

Chapitre 1: Les signaux périodiques utilisés dans le domaine de la santé.

I. Comment définir un phénomène périodique ?

- Connaître et utiliser les définitions de la période et de la fréquence d'un phénomène périodique.
- Identifier le caractère périodique d'un signal sur une durée donnée.

1. Définition de la période.

1 Identifier un signal périodique

De nombreux phénomènes périodiques, comme la respiration ou le battement du cœur, rythment le fonctionnement du corps humain.

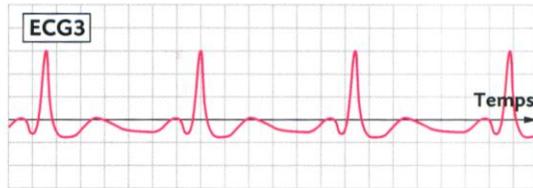
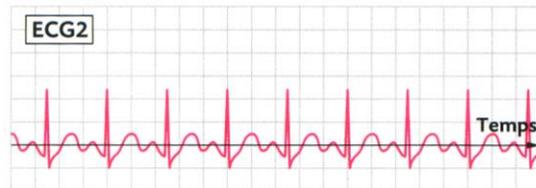
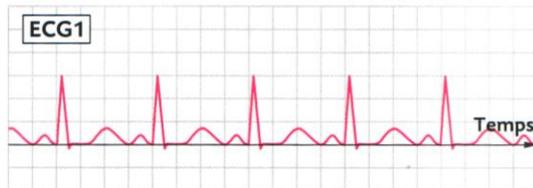
► Comment identifier le caractère périodique d'un signal ?

Compétence

- Identifier le caractère périodique d'un signal sur une durée donnée.

Doc. 1 Electrocardiogramme

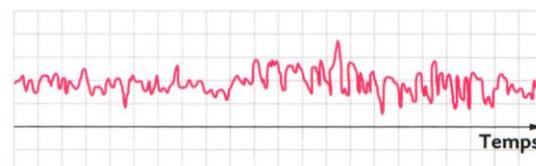
L'électrocardiogramme (ECG) est l'enregistrement, au cours du temps, de signaux électriques liés à l'activité du cœur. Il est réalisé grâce à des capteurs adaptés.



> Exemples d'électrocardiogrammes.

Doc. 2 Electroencéphalogramme

L'électroencéphalogramme (EEG) est l'enregistrement de signaux électriques liés à l'activité cérébrale.



> Exemple d'électroencéphalogramme.

Analyse et synthèse

- Parmi les électrocardiogrammes du doc. 1, lesquels montrent une activité cardiaque périodique sur la durée de l'enregistrement ?
 - L'activité cérébrale est-elle périodique sur la durée de l'enregistrement du doc. 2 ?

Un pas vers l'essentiel

- À partir de l'enregistrement d'un signal au cours du temps, expliquer comment on identifie son caractère périodique. On s'aidera d'un schéma.

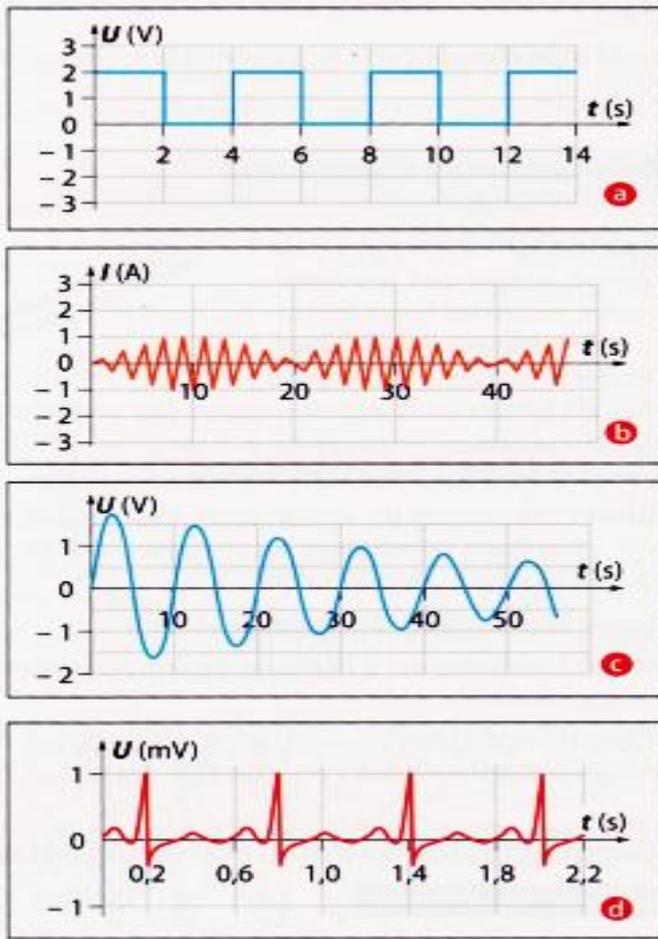
Compétences travaillées

Analyser • Interpréter des résultats.

Communiquer • Rédiger une explication.

Exercice A1 : Des signaux électriques.

Les enregistrements suivants correspondent-ils à des tensions périodiques ?

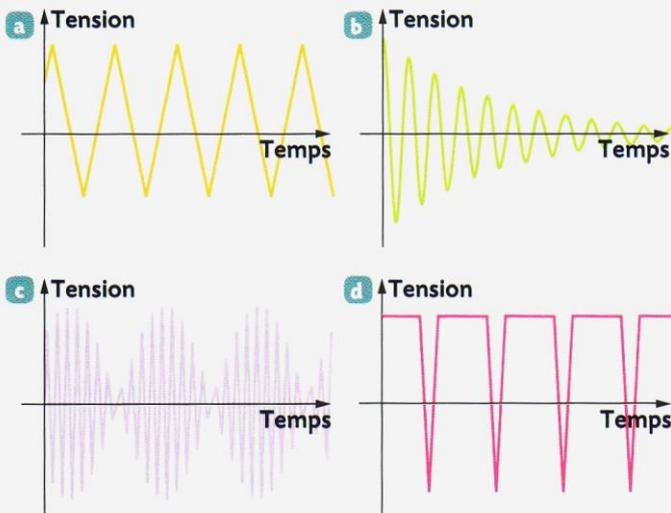


Représenter sur la figure le temps correspondant à la période par un segment de droite.

5 Reconnaître des signaux périodiques

■ Mobiliser ses connaissances.

1. Donner la définition d'un signal périodique.
2. Parmi les signaux suivants, identifier ceux qui sont périodiques sur la durée d'enregistrement.

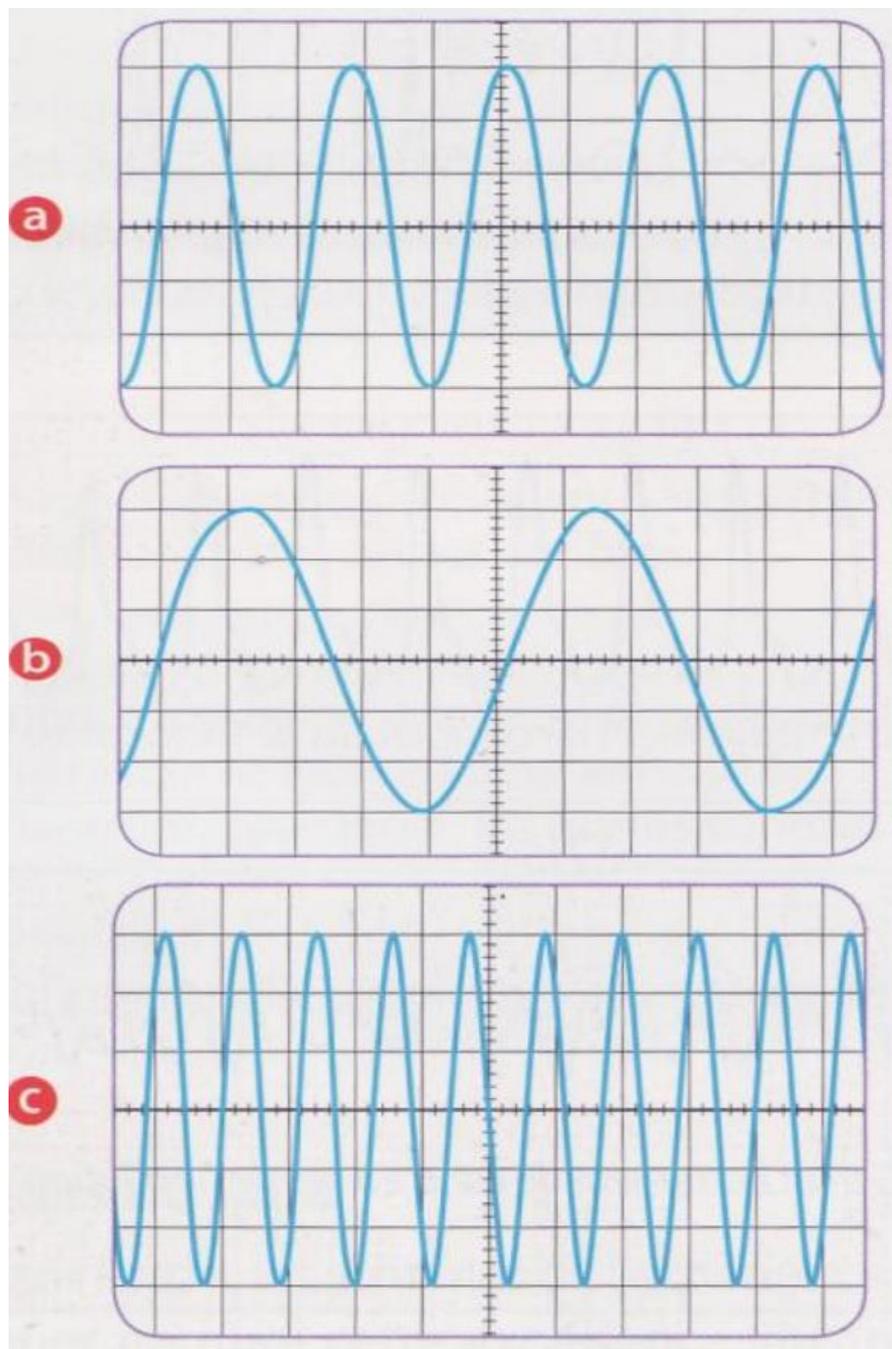
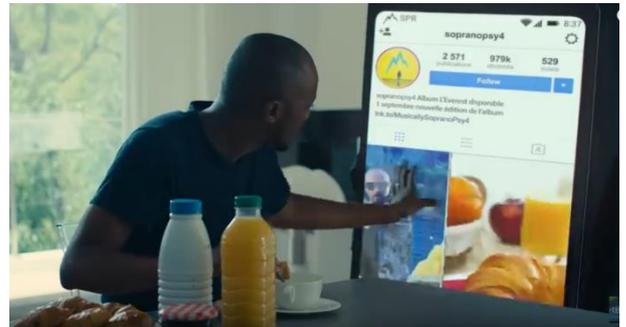


2. Déterminer une période en physique.

Activité 2 : diapasons.

Dans sa chanson « Mon précieux », Soprano doit accorder sa basse. Pour cela il va chercher des diapasons. Ne connaissant pas la fréquence de chacun d'eux, il réalise à l'aide d'un microphone un enregistrement du son de chaque diapason. Déterminer la période puis la fréquence de chaque diapason.

Voici les tracés obtenus avec une sensibilité horizontale de 1,0 ms/div (1 carreau correspond à 1,0 ms).



Pour déterminer avec précision une période, on détermine le temps mis par plusieurs périodes.

La notation scientifique :

Les scientifiques (microbiologistes, physiciens, astronomes, ...) doivent souvent écrire de très grands ou de très petits nombres.

Ils ont alors recours à une notation particulière appelée **notation scientifique**.

Les nombres sont écrits, en notation scientifique, sous la forme générale :

$$a \times 10^n$$

avec $1 \leq a < 10$ (ou $-10 < a \leq -1$) et n est un nombre entier relatif.

$$400\,000\,000 = 4 \times 10^8$$

$$135\,000 = 1,35 \times 10^5$$

$$0,005 = 5 \times 10^{-3}$$

La fréquence représente le nombre de période par seconde.

Elle se note **f** et son unité est le **Hertz : Hz**.

$$f = \frac{1}{T}$$

La période **T** est exprimée en seconde (s).

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

La notation scientifique.

Les multiples et sous-multiples.

1 000 000 000 000 = 10^{12}	téra T
1 000 000 000 = 10^9	giga G
1 000 000 = 10^6	méga M
1 000 = 10^3	kilo k
100 = 10^2	hecto h
10 = 10^1	déca da
1 = 10^0	unité
0,1 = 10^{-1}	déci d
0,01 = 10^{-2}	centi c
0,001 = 10^{-3}	milli m
0,000 001 = 10^{-6}	micro μ
0,000 000 001 = 10^{-9}	nano n
0,000 000 000 001 = 10^{-12}	pico p
0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto f

1,0 μ s : 1,0 microseconde

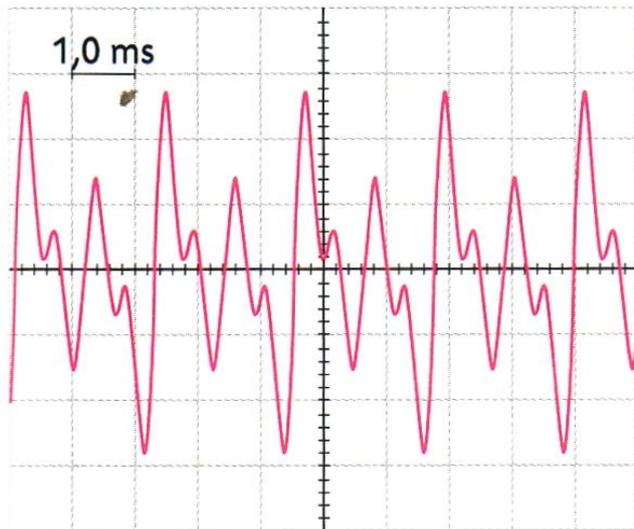
1,0 μ s = $1,0 \cdot 10^{-6}$ s

1,0 ms : 1,0 milliseconde

1,0 ms = $1,0 \cdot 10^{-3}$ s

7 Déterminer la période d'un signal

- Mobiliser ses connaissances ; effectuer un calcul.

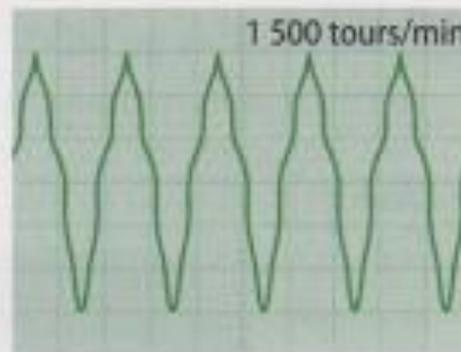


1. Définir la période T d'un signal périodique.
2. Déterminer le plus précisément possible la période du signal ci-contre.

page 159

Exercice A2 : A 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 $20 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$.

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.

19 Test auditif

■ Mobiliser ses connaissances ; exploiter des mesures.

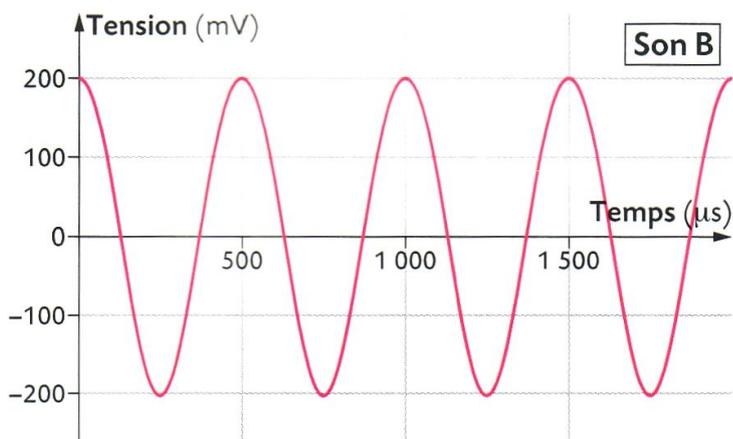
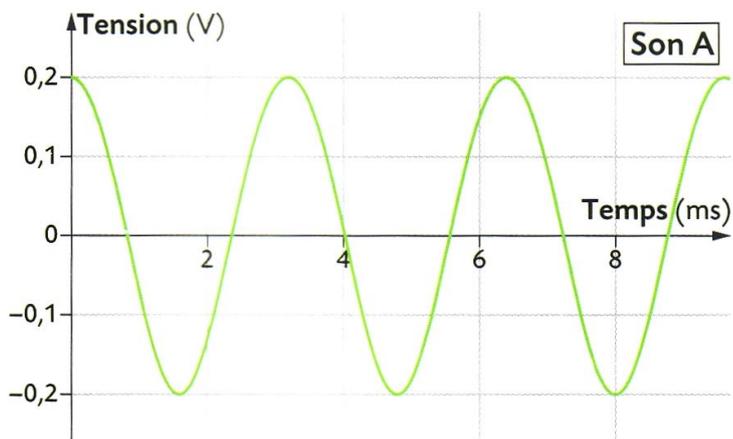
Doc. 1 Du signal électrique au son

Des signaux électriques envoyés à un casque audio génèrent des sons ayant la même fréquence que celle du signal électrique.

Un signal de grande fréquence donne un son aigu.
Un signal de faible fréquence donne un son grave.

Doc. 2 Test audiométrique

Les signaux ci-dessous correspondent à deux sons A et B utilisés lors d'un test d'audition.



1. Déterminer la période de chaque son.
2. Calculer les fréquences correspondantes.
3. Quel est le son le plus aigu ?

II. Etude du signal périodique du cœur : l'électrocardiogramme (ECG).

1. L'électrocardiogramme.

2 Mesurer le rythme cardiaque

Le battement du cœur est généralement un phénomène périodique, mesuré par le rythme cardiaque exprimé en battement par minute.

► Comment définir la période et la fréquence d'un phénomène périodique ?

Compétences

- Connaître et utiliser les définitions de la période et de la fréquence d'un phénomène périodique.
- Déterminer les caractéristiques d'un signal périodique.

Doc. 1 Rythme cardiaque

Le rythme cardiaque est le nombre de battements du cœur par minute. Pour un adulte au repos, il est généralement compris entre 60 et 90.

Doc. 2 Électrocardiogramme et diagnostic médical

Un électrocardiogramme (ECG) correspond à l'enregistrement au cours du temps de l'activité électrique du cœur. Sur un ECG, chaque motif est associé à un battement du cœur. Il permet au médecin d'effectuer des diagnostics, notamment celui des troubles du rythme cardiaque. Ainsi, un patient souffrant de tachycardie a un rythme cardiaque plus rapide que la normale, alors qu'un patient souffrant de bradycardie a un rythme plus lent.

Doc. 3 ECG de deux patients

Voici les ECG de deux patients au repos. L'un d'eux possède un rythme cardiaque normal ; l'autre souffre d'un trouble du rythme cardiaque.

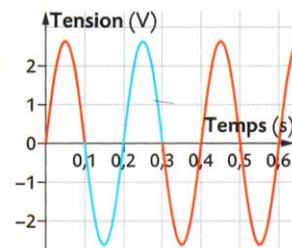


RAPPEL DU COLLÈGE

Un signal **périodique** est caractérisé par un motif élémentaire qui se répète au cours du temps. Sa **période** T et sa **fréquence** f sont liées par la relation $f = \frac{1}{T}$ avec T en seconde (s) et f en hertz (Hz).

Sur l'exemple ci-contre, un motif est repéré par la portion de courbe tracée en bleu.

La période est $T = 0,2$ s et la fréquence est $f = \frac{1}{0,2} = 5$ Hz.



Investigation

► Associer à chacun de ces patients son ECG et identifier le trouble du rythme cardiaque dont souffre l'un des deux patients.

En cas de difficultés, des solutions partielles sont disponibles en fin de manuel (p. 334).

Compétences travaillées

- S'approprier
- Analyser
- Réaliser
- Valider
- Être autonome et faire preuve d'initiative

Un pas vers l'essentiel

Définir la période et la fréquence d'un phénomène périodique, puis rappeler la relation entre ces deux grandeurs.

Communiquer • Rédiger une réponse.

- Déterminer les caractéristiques d'un signal périodique.

2. Fréquence cardiaque.

En médecine, on exprime la fréquence cardiaque en nombre de battement par minute.

L'unité de fréquence cardiaque est le bpm (battements par minute)
La période T est exprimée en seconde (s).

$$FC = 60 \times f = 60 \times \frac{1}{T} = \frac{60}{T}$$

Exercice A3



Retour sur l'ouverture du chapitre 10

Quelles sont les caractéristiques d'un signal périodique ?

26 L'écran d'un moniteur cardiaque

- Extraire des informations ; effectuer des calculs.

L'écran d'un moniteur cardiaque affiche en temps réel l'activité électrique du cœur d'un patient.

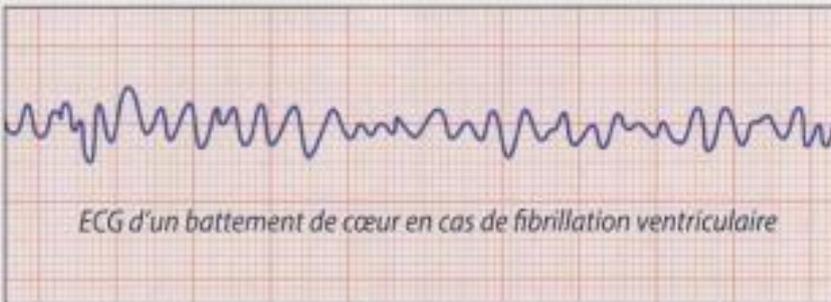
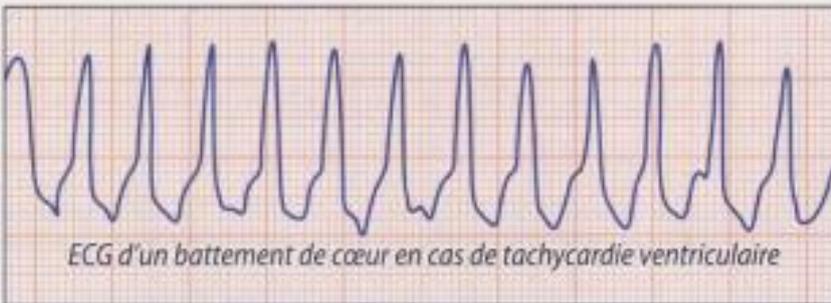


- Quelle grandeur mesure-t-on suivant l'axe horizontal de cet écran ?
- L'activité cardiaque est représentée en vert. Pourquoi peut-on la qualifier de périodique ?
- Déterminer sa période.
 - En déduire sa fréquence.
- L'indication en haut à droite de l'écran représente la fréquence cardiaque en battement par minute. Montrer que cette valeur est en accord avec celle calculée précédemment.

Exercice A4

19 Coup de cœur

Voici trois électrocardiogrammes :



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

Exercice résolu

Compétences

- Mobiliser ses connaissances.
- Effectuer un calcul.

3 Déterminer la période et la fréquence d'un signal

Le document ci-dessous représente un extrait de l'électrocardiogramme d'un patient. La ligne en pointillés est prise comme référence pour les tensions.



Énoncé

- 1 Ce signal est-il périodique sur toute la durée de l'enregistrement ?
- 2 Sur la portion de l'enregistrement située à gauche du point A, le signal est considéré périodique. Calculer sa période.
- 3 Calculer la fréquence cardiaque de ce patient, en hertz, puis en battement par minute.

Analyse de l'énoncé

- Qu'est-ce qu'un signal périodique ? Sur quel axe de l'ECG le temps est-il repéré ?
- Comment la période est-elle définie ?
- Quelle est la relation entre la fréquence et la période ?
- Comment convertit-on des hertz en battement par minute ?

Conseils

- 1 → Un signal périodique comporte un motif qui se répète régulièrement au cours du temps. La durée est mesurée sur l'axe horizontal.
- 2 → La définition de la période est à connaître ; si besoin revoir la page 156. Pour améliorer la précision de la mesure de la période, il faut **mesurer la durée du plus grand nombre possible de motifs**. Pour déterminer la durée à partir de l'échelle, il faut établir une proportionnalité :

1,0 graduation	0,20 s
x graduations	$(x \times \frac{0,20}{1})$ s
- 3 → La fréquence en hertz est l'inverse de la période en seconde.

→ Ici, la fréquence représente le nombre de battements par seconde. Il y a 60 secondes dans une minute. Le nombre de battements par minute s'écrit donc $60 \times f$ (avec f en hertz). Pour ne pas cumuler des erreurs d'arrondis, utiliser la valeur non arrondie de f .

Solution rédigée

- 1 À partir du point A, la durée qui sépare deux pics n'est plus la même. Donc ce signal n'est pas périodique sur toute la durée de l'enregistrement.
- 2 On mesure, par exemple, la durée de 3 périodes. Cette durée s'étale sur 14,7 graduations. Or 1,0 graduation représente 0,20 s. On a donc :

$$T = \frac{14,7 \times 0,20}{3} = 0,98 \text{ s}$$

La période de battement du cœur de ce patient est donc 0,98 s sur la portion de l'enregistrement située à gauche du point A.

- 3 La fréquence f est l'inverse de la période :

$$f \text{ en Hz} \quad f = \frac{1}{T} \quad T \text{ en s}$$

$$\text{Donc : } f = \frac{1}{0,98} \approx 1,0 \text{ Hz.}$$

Il y a 60 fois plus de battements dans une minute que dans une seconde. Il y a donc $60 \times \frac{1}{0,98} \approx 61$ battements par minute.

4 Application immédiate

Calculer la fréquence, en battement par minute, sur la portion de l'enregistrement à droite du point A.

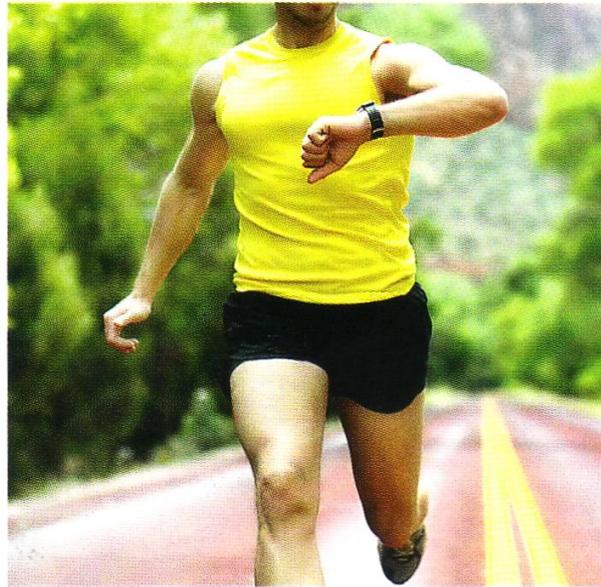
→ Corrigés, p. 338.

9 Calculer une fréquence et une période (1)

- Effectuer des calculs.

Pour contrôler leurs efforts, certains sportifs portent une montre cardiofréquence-mètre qui indique le rythme cardiaque en battement par minute. Lors d'un entraînement, la montre affiche 127 battements par minute.

1. Calculer la fréquence cardiaque en hertz.
2. En déduire la période correspondante.



page 159

10 Calculer une fréquence et une période (2)

- Effectuer des calculs.

Le yoga permet de se relaxer en contrôlant le rythme de sa respiration. Au cours d'un exercice de relaxation, lors d'une séance de yoga, Élisabeth contrôle son pouls et compte 26 battements en 30 secondes.



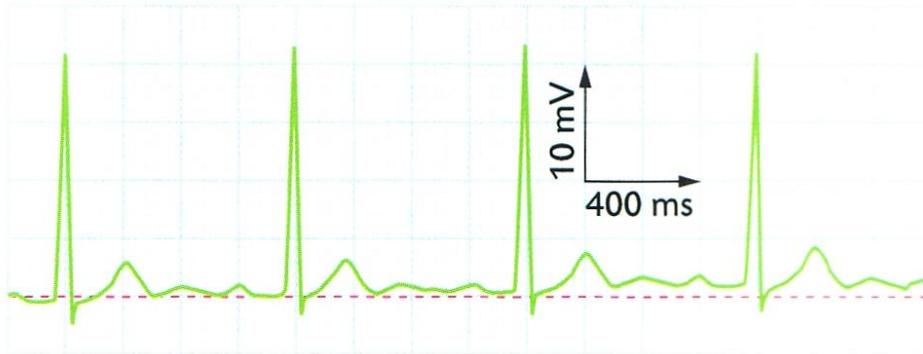
1. Calculer la fréquence cardiaque en battement par minute, puis en hertz.
2. En déduire la période de battement de son cœur.

11 Exploiter un ECG (1)

- Exploiter des mesures.

Le document ci-dessous représente un extrait d'un électrocardiogramme.

La ligne en pointillés est la référence des tensions.



- Déterminer la période de battement de ce cœur.
- En déduire la fréquence cardiaque correspondante.
- Déterminer la tension maximale de ce signal.

page 160

12 Exploiter des ECG (2)

- Mobiliser ses connaissances ; effectuer des calculs.

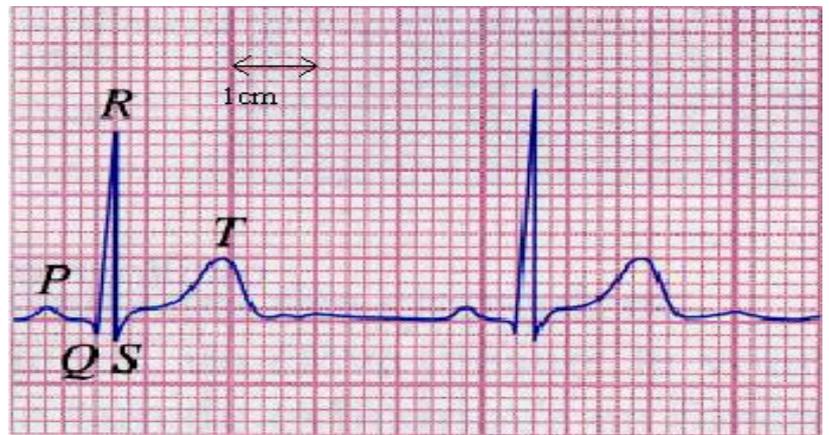
Le document ci-dessous représente un extrait de deux électrocardiogrammes.



- Pour les deux signaux ci-dessus, quelles sont les grandeurs caractéristiques égales ? différentes ?
- Déterminer les valeurs de ces grandeurs.

Exercice B1 : Le défilement papier.

La figure ci-contre est un électrocardiogramme. La bosse observée en P correspond au mouvement de l'oreillette ; la partie QRST du graphe correspond au mouvement du ventricule.



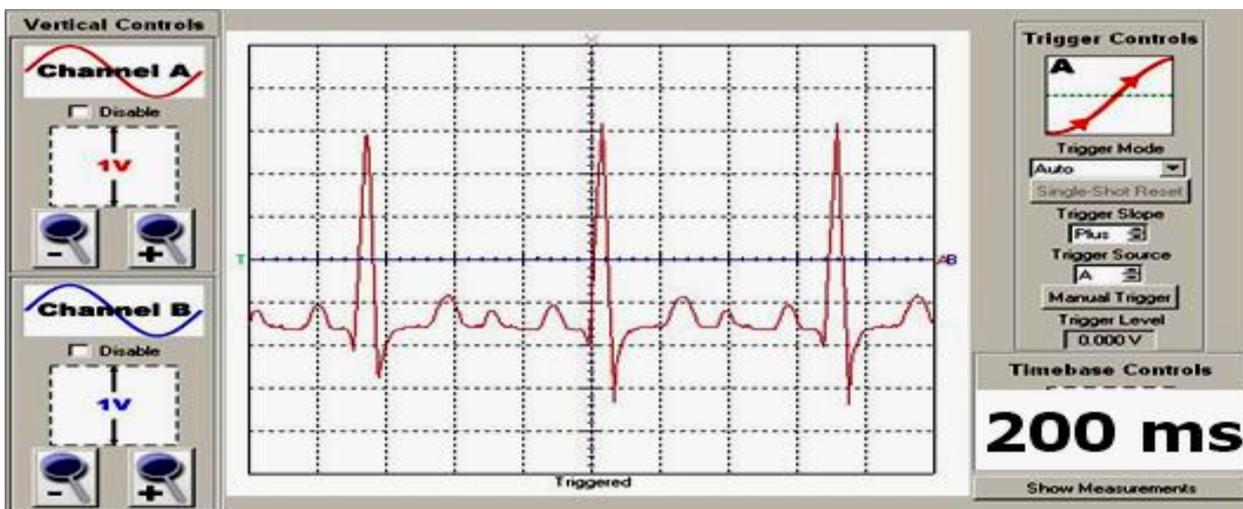
Le papier défile à une vitesse de 25 mm par seconde : $V = 25 \text{ mm/s}$

- 1) En vous appuyant sur la nature du phénomène enregistré, indiquer pourquoi le phénomène peut être considéré comme périodique.
- 2) A partir de la vitesse de défilement, déterminer le temps mis par un point du papier pour parcourir 1,0 cm.
- 3) Période.
 - 3.1.) Donner le symbole de la période et son unité.
 - 3.2.) A partir de l'électrocardiogramme ci-contre, déterminer la période des battements du cœur.
- 4) Fréquence.
 - 4.1) Donner le symbole de la fréquence et son unité.
 - 4.2) En déduire la fréquence du phénomène observé.
- 5) Calcul en bpm la fréquence cardiaque du cœur.

Exercice B2 : Oscilloscope.

La figure ci-dessous est un électrocardiogramme visualisé sur un oscilloscope.

1. Combien de période entière observe-t-on ?
2. Déterminer le temps t correspondant à deux périodes.
3. Donner la grandeur correspondant à la période et en déduire la valeur de la période exprimée en unité légale
4. En déduire la fréquence cardiaque en bpm.



Problématique : Les problèmes de Fleur.

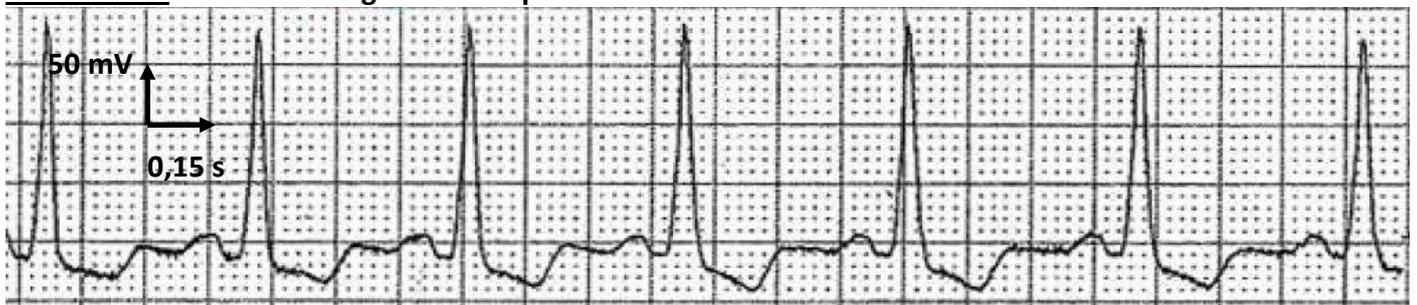
Fleur fait régulièrement du sport. Elle se sent fatiguée.

Elle va au CHU de Strasbourg pour réaliser des tests. Les 2 médecins de services ne sont pas d'accord sur le diagnostique.

- Je pense que Mademoiselle Fleur souffre d'une tachycardie
- Mais enfin, pas du tout, tu n'es pas sérieuse. Son électrocardiogramme montre bien qu'elle ne souffre d'aucune pathologie cardiaque, au pire une légère bradycardie !

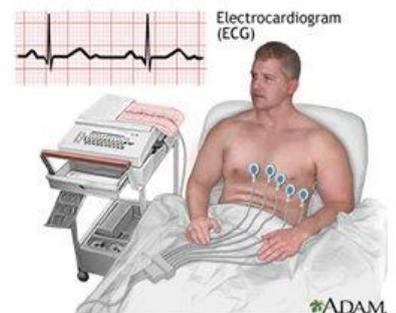


Document 1: Électrocardiogramme du patient Connors.



Le cœur est un muscle qui, en se contractant, pompe le sang dans le corps. La contraction est provoquée par un faible courant électrique qui parcourt le muscle cardiaque. Ce petit courant électrique n'est pas perceptible mais peut être enregistré à la surface du corps au moyen d'électrodes collées sur la peau et qui sont placées sur le thorax et les membres du patient. Ces électrodes mesurent une tension électrique dont la valeur dépend de l'état de contraction du cœur.

Sur un papier millimétré qui défile (à vitesse constante), un curseur se déplace proportionnellement à la valeur de cette tension. Le résultat, l'ECG ou électrocardiogramme, est un graphique qui reproduit l'activité électrique du



Document 2 : Qu'est-ce qu'un électrocardiogramme ?

Document 3 : Le rythme cardiaque

Le rythme cardiaque est la conséquence de la contraction des ventricules du cœur. Sa mesure est exprimée en battements (ou pulsations) par minute.

Document 4 : Deux pathologies du cœur

Battements d'un cœur normal	Battements d'un cœur présentant une tachycardie	Battements d'un cœur présentant une bradycardie
Un cœur normal bat entre 60 et 100 fois par minute (pour les grands sportifs pratiquant un sport d'endurance, le rythme cardiaque peut descendre jusqu'à 30 pulsations par minute)	Plus de 100 pulsations par minute. La fréquence est trop élevée.	Moins de 60 pulsations par minute. La fréquence est trop faible.

TRAVAIL A REALISER :

Répondre aux questions préliminaires.

1. Quel est le problème posé par cette situation?

2. De quelles informations auriez-vous besoin pour résoudre le problème ?

En utilisant vos connaissances, les réponses aux questions préliminaires et les documents 1 à 4, répondez au problème posé.

Vous présenterez votre démarche dans un compte rendu détaillé.

Il sera nécessaire de faire apparaître les calculs, d'utiliser les mots rythme cardiaque/ période et battements par minute, de préciser les documents utilisés (tous les documents peuvent ne pas être utilisés).

Toute piste de recherche, même non aboutie, figurera sur la feuille.