

# La fréquence cardiaque

## Défi

SVT, EPS, Physique /  
Sport et santé

Collège/lycée

<b>Durée du défi</b>	30 à 45 minutes
<b>Matériel</b>	Téléphone ou tablette avec l'application FizziQ
<b>Phénomènes ou notions approchés</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Notions de fréquence et période</li><li>- Notion de fréquence ou rythme cardiaque</li><li>- Réponse de l'organisme au cours d'un effort</li></ul>
<b>Lexique</b>	Fréquence, période, rythme cardiaque, pouls

## Défi lancé aux élèves

**Pour obtenir le certificat d'aptitude à la pratique sportive qui lui permettra d'avoir la licence sportive pour s'inscrire dans son club de rugby, Nicolas se rend chez un médecin du sport.**

**Parmi les examens qu'il va pratiquer, le médecin lui explique un test très simple, appelé test de Ruffier :**

- 1. Mesurer sa fréquence cardiaque après être resté allongé environ 5 min au calme (F1).**
- 2. Réaliser 30 flexions complètes sur les jambes, bras tendus et pieds bien à plat sur le sol, en 45 s et à allure régulière. Mesurer sa fréquence cardiaque juste après (F2).**
- 3. Se rallonger et mesurer de nouveau sa fréquence cardiaque 1 min après la fin de l'exercice (F3).**

**L'indice de Ruffier, qui permet d'évaluer son adaptation à l'effort, est calculé à partir de ces trois mesures.**

**Nicolas utilise son smartphone et l'application FizziQ pour mesurer sa fréquence cardiaque. En enregistrant l'accélération absolue grâce à l'accéléromètre, sauras-tu calculer la tienne ?**

Selon le type de séance que vous prévoyez, les élèves pourraient mesurer leur fréquence cardiaque une ou plusieurs fois, dans des circonstances différentes (repos, après l'effort...), voire réaliser complètement le test de Ruffier et déterminer leur adaptation à l'effort.

À la fin de ce document, vous trouverez différentes aides à distribuer (ou pas) à vos élèves en fonction des objectifs pédagogiques de votre séance.

# Réalisation du défi

## Avant de répondre au défi...

Vous pouvez guider les élèves en les invitant à s'interroger sur les méthodes qu'ils connaissent pour suivre l'activité cardiaque (ex. : stéthoscope, pouls, ECG...), sur la façon dont ils ressentent la pulsation cardiaque, sur sa régularité (ont-ils déjà vu, par exemple, des tracés qui représentent l'activité cardiaque ?) ... Et ce, afin de les amener à comprendre la notion de fréquence cardiaque et la méthode que nous allons utiliser dans ce défi : détecter les vibrations de très faible amplitude créées par les battements du cœur à la surface de la peau grâce à l'accéléromètre de FizziQ.

Vous pouvez laisser une dizaine de minutes aux élèves pour qu'ils explorent l'application (individuellement ou en groupe, selon le nombre de téléphones ou de tablettes à disposition), à l'aide de la fiche en annexe s'ils ne sont pas déjà familiers de son utilisation.

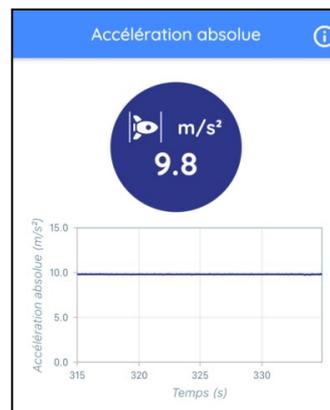
## Points de vigilance et astuces

- Des respirations trop amples peuvent avoir un impact sur la mesure : l'amplitude des pics est affectée par les mouvements du thorax correspondant aux respirations. Une respiration lente et calme est donc préférable.
- Encouragez les élèves à répéter la mesure (assez rapide) plusieurs fois, en testant des emplacements différents du téléphone, et à arrêter la mesure lorsqu'ils pensent avoir atteint un rythme cardiaque régulier.
- Dans le cas où les mesures seraient trop difficiles à interpréter (par exemple, s'il y a trop d'agitation), une mesure réalisée auparavant par le professeur pourrait avoir été partagée avec les élèves. Ils peuvent l'importer dans le cahier d'expériences de FizziQ pour en faire l'analyse.
- La réalisation complète du test de Ruffier, c'est-à-dire les trois mesures de rythme cardiaque, peut s'avérer longue. Dans l'idéal, les notions de fréquence et période, en particulier, peuvent être traitées en amont en physique-chimie. Vous pouvez aussi associer cette activité avec un cours d'EPS où les mesures seraient réalisées ou vous contenter d'une seule mesure en classe.
- De nombreux facteurs peuvent faire varier la fréquence cardiaque (l'âge, le sexe, la forme physique, la corpulence) : attention à ce que cette mesure ne se transforme pas en compétition !
- Rappelez aux élèves de nommer les mesures dans le cahier car ils ont tendance à multiplier les mesures, mais ne se souviennent pas toujours ce qu'ils ont fait !

## Exemples de mesures

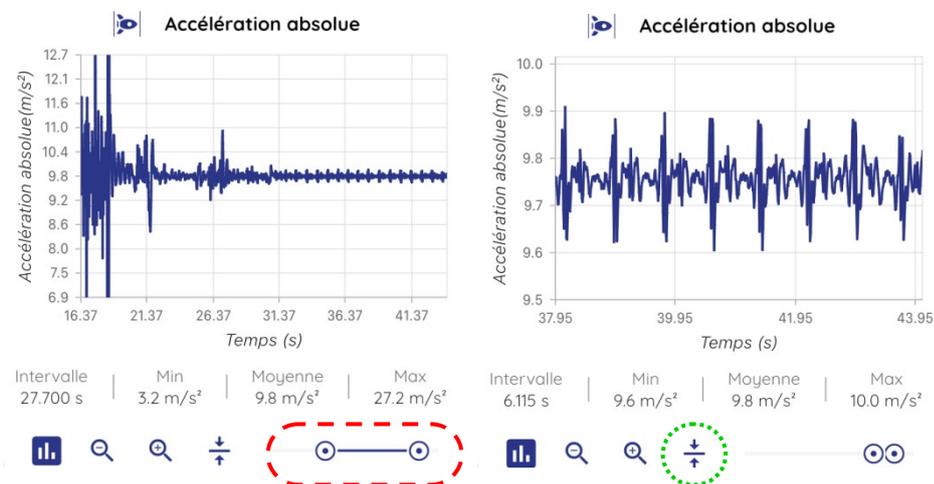
L'accéléromètre permet de mesurer la variation de vitesse du téléphone : quand le téléphone est agité, la mesure augmente ou diminue. Quand le téléphone est immobile, la valeur est constante. On peut mesurer l'accélération (linéaire ou absolue) selon une direction (x, y ou z) ou en prenant en compte les trois directions à la fois.

**Remarque : l'accélération absolue affiche une valeur d'environ 9,8 m/s<sup>2</sup> lorsque le téléphone est immobile. Cette accélération résulte de la force exercée pour maintenir le portable immobile et contrer la force gravitationnelle. Ces informations, ainsi que la précision du capteur sont accessibles dans le petit « i » sur l'application FizziQ.**





En plaçant le téléphone sur la poitrine en position allongée (voir ci-dessus), on peut obtenir une mesure de l'accélération absolue (à privilégier pour cette activité) comme celle-ci :

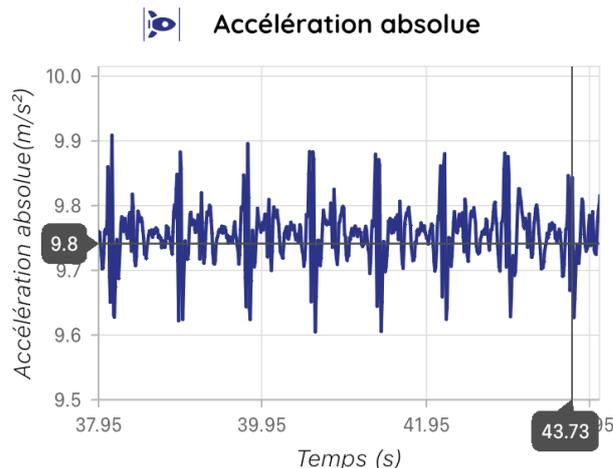
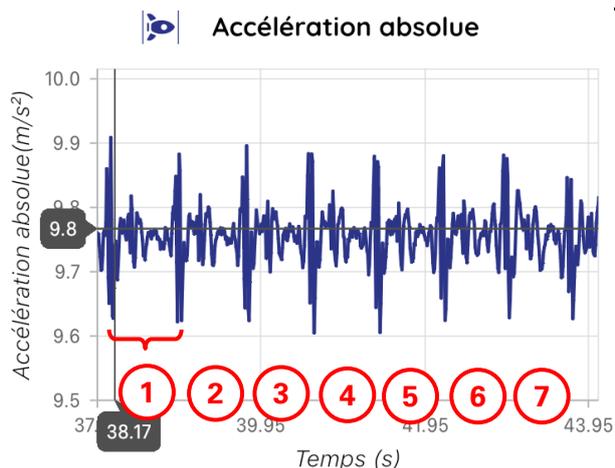


À gauche, on peut voir l'enregistrement total : jusqu'à 20 s environ, les pics désordonnés correspondent à l'agitation du téléphone par l'utilisateur.

La mesure du rythme cardiaque à proprement parler ne commence qu'après 20 s environ et les pics correspondant aux battements cardiaques sont de très faible amplitude :

- Les boutons entourés de tirets rouges sur l'image de gauche permettent de sélectionner la partie de l'enregistrement qui nous intéresse (à droite, par exemple).
- Le bouton entouré de pointillés verts sur l'image permet d'ajuster automatiquement l'axe des ordonnées pour mieux visualiser le signal enregistré. Vous pouvez aussi utiliser la loupe + et -.

Il est aussi possible de placer un curseur sur le graphique pour connaître le temps à différents moments de la mesure et déterminer précisément la durée entre plusieurs battements cardiaques, et en déduire la fréquence cardiaque.



Ici, on compte sept battements entre 38,17 s et 43,73 s. Cela correspond à un intervalle de temps de  $(43,73 - 38,17) = 5,56$  s. Donc en 1 min = 60 s, on aura  $\frac{7 \times 60}{5,56} \approx 76$  battements, c'est-à-dire une fréquence cardiaque d'environ 76 bpm (battements par minute).

## Exemple de séance en classe

Ce défi a été réalisé dans une classe de quatrième du collège Cesária Évora. La séance s'est ouverte sur une discussion à propos des ECG et autres outils de mesure de la fréquence cardiaque pour aborder les notions de période et fréquence, suivie d'un temps rapide de découverte de l'application, qui avait auparavant été téléchargée et installée à la demande du professeur.

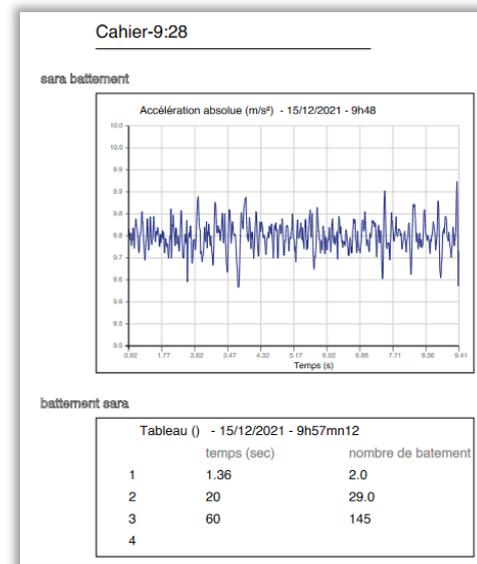
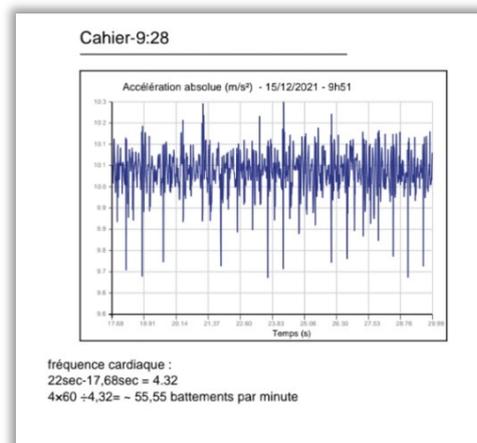
Les élèves comprennent que lorsque le cœur bat, il fait très légèrement vibrer la peau au niveau de la poitrine, et ceci, de façon régulière. C'est aussi l'occasion de comparer cette notion de vibration avec la mesure du pouls (vibration de l'artère au niveau du poignet).

Ils comprennent que la fréquence cardiaque se compte en nombre de battements par minute et qu'il faut donc utiliser un outil pour enregistrer les vibrations régulières au cours du temps afin de les compter.

Les élèves réalisent alors des mesures de fréquence cardiaque, au repos, grâce à l'accéléromètre. Ils peuvent s'interroger sur le temps d'enregistrement nécessaire : a-t-on besoin de mesurer les vibrations pendant une minute complète ? Comment calculer le nombre de battements par minute à partir d'un enregistrement plus court ?

Les élèves utilisent le tracé pour compter le nombre de pics correspondant aux battements cardiaques pendant une petite durée, puis comprennent qu'il faut utiliser un produit en croix.

Les mesures et les calculs ont été incorporés dans le cahier d'expérience qu'ils ont ensuite exporté et envoyé au professeur comme ébauche de compte-rendu.



## Message à emporter

**[Physique]** Lorsqu'on a un phénomène périodique, le signal qui retranscrit ce phénomène présente un motif qui se répète de façon identique au bout d'un intervalle de temps régulier.

La période est la plus petite durée séparant deux reproductions à l'identique (deux « motifs ») du phénomène.

Pour déterminer la fréquence d'un phénomène périodique, il faut :

- mesurer la période  $T$  du signal ;
- calculer la fréquence  $f$  (en Hz) à l'aide de la relation :

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

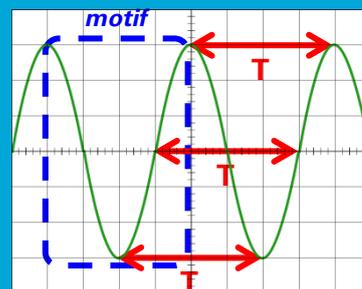
En physique, la période  $T$  s'exprime en secondes et la fréquence  $f$  en hertz (Hz), ce qui correspond au nombre de répétitions en 1 s.

**[SVT]** Le rythme ou fréquence cardiaque correspond au nombre de battements cardiaques par minute. On l'exprime en bpm (battements par minute).

Le rythme cardiaque peut être mesuré au niveau des artères (gros vaisseaux sanguins reliés au cœur) : lors d'un battement cardiaque, l'artère vibre sous le flux de sang. On appelle cette vibration le pouls.

**[SVT/EPS]** On estime que chez l'adulte, au repos, une fréquence cardiaque normale est comprise entre 55 et 90 battements par minute (bpm). Au-delà de 100 bpm, il est conseillé de consulter un médecin.

Au cours d'une activité physique, notre corps s'adapte pour répondre aux besoins supplémentaires des muscles : les échanges entre le sang et les muscles augmentent, le volume de sang entrant dans les organes est plus élevé et le rythme cardiaque s'accélère.



## Prolongements possibles

- Voir les autres défis proposés sur <https://www.fondation-lamap.org/fizziq>.
- Cette activité peut faire l'objet d'un travail interdisciplinaire Physique-chimie, SVT et EPS. Les mesures peuvent par exemple être prises lors d'un test d'effort complet en EPS (trois mesures de fréquence cardiaque nécessaires) et réexploitées en classe de SVT.
- En classe : on pourra revenir sur différentes méthodes de mesure de la fréquence cardiaque qui peuvent être pratiquées chez le médecin (mesure du pouls au niveau du poignet ou du cou) ou par des sportifs (différents types de cardiofréquencemètres : les ceintures thoraciques qui relèvent l'activité électrique du cœur grâce à une électrode, les brassards ou bracelets qui suivent les changements de volume de sang dans les vaisseaux sanguins grâce à un capteur optique) ...

## Aides

Ces aides sont à destination des enseignants ou des élèves. Vous pouvez envisager différentes manières de vous en servir :

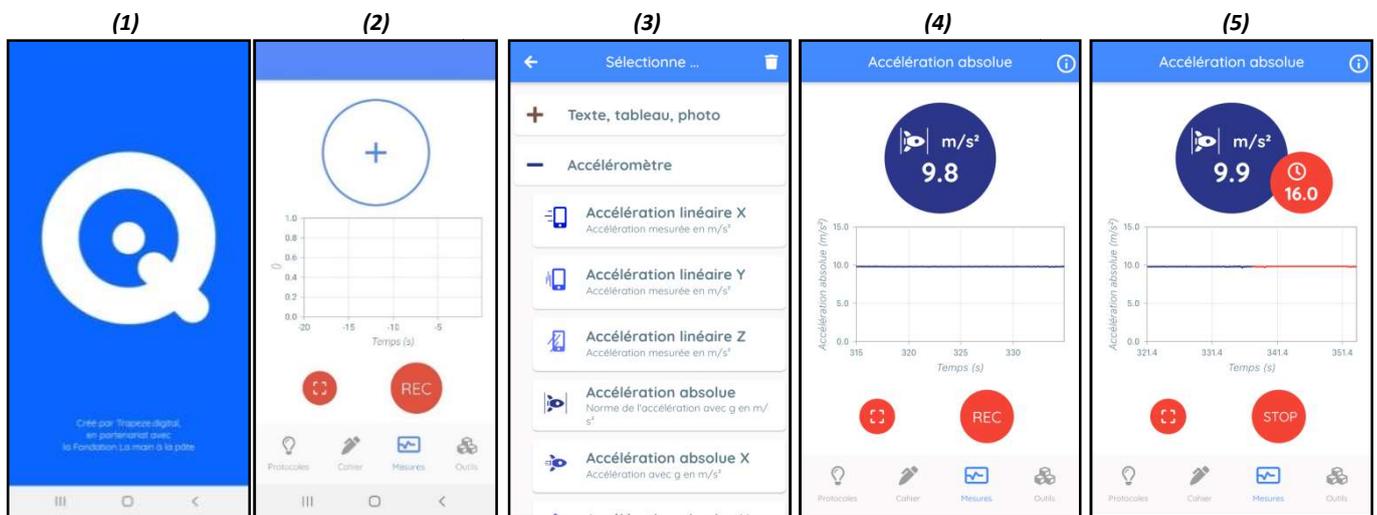
- les « lire » aux élèves (en les reformulant éventuellement) au fur et à mesure de leur expérimentation ;
- les imprimer, les découper et les distribuer selon le besoin (par groupes, par exemple).

## Liens vers quelques sites utiles et notices

- <https://www.fondation-lamap.org/fr/fizziq> : vous retrouverez ici les différents documents pédagogiques proposés en lien avec l'utilisation de l'application FizziQ, notamment des défis pour les élèves que vous pouvez adapter en fonction de vos objectifs et de vos classes. Un document recense également des informations concernant les mesures réalisables dans le cadre de ce défi avec le capteur « microphone » des tablettes ou téléphones. Le niveau d'explication est plutôt adapté à des adultes souhaitant comprendre la manière dont les capteurs fonctionnent.
- <https://www.fizziq.org/> : vous y retrouverez notamment des protocoles dont vous pouvez vous inspirer pour créer vos propres protocoles.
- <https://www.youtube.com/channel/UCa3FIR94qwb3iaohwjGzchw/featured> : vous y trouverez des vidéos de moins de 2 min chacune permettant une prise en main rapide de l'application.

## Guidage pour les élèves (selon le besoin)

Ce guidage « pas à pas » pourra être distribué aux élèves pour gagner du temps s'ils sont bloqués, s'ils ne connaissent pas ou ne sont pas à l'aise avec l'application, et pour les aider à comprendre comment réaliser la mesure.



- Ouvre l'application FizziQ (1).
- Appuie sur le bouton pour choisir un instrument de mesure ou va dans l'onglet « Mesures » (3) : le capteur « Accéléromètre » permet de mesurer l'accélération du téléphone (c'est-à-dire comment sa vitesse varie au cours du temps).
- On peut par exemple mesurer l'accélération absolue (4). Observe comment varie la grandeur quand tu laisses ton téléphone immobile ou quand tu effectues des mouvements.
- Le bouton « REC » permet d'enregistrer la mesure pendant un certain temps (5).

# Exemples de documents complémentaires pour les élèves

## Doc 1 : Définition d'un électrocardiogramme : extrait du Larousse médical

L'électrocardiogramme (ECG) est un examen destiné à enregistrer l'activité électrique du muscle cardiaque.

L'électrocardiographe est un appareil enregistreur relié à des électrodes de détection, dont quatre sont appliquées sur les poignets et les chevilles, et six autres en des points déterminés de la surface du thorax.

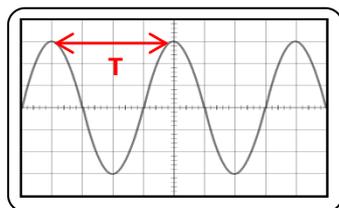
Ces électrodes sont reliées à un stylet qui donne un tracé correspondant à l'activité électrique du cœur. On pourra calculer la fréquence cardiaque à partir d'un ECG.

## Doc 2 : Exemples de signaux périodiques et non périodiques

Un signal périodique est la répétition d'un motif élémentaire. La période, notée  $T$ , est la durée d'un motif élémentaire. La fréquence, notée  $f$ , est le nombre de périodes par unité de temps.

Elle s'exprime en hertz (Hz) si la période est en secondes : elle correspond au nombre de motifs par seconde.

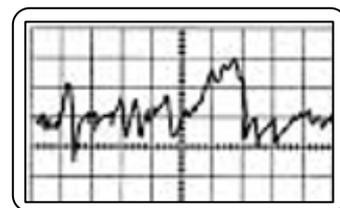
Relation entre période et fréquence :  **$f(\text{en Hz}) = 1/T(\text{en s})$**



(1) Son pur : signal sonore, périodique



(2) ECG : signal électrique, périodique



(1) Bruit : signal sonore, non périodique

## Doc 3 : L'indice de Ruffier

F1 : Fréquence cardiaque au repos

F2 : Fréquence cardiaque juste après l'effort

F3 : Fréquence cardiaque 1 min après l'effort

$$I = \frac{(F1+F2+F3)-200}{10}$$

Valeur de I	Adaptation à l'effort
$I < 0$	Très bonne
$0 < I < 5$	Bonne
$5 < I < 10$	Moyenne
$10 < I < 15$	Insuffisante
$15 < I$	Mauvaise

---

## Auteur

Pauline BACLE

## Remerciements

Aline CHAILLOU, Emmanuelle RUELLE, Angélique DOUMENG et sa classe de quatrième (collège Cesária Évora, Montreuil)

## Cette ressource a été produite avec le soutien de CGI et la Fondation Sciences Éducation Solidarité



SCIENCES  
ÉDUCATION  
SOLIDARITÉ



## Date de publication

Février 2022

## Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'utilisation commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



*Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.*

## Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes

75006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org

[www.fondation-lamap.org](http://www.fondation-lamap.org)

