

Lorsque, à la source, la même perturbation est générée à intervalles de temps réguliers, on parle d'onde périodique. Quelles sont les caractéristiques de ces ondes ?

## 1 Double périodicité d'une onde périodique

☞ Dans cette première partie, on utilise la même animation que celle du TP4A :

- Régler au préalable « Osciller » et « Pas d'extrémité ».
- Régler l'amplitude au maximum et la fréquence sur  $f = 2,00$  Hz.
- Positionner l'amortissement à zéro et la *tension\** de la corde au maximum.
- Afin de visualiser au mieux les oscillations, cocher « Ralenti ».
- Cocher, si besoin, les outils « Règles » et « Chrono ».



<http://bit.ly/ANIMcorde>

- ☒ 1. Quelle est la source de la perturbation ?
- ☒ 2. Pourquoi peut-on dire qu'on a affaire à une onde périodique ? Utiliser le doc. 1 pour justifier.

### Document 1. Ondes périodiques

Une onde est périodique lorsque la perturbation se reproduit identique à elle-même à intervalles de temps égaux, appelés période temporelle notée  $T$ . Pour simplifier, on peut parler de période pour  $T$  (en s).

La fréquence  $f$  de l'onde (en Hz) est le nombre de répétitions de la perturbation par seconde.

La fréquence  $f$  et la période temporelle  $T$  sont liées par la relation :  $f = \frac{1}{T}$

- ☒ 3. Il y a 7 points verts sur la corde. Imaginons une fourmi positionnée sur le 3<sup>ème</sup> point vert. Quel est le mouvement de cette fourmi ? Est-il périodique ?
- ☒ 4. En utilisant le chrono à disposition, déterminer, avec le plus de précision possible, la période  $T$  de l'onde, c'est-à-dire la période d'oscillation de la fourmi. Expliquer comment la mesure a été réalisée.
- ☒ 5. En déduire la fréquence  $f$  de l'onde. Vérifier la cohérence du résultat avec le réglage initial de la source.

Mettre l'animation en pause. On prend donc une photographie du milieu à instant  $t$ .

- ☒ 6. Repérer alors sur la photographie la période spatiale de l'onde appelée longueur d'onde et notée  $\lambda$ . C'est la plus petite distance qui sépare 2 points du milieu dans le même état vibratoire. En utilisant une des règles à disposition, déterminer, avec le plus de précision possible, la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde. Expliquer comment la mesure a été réalisée.
- ☒ 7. Quels sont les 2 points verts de la corde qui vibrent « en phase », c'est-à-dire qui ont en permanence le même état vibratoire ? Quelle distance les sépare ?
- ☒ 8. De manière générale, quelle distance sépare 2 points qui vibrent en phase ?

Remettre en lecture l'animation, toujours au ralenti. On cherche maintenant à déterminer la célérité  $v$  de l'onde.

- ☒ 9. Proposer une méthode de mesure en utilisant le chrono et la règle. Réaliser le plus précisément possible cette mesure.
- ☒ 10. Vérifier par un calcul que l'onde parcourt une distance égale à une longueur d'onde pendant une durée égale à une période. En déduire la relation entre la célérité  $v$ , la longueur d'onde  $\lambda$  et la période  $T$  puis entre la célérité  $v$ , la longueur d'onde  $\lambda$  et la fréquence  $f$  :

$$v = \square$$

ou

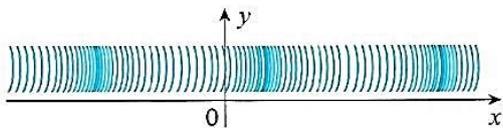
$$v = \square$$

- ☒ 11. Changer la fréquence de la source. Passer à  $f = 3,00$  Hz sans rien changer aux autres réglages. Mesurer la nouvelle longueur d'onde. En déduire, par le calcul, la célérité de l'onde. Commenter.

## 2 Exercices d'application

### Exercice 1. Ressort et perturbation sinusoïdale

Un ressort est soumis à une déformation périodique, sinusoïdale (voir doc.2) :

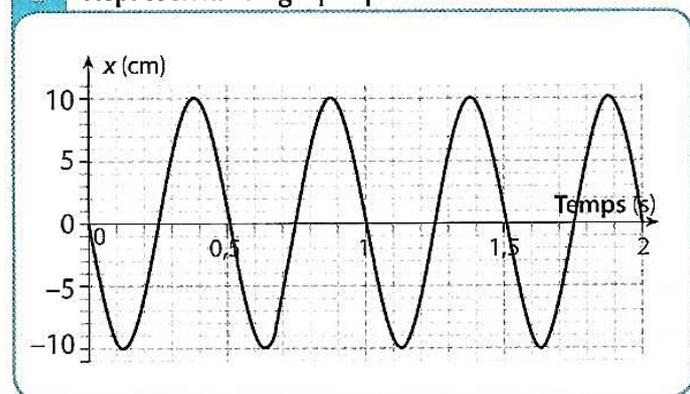


On filme la propagation de ces ondes périodiques le long du ressort. Après analyse du pointage vidéo du déplacement d'un point du ressort au cours du temps, on dispose, dans un tableau, d'une série de valeurs (tableau A).  $x$  est l'élongation d'un point du ressort.

A Tableau

$t$ (s)	$x$ (cm)
0	
0,1	-9,5
0,2	
0,3	5,9
0,4	

B Représentation graphique



### Exercice 2. Robinet mal refermé

Un robinet, mal refermé, s'égoutte à la verticale d'un point O d'une bassine remplie d'eau à un rythme de 80 gouttes d'eau à la minute. A partir du point O, à la surface de l'eau, il se forme une onde circulaire sinusoïdale dont l'amplitude décroît progressivement avec la distance. La distance séparant deux crêtes successives est de 12 cm.

- De quel type d'onde s'agit-il ? Mécanique ou électromagnétique ? Transversale ou longitudinale ?
- Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  de cette onde.
- En déduire une valeur de la célérité  $v$  des ondes à la surface de l'eau.
- Un bouchon est posé à 50 cm du point O. Combien de temps après la chute d'une goutte dans l'eau subit-il la perturbation liée à celle-ci ?

#### Document 2. Ondes sinusoïdales

Une onde périodique est sinusoïdale lorsque l'élongation de tout point du milieu de propagation est une fonction sinusoïdale du temps.

L'élongation  $x$  d'un point à un instant  $t$  d'une onde progressive sinusoïdale s'exprime par

$$x(t) = X_{max} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi\right)$$

$X_{max}$  est l'amplitude,  $T$  est la période et  $\varphi$  la phase à l'origine, donnée par les conditions initiales.

1. Compléter, l'aide de la représentation graphique, les cases vides du tableau.

2. Choisir les bonnes affirmations :

- A. Le point du ressort se déplace de 10 cm autour de sa position de repos initiale.  
 B. Le point du ressort se déplace de 20 cm autour de sa position de repos initiale.

C.  $x(t) = 5 \cos\left(\frac{2\pi}{1} \times t + \frac{\pi}{2}\right)$

D.  $x(t) = 10 \cos\left(\frac{2\pi}{1} \times t + \frac{\pi}{2}\right)$

E.  $x(t) = 10 \cos\left(\frac{2\pi}{0,5} \times t + \frac{\pi}{2}\right)$

3. Quelle sera l'élongation du point du ressort à l'instant  $t = 3,2$  s ?

4. Si l'amplitude du ressort est divisée par 2, comment s'écrit l'élongation  $x$  du ressort en fonction de  $t$  ?



### Exercice 3. Télécommandes

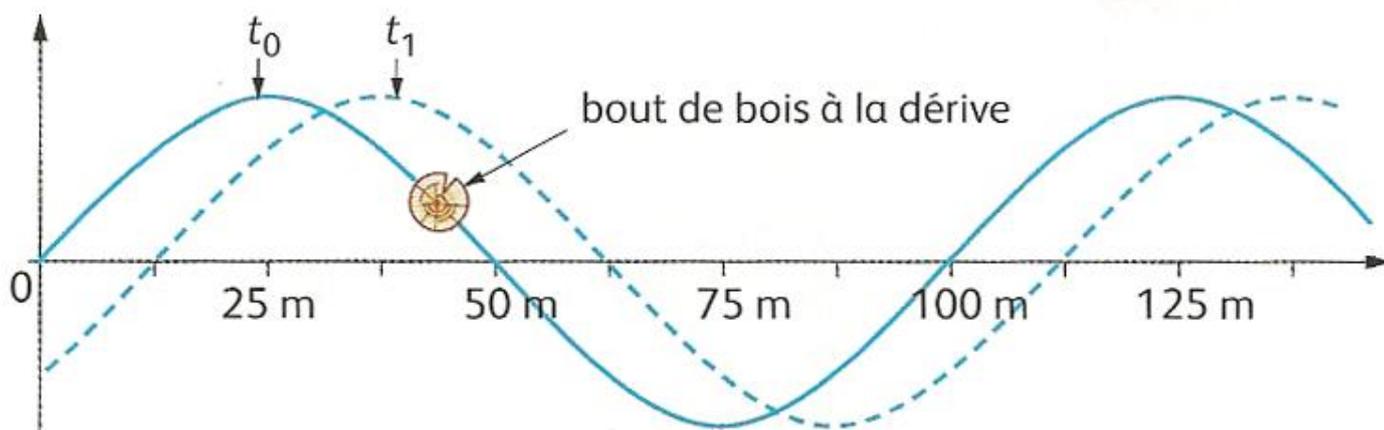
Les premières télécommandes ont été inventées dans les années 50; elles émettaient des ultrasons. Les télécommandes d'aujourd'hui émettent de la lumière infrarouge.

1. Préciser le type d'onde émis par chacune des télécommandes (mécanique ou électromagnétique).
2. Quelle est la célérité des 2 types d'ondes pour chacune des télécommandes ?
3. Le signal émis par la télécommande actuelle se situe vers 940 nm. A quelle grandeur correspond cette valeur ?
4. En déduire la fréquence du signal émis par les télécommandes d'aujourd'hui.



### Exercice 4. Houle (vagues à la mer)

On peut modéliser la houle par une onde progressive sinusoïdale transversale. Voici ci-dessous la représentation aux instants de date  $t_0 = 0,0$  s (trait plein) et  $t_1 = 1,0$  s (trait en pointillé) de ce cette houle se propageant vers la droite. Un bout de bois flotte à la surface de l'eau.



1. Définir une onde mécanique.
2. Dessiner la position du bout de bois à  $t_1 = 1,0$  s.
3. A l'aide de la figure ci-dessus, calculer la célérité  $v$  de l'onde.
4. Définir la longueur d'onde  $\lambda$  de la houle, puis la déterminer à l'aide de la figure.
5. Définir la période  $T$  de l'onde puis calculer sa valeur.
6. Définir la fréquence  $f$  de l'onde, puis calculer sa valeur.

Deux bateaux A et B sont séparés d'une distance  $d = 300$  m et subissent chacun la houle ci-dessus. A la date  $t_0$ , le bateau A est au sommet d'une vague.

7. Dans quel état (sommet, milieu ou creux de la vague) se trouve le bateau B à  $t_0 = 0,0$  s ? Justifier en dessinant grossièrement la situation à  $t_0$ .
8. Dans quel état se trouve le bateau B à  $t = 4,0$  s ? Justifier.
9. Grâce à ses moteurs, le bateau B se rapproche du A de 50 m. Comment oscillent les 2 bateaux l'un par rapport à l'autre ? Justifier.

