


|  |                          |                         |   |
|--|--------------------------|-------------------------|---|
| Première Spécialité Physique-Chimie          | Thème : Ondes et signaux | M.KUNST-MEDICA          | <br><b>La Salle</b><br>Avignon<br><small>Frères des Écoles Chrétiennes</small> |
| <b><u>Chapitre 10 : Ondes mécaniques</u></b> |                          | Cours livre p 287 à 290 |   |

**Nom :** ..... **Prénom :** ..... **Classe :** .....

## Mon livret « Parcours d'exercices ».

***A remettre au professeur le jour du DS avec les feuilles d'exercices***

### Les bons réflexes

**Si l'énoncé demande de...**

**Il est nécessaire de...**

Décrire la propagation d'une onde mécanique.

**Réflexe 1**

- Identifier la nature de la perturbation et le milieu matériel dans lequel elle se propage.
- Expliquer la propagation en faisant référence à l'élasticité du milieu à l'échelle microscopique.

➔ Ex. 5, p. 294

Calculer la célérité d'une onde progressive, ou la durée de sa propagation, ou la distance sur laquelle elle se propage.

**Réflexe 2**

- Rappeler l'expression de la célérité :  $v = \frac{d}{\Delta t}$ .
- Isoler éventuellement la grandeur recherchée et effectuer le calcul en faisant attention aux unités.

➔ Ex. 9, p. 295

Calculer la célérité d'une onde périodique, ou sa période, ou sa longueur d'onde.

**Réflexe 3**

- Rappeler l'expression de la célérité :  $v = \frac{\lambda}{T}$ .
- Isoler éventuellement la grandeur recherchée et effectuer le calcul en faisant attention aux unités.

➔ Ex. 15, p. 295

Déterminer les caractéristiques d'une onde mécanique périodique à partir de représentations temporelle ou spatiale.

**Réflexe 4**

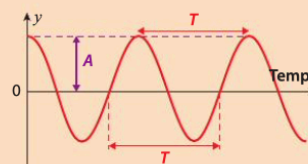
- Déterminer s'il s'agit d'une représentation temporelle (temps en abscisse) ou spatiale (distance en abscisse) ;
- Déterminer, sur la représentation temporelle, l'amplitude et la période.
- Déterminer, sur la représentation spatiale, l'amplitude et la longueur d'onde.

➔ Ex. 15, p. 295

### Côté maths

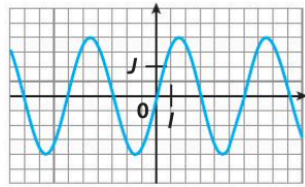
**À retenir !**

La représentation d'une grandeur sinusoïdale  $y$  qui varie dans le temps ou dans l'espace donne des renseignements sur les caractéristiques de cette grandeur (amplitude, période, longueur d'onde).



## Côté maths

La courbe suivante est la courbe représentative d'une fonction  $f$  définie sur  $\mathbb{R}$ .



1. Déterminer les caractéristiques (période  $P$  et maximum  $A$ ) de la fonction  $f$ .

2. La fonction  $f$  est définie sur  $\mathbb{R}$  par :

$$f(x) = A \sin\left(\frac{2\pi}{P}x\right)$$

où  $A$  et  $P$  sont deux nombres réels. Déterminer une expression possible de  $f$ .

### Méthodes

1. Graphiquement, on identifie la plus petite portion de courbe qui se répète, par exemple entre  $f(0)$  et  $f(6)$ . La période est donc  $P = 6$ .

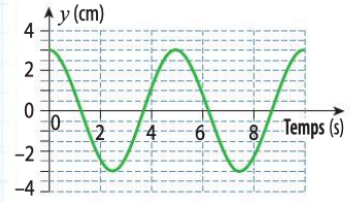
On observe que le maximum est  $A = 2$ .

2. Une expression possible de  $f$  est  $f(x) = 2 \sin\left(\frac{2\pi}{6}x\right)$

d'où :  $f(x) = 2 \sin\left(\frac{\pi}{3}x\right)$

## Côté physique & chimie

L'élongation d'un point affecté par le passage d'une onde est représentée ci-contre.



1. S'agit-il d'une représentation spatiale ou temporelle?

2. Déterminer les caractéristiques de cette onde.

3. L'équation de la fonction correspondante est de la forme :  $y(t) = A \cos\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right)$

Donner l'expression numérique de la fonction  $y(t)$  en précisant les unités.

### Méthodes

1. La variable représentée en abscisse est le temps, il s'agit donc d'une représentation temporelle.

2. On observe sur le graphique que la plus petite durée au bout de laquelle les valeurs se répètent est 5,0 s.

La période  $T$  de cette onde est donc 5,0 s.

On observe que l'élongation varie entre  $-3,0$  cm et  $+3,0$  cm. L'amplitude  $A$  est donc 3,0 cm.

3. L'équation est  $y(t) = 3 \cos\left(\frac{2\pi}{5} \times t\right)$  avec  $y$  en centimètre et  $t$  en seconde.





## Les exercices du plan de travail

### A faire après l'AE 10.1 : Définir une onde mécanique

## Exercices d'application : 3-4-5-6-13-14-15-16-17-18 p 294-296

Ce que je dois savoir savoir-faire :

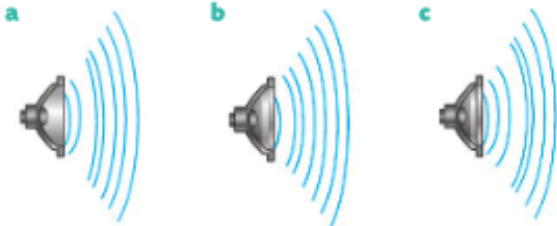
| Bilan  | Mon opinion après avoir réalisé les exercices | Avis du professeur après le DS |
|--|---|--------------------------------|
| <p>Décrire, dans le cas d'une onde mécanique progressive, la propagation d'une perturbation mécanique d'un milieu dans l'espace et au cours du temps : houle, ondes sismiques, ondes sonores, etc.</p> |   |                                |
| <p>Expliquer à l'aide d'un modèle qualitatif la propagation d'une perturbation mécanique dans un milieu matériel.</p>  |   |                                |
| <p>Distinguer périodicité spatiale et périodicité temporelle.</p>  |   |                                |
| <p>Justifier et exploiter la relation entre période, longueur d'onde et célérité.</p>  |   |                                |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p><b>Déterminer les caractéristiques d'une onde mécanique périodique à partir des représentations spatiales ou temporelles.</b></p>       |  |  |
| <p><b>Déterminer la période, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale à l'aide d'une chaîne de mesure.</b></p> |  |  |

### 3 Décrire la propagation d'une perturbation

**Conseil** Mobiliser et organiser ses connaissances.

Remettre dans l'ordre les schémas ci-dessous illustrant la propagation d'un son depuis un haut-parleur.



### 4 Schématiser la propagation d'une perturbation

Faire un schéma adapté.

Représenter une corde horizontale et schématiser sans contrainte d'échelle, à trois instants successifs, la propagation de la gauche vers la droite d'une perturbation le long de cette corde.

### 6 Modéliser la propagation d'une perturbation

Proposer un modèle.

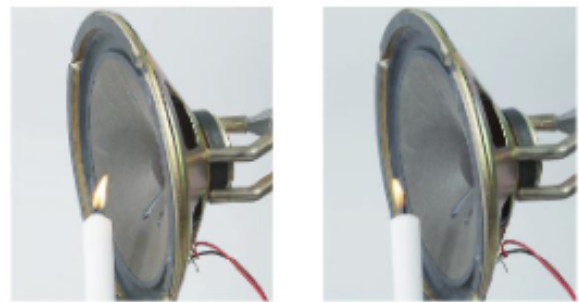
En s'appuyant sur l'exemple d'une « ola » dans un stade, expliquer la propagation d'une perturbation.



### 5 Expliquer la propagation d'une perturbation

**Conseil** Mobiliser et organiser ses connaissances.

Un haut-parleur produisant un son est placé devant une bougie allumée. Proposer une explication, à l'échelle microscopique, de la variation d'inclinaison de la flamme.

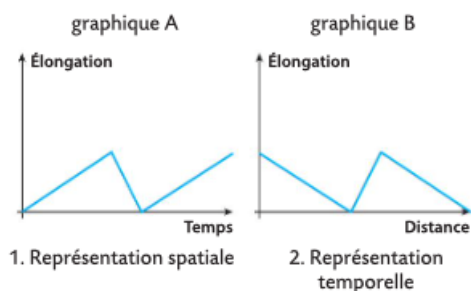


Utiliser le réflexe 1

### 13 Distinguer des représentations

**Conseil** Restituer ses connaissances.

Associer à chaque graphique sa description.



### 14 Reconnaître un type de description

Mobiliser ses connaissances.

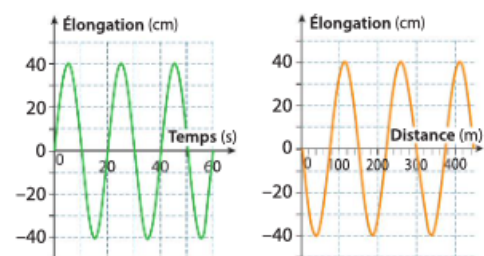
Indiquer si chacune des situations suivantes est une description spatiale ou temporelle.

- Niveau de la mer qui monte et descend dans un port au rythme de la marée.
- Photographie de la mer sur laquelle on observe des vagues.
- Relevé des vibrations du sol obtenu par une station sismique.

### 15 Exploiter la double périodicité

**Conseil** Extraire l'information.

Les deux graphiques ci-dessous correspondent à la même onde périodique.



- Déterminer la période, la longueur d'onde et l'amplitude de cette onde. **Utiliser le réflexe 2**
- En déduire la célérité de cette onde. **Utiliser le réflexe 3**

### 16 Connaître la double périodicité

Mobiliser ses connaissances.

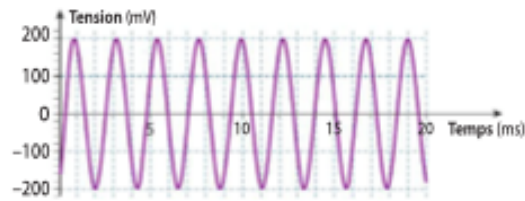
1. Définir les grandeurs suivantes de façon indépendante l'une de l'autre :

- la période d'une onde périodique.
  - la longueur d'onde d'une onde périodique.
2. Donner la relation entre ces grandeurs.

### 17 Calculer une longueur d'onde

Exploiter une information.

La courbe suivante est l'enregistrement du son produit par un diapason. Les sons se propagent dans l'air avec une célérité de  $345 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .



- Déterminer la période et l'amplitude de cette onde.
- En déduire sa longueur d'onde.

### 18 Calculer une période

Extraire et organiser l'information.

Les données ci-dessous sont extraites d'un site Internet donnant des informations sur les tsunamis.

|                  | Pleine mer                           | Près des côtes                      |
|------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Profondeur       | 7 km                                 | 10 m                                |
| Célérité         | $943 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ | $36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ |
| Longueur d'onde  | 282 km                               | 10,6 km                             |
| Hauteur de vague | 5 cm                                 | 10 m                                |

- Calculer la période de chacune de ces ondes.
- Comparer ces périodes.

**A faire après l'AE 10.2 : Mesure de la célérité avec un smartphone et AD 10.3 : Épicentre d'un séisme.**

## Exercices d'application : 7-8-9-10-11-12 p 294-296

Ce que je dois savoir savoir-faire :

| Bilan   | Mon opinion après avoir réalisé les exercices | Avis du professeur après le DS |
|---|---|--------------------------------|
| Exploiter la relation entre la durée de propagation, la distance parcourue par une perturbation et la célérité, notamment pour localiser une source d'onde. |   |                                |

### 7 Comparer des célérités

Interpréter des mesures.

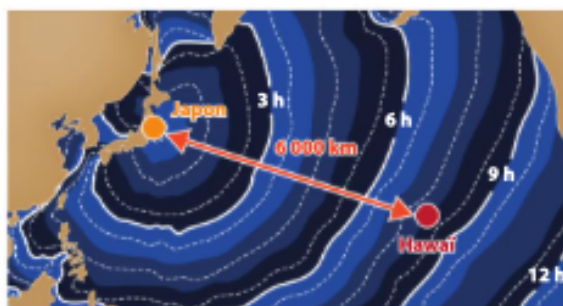
Dans l'air, à  $20^\circ\text{C}$ , le son parcourt 100 m en 0,29 s. Dans l'hélium, à la même température, il parcourt 100 m en 0,10 s.

- Dans lequel de ces gaz la célérité du son est-elle la plus grande ?

### 8 Évaluer une célérité

Extraire et organiser l'information.

En 2011, un tsunami a traversé l'océan Pacifique.



- Évaluer sa célérité entre le Japon et Hawaï.

### 9 Calculer une durée de propagation

Rédiger une explication.

L'affichage d'un télémètre à ultrasons est reproduit ci-dessous.

$D = 20,30 \text{ cm}$

À  $25^\circ\text{C}$ , les ultrasons se propagent dans l'air avec une célérité de  $345 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

- Calculer la durée de propagation des ultrasons lors de cette mesure. Utiliser le réflexe 3

### 10 Évaluer une distance

Écrire un résultat de manière adaptée.

Lors d'un feu d'artifice, un spectateur voit l'explosion d'une fusée dès qu'elle se produit et l'entend 2 secondes après l'avoir vue. À  $25^\circ\text{C}$ , les sons se propagent dans l'air avec une célérité de  $345 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

- Évaluer la distance à laquelle ce spectateur se trouve de l'explosion.

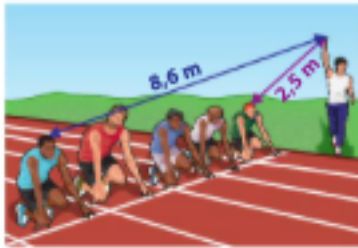


11

**Comparer des durées de propagation**

| Présenter sous une forme appropriée.

Sur une piste d'athlétisme, les différents coureurs ne sont pas tous à la même distance du pistolet du starter.



- Comparer les durées de propagation du « top départ » entre :
  - le starter et le coureur le plus proche.
  - le starter et le coureur le plus éloigné.

**Donnée**

- La valeur de la vitesse du son dans l'air est  $345 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

12

**Évaluer une durée de propagation**

| Effectuer des calculs.



Des bouées de détection de tsunamis ont été installées dans les zones à risque des océans. Une telle bouée, située à 2 500 km des côtes, détecte un tsunami.

- De combien de temps les personnes près des côtes disposent-elles pour se mettre à l'abri si la célérité du tsunami est en moyenne  $700 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  ?

# Exercices résolus bilan de fin de chapitre

## 1 Exercice résolu

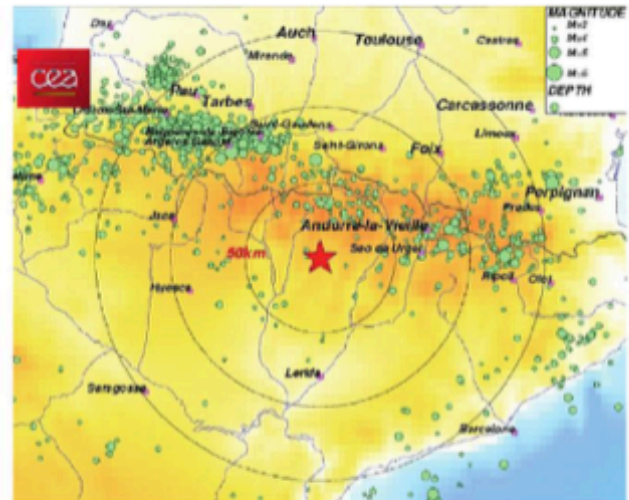
### Propagation d'ondes sismiques

Exploiter des informations ; effectuer des calculs.

Chaque jour, la Terre est secouée par des tremblements. Les plus importants engendrent des ondes sismiques qui se propagent sur de très grandes distances.

Le 28 octobre 2017 à 19 h 06 min 12 s, en France, près de Tarbes, un tremblement de terre a été détecté immédiatement par une station très proche de l'épicentre. Il a ensuite été détecté à 19 h 07 min 34 s par une station en Italie située à 600 km du foyer du séisme.

1. Expliquer la propagation des ondes sismiques.
2. Calculer la célérité de ces ondes.



### Solution rédigée

- On utilise le Réflexe 1.

Identification de la nature de la perturbation et du milieu de propagation

Explication de la propagation

- On utilise le Réflexe 2.

Rappel de l'expression de la célérité

Calcul de la célérité

1. Au foyer d'un séisme, les constituants de la croûte terrestre sont perturbés. Cela crée des ondes qui vont se propager dans le sous-sol.

La propagation est liée à l'élasticité du milieu. Les constituants écartés de leur position d'équilibre interagissent pour retrouver cette position d'équilibre stable.

2. La durée de propagation est la différence entre les deux dates :  
 $\Delta t = 19 \text{ h } 07 \text{ min } 34 \text{ s} - 19 \text{ h } 06 \text{ min } 12 \text{ s} = 1 \text{ min } 22 \text{ s} = 82 \text{ s}$ .

L'expression de la célérité est :  $v = \frac{d}{\Delta t}$

On calcule alors :  $v = \frac{600 \text{ km}}{82 \text{ s}} = 7,3 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Lors de ce séisme, la célérité des ondes détectées était  $7,3 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ .

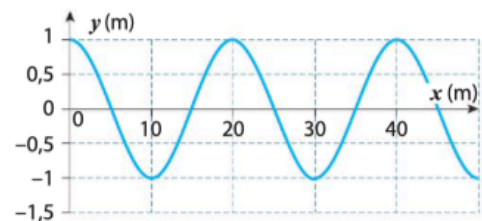
## 2 Exercice résolu

### Propagation d'une houle

Exploiter un graphique ; écrire un résultat de manière adaptée.

L'aspect simulé de la surface d'une eau a été représenté ci-contre.

1. Déterminer les caractéristiques de cette onde.
2. En déduire la célérité sachant que sa période  $T$  est 10 s.



### Solution rédigée

- On utilise le Réflexe 4.

Détermination du type de représentation

Détermination des grandeurs caractéristiques

- On utilise le Réflexe 3.

Expression de la célérité

Calcul de la célérité

1. La grandeur représentée en abscisse est la distance, il s'agit d'une représentation spatiale.

On observe sur le graphique que la plus petite distance pour laquelle les valeurs se répètent est 20 m.

La longueur d'onde  $\lambda$  de cette onde est donc 20 m.

On observe également que les valeurs de l'élongation varient entre  $-1,0 \text{ m}$  et  $+1,0 \text{ m}$ . L'amplitude est donc  $1,0 \text{ m}$ .

2. L'expression de la célérité est :  $v = \frac{\lambda}{T}$





On calcule alors :  $v = \frac{20 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

La célérité de ces ondes est  $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

# Le QCM de fin de chapitre

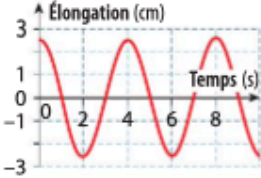
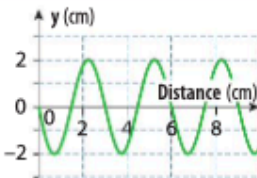
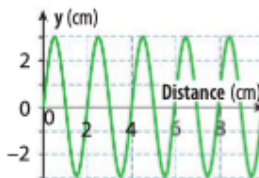
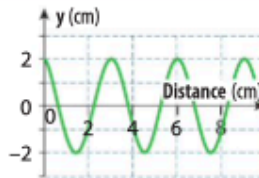
## 1 Les ondes mécaniques progressives

Si erreur, revoir § 1, p. 287.

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| <b>1. Une onde progressive :</b>   | transporte de la matière.   | transporte de l'énergie.   | ne transporte ni matière ni énergie.  |
| <b>2. Une bouteille flotte à la surface d'un lac. Une vague est sur le point de l'atteindre.</b><br> <p>Quelle pourra être la situation quelques instants plus tard ?</p> |  |  |  |
| <b>3. Une onde se propage le long d'une corde à la célérité de <math>2,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}</math>. Un point B de cette corde est atteint par l'onde <math>0,50 \text{ s}</math> après le point A.</b>  | La distance entre A et B est $5,6 \text{ m}$ .                                    | La distance entre A et B est $2,8 \text{ m}$ .                                     | La distance entre A et B est $1,4 \text{ m}$ .                                      |

## 2 Les ondes mécaniques périodiques

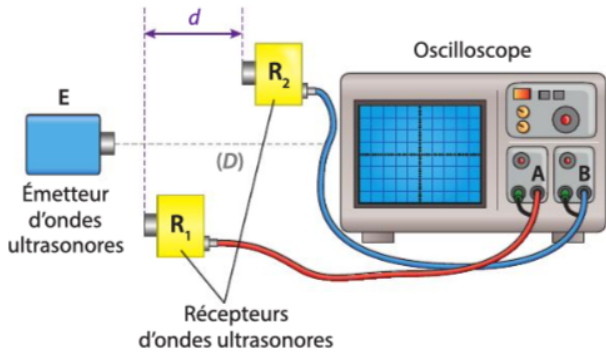
Si erreur, revoir § 2, p. 289.

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <b>4. La longueur d'onde est :</b>  | le nombre de périodes par seconde.  | la distance parcourue par l'onde en une période.                                     | la plus petite durée au bout de laquelle la perturbation se répète.                   |
| <b>5. Le graphique ci-dessous est l'enregistrement d'une onde.</b><br>                           | Il permet de déterminer l'amplitude de l'onde.                                      | Il permet de déterminer la période de l'onde.  | Il permet de déterminer la longueur d'onde de l'onde.                                 |
| <b>6. Une onde périodique a une célérité égale à <math>4,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}</math>. Sa période est de <math>5,0 \text{ s}</math>. Sa longueur d'onde est égale à :</b> | $20 \text{ m}$ .  | $1,3 \text{ m}$ .  | $0,80 \text{ m}$ .  |
| <b>7. La longueur d'onde <math>\lambda</math>, la fréquence <math>f</math> et la célérité <math>v</math> d'une onde sont liées par la relation :</b>                                | $\lambda = \frac{v}{f}$   | $v = \lambda \times f$   | $f = \frac{\lambda}{v}$   |
| <b>8. Une onde sinusoïdale de <math>2,0 \text{ cm}</math> d'amplitude et de <math>3,0 \text{ cm}</math> de longueur d'onde peut être représentée par :</b>                          |  |  |  |

# Les exercices bilan de fin de chapitre

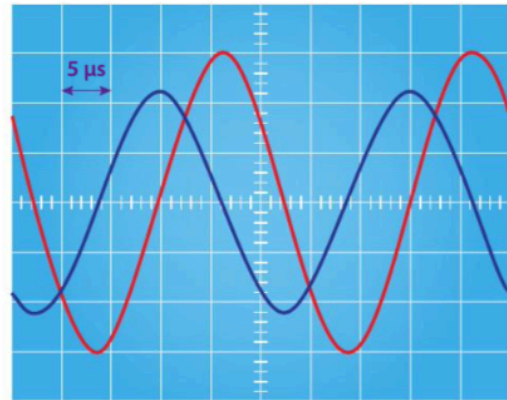
## Exercice 1 : 27 p 298. Célérité d'une onde ultrasonore.

On souhaite connaître la célérité d'une onde ultrasonore qui se propage dans l'air.  
On réalise le montage ci-dessous :



Les sensibilités verticales des deux voies de l'oscilloscope sont identiques. La courbe rouge correspond au signal du récepteur  $R_1$  et la courbe bleue à celui du récepteur  $R_2$ . Lorsque les récepteurs sont à égale distance de l'émetteur, les courbes sont confondues. Le récepteur  $R_1$  restant fixe, on éloigne le récepteur  $R_2$  le long de l'axe  $(D)$  en comptant le nombre de fois où les abscisses des maxima sont confondues. Lorsque la distance  $d$  est égale à 8,5 cm, les abscisses des maxima se sont retrouvées confondues 10 autres fois.

Pour une certaine position des récepteurs, on obtient l'oscillogramme suivant :

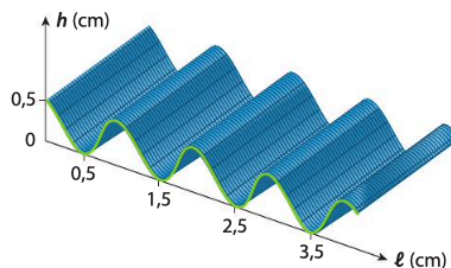


1. Calculer la période  $T$  des ondes ultrasonores à partir de l'oscillogramme.
2. Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde ultrasonore à partir de la distance  $d$ .
- 3.a. Rappeler la relation entre la longueur d'onde  $\lambda$  et la période  $T$  de l'onde.
- b. Calculer la célérité  $v$  de l'onde ultrasonore dans l'air.

## Exercice 2 : La propagation d'une onde (32 p 300)

Un vibreur de fréquence 25 Hz provoque des ondes qui se propagent à la surface d'une cuve à eau. La distance  $d$ , entre onze lignes de crête consécutives, est 10,1 cm.

1. Quel est l'intérêt de mesurer la distance entre le plus grand nombre possible de crêtes pour déterminer  $\lambda$  ?
2. Quelle est la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde se propageant à la surface de l'eau ?
3. À l'instant pris comme origine des temps, la surface de l'eau à l'allure suivante représentée en 3D :



- a. Retrouver, sur ce graphique, la longueur d'onde.
- b. Quelle est l'amplitude de l'onde ?
4. Représenter l'aspect (**profil vert**) de la surface de l'eau en coupe à  $t_1 = 0,040$  s et  $t_2 = 0,060$  s.
5. Calculer la célérité  $v$  de cette onde.
6. La hauteur  $h$  de l'eau dans la cuve est augmentée, la longueur d'onde  $\lambda'$  est alors égale à 1,2 cm alors que la fréquence ne change pas. En déduire l'effet de la profondeur de l'eau dans la cuve à onde sur la célérité.



## Exercice 3 : Foyer d'ondes sismiques (34 p 301)

### A Les ondes sismiques

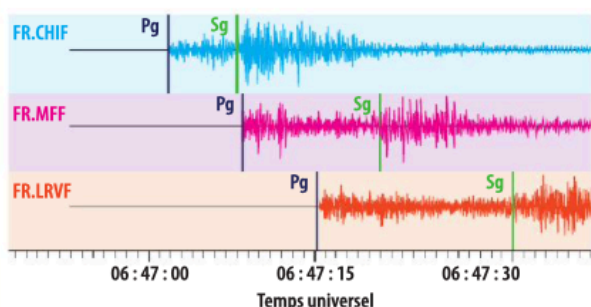
Lors d'un séisme, des ondes naissent au foyer et traversent la Terre. Elles se succèdent et se superposent sur les enregistrements des sismomètres. Leur vitesse de propagation et leur amplitude sont modifiées par les structures géologiques traversées. C'est pourquoi les signaux enregistrés sont la combinaison d'effets liés à la source, aux milieux traversés et aux instruments de mesure.

Parmi les ondes sismiques, on distingue :

- les ondes P qui sont des ondes de compression ; leur célérité  $v_P$  vaut en moyenne  $v_P = 6,0 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- les ondes S appelées ondes de cisaillement ; leur célérité  $v_S$  vaut en moyenne  $v_S = 3,5 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ .

### B Les courbes de sismographes

Les courbes ci-dessous ont été obtenues par trois sismographes. Les repères  $P_g$  et  $S_g$  correspondent respectivement à l'arrivée des ondes P et S sur le sismographe après leur propagation depuis le foyer.



1. Dans quel milieu matériel les ondes sismiques se propagent-elles ? Quelle propriété du milieu permet cette propagation ? Utiliser le réflexe 1

2. À partir des courbes B, recopier et compléter le tableau ci-dessous donnant les dates  $t_P$  et  $t_S$  d'arrivée des ondes P et S dans chaque station (arrondies à la seconde la plus proche).

| Station | $t_P$            | $t_S$            | Différence $t_S - t_P$ |
|---------|------------------|------------------|------------------------|
| FR.CHIF | 06 h 47 min 02 s | 06 h 47 min 08 s | 6 s                    |
| FR.MFF  | 06 h 47 min 08 s | 06 h 47 min 21 s |                        |
| FR.LRVF |                  |                  |                        |

3. Soit  $d$  la distance qui sépare la station d'enregistrement du lieu où le séisme s'est produit et  $t_0$  la date inconnue du séisme.

Exprimer la célérité notée  $v_S$  des ondes S en fonction de la distance  $d$  parcourue et des dates  $t_S$  et  $t_0$ . Faire de même pour les ondes P avec la vitesse  $v_P$  et les dates  $t_P$  et  $t_0$ . Utiliser le réflexe 2

4. À partir de la réponse précédente, exprimer  $t_S - t_0$  et  $t_P - t_0$  puis l'expression  $t_S - t_P$  en fonction de  $d$ ,  $v_P$  et  $v_S$ .

5. En déduire l'expression de la distance  $d$  :

$$d = \frac{v_S \times v_P}{v_P - v_S} \times (t_S - t_P).$$

6. Calculer la valeur numérique de cette distance  $d$  pour chacune des stations.

7. Comment déterminer la position du foyer du séisme ?

8. Citer deux sources d'erreurs possibles lors de ces déterminations.

**Après mes révisions, je me sens dans l'état d'esprit suivant pour aborder le devoir surveillé :**

