

# Objectif 1

► Identifier et caractériser un phénomène périodique sur une durée donnée

## 1 Périodiques ou non ?

- Définir un phénomène périodique.
- Parmi les phénomènes évoqués par les images ci-dessous, trouver celui qui n'est pas périodique, en justifiant.
- Pour ceux qui sont périodiques, déterminer leur période. Puis préciser la durée sur laquelle le phénomène **d** est périodique.



## 2 Cycle économique

En économie, la constatation de la régularité des crises économiques et la volonté de prévenir ces dernières a conduit les économistes à élaborer une théorie des cycles économiques.

Clément Juglar (1819-1905) a été le premier à s'intéresser à de tels cycles. Le cycle de Juglar comprend trois phases : expansion, crise et récession. Entre 1837 et 1937 aux États-Unis, on a constaté douze cycles de Juglar.

- Quels sont les phénomènes périodiques cités dans ce texte ?
- Quelle est la période d'un cycle de Juglar ?

## 3 Fréquence et période

- Donner la définition de la fréquence.
- Donner la définition de la période.
- Dire si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses, en justifiant :
  - Si la période est multipliée par 2, la fréquence est multipliée par 2.
  - La fréquence est l'opposée de la période.
  - On a la relation  $f \times T = 1$ .
  - Les jours se succèdent à une fréquence de 1 Hz.

## 4 Fréquences et périodes de quelques phénomènes périodiques

Reproduire le tableau ci-après, puis le compléter à l'aide des questions.

Fréquence	Période	Phénomène périodique
440 Hz		
	1 min	
107,7 MHz		
	1 s	
24 Hz		

- Pour chaque fréquence (respectivement période) du tableau calculer la période (respectivement fréquence) associée.
- B2i** Parmi les propositions suivantes, déterminer le phénomène périodique associé à chaque fréquence du tableau (en effectuant une recherche documentaire si nécessaire) :
  - Onde radio d'une station.
  - Son pur  $la_3$ .
  - Tour du cadran par la trotteuse d'une montre.
  - Rythme cardiaque d'un sportif au repos (60 battements par minute).
  - Défilement des images au cinéma.

Donnée.  $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$ .

## EXERCICE RÉSOLU

### 5 Fréquence ou période ?

- Parmi les données ci-dessous, relatives à des phénomènes périodiques, identifier celles qui correspondent à une période puis celles qui correspondent à une fréquence.
  - 100 fois par seconde.
  - 50 Hz.
  - 2,5 min.
- Pour chaque période, calculer la fréquence associée, et inversement.

#### Aides et méthodes

- S'aider des unités et de la définition de la fréquence : le nombre de reproductions d'un événement par seconde.
- Utiliser les relations  $f = 1/T$  et  $T = 1/f$  et faire attention aux unités ( $T$  en s et  $f$  en Hz).

#### Solution

- Fréquences : a. (nombre de reproductions d'un phénomène par seconde) et b. (unité de la fréquence).  
Période : c. (unité de temps).
- a.  $f = 100$  fois par seconde = 100 Hz.  
 $T = 1/f = 1/100 = 0,010 \text{ s}$ .
- b.  $f = 50 \text{ Hz}$ ;  $T = 1/f = 1/50 = 0,020 \text{ s} = 20 \text{ ms}$ .
- c.  $T = 2,5 \text{ min} = 2,5 \times 60 \text{ s} = 150 \text{ s}$ .  
 $f = 1/T = 1/150 = 0,0067 \text{ Hz}$ .

### 6 Fréquence cardiaque des animaux

On constate généralement que, plus les animaux sont de petite taille, plus leur rythme cardiaque est rapide.

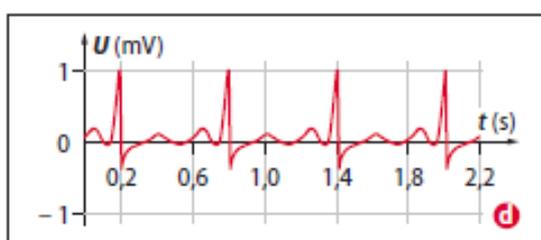
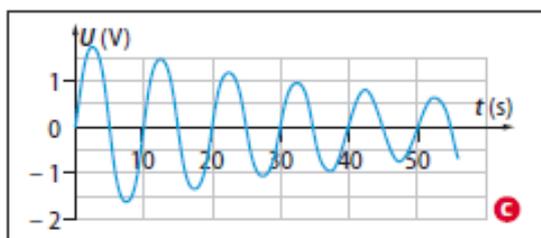
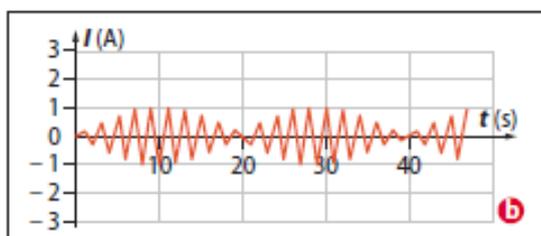
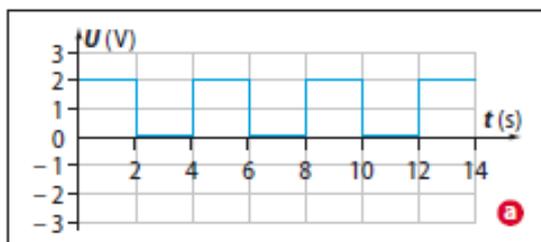
- Convertir, si nécessaire, en battements par minute les fréquences cardiaques suivantes : 10 battements par minute ; 10 Hz ; 20 battements par seconde ; 40 battements par minutes ; 2,5 Hz.
- Attribuer à chaque animal sa fréquence cardiaque : baleine ; cheval ; chat ; moineau ; oiseau-mouche.
- En déduire un encadrement de la fréquence cardiaque de l'Homme.

## Objectif 2

### > Analyser un signal périodique

#### 7 Des signaux électriques

1. Les enregistrements suivants correspondent-ils à des tensions périodiques ?



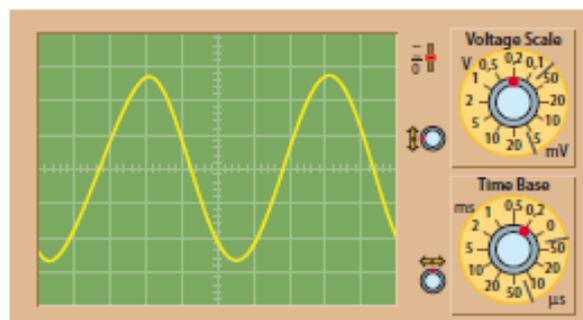
2. Reproduire, pour les tensions périodiques, le motif qui se répète périodiquement.

3. Pour chaque tension périodique, déterminer :

- la période ;
- la fréquence ;
- la tension maximale et la tension minimale.

#### 8 Oscillogramme

Voici un signal périodique enregistré à l'oscilloscope :



En consultant si nécessaire la fiche pratique 1, p. 317 :

- Déterminer la période puis la fréquence du signal enregistré.
- Déterminer la tension maximale et la tension minimale de la tension périodique visualisée à l'oscilloscope.
- Dessiner l'allure du signal :
  - si l'on augmente la sensibilité horizontale ;
  - si l'on augmente la sensibilité verticale.

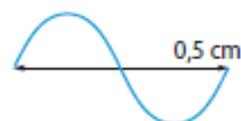
#### 9 Un poisson périodique ?

Le poisson-couteau à rostre communique et se repère à l'aide de signaux électriques. Il émet de brèves impulsions de l'ordre de quelques volts et d'une durée de 0,005 s, à raison d'environ 70 impulsions par seconde le jour et 100 impulsions par seconde la nuit. Pour intimider ses congénères, le poisson réduit le « silence électrique » entre chaque impulsion. Le poisson soumis lui répondra par un plus long « silence électrique » entre chaque impulsion.

1. Représenter le signal électrique du poisson-couteau à rostre sur 1/10 s (en prenant comme échelle 10 cm pour 0,1 s) :

- le jour ;
- la nuit ;
- en phase d'intimidation le jour ;
- en phase de soumission le jour.

On représentera l'impulsion comme ceci :

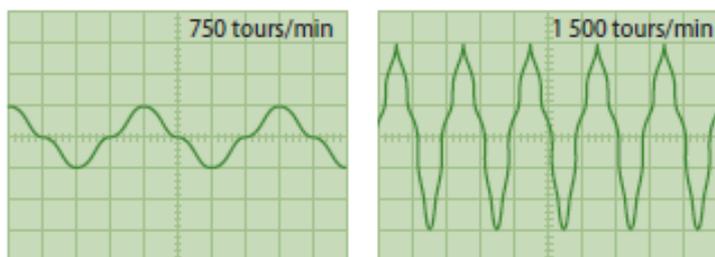


2. Sur quelle durée peut-on dire que le signal électrique du poisson est périodique ? Trouver la (les) bonne(s) réponse(s) parmi celles proposées :

- Le jour et la nuit.
- Le jour, hormis les phases de communication avec ses congénères.
- Pendant la phase d'intimidation.
- Pendant la phase de soumission.

#### 10 À bicyclette

On enregistre sur un oscilloscope la tension aux bornes d'une lampe de vélo, alimentée par un alternateur mis en rotation par la roue du vélo. Voici les signaux obtenus pour deux vitesses de rotation de la roue.



Donnée. Réglages de l'oscilloscope :  $1 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$  et  $20 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$ .

- Pour chaque vitesse de rotation de la roue, caractériser la tension aux bornes de la lampe en termes de période, fréquence, tensions maximale et minimale.
- Dessiner l'allure de la tension aux bornes de la lampe, visualisée à l'oscilloscope, si le cycliste ralentit, puis s'il s'arrête.

## Objectif 3

➤ Définir et distinguer une onde sonore et une onde électromagnétique

### 11 Vrai ou faux ?

Indiquer si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses, en justifiant. Utiliser éventuellement un exemple.

- Une onde transporte un objet d'un point de départ à un point d'arrivée.
- Une onde est une perturbation qui se propage.
- Les ondes électromagnétiques sont des ondes lumineuses.
- Une vague à la surface de l'eau est une onde qui se propage.
- Une onde se propage toujours dans un milieu matériel.
- Une onde est la propagation d'une suite de compressions et dilatations d'un milieu matériel.

### EXERCICE RÉSOLU

### 12 Qui est qui ?

Indiquer, pour chaque phrase ci-dessous, si elle décrit une onde sonore et/ou électromagnétique.

- Elle est issue d'un haut-parleur.
- Elle se propage dans tout l'Univers.
- Elle se propage dans un milieu matériel.
- Elle est détectable par un organe humain.

#### Aides et méthodes

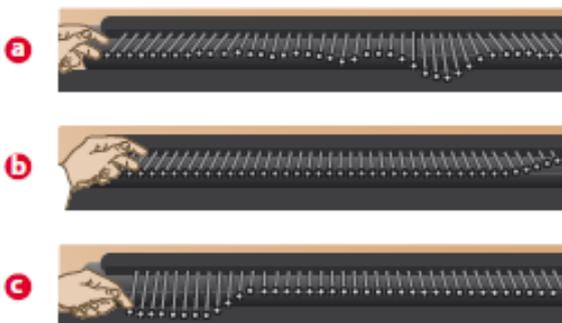
Appliquer les définitions du cours et savoir que les ondes électromagnétiques se propagent sans support matériel, à la différence des ondes sonores.

#### Solution

- Onde sonore (émission d'un son) et onde électromagnétique (lumière) car le haut-parleur est visible.
- Onde électromagnétique : les ondes sonores ne se propagent pas dans le vide.
- Ondes sonore et électromagnétique.
- Onde sonore (oreille) et onde électromagnétique (œil).

### 13 Des ondes au labo

Remettre dans l'ordre les schémas de l'expérience ci-dessous, puis expliquer en quoi cette expérience illustre la notion d'onde.



### 14 Compression d'un ressort

On comprime l'extrémité d'un ressort et on lâche.



- Dessiner l'aspect du ressort à deux instants successifs après le lâcher.
- À quel type d'onde cette expérience fait-elle penser ? Pourquoi ?

### 15 Ondes sonores et musique

Voici le principe de deux instruments utilisés en musique :

**Le diapason :** Un diapason est un instrument utilisé par les musiciens pour accorder leurs instruments de musique. Il est constitué de deux lames métalliques soudées en forme de U et prolongées par une tige.



La vibration des deux lames, engendrée par un choc, produit un son presque pur de fréquence déterminée.

**Le violon :** Les cordes du violon sont mises en vibration par l'archet, vibrations transmises au chevalet, qui les répercute ensuite sur la structure du violon.

- Donner la définition d'une onde sonore.
- Quel phénomène est à l'origine de l'onde sonore pour ces deux instruments ?
- Recenser les différents milieux de propagation de l'onde sonore jusqu'à l'oreille pour chacun des deux instruments.

### 16 Découverte des ondes électromagnétiques

#### ➤ Histoire des sciences

En 1885, Heinrich Hertz réalise l'expérience suivante : il provoque des oscillations électriques entre les deux bornes d'un éclateur (deux électrodes séparées par de l'air). Il détecte alors des étincelles aux bornes d'un anneau métallique presque refermé placé quelques dizaines de mètres plus loin : un courant électrique a été produit dans l'anneau. Cette expérience ne peut s'expliquer que par la propagation d'une onde électromagnétique dont l'existence avait été prévue quelques années auparavant.

Lorsqu'on lui demanda les applications de cette découverte, Hertz répondit qu'il n'y en aurait pas, et pourtant la télécommunication sans fil était née.

- Quel est ici le phénomène à l'origine des ondes électromagnétiques ? Quel est l'émetteur ? le récepteur ?
- L'expérience de Hertz aurait-elle été possible sous vide ?
- Expliquer la dernière phrase du texte, en recherchant les appareils de télécommunication qui utilisent des ondes électromagnétiques.

## Exercices de synthèse

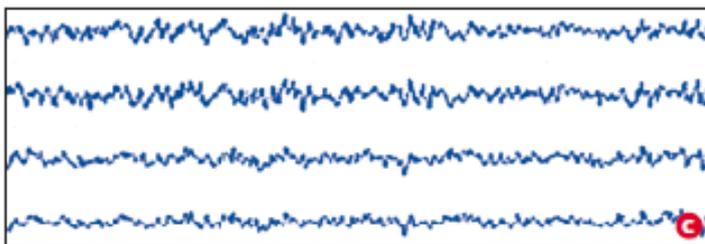
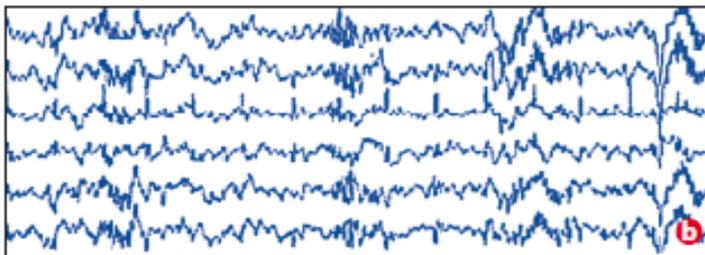
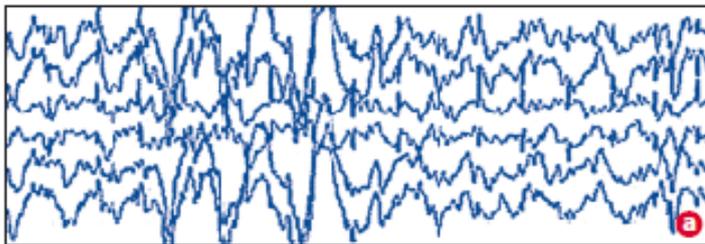
### 17 La science des rêves

On estime que le sommeil se découpe en cycles d'environ 90 minutes, à raison de trois à cinq par nuit. Ces cycles sont eux-mêmes découpés en stades, où l'on trouve le sommeil dit à ondes lentes (auquel on attribue essentiellement la récupération de la journée) et le sommeil paradoxal (associé au rêve).

Chacun de ces stades est caractérisé par un type d'électroencéphalogramme dont voici quelques caractéristiques :

Phase	Stades	Quelques caractéristiques
Endormissement	Stade I	Fréquence : 4 à 8 Hz Valeur maximale du signal : moyenne
Sommeil à ondes lentes	Stade II	Fréquence : < 4 Hz Valeur maximale du signal : importante
	Stade III	
	Stade IV	
Sommeil paradoxal	Stade V	Fréquence : 12 à 18 Hz Valeur maximale du signal : faible

- Donner la succession des stades pour une nuit de sommeil de quatre cycles.
- Attribuer à chaque électroencéphalogramme (EEG) ci-dessous la phase correspondante.



- Peut-on dire que les signaux du cerveau lors du sommeil sont périodiques ?
- Quels sont les phénomènes périodiques dans le sommeil ?

### 18 Voltage in New York



When Gentien went to New York, he had some trouble with his electrical devices. He wasn't aware that the electrical voltage in the USA is not the same as in France.

Differences between electrical voltage in France and in the USA are displayed in the table below.

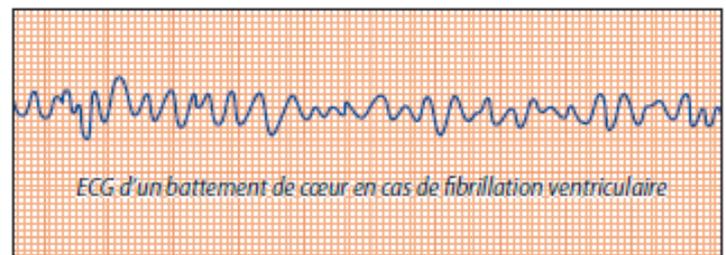
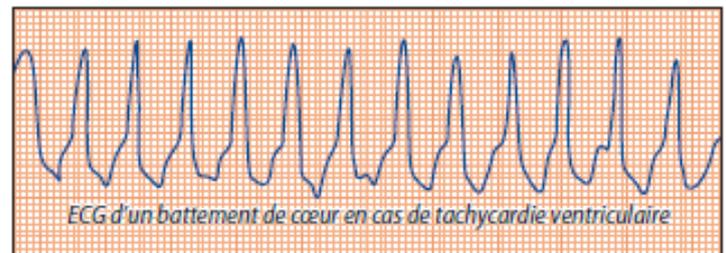
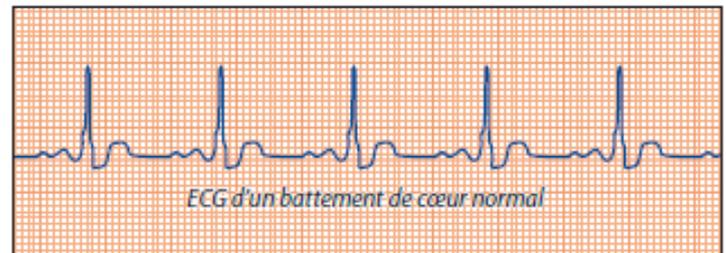
	Voltage in France	Voltage in the USA
Effective value	230 V	110 V
Frequency	50 Hz	60 Hz
Signal	sinusoidal	sinusoidal

- What is the period of each electronic signal?
- Draw the line shape of both electrical signals representing four periods.

Data. For a periodic sinusoidal voltage :  $U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$ .

### 19 Coup de cœur

Voici trois électrocardiogrammes :



- Ces électrocardiogrammes sont-ils périodiques ? Justifier.
- Traduire les symptômes de la tachycardie ventriculaire en termes de valeur maximale du signal, de fréquence et de période de l'électrocardiogramme.
- Sachant que la feuille défile à 2 carreaux par seconde, déterminer, pour le cœur normal :
  - la période du rythme cardiaque ;
  - la fréquence du rythme cardiaque en hertz ;
  - la fréquence du rythme cardiaque en battements par minute.

## 20 Transmission par ondes hertziennes

### > Histoire des sciences

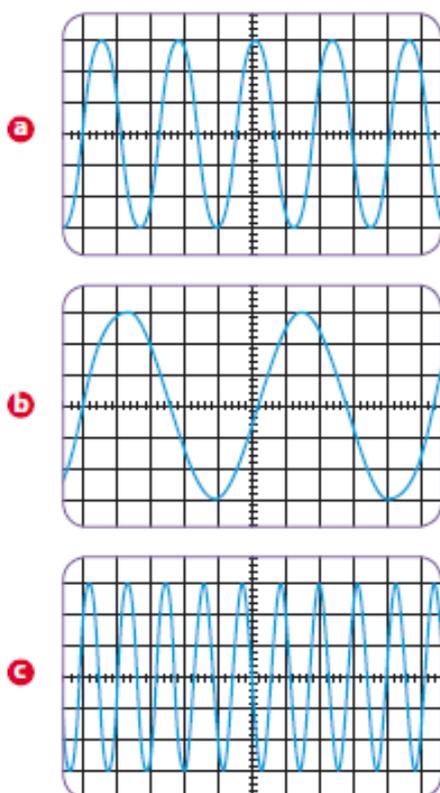
Telstar 1 a été le premier satellite de communication à assurer la transmission d'un programme de télévision en direct de la France aux États-Unis, le 11 juillet 1962. Le signal a été envoyé depuis Pleumeur-Bodou en France, réceptionné par le satellite placé en orbite au-dessus de l'atmosphère, puis réémis à la station d'Andover aux États-Unis. Il émettait sur 4 169,72 MHz et recevait sur 6 389,58 MHz.

1. Faire un schéma de la situation décrite dans le texte.
2. Expliquer pourquoi les ondes utilisées pour la transmission par satellite sont de nature électromagnétique.
3. Calculer la période du signal d'émission et celle du signal de réception.

Donnée.  $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$ .

## 21 ★ En avant la musique !

Laure-Anne possède trois diapasons dont elle ne connaît pas la note. Elle réalise à l'aide d'un microphone l'acquisition du son de chaque diapason. Voici les tracés obtenus :



Donnée. Sensibilité horizontale :  $1 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$ .

1. Pourquoi peut-on dire que l'onde sonore issue du diapason est une onde périodique ?
2. a. Pour chaque signal enregistré, déterminer la période et la fréquence.  
b. Associer alors à chaque diapason la note correspondante, à l'aide du tableau ci-après.
4. Pour amplifier le son sans modifier la note, Laure-Anne place une caisse de résonance sous chaque diapason. Quelle grandeur sera modifiée sur l'acquisition du microphone ?

Données.

Octave Note	1	2	3	4
Do	65,41 Hz	130,81 Hz	261,63 Hz	523,25 Hz
Ré	73,42 Hz	146,83 Hz	293,66 Hz	587,33 Hz
Mi	82,41 Hz	164,81 Hz	329,63 Hz	659,26 Hz
Fa	87,31 Hz	174,61 Hz	349,23 Hz	698,46 Hz
Sol	98,00 Hz	196,00 Hz	392,00 Hz	783,99 Hz
La	110,00 Hz	220,00 Hz	440,00 Hz	880,00 Hz
Si	123,47 Hz	246,94 Hz	493,88 Hz	987,77 Hz

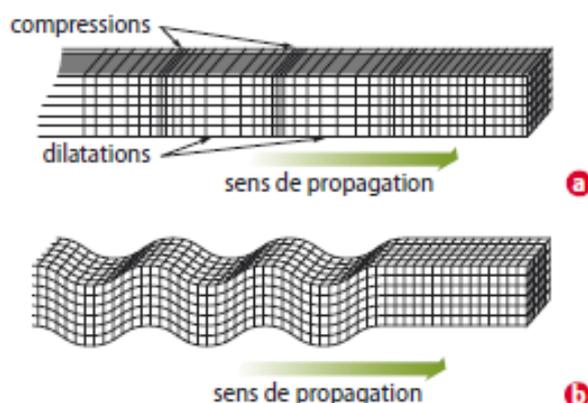
## En route vers la Première

### 22 ★ Ondes sismiques

Lors d'un séisme, les sismomètres enregistrent l'arrivée successive de différentes ondes : ondes P, ondes S, ondes Love (onde L) et ondes de Rayleigh (onde R).

Caractéristiques	Ondes de volume		Ondes de surface
	Ondes P (ondes premières)	Ondes S (ondes secondes)	Ondes L et R
Période	1-10 s	1-10 s	30-40 s
Type d'ondes	Compression, dilatation	Cisaillement	Déformation de la surface
Zones traversées	Tout milieu à travers la planète	Tout milieu, sauf les fluides, à travers la planète	Tout milieu à la surface de la planète

1. Pourquoi parle-t-on d'ondes sismiques ?
2. Pourquoi parle-t-on d'ondes courtes pour les ondes P et S et d'ondes longues pour les ondes L et R ?  
Calculer la fréquence moyenne de ces ondes.
3. Parmi les schémas suivants, lequel correspond aux ondes P ? aux ondes S ?



4. L'onde sismique a-t-elle besoin d'un milieu pour se propager ?
5. Quelle onde sismique est une onde sonore ?