

THÈME 2 : LA SANTÉ

Chapitre 10 : Les signaux périodiques en médecine (p. 155)

I- Les phénomènes périodiques (p. 160)

Activité 1 : Déterminer les caractéristiques d'un signal périodique

Activité documentaire 1 p. 156

Compétence SA2

Correction :

1.	Examen	Organe concerné	Spécialité médicale
	électrocardiogramme	cœur	cardiologue
	électroencéphalogramme	cerveau	neurologue
	audiogramme	oreille	ORL = oto-rhino-laryngologiste

2. a. L'électrocardiogramme et l'audiogramme sont les signaux qui sont périodiques.
b. La période de l'électrocardiogramme est $T = 0,7 \text{ s}$; celle de l'audiogramme est $T = 0,4 \text{ ms}$.
c. La fréquence est $f = 1/T = 1/0,7 = 1,4 \text{ Hz}$ pour l'électrocardiogramme et $f = 1/0,4 \cdot 10^{-3} = 2500 \text{ Hz}$ pour l'audiogramme.

3.	Signal	Valeur maximale	Valeur minimale
	électrocardiogramme	2,0 mV	- 0,05 mV
	électroencéphalogramme	133 μV	- 133 μV
	audiogramme	54 mV	- 54 mV

Activité 2 : Réaliser et exploiter des électrocardiogrammes

Activité documentaire 2 p. 157

Compétence SA3

Correction :

- Oui, les enregistrements sont périodiques car il y a un motif qui se répète.
- La période est d'un pic à un autre pic.
Pour le premier enregistrement $T_1 = 0,85 \text{ s}$ et pour le second $T_2 = 0,6 \text{ s}$.
- Pour le premier enregistrement (au repos) $f_1 = 1/T_1 = 1 / 0,85 = 1,18 \text{ Hz}$
Pour le second enregistrement (après effort) $f_2 = 1/T_2 = 1 / 0,6 = 1,6 \text{ Hz}$
- Pour le premier enregistrement (au repos) $U_{\max} = 0,7 \text{ mV}$ et $U_{\min} = -0,15 \text{ mV}$
Pour le second enregistrement (après effort) $U_{\max} = 0,55 \text{ mV}$ et $U_{\min} = -0,2 \text{ mV}$
- Le signal après l'effort a une période plus courte, donc une fréquence plus grande et une tension maximale plus faible que le signal au repos.

1. Notion de temps

L'homme a toujours cherché à se repérer dans le temps. Mais la mesure directe n'est pas aussi simple que celle d'une longueur par exemple.

Les phénomènes astronomiques, réguliers et facilement observables, ont donné à l'homme ses premiers repères dans le temps : le jour, le mois, l'année.

Plusieurs siècles plus tard, ils ont appris à évaluer le temps en observant l'ombre d'un gnomon planté dans le sol ou grâce à un réservoir d'eau ou de sable gradué qui se vide régulièrement.

À partir du XVII^{ème} siècle, l'élaboration de dispositifs ingénieux et performants a permis d'accéder à des mesures de durée de plus en plus précise.

Le temps est une grandeur physique. Son unité légale est la seconde, symbole s.

2. Définition d'un phénomène périodique (vidéo)

Un phénomène périodique est un phénomène qui se reproduit identique à lui-même à intervalle de temps T régulier.

Exemples :

- les battements du cœur,
- un pendule simple,
- la rotation de la Lune autour de la Terre,
- la rotation de la Terre autour du Soleil.

Un signal est **périodique** si son enregistrement présente la **répétition régulière d'un même motif**.



Remarque :

- Lorsqu'on visualise un signal périodique, l'abscisse du graphe obtenu est le temps.

3. La période T d'un phénomène périodique (vidéo)

La **période T** d'un phénomène périodique est le **plus petit intervalle de temps** au bout duquel le phénomène se reproduit identique à lui-même.

La période T s'exprime en **secondes (s)**.

Exemple :

La période de rotation de la Terre autour de son axe est d'environ 24 heures :

$$T = 24 \times 3600 = 86400 \text{ s}$$

La période du phénomène correspond à la **durée d'un motif** de l'enregistrement du signal.

Remarque :

- Pour augmenter la précision de la mesure, il est nécessaire de faire la moyenne sur le plus grand nombre possible de motifs.



4. La fréquence f d'un phénomène périodique (vidéo)

La **fréquence f** d'un phénomène périodique correspond au **nombre de fois que le phénomène se répète par seconde**. Elle s'exprime en **Hertz (Hz)**.

Elle est égale à l'inverse de la période : $f = \frac{1}{T}$ avec $\left\{ \begin{array}{l} T \text{ est la période en seconde (s),} \\ f \text{ est la fréquence en hertz (Hz)} \end{array} \right.$

Compétence SA1♥

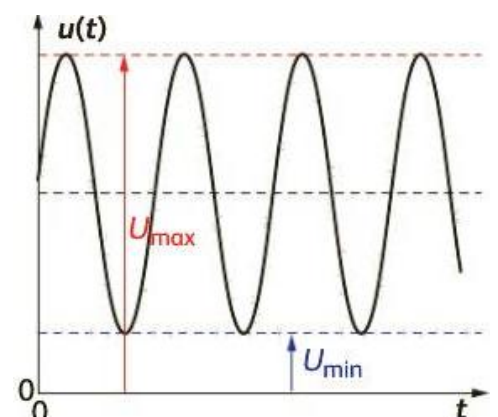
Exemples :

- Un homme au repos a un rythme cardiaque de 72 battements par minutes. Sa fréquence cardiaque est : $f = 72/60 = 1,2 \text{ Hz}$.
- Au cinéma, on fait défiler 24 images par seconde. Sa fréquence est donc de $f = 24 \text{ Hz}$.
- Le courant alternatif 220 V du réseau électrique à domicile à une fréquence de 50 Hz.

5. Tension maximale, tension minimale

La **tension maximale U_{\max}** d'une tension périodique désigne la **valeur la plus élevée** prise par la tension au cours du temps.

La **tension minimale U_{\min}** d'une tension périodique désigne la **valeur la plus faible** prise par la tension au cours du temps.



Exercices n°1, (2), (3) et 4 p. 163, n°10 p. 164, n°(11) p. 165 et n°16 p. 166

II- Les ondes au service du diagnostic médical (p. 160)

Activité 3 : À la rencontre des ondes

Compétence SA4

I. QU'EST-CE QU'UNE ONDE ?

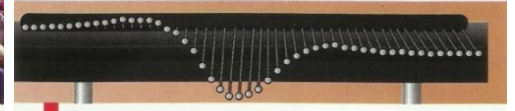
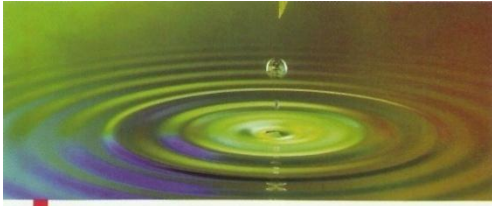


Fig. 1. Onde à la surface de l'eau.

Fig. 2. Ola se propageant dans un stade.

Fig. 3. Un ondoscope.

→ À partir de ces images, propose une définition d'une onde ?

II. DIFFÉRENTS TYPES D'ONDES POUR DIFFÉRENTS DIAGNOSTICS

→ Activité documentaire 3 page 158 du livre.

Correction : (<http://www.web-sciences.com/documents/seconde/sedo05/setp0501.php5>)

I. Une onde c'est le déplacement d'une perturbation sans déplacement de matière.

II. 1. Les fréquences des ondes utilisées en échographie sont de l'ordre de 10 MHz, elles sont bien supérieures à 20 kHz, donc bien dans le domaine des ultrasons.

Les fréquences des ondes utilisées en radiographie sont de l'ordre de 10^{18} Hz, elles sont bien dans le domaine des rayons X.

2. L'expression « faire le vide sous la cloche » signifie enlever l'air qu'il y a sous la cloche pour avoir le vide.

3. a. Avant d'avoir fait le vide sous la cloche on entend et on voit le téléphone.

b. Après avoir fait le vide sous la cloche on voit toujours le téléphone mais on ne l'entend plus.

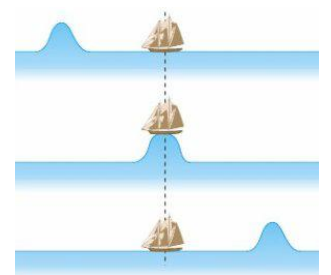
4. Lors de l'expérience, le sonomètre indique une valeur nulle, il n'y a pas de bruit.

5. Les ondes mécaniques, comme les sons et les ultrasons, ont besoin d'un support matériel, d'un milieu pour se propager, tandis que les ondes électromagnétiques, comme la lumière ou les rayons X, n'ont pas besoin de support matériel, elles peuvent se propager dans le vide.

1. Définition d'une onde (vidéo)

Dans une ola de supporters, on observe une perturbation qui se déplace de proche en proche dans le stade, mais les supporters restent à leur place : il n'y a pas transport de matière.

Au passage d'une vague (propagation horizontale), le bateau monte puis revient à sa position initiale.

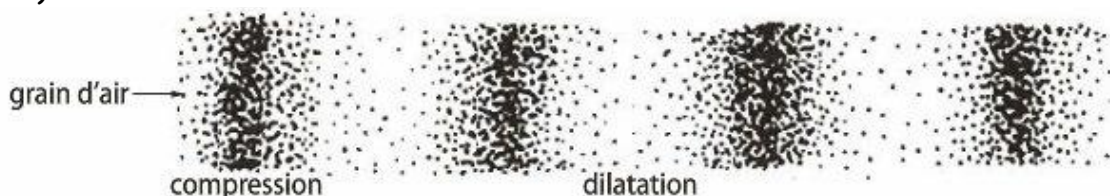


Animation : [ondes transversale/longitudinale \(Gastebois\)](#)

Une onde est un phénomène de **propagation** d'une **perturbation** sans transport de matière mais avec transport d'énergie.

2. Les ondes sonores et ultrasonores

Dans le cas des ondes sonores, la perturbation est une suite de compressions et de dilatations de l'air qui se propage de la source (un haut parleur par exemple) vers le récepteur (l'oreille par exemple).

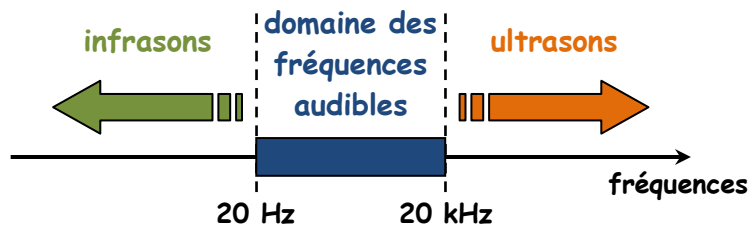


Une onde sonore est un phénomène **périodique** qui se propage par une suite de compressions et de dilatations du milieu de propagation.

Elle nécessite un **support matériel** (air, métal, eau, etc...) et ne se propage pas dans le vide. À chaque onde sonore correspondent une **fréquence f**, en hertz (Hz), et une **période de vibration T**, en seconde (s), du milieu matériel.

Domaine de fréquences :

- $0 \text{ Hz} < f \leq 20 \text{ Hz}$: domaine des **infrasons** (inaudibles pour l'oreille humaine).
- $20 \text{ Hz} < f \leq 2,0 \cdot 10^4 \text{ Hz}$ (20 kHz) : domaine des **sons audibles** par l'homme.
- $f > 2,0 \cdot 10^4 \text{ Hz}$ (20 kHz) : domaine des **ultrasons** (inaudibles pour l'oreille humaine).



Remarques :

- Une onde sonore périodique peut être produite par exemple par :
 - un haut parleur,
 - la voix,
 - un instrument de musique.
- La fréquence de vibration de l'onde sonore (du milieu matériel) est identique à celle de la source.
- Dans le cas du haut parleur, la **fréquence de vibration de l'onde sonore** est identique à celle de la **tension** appliquée aux bornes du haut parleur.
- Plus la fréquence est élevée, plus le son est aigu.

3. Les ondes électromagnétiques

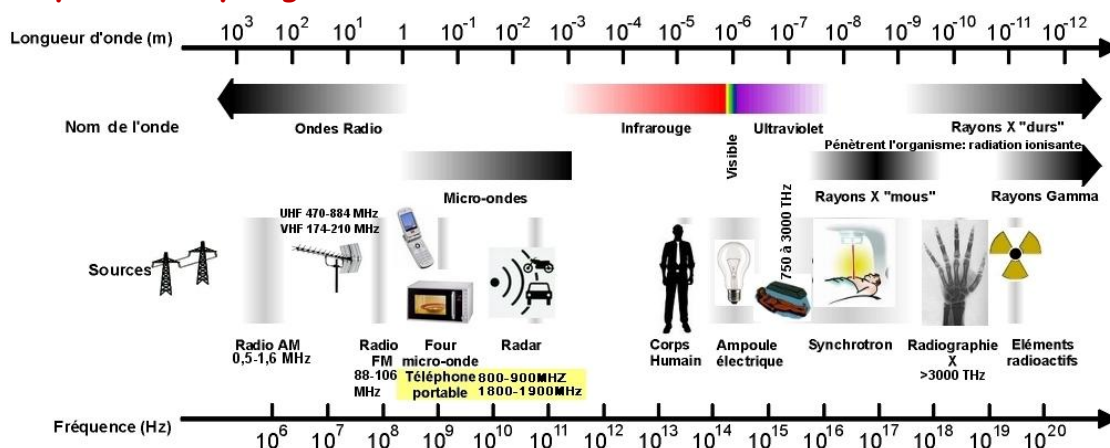
Une onde électromagnétique correspond à la propagation simultanée d'un **champ électrique et magnétique**.

Une onde électromagnétique peut se propager **dans le vide ou à travers la matière**.

Contrairement aux ondes sonores une onde électromagnétique **n'a pas besoin de matière** pour se déplacer.

À chaque onde électromagnétique correspond **une fréquence f** et **une période T** de vibration du champ électrique et magnétique.

On distingue plusieurs types d'ondes électromagnétiques en fonction de leur domaine de fréquence : **ondes radio, micro-ondes (télévision, radar, etc...), infra rouge (IR), lumière visible, rayons X, rayon gamma**.



L'œil humain peut percevoir uniquement les ondes électromagnétiques lumineuses (de $4 \cdot 10^{14}$ Hz à $8 \cdot 10^{14}$ Hz).

4. Vitesse de propagation d'une onde lumineuse et sonore (vidéo)

On appelle **vitesse moyenne** d'un objet le rapport de la **distance d** parcourue (par cet objet) par la **durée Δt** du parcours :

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

avec

- v : vitesse moyenne en mètre par seconde ($m \cdot s^{-1}$),
- d : distance parcourue en mètre (m),
- Δt : durée du parcours en seconde (s).

→ **Vitesse de la lumière** : La vitesse de propagation de la lumière dans le vide (ou dans l'air), appelée aussi **célérité** de la lumière vaut : $c = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

→ **La vitesse de propagation du son dans l'air** à la température de 25°C et à la pression de 1 bar est d'environ : $v(\text{son}) = 340 \text{ m.s}^{-1}$

Compétences SA5♥ et SA6♥U2

Exercices n°(5) p. 163, n°(6), 7, (8) p. 164 et n°13 p. 165

Compétences vues dans le Chapitre 10 :

SA1♥	Je connais et je sais utiliser les définitions de la période et de la fréquence d'un phénomène périodique.
SA2	Je sais identifier le caractère périodique d'un signal sur une durée donnée.
SA3	Je sais déterminer les caractéristiques d'un signal périodique.
SA4	Je sais extraire et exploiter des informations concernant la nature des ondes et leurs fréquences en fonction de l'application médicale.
SA5♥	Je connais une valeur approchée de la vitesse du son dans l'air.
SA6♥U2	Je connais la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide (ou dans l'air).