant dans la matière (la base de temps est en ms).

1. Dans les deux cas, s'agit-il d'ondes mécaniques sinusoïdales ?

Enregistrement 1



Enregistrement 2



2. a. Ont-elles la même période ?

b. Déterminer leur fréquence.

1. Dans les deux cas, il s'agit d'une **onde mécanique** car l'onde sonore se **propage dans** la **matière** mais seul le **premier enregistrement** correspond à une onde mécanique **sinusoïdale** car ce n'est que dans ce cas qu'on observe une courbe qui est une fonction sinusoïdale du temps.

2. a. Les deux ondes **n'ont pas la même période**.
Sur les enregistrements, les motifs qui se répètent n'ont pas la même durée dans les deux cas.

b. Cas 1 : on a $2T = 4{,}5 - 0{,}5 = 4$ ms donc $T = 2$ ms. On en déduit que $\boldsymbol{f} = \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{T}} = \frac{1}{2\times10^{-3}} = \mathbf{50\,Hz}$

Cas 2 : on a $2T = 25$ ms. $\boldsymbol{f} = \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{T}} = \frac{1}{12{,}5\times10^{-3}} = \mathbf{80\,Hz}$

17 Longueur d'onde

À l'aide d'un vibreur, on crée des ondes progressives sinusoïdales de fréquence f à la surface de l'eau. Le phénomène observé possède une longueur d'onde λ.

1. Définir la longueur d'onde λ.

2. Quelle relation existe-t-il entre la longueur d'onde λ, la fréquence f et la célérité v des ondes observées ?

1. La longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde en une période.

(La longueur d'onde est la plus petite distance entre deux points qui vibrent en phase dans la même direction que la propagation de l'onde).

2. La relation qui existe entre la longueur d'onde est : $\boldsymbol{\lambda = v \times T = \frac{v}{f}}$

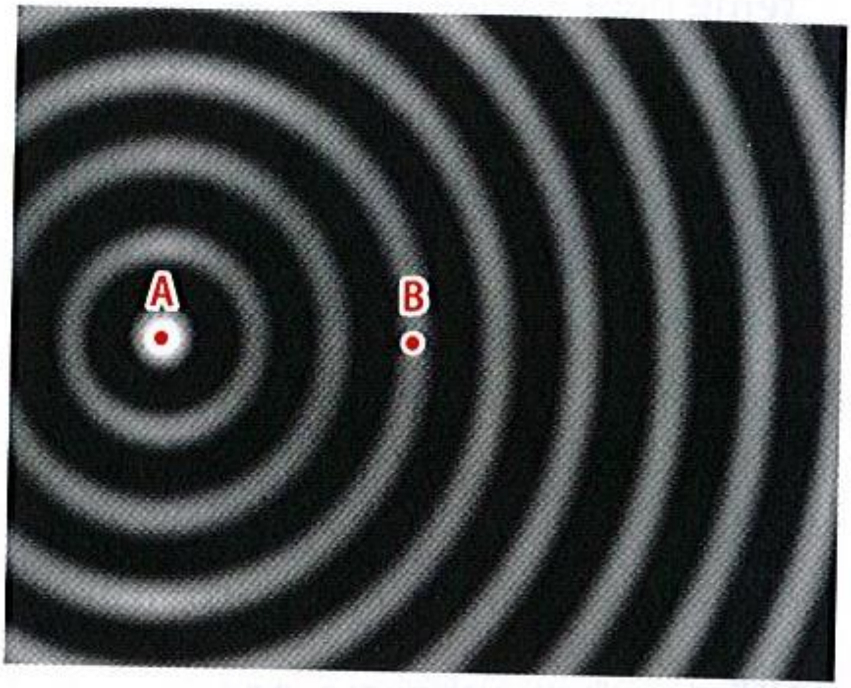
18 Longueur d'onde et fréquence

Un vibreur provoque des ondes progressives sinusoïdales de fréquence f à la surface de l'eau. Le phénomène observé possède une longueur d'onde λ.

1. Dans une première expérience, la fréquence du vibreur est réglée sur $f_1 = 8{,}0$ Hz. Une photographie de la surface est prise à un instant quelconque (voir ci-dessous).

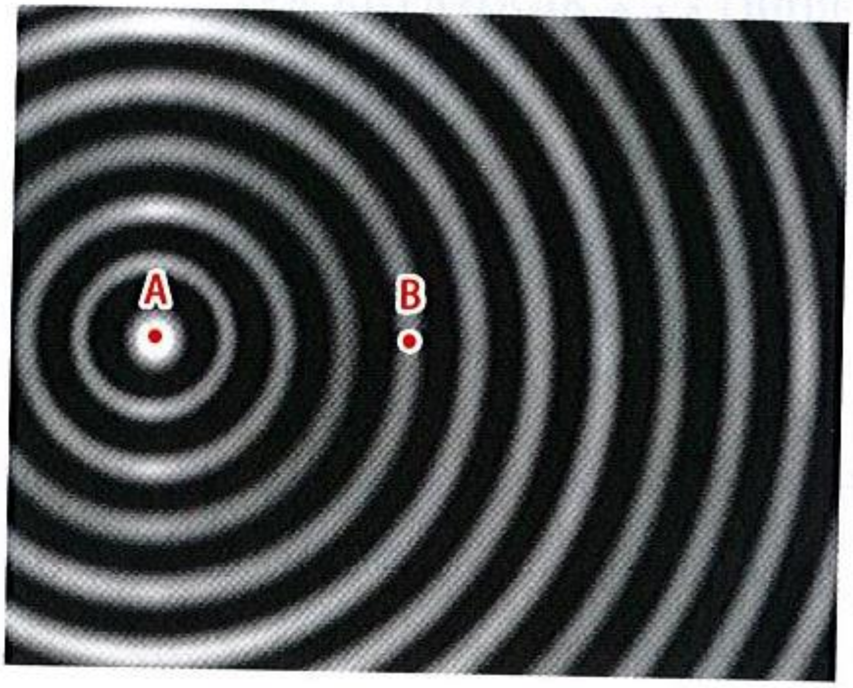
a. Déterminer le plus précisément possible la longueur d'onde λ_1.

b. Calculer la célérité v_1 des ondes.



Expérience 1

Donnée :
échelle : AB = 3 cm



Expérience 2

2. Dans une deuxième expérience, la fréquence du vibreur est réglée sur $f_2 = 17{,}0$ Hz. Une deuxième photographie de la surface est prise à un instant quelconque (voir ci-dessus). Montrer, à l'aide du document, que la célérité des ondes varie avec leur fréquence.

1. a. Pour mesurer le plus précisément la longueur d'onde λ_1, on cherche à mesurer la longueur correspondant un maximum de longueurs d'onde présentes sur l'enregistrement.

On a $7\lambda_1$ = 7,1 cm.

Donc λ_1 = 1,0 cm.

b. $v_1 = \lambda_1 \times f = 1,0 \times 8,0 \times 10^{-2} = 8,0 \times 10^{-2} ms^{-1}$

2. On a maintenant 9 λ_2 = 6,7 cm. Donc λ_2 = 0,75 cm.

Donc $v_2 = \lambda_2 \times f = 0,75 \times 17 \times 10^{-2} = 13 \times 10^{-2} m.s^{-1}$

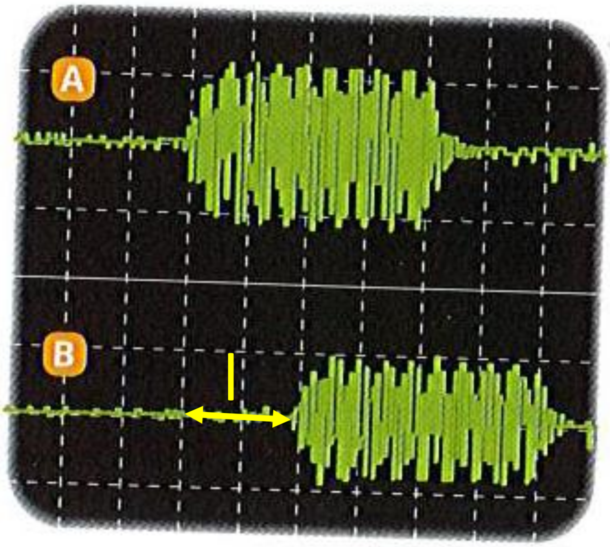
La **célérité des ondes varie bien avec la fréquence**

.

27 Émission et réception ultrasonores

Un émetteur et un récepteur d'ultrasons sont placés côte à côte face à une paroi réfléchissante. L'émetteur émet des salves d'ultrasons.

Les tensions de sortie de l'émetteur A et du récepteur B sont observées sur l'écran d'un oscilloscope et sont données sur la figure ci-contre.



Données :
Échelle de l'axe horizontale des temps : 1,0 ms/div.
Vitesse du son dans l'air à 20 °C est $v_{son} = 340\ m \cdot s^{-1}$.

1. En quoi une onde ultrasonore est-elle une onde mécanique progressive ?

2. a. Quel signal observé à l'oscilloscope correspond à l'émetteur ? au récepteur ?

b. Quel est le retard entre le récepteur et l'émetteur ?

3. a. Déterminer la distance qui sépare l'émetteur et le récepteur de la paroi réfléchissante.

b. En déduire une application possible des ultrasons.

1. Une onde ultrasonore est une **onde mécanique progressive** car c'est une perturbation qui se **propage dans un milieu matériel sans transport de matière**.

2. a. Le **signal A** correspond à celui de l'**émetteur**, et celui plus **en retard**, le **signal B**, correspond au **récepteur**.

b. Retard : sur l'oscilloscope : | $=$ 2 div et 1,0 ms/div

donc le **retard est de Δt = 2,0 ms**

3. a. La distance d qui sépare l'émetteur de la paroi est

$$v_{son} = \frac{2d}{\Delta t}$$

Attention que l'onde fait un aller-retour !

$$d = \frac{v_{son} \times \Delta t}{2}$$

$$d = \frac{340 \times 2{,}0 \times 10^{-3}}{2}$$

$$d = 0{,}34\ m$$

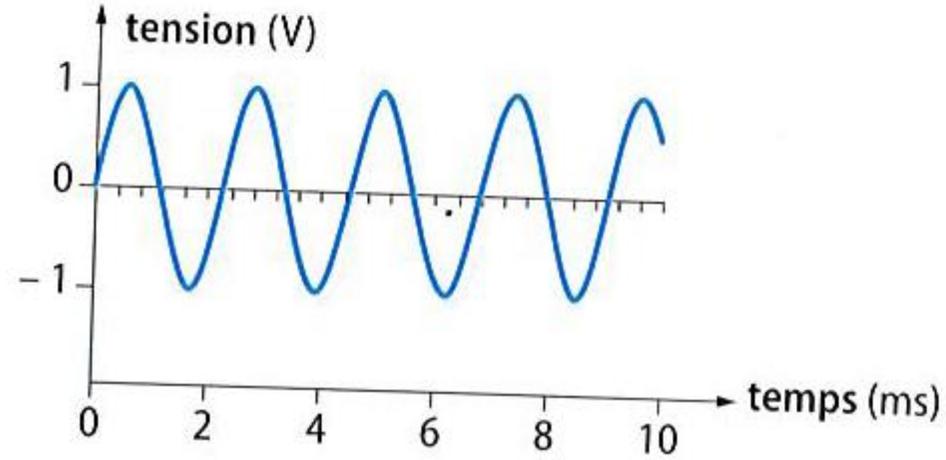
b. Les ultrasons peuvent être utilisés pour **déterminer des distances** « à distance » c'est le cas pour un **sonar**.

28 Être en phase DÉMARCHES DIFFÉRENCIÉES

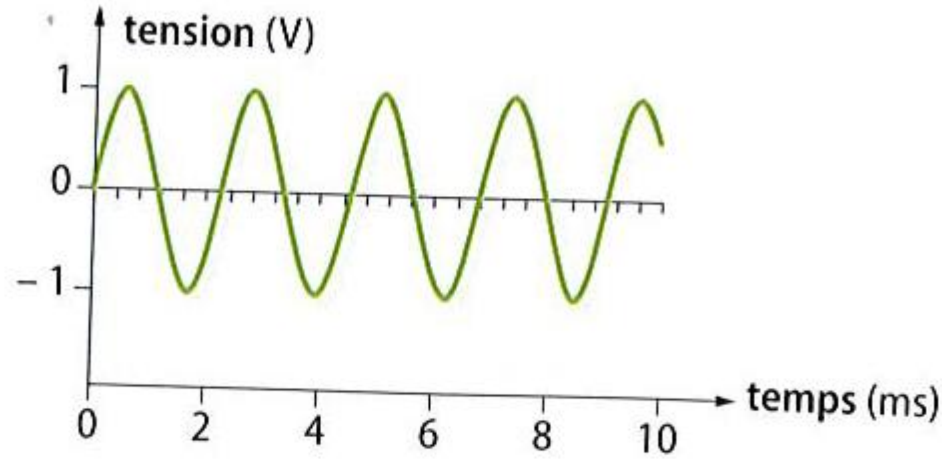
On dispose de deux microphones M_1 et M_2 placés à la même distance d d'un diapason que l'on frappe. On obtient les courbes représentées ci-dessous et l'on remarque que les signaux sont en phase, c'est-à-dire qu'ils sont superposables.

On cherche à calculer la célérité de l'onde. On éloigne le microphone M_2 peu à peu, jusqu'à ce que les courbes soient de nouveau en phase. On réitère l'opération jusqu'à compter cinq positions pour lesquelles les courbes sont en phase. Un encadrement de la distance D entre les deux microphones est $3{,}80\ \text{m} < D < 3{,}90\ \text{m}$.

microphone M_1



microphone M_2



On cherche à déterminer la célérité de l'onde. Le milieu de l'intervalle proposé pour la valeur de D correspond au meilleur estimateur de la grandeur mesurée, donc on prendra $\boldsymbol{D}$ **= 3,85 m**.

On peut déterminer la longueur d'onde qui correspond à la plus petite distance qui sépare deux points qui vibrent en phase sur une direction de propagation:

$$5 \times \lambda = D$$

Donc $\boldsymbol{\lambda}$ **= 0,770 m.**

On peut aussi déterminer la période du signal sonore à l'aide des enregistrements. Pour être précis, on déterminer plusieurs périodes :

$$4T = 22{,}5 \text{ div} \times 0{,}4 \text{ ms/div} = 9{,}0 \text{ ms}$$

$$4T = 9{,}0 \text{ ms}$$

Donc $\boldsymbol{T}$ **= 2,25 ms**

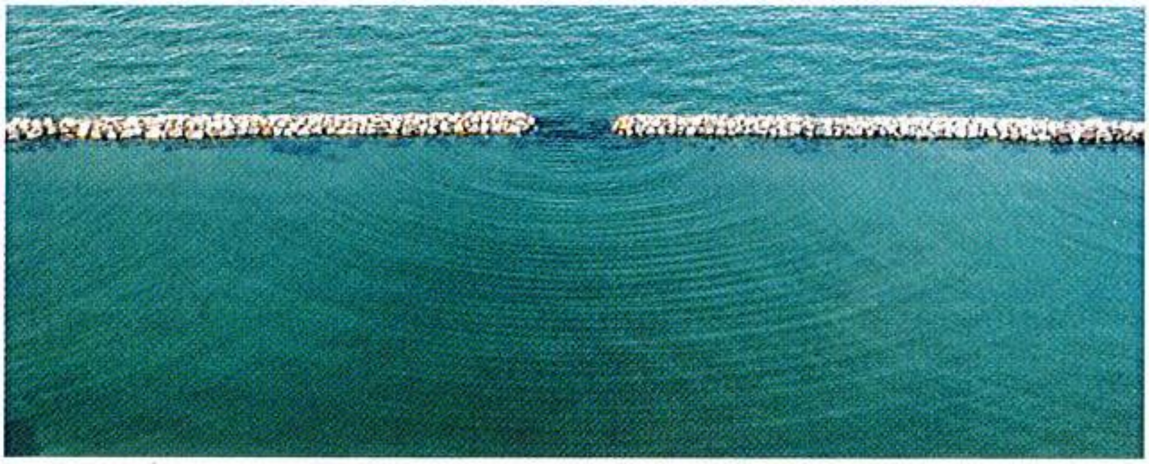
On en déduit la valeur de la célérité : $\boldsymbol{v = \frac{\lambda}{T}}$

$$v = \frac{0.770}{2.25 \times 10^{-3}}$$

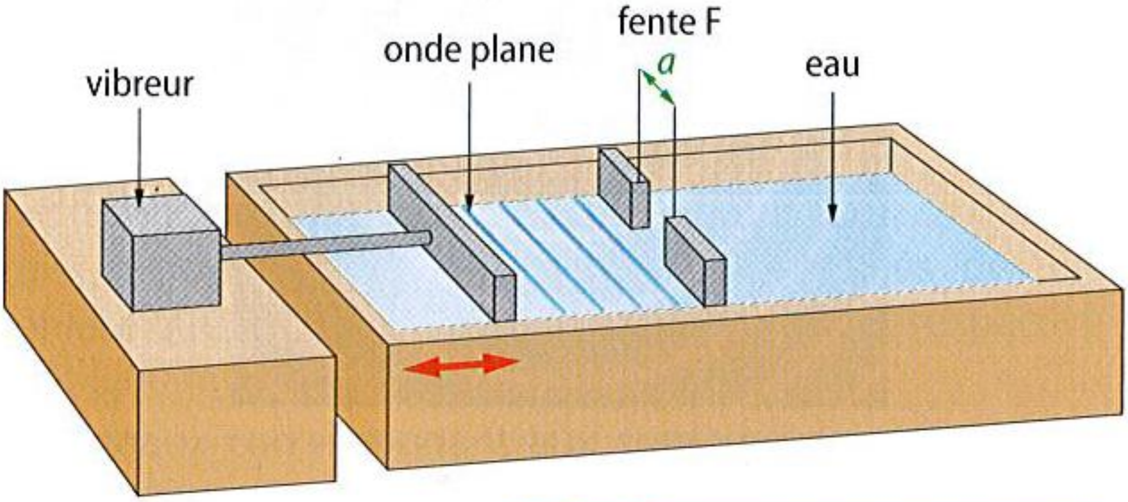
$$\boldsymbol{v = 350\ m.s^{-1}}$$

32 Phénomène de diffraction

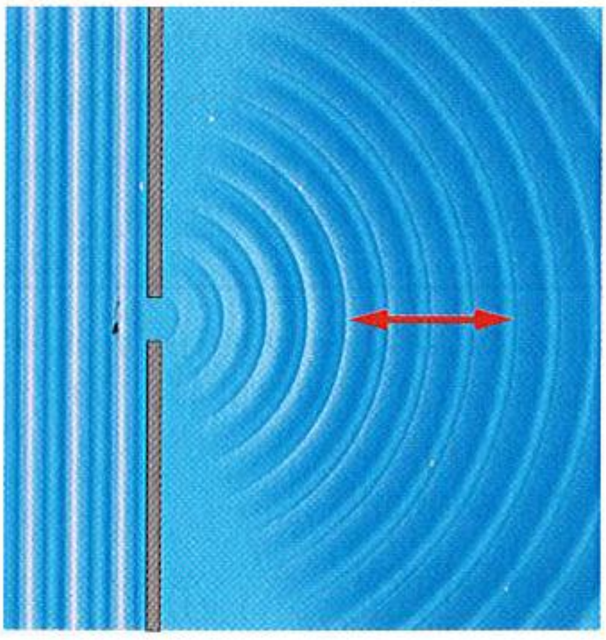
Sur la photographie ci-dessous, après le passage d'une ouverture, les vagues, initialement rectilignes, deviennent circulaires. Ce phénomène est appelé diffraction.



À l'aide d'une cuve à ondes, on cherche à modéliser ce phénomène. On réalise le montage suivant et on visualise à la surface de l'eau le phénomène de diffraction.



La double flèche rouge fait 3 cm en réalité.



1. Déterminer le plus précisément possible la longueur d'onde de l'onde mécanique progressive à la surface de l'eau :

a. avant l'ouverture ;

b. après l'ouverture.

2. Conclure sur une propriété possible du phénomène de diffraction.

3. Que peut-on dire sur la célérité ?

1. a. Avant l'ouverture : $2 \times \lambda_1$ = 1,5 cm. Donc $\boldsymbol{\lambda_1}$ **= 0,75 cm.**

b. Après l'ouverture : 8$\times$ λ_1= 6,0 cm. Donc $\boldsymbol{\lambda_2}$ **= 0,75 cm**

2. Comme $\boldsymbol{\lambda_1}$ =$\boldsymbol{\lambda_2}$, on en déduit que le phénomène de **diffraction ne modifie pas** la valeur de la **longueur d'onde**.

3. La valeur de la longueur d'onde n'est pas modifiée et le vibreur vibre à une fréquence constante. La célérité est liée à la longueur d'onde et à la fréquence par :

$$\boldsymbol{\lambda = \frac{v}{f}}$$

Donc la **célérité de l'onde n'est pas modifiée** lors d'une **diffraction**.

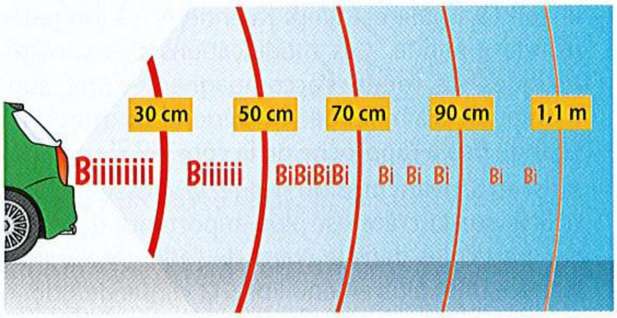
36 L'aide au stationnement RÉSOLUTION DE PROBLÈME

AN/RAI Proposer une stratégie de résolution

Le radar de recul est une aide au stationnement. Il permet au conducteur qui fait une manœuvre d'identifier des obstacles et d'en évaluer la distance.

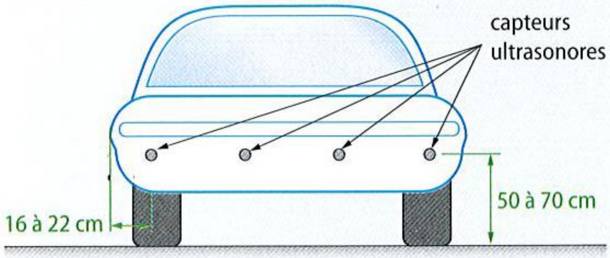
DOC 1 Notice constructeur

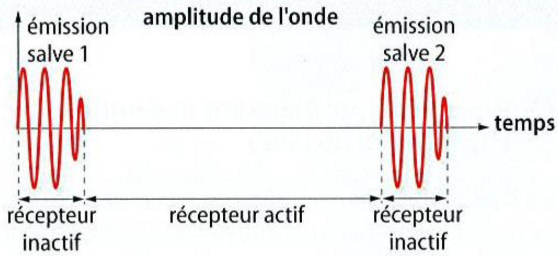
En marche arrière, le radar de recul se met automatiquement en fonctionnement. L'afficheur indique la distance de l'obstacle détecté pour des valeurs comprises entre 0,3 m et 2 m.
L'afficheur dispose d'un buzzer intégré qui émet un signal sonore dont la fréquence évolue en fonction de la distance à l'obstacle.



DOC 2 Principe du capteur utilisé

Le capteur est constitué d'un matériau piézo-électrique utilisé à la fois pour fonctionner en mode émetteur et en mode récepteur. Il ne peut fonctionner correctement en récepteur que lorsqu'il a fini de fonctionner en émetteur. Pour cette raison, le capteur génère des salves ultrasonores de durée $\Delta t_1 = 1{,}7$ ms avec une périodicité $\Delta t_2 = 12$ ms.





QUESTIONS PRÉLIMINAIRES

1. Vérifier que, pour la distance d_{min} entre le capteur et l'obstacle, la durée entre l'émission et la réception est égale à Δt_1.

2. Si la durée que met l'onde émise pour revenir au capteur est inférieure à Δt_1, pourquoi le capteur ne peut-il pas détecter l'obstacle de manière satisfaisante ? Justifier la réponse.

Donnée :
Vitesse du son dans l'air à 20 °C est $v_{son} = 340\ m \cdot s^{-1}$.

LE PROBLÈME À RÉSOUDRE

Comment expliquer la valeur de la portée maximale du capteur de l'aide au stationnement ?

Questions préliminaires

1. La distance entre minimum entre l'émetteur et l'obstacle est de $d_{min} = 0{,}3\ m$
Le capteur émet des salves ultrasonores dont la célérité dans l'air est $v_{son} = 340\ m.s^{-1}$

Le temps nécessaire pour que la salve fasse l'aller-retour est de $\boldsymbol{\Delta t = \frac{2 \times d}{v_{son}}}$

$$\Delta t = \frac{2 \times 0{,}3}{340}$$

$$\boldsymbol{\Delta t = 1{,}8 \times 10^{-3} s}$$

Le temps est légèrement supérieur à $\boldsymbol{\Delta t_1 = 1{,}7 \times 10^{-3} s}$

2. Si la **durée** que met l'onde émise pour revenir au capteur est **inférieure** à Δt_1, celui-ci ne peut pas déterminer l'obstacle de façon satisfaisante car il est **encore en mode émission**.

Le problème à résoudre

La valeur de la **portée maximum** du capteur est donnée quand :

$$\Delta t = \Delta t_2 = 12\ ms,$$

On a alors $$2 \times d_{max} = v_{son} \times \Delta t_2$$

Donc $$d_{max} = \frac{v_{son} \times \Delta t_2}{2}$$

$$d_{max} = 2,0\ m$$

Valeur donnée dans l'énoncé