

1

Diagnostic médical avec les signaux périodiques

ACTIVITÉ PRÉLIMINAIRE : LE POULS

Prenez votre pouls en chronométrant pendant une minute. Des battements s'observent à un rythme régulier. Ils sont périodiques. Si votre pouls est normal, il doit s'établir, au repos, entre 50 (si vous êtes très sportif) et 80 battements par minute. Comment évolue la période des battements si vous pratiquez une activité sportive avant de prendre votre pouls ?

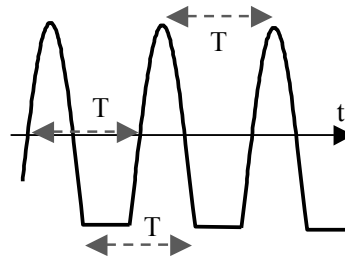
LES SIGNAUX PÉRIODIQUES

Un phénomène périodique est un évènement qui se reproduit identique à lui-même à des intervalles de temps égaux. Par exemple, les marées, les battements cardiaques, la respiration, les temps de veille/sommeil...

Il existe différents types de signaux périodiques, caractérisés par la période, la fréquence, l'amplitude...

PÉRIODE

La période d'un signal est la durée d'un cycle. La période, notée T , s'exprime en seconde.

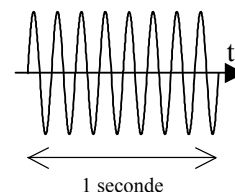


FRÉQUENCE

La fréquence d'un signal est le nombre de cycles observés par unité de temps (souvent la seconde). Elle s'exprime en Hertz (Hz).

Pour le signal ci-contre, il y a 8 cycles en 1 seconde, la fréquence est donc de 8 Hz.

La fréquence f est l'inverse de la période T (exprimée en seconde) :



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

Hz s

résumé de cours

exercices

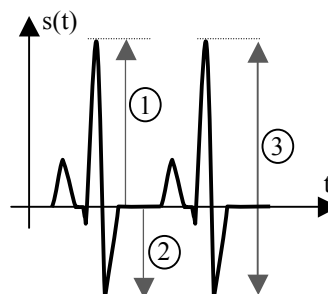
contrôles

corrigés

AMPLITUDE

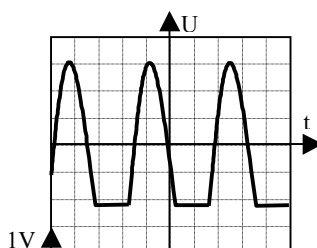
Les signaux s observés seront souvent des tensions électriques U .

- ① = amplitude maximale (s_{\max} ou U_{\max})
- ② = amplitude minimale (s_{\min} ou U_{\min})
- ③ = amplitude crête-à-crête (s_{cc} ou U_{cc})



* Exercice 1 : applications immédiates

1. Un phénomène se reproduit 2 fois par seconde. Quelle est sa fréquence ?
2. Un autre phénomène peut être observé toutes les 3 s. Déterminer sa période.
3. La respiration d'un enfant a une période $T = 2$ s. Calculer sa fréquence.
4. La fréquence de battements cardiaques est de 1,33 batt./s (soit 1,33 Hz). Calculer la période des battements.
5. Déterminer la tension maximale U_{\max} , la tension minimale U_{\min} et la tension crête-à-crête U_{cc} du signal ci-dessous.

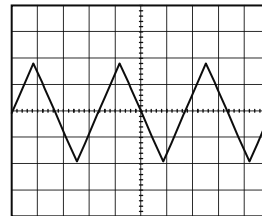


* Exercice 2 : fréquences, périodes et conversions

1. On mesure les battements cardiaques d'un homme et on détermine qu'il bat à 75 batt./min. En déduire le nombre de battements par seconde et la fréquence des battements.
2. Un cycle de sommeil dure en moyenne 90 min. puis se répète. Quelle est sa période (en seconde).
3. Un nourrisson peut avoir jusqu'à 60 respirations par minute. Calculer sa période de respiration et sa fréquence.

* Exercice 3 : oscillogramme

Voici un oscillogramme sur lequel on observe une tension triangulaire. La sensibilité verticale (en ordonnée) est de 2 V par division (carreau) et la base de temps (en abscisse) est de 5 ms/div.



1. Déterminer la tension maximale.
2. Déterminer la tension crête à crête.
3. Déterminer la période de ce signal.
4. Calculer la fréquence.

* Exercice 4 : QCM de connaissance

1. La fréquence s'exprime dans les unités internationales en :
a) seconde b) Hertz c) minute d) cycle par seconde
2. La période s'exprime dans les unités internationales en :
a) seconde b) Hertz c) minute d) heure
3. La période est :
a) l'opposé de la fréquence b) le contraire de la fréquence
c) identique à la fréquence d) l'inverse de la fréquence
4. Un évènement A est plus fréquent qu'un évènement B. Alors :
a) La période de A est plus longue que celle de B
b) La période de B est plus longue que celle de A
c) A et B ont la même période
d) On ne peut pas savoir laquelle est la plus longue parmi la période de A ou de B.

* Exercice 5 : rythme circadien

1. Chez les humains l'alternance veille/sommeil suit un rythme circadien, c'est-à-dire d'une durée d'environ 24 h. Calculer la période et la fréquence de ce rythme.
2. Des expériences menées « hors du temps » montrent qu'après 2 ou 3 semaines d'isolement total (pas de référence possible au rythme solaire), certaines personnes adoptent pendant quelques semaines un rythme bicircadien comportant 36 h d'éveil d'affilée et 12 h de sommeil en continu.
a) Déterminer la période de l'alternance veille/sommeil adoptée par ces personnes.
b) Pourquoi parle-t-on de « rythme bicircadien » ?

résumé de cours

exercices

contrôles

corrigés

* Exercice 6 : électrocardiogramme

Voici l'électrocardiogramme (ECG) d'une personne adulte. Les échelles sont données : 25 mm/s en abscisse et 10 mm/mV en ordonnée. Pour des raisons de place cet ECG a été réduit. Un carreau correspond à 1 mm.



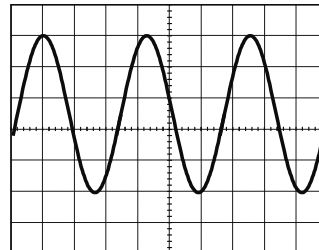
1. Cet ECG vous paraît-il périodique ? Justifiez.
2. Déterminer la durée entre deux grands pics.
3. Sachant qu'un pic représente un battement, quelle est la période des battements ?
4. En déduire la fréquence des battements.
5. En déduire le nombre de battements par seconde.
6. Calculer le nombre de battements par minute. Ce nombre vous semble-t-il dans la norme pour une personne adulte au repos ?

* Exercice 7 : changements de sensibilités

1. On observe l'oscillogramme ci-contre. La sensibilité verticale est 2 V/div. et que la sensibilité horizontale est 5 ms/div.

- a) Déterminer la tension maximale.
- b) Déterminer la période du signal.

2. On change la sensibilité horizontale à 10 ms/div. Représenter la nouvelle courbe sur l'oscillogramme.

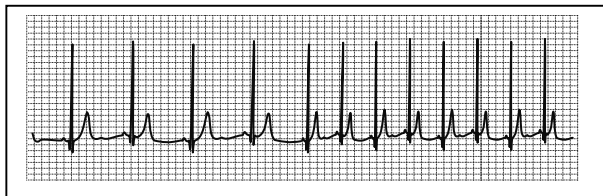


3. On change cette fois-ci la sensibilité verticale à 5 V/div. (la sensibilité horizontale reste égale à 5 ms/div.). Représenter la nouvelle courbe sur l'oscillogramme.

** Exercice 8 : Tachycardie

Lors d'un stress, un individu peut présenter une tachycardie, c'est-à-dire une augmentation du rythme cardiaque.

1. Sur l'ECG suivant, déterminer à partir de quel pic on observe une tachycardie.



2. Sachant que le cœur de cet individu au repos bat à 75 bpm (battements par minute), déterminer son pouls lorsqu'il est atteint de tachycardie.
3. Calculer les fréquences au repos et après le choc stressant.
4. En déduire la période des battements au repos et pendant la tachycardie.
5. Déterminer alors l'échelle utilisée sur l'ECG en seconde par millimètre.

*** Exercice 9 : pouls des animaux**

Les animaux ont des pouls différents de celui des humains. Voici un tableau récapitulatif.

Animal	Battements par minute
Oiseau-mouche	600
Musaraigne	500
Homme	70
Éléphant	25
Baleine	9

1. Calculer la fréquence des battements de la baleine et de l'oiseau-mouche.
2. Déterminer la durée entre deux battements pour la baleine et pour l'oiseau-mouche.
3. Quelle observation faites-vous concernant le rapport entre la taille de l'animal et ses battements cardiaques ?

**** Exercice 10 : pouls et espérance de vie**

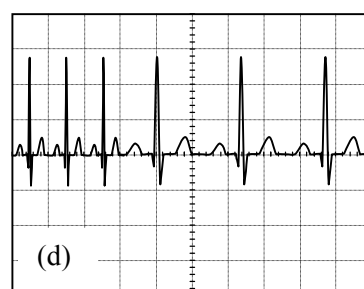
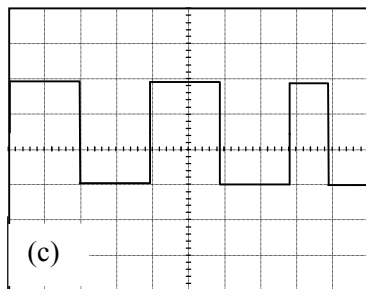
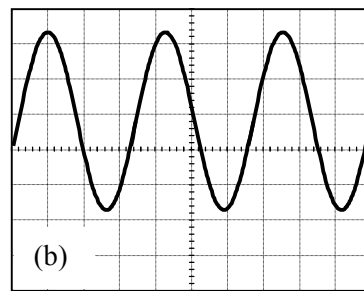
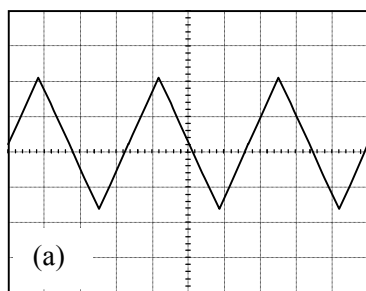
Chez les animaux, on peut mettre en relation le rythme cardiaque et leur espérance de vie.

Animal	Rythme cardiaque en bpm	Espérance de vie en années
Souris	500	2
Rat	300	3
Chien	100	18
Chat	100	20
Girafe	70	25
Humain	60	80
Lion	50	25
Cheval	50	30
Éléphant	30	35
Baleine	9	40

1. Tracer les points pour chaque animal (y compris l'homme) sur un graphique représentant le rythme cardiaque en fonction de l'espérance de vie.
2. Qu'en déduisez-vous ? Tracer une courbe reliant approximativement tous les points (sauf celui ou ceux qui sont très en dehors).
3. À votre avis, pourquoi l'homme se situe bien en dehors de cette courbe ?
4. Quelle hypothèse pourrait-on faire à l'intérieur d'une espèce (par exemple pour l'homme) concernant la relation entre le rythme cardiaque et son espérance de vie ? Cherchez, dans une encyclopédie, Internet, auprès de professionnels de la santé, si cette relation est vraie pour l'être humain.

* Exercice 11 : phénomènes périodiques

Parmi les oscillogrammes suivants repérer ceux qui représentent un signal périodique.



* Exercice 12 : respiration

L'adolescent respire en moyenne 18 fois par minute.

1. La respiration est-elle un phénomène périodique ?
2. Calculer la fréquence de respiration d'un adolescent.
3. En déduire le temps qui s'écoule entre deux respirations chez l'adolescent.

Contrôle

Exercice 1 : activité cérébrale

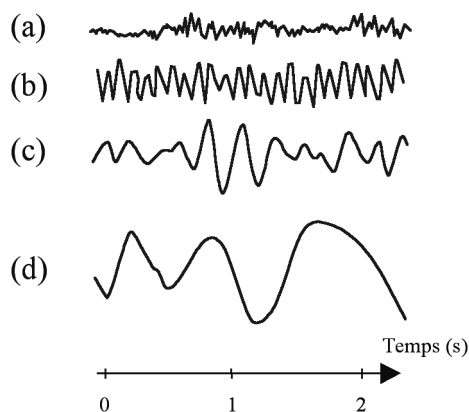
🕒 10 min

Le cerveau émet des ondes de différentes fréquences et intensités en fonction du type d'activité accomplie par l'individu. On détecte ces ondes par des capteurs et retranscrites sur un électroencéphalogramme (EEG).

On distingue 5 ondes par leurs fréquences, regroupées ci-dessous :

Onde	fréquences	Amplitude	État
Bêta (β)	13 à 100 Hz	10 à 50 V	Éveil, état de vigilance, d'attention et de concentration tourné vers l'extérieur. Sommeil paradoxal
Alpha (α)	8 à 13 Hz	30-100 V	État entre la veille et le sommeil ou état de repos sensoriel et mental généralement total. Il correspond plutôt à un état de conscience tourné vers soi.
Thêta (θ)	4 à 7 Hz	100 V	Stade 1 du sommeil (sommolence).
Thêta (θ)/complexes K			Stade 2 du sommeil (sommeil léger).
Delta (δ)	Inférieur à 4 Hz	200 V à 1mV	Stade 3 et 4 du sommeil (sommeil profond).
Gamma (γ)	30 à 45 Hz		Grande activité du cerveau pendant les processus de création ou de résolution de problème.

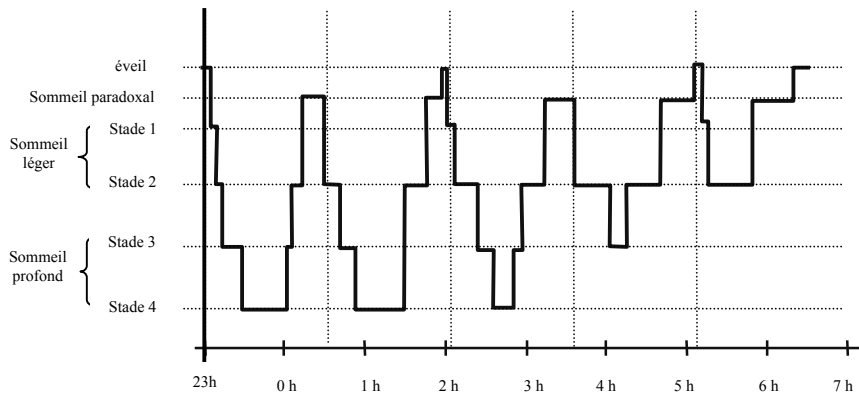
1. Ranger les ondes par ordre croissant de leur fréquence.
2. Ranger les ondes par ordre croissant de leur amplitude.
3. Calculer les fréquences moyennes de chaque onde.
4. Déduire la période moyenne de chaque onde.
5. Dans l'EEG ci-après, faites correspondre à chaque onde son nom (alpha, bêta, thêta et delta).



Exercice 2 : phases du sommeil

🕒 7 min

Voici les différentes phases durant le sommeil. Elles sont regroupées dans un hypnogramme et chaque phase est caractérisée par l'émission d'une onde cérébrale particulière (cf. Exercice 1).



1. Pourquoi dit-on que le sommeil est organisé en cycles ?
2. Rappeler la définition d'un phénomène périodique. S'agit-il ici, sur une nuit de sommeil, à strictement parler, d'un phénomène périodique ?
3. De manière approximative, déterminer la période des cycles du sommeil.
4. En déduire la fréquence approximative d'apparition du sommeil paradoxal (phase où se situent la plupart des rêves et dont les ondes s'apparentent à celles émises lors de l'éveil).

Corrigés des exercices

Exercice 1

1. La fréquence est le nombre de fois que se reproduit un phénomène identique à lui-même. Donc ici 2 fois/s c'est-à-dire $f = 2$ Hz.
2. Le phénomène répétitif dure 3 s, c'est sa période : $T = 3$ s.
3. La fréquence est l'inverse de la période (pourvu que la période soit exprimée en seconde !) donc :

$$f = 1/T = 1/2 = 0,5\text{Hz}$$