

# Ch 11

# Les signaux périodiques en médecine

## I – Les définitions

### 1) Le phénomène / signal périodique

Un signal périodique se reproduit identiquement à lui-même au cours du temps à lui-même à intervalles de temps régulier.

### 2) Le motif

C'est la partie du signal qui se reproduit identiquement à lui-même.

### 3) La période

C'est la durée que met un signal périodique pour se reproduire identiquement à lui-même. Elle se note T et s'exprime en s.

Ex : une période peut valoir 1/10<sup>ème</sup> de seconde (0,1 s).

### 4) La fréquence

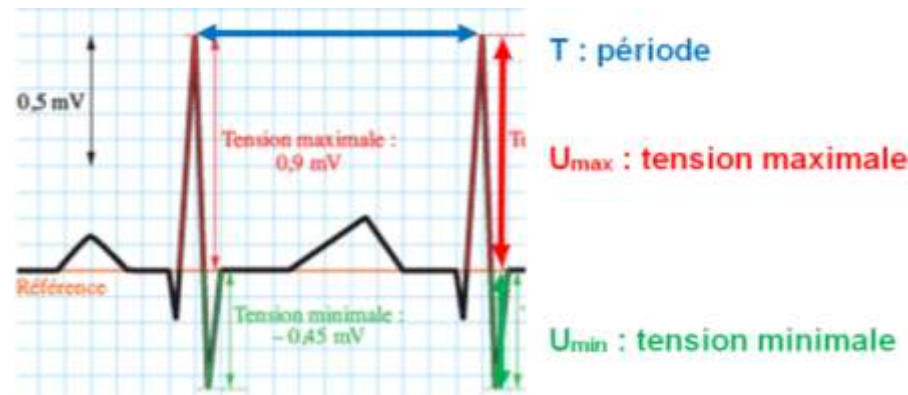
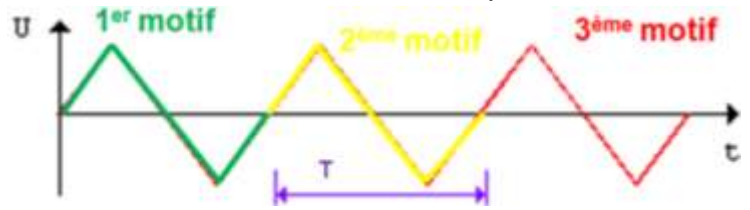
C'est le nombre de fois où un signal se reproduit identiquement à lui-même par seconde. Elle se note f et s'exprime en Hz (Hertz).

Ex : si la période d'un signal vaut 0,1 s, cela signifie que son motif se reproduit 10 fois en une seconde donc sa fréquence vaut 10 Hz.

Remarque : la fréquence peut s'exprimer en signaux par minute, l'unité n'est plus le Hz, mais nombre de signaux en min<sup>-1</sup>. En une minute, il y aura 60 x plus de signaux qu'en 1 s.

### 5) Relation entre période et fréquence

T est l'inverse de f et réciproquement d'où  $T = 1 / f$  ou  $f = 1 / T$



## II – Les formules

### 1) Les grandeurs

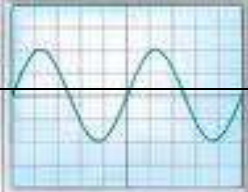
### 2) Relation de calcul de la période T

$$T = \text{nb de div} \times \text{calibre (s/div)}$$

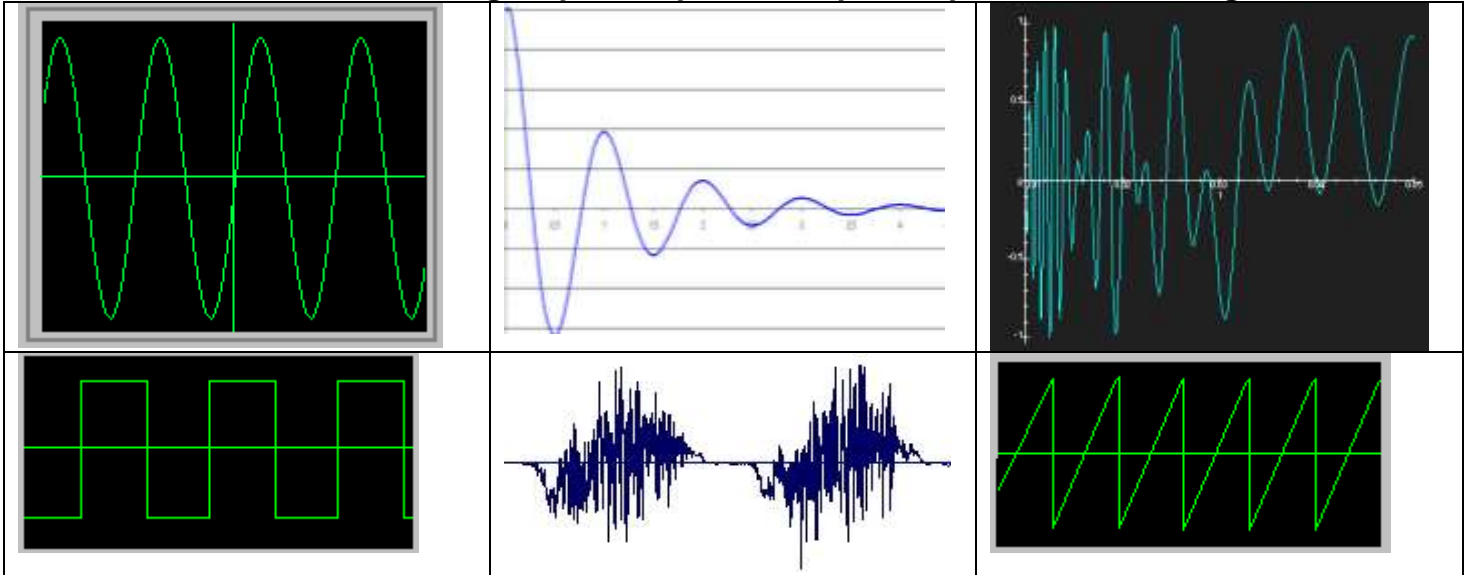
### 3) Relation de calcul des tensions maximales et minimales

$$U_{\text{max}} = \text{nb de div} \times \text{calibre (V/div)}$$

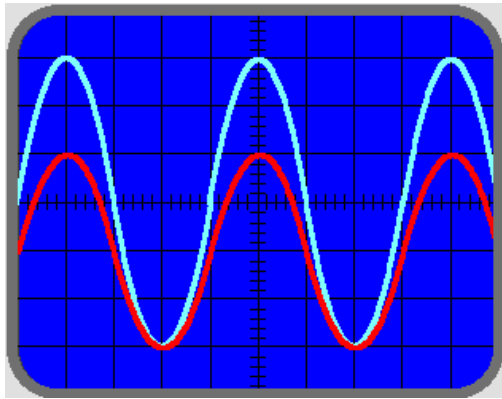
$$U_{\text{min}} = -\text{nb de div} \times \text{calibre (V/div)}$$

Connaissances		Je sais	Je croyais savoir	Je ne sais pas
Ce signal est périodique.				
<input type="checkbox"/> vrai <input type="checkbox"/> faux				
Un signal périodique est caractérisé par :				
<input type="checkbox"/> un motif toujours identique <input type="checkbox"/> sa période T <input type="checkbox"/> sa fréquence f				
La période T a pour unité :				
<input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> s <input type="checkbox"/> Hz				
La période T est :				
<input type="checkbox"/> le nombre de motifs par seconde <input type="checkbox"/> la durée d'un motif				
La fréquence est :				
<input type="checkbox"/> le nombre de motifs par seconde <input type="checkbox"/> la durée d'un motif				
La fréquence f a pour unité :				
<input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> s <input type="checkbox"/> Hz				
La relation entre T et f est :				
<input type="checkbox"/> $f = 1 / T$ <input type="checkbox"/> $T = 1 / f$ <input type="checkbox"/> $T = f$				

## Ch 11 Activité 1 Identifier un signal périodique et indiquer sa période T sur le signal



### Activité 2 Mesure de T sur un signal et calcul de f



- Identifiez T sur l'oscillogramme,  $U_{\max}$  et  $U_{\min}$  sur la courbe rouge.
- Exprimez et calculez T sachant que le calibre de la base de temps vaut 1 ms / div.

- Exprimez et calculez la fréquence correspondante.

- Exprimez et calculez  $U_{\max}$  et  $U_{\min}$  sachant que le calibre vaut 2 mV/div.

### Activité 3 Réflexion sur la signification de T ou f avec expression et calcul de valeurs.

(T) 1) La fréquence de vibration d'une des cordes d'une guitare est de 196 Hz.

Vous avez calculé la période de la vibration d'une des \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

(T) 2) La fréquence des battements du cœur au repos vaut environ 60 battements / min.

Vous avez calculé la durée entre 2 \_\_\_\_\_ du \_\_\_\_\_.

(T) 3) La fréquence de rotation d'un disque "45 tours" : 45 tours / min.

Vous avez calculé la durée que met ce disque pour faire un \_\_\_\_\_.

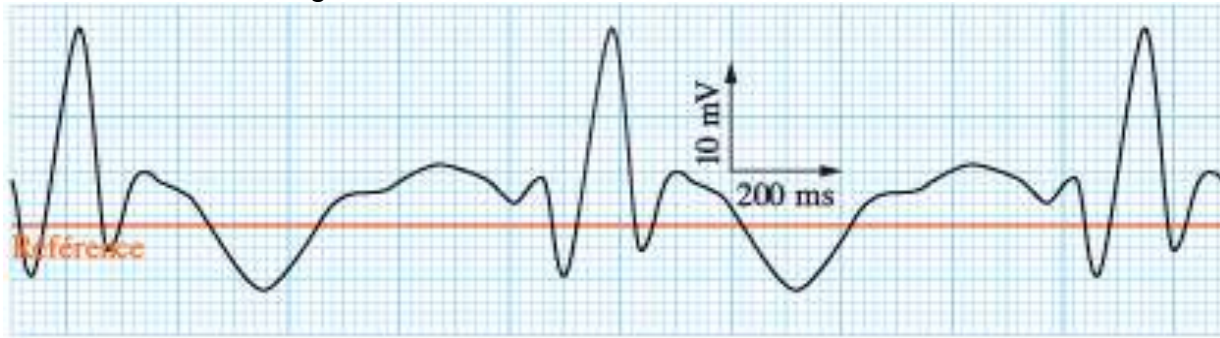
(f) 4) La période d'une tension sinusoïdale est de 0,02 s.

(f) 5) la cuve d'une machine à laver fait un tour complet en 1/6 s.

Vous avez calculé le \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ que fait la cuve de la machine à laver en \_\_\_\_\_ seconde.

## Exercice I *Électrocardiogramme*

Voici un électrocardiogramme :



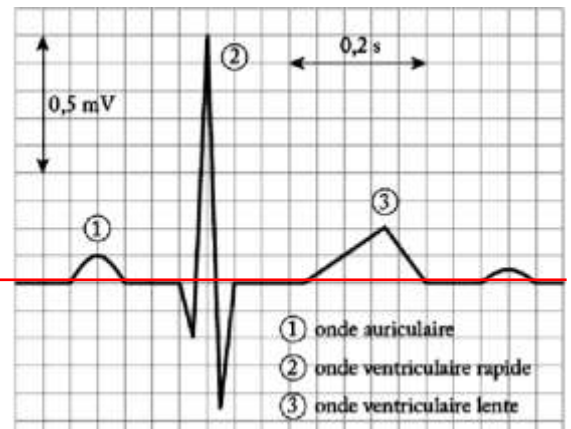
L'**électrocardiogramme** est le tracé sur papier de l'activité électrique dans le cœur. Il donne une représentation graphique de cette activité qui commande l'alternance de contractions et de détentes musculaires de l'organe. Cette activité électrique est recueillie par des électrodes à la surface de la peau.

- 1) Le signal est-il périodique ? Justifiez.
- 2) Repassez un motif en **rouge**.
- 3) Indiquez T sur l'enregistrement.
  - a. À combien de divisions correspond cette période ?
  - b. Exprimez la période et calculez-la.
  - c. Complétez : « un battement de cœur dure \_\_\_\_\_ . »
- 4) a. Exprimez la fréquence et calculez-la.
  - b. Complétez : « Il y a \_\_\_\_\_ battements de cœur par \_\_\_\_\_ . »
  - c. Exprimez la fréquence en battement par minute.
- 5) Indiquez  $U_{\max}$  sur l'enregistrement.
  - a. À combien de divisions correspond cette tension ?
  - b. Exprimez la tension maximale et calculez-la.
- 6) Indiquez  $U_{\min}$  sur l'enregistrement.
  - a. À combien de divisions correspond cette tension ?
  - b. Exprimez la tension minimale et calculez-la.

## Exercice II *Période et fréquence*

Le schéma ci-contre montre le motif d'un battement cardiaque avec son attribution à chaque partie du cœur : dans les oreillettes du cœur (1), et dans les ventricules (2, 3).

- 1) Exprimez et calculez la tension minimale (à indiquer sur le schéma par une  $\leftrightarrow$ ) du signal 2 ?
- 2) a. Indiquez la période ( $\leftrightarrow$ ) sur l'enregistrement.
  - b. Exprimez et calculez la période T du rythme cardiaque.
  - c. Exprimez et calculez la fréquence f correspondante.
  - d. Calculez la fréquence en battement par minute. Expliquez.
- 3) Quelles modifications (3) provoque la tachycardie ventriculaire (en 2<sup>ème</sup>) sur un signal cardiaque normal ? Voir enregistrements ci-contre.



## Exercice III *Sonar du dauphin*

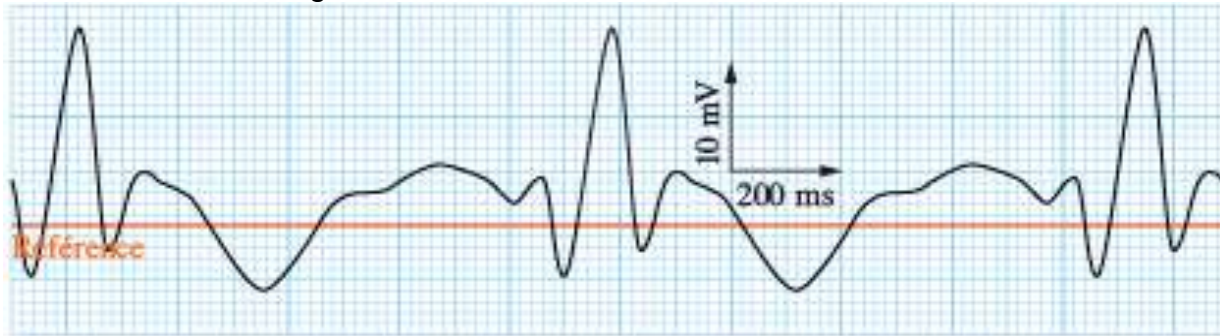
Un dauphin envoie un signal ultrasonore en direction d'un banc de poissons situé à une distance D inconnue. Le signal lui revient après un temps  $t = 0,71\text{s}$ . La vitesse des ultrasons dans l'eau est  $V = 1500\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

- 1) Faire un schéma légendé de la situation.
- 2) Exprimer et calculer la distance D qui le sépare du banc de poissons, en fonction des données de l'énoncé.
- 3) Donner la valeur de la vitesse des ultrasons dans l'air
- 4) Comparer la vitesse des ultrasons dans l'air et dans l'eau. Justifiez la différence.



## Exercice I *Électrocardiogramme*

Voici un électrocardiogramme :



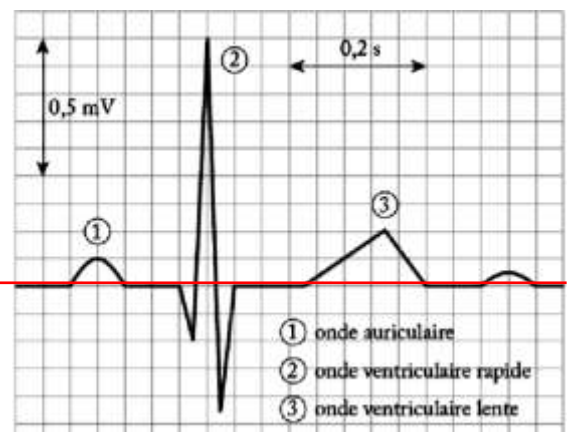
L'**électrocardiogramme** est le tracé sur papier de l'activité électrique dans le cœur. Il donne une représentation graphique de cette activité qui commande l'alternance de contractions et de détentes musculaires de l'organe. Cette activité électrique est recueillie par des électrodes à la surface de la peau.

- 1) Le signal est-il périodique ? Justifiez.
- 2) Repassez un motif en **rouge**.
- 3) Indiquez T sur l'enregistrement.
  - a. À combien de divisions correspond cette période ?
  - b. Exprimez la période et calculez-la.
  - c. Complétez : « un battement de cœur dure \_\_\_\_\_ . »
- 4) a. Exprimez la fréquence et calculez-la.
  - b. Complétez : « Il y a \_\_\_\_\_ battements de cœur par \_\_\_\_\_ . »
  - c. Exprimez la fréquence en battement par minute.
- 5) Indiquez  $U_{\max}$  sur l'enregistrement.
  - a. À combien de divisions correspond cette tension ?
  - b. Exprimez la tension maximale et calculez-la.
- 6) Indiquez  $U_{\min}$  sur l'enregistrement.
  - a. À combien de divisions correspond cette tension ?
  - b. Exprimez la tension minimale et calculez-la.

## Exercice II *Période et fréquence*

Le schéma ci-contre montre le motif d'un battement cardiaque avec son attribution à chaque partie du cœur : dans les oreillettes du cœur (1), et dans les ventricules (2, 3).

- 1) Exprimez et calculez la tension minimale (à indiquer sur le schéma par une  $\leftrightarrow$ ) du signal 2 ?
- 2) a. Indiquez la période ( $\leftrightarrow$ ) sur l'enregistrement.
  - b. Exprimez et calculez la période T du rythme cardiaque.
  - c. Exprimez et calculez la fréquence f correspondante.
  - d. Calculez la fréquence en battement par minute. Expliquez.
- 3) Quelles modifications (3) provoque la tachycardie ventriculaire (en 2<sup>ème</sup>) sur un signal cardiaque normal ? Voir enregistrements ci-contre.



## Exercice III *Sonar du dauphin*

Un dauphin envoie un signal ultrasonore en direction d'un banc de poissons situé à une distance D inconnue. Le signal lui revient après une durée  $t = 0,71\text{s}$ . La vitesse des ultrasons dans l'eau est  $V = 1500\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

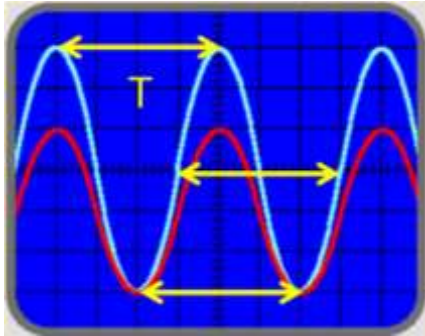
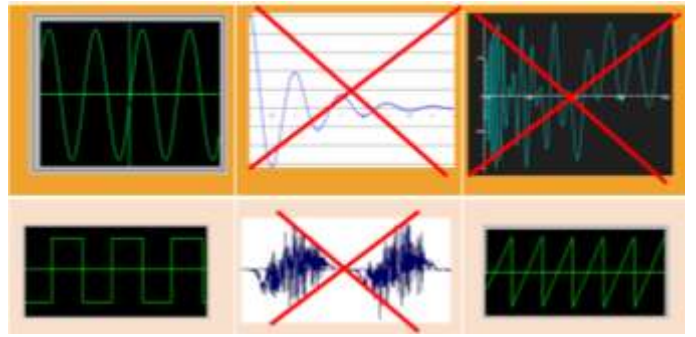
- 1) Faire un schéma légendé de la situation.
- 2) Exprimer et calculer la distance D qui le sépare du banc de poissons, en fonction des données de l'énoncé.
- 3) Donner la valeur de la vitesse des ultrasons dans l'air
- 4) Comparer la vitesse des ultrasons dans l'air et dans l'eau. Justifiez la différence.



## Correction

### Activité 1

Un signal périodique se reproduit identiquement à lui-même à intervalles réguliers.



### Activité 2

- 1) Voir ci-contre (à droite).
- 2)  $T = \text{nb de divisions} \times \text{nb de s / div}$   
 $T = 4,0 \cdot 10^{-3} \times 1,0 = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}$
- 3)  $f = 1 / T = 1 / 4,0 \cdot 10^{-3} = 2,5 \cdot 10^2 \text{ Hz}$

### Activité 3

- 1) Donnée :  $f = 196 \text{ Hz}$        $T = 1 / f = 1 / 196 = 5,10 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

Vous avez calculé la période de la vibration d'une des cordes de la guitare.

- 2) Donnée :  $f = 60 \text{ battements / min}$

La fréquence doit être exprimée en Hz, c'est-à-dire le nombre de battements par seconde. Pour transformer en Hz la fréquence, il faut diviser la valeur donnée par 60 :

$$f = 60 / 60 = 1,0 \text{ Hz}$$

$$T = 1 / f = 1 / 1,0 = 1,0 \text{ s}$$

Vous avez calculé la durée entre 2 battements du cœur.

- 3) Donnée :  $f = 45 \text{ tr / min}$

La fréquence doit être exprimée en Hz, c'est-à-dire le nombre de tour par seconde.

Pour transformer en Hz la fréquence, il faut diviser la valeur donnée par 60 :

$$f = 45 / 60 = 7,5 \cdot 10^{-1} \text{ Hz}$$

$$T = 1 / f = 1 / 7,5 \cdot 10^{-1} = 1,3 \text{ s}$$

Vous avez calculé la durée que met ce disque pour faire un tour complet.

- 4) Donnée :  $T = 0,02 \text{ s}$

$$f = 1 / T = 1 / 0,02 = 5 \cdot 10^1 \text{ Hz}$$

- 5) Donnée :  $T = 1/6 \text{ s}$

$$f = 1 / T = 1 / (1/6) = 1 \times 6/1 = 6 \text{ Hz}$$

Vous avez calculé le nombre de tours complets que fait la cuve de la machine à laver en une seconde.

### Exercice I



- 1) Le signal est périodique, car il se reproduit identiquement à lui-même au cours du temps.
- 2) Motif en rouge.
- 3) Voir T sur l'enregistrement.
  - a. Cette période compte 5,0 div.
  - b.  $T = \text{nb de divisions} \times \text{nb de s / div} = 5,0 \times 200 \cdot 10^{-3} = 1,0 \text{ s}$
  - c. Un battement de cœur dure 1,0 s.
- 4) a.  $f = 1 / T = 1 / 1,0 = 1,0 \text{ Hz}$ 
  - b. Il y a 1 battement de cœur par seconde.
  - c.  $f(\text{min}) = 60 \times f = 60 \times 1,0 = 60 \text{ battements par minute}$

5)  $U_{\max}$  sur enregistrement.

a. Cette tension compte 1,8 div.

b.  $U_{\max} = + \text{nb de divisions} \times \text{nb de V / div.} = 1,8 \times 10.10^{-3} = 1,8.10^{-2} \text{ V}$

6) Indiquez  $U_{\min}$  sur l'enregistrement.

a. À combien de divisions correspond cette tension ?

b.  $U_{\min} = - \text{nb de divisions} \times \text{nb de V / div.} = 0,6 \times 10.10^{-3} = 6,0.10^{-3} \text{ V}$

### Exercice II

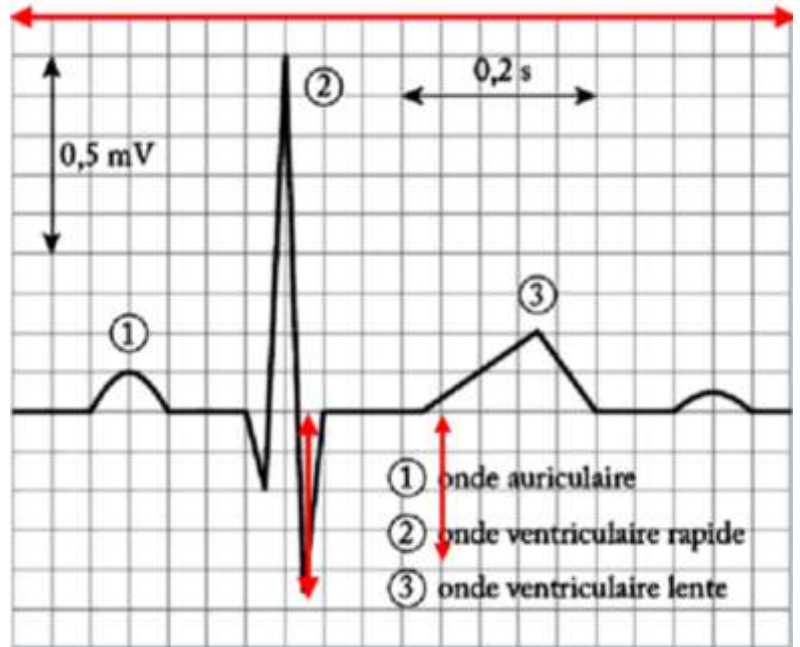
1)  $U_{\min} = \text{nb de divisions} \times \text{calibre (V/div)} = 0,9 \times 0,5 = 4,5 \text{ mV}$

2) b.  $T = \text{nb de divisions} \times \text{calibre (V/div)} = 20 \times 0,2 = 1,0 \text{ s}$

c.  $f = 1/T = 1/1,1 = 1 \text{ Hz}$  soit un battement par seconde

d. Elle vaut 60 battements par minute car il y a 60 s dans une minute donc 60 battements.

3) La fréquence du signal augmente (ou sa période diminue), le signal devient irrégulier et il n'existe donc plus de motif répété. La hauteur du signal n'est plus constante.



### Exercice III

1) Schéma ci-contre.

2) Exprimer et calculer la distance D qui le sépare du banc de poissons, en fonction des données de l'énoncé.

$$V = 2 \times D / t \text{ d'où } D = V \times t / 2$$

$$D = 1500 \times 0,71 / 2 = 5,3.10^2 \text{ m}$$

3) La vitesse des ultrasons dans l'air est de  $340 \text{ m.s}^{-1}$ .

4) Le liquide est un milieu quasi incompressible par rapport à un gaz, ce qui explique que la vitesse du son y soit plus rapide.

