

## SIGNAUX SONORES - EXERCICE

Cet exercice a pour objectif d'analyser des mesures de fréquence de signaux sonores émis par un seul diapason puis d'écrire le résultat d'une mesure unique.

Cet exercice peut être précédé d'une activité expérimentale sur le même sujet des signaux sonores disponible sur la page [éduscol du GRIESP](#).

### Prérequis / repères de progressivité

La notion de fréquence d'un signal sonore, déterminée notamment à partir de sa représentation temporelle, doit être acquise par les élèves pour réaliser cette activité.

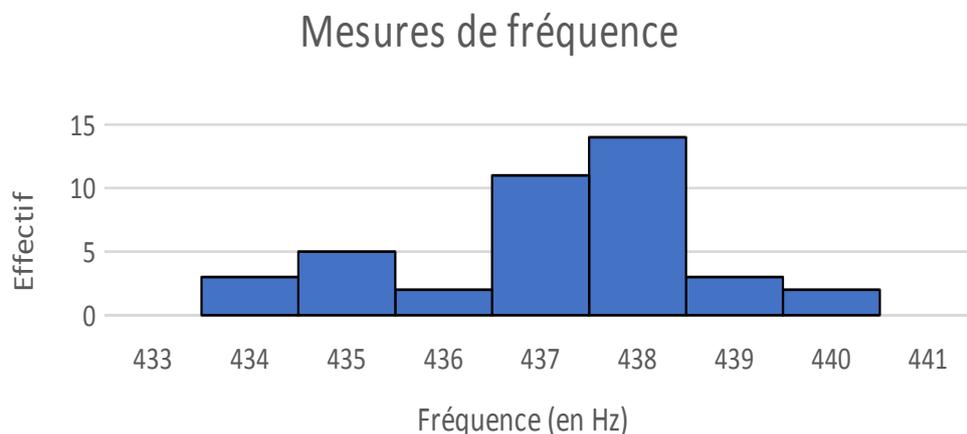
### Références à la partie « Mesure et incertitudes » du programme

Notions et contenus	Capacités exigibles
Variabilité de la mesure d'une grandeur physique.	Exploiter une série de mesures indépendantes d'une grandeur physique : moyenne et écart-type.
Incertitude-type.	Discuter de l'influence de l'instrument de mesure et du protocole. Expliquer qualitativement la signification d'une incertitude-type et l'évaluer par une approche statistique.
Écriture du résultat. Valeur de référence.	Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure. Comparer qualitativement un résultat à une valeur de référence.

## Éléments pour construire l'activité des élèves

Pour accorder son instrument, un guitariste veut utiliser un diapason produisant la note La<sub>3</sub> (de fréquence  $f = 440$  Hz).

Afin de vérifier que la vibration du diapason produit bien cette note, il effectue quarante mesures du signal sonore émis par ce diapason grâce à un capteur sonore acheté sur Internet.



Les résultats des calculs statistiques de cette série de mesures effectuées par un tableur sont les suivants.

Nombre total de mesures	40
Valeur moyenne (en Hz)	437,136
Écart-type (en Hz)	1,440
Incertitude-type (en Hz)	0,228

Ces résultats sont disponibles dans l'annexe disponible sur la page [éduscol du GRIESP](#).

1. Vérifier que l'incertitude-type  $u(\bar{f})$  de cette série de mesure est égale à :  $u(\bar{f}) = \frac{s}{\sqrt{N}}$  avec  $s$  l'écart-type de cette série de mesure et  $N$  le nombre de mesures réalisées.
2. Sachant que la valeur moyenne est notée  $\bar{f}$ , écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat de cette série de mesures sous la forme :  $\bar{f}$  avec une incertitude-type  $u(\bar{f}) = \dots\dots\dots$
3. L'incertitude-type fournit une estimation de l'étendue des valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à une grandeur. Vérifier la compatibilité du résultat des mesures réalisées avec fréquence de la note La<sub>3</sub> produite par le diapason.
4. Proposer une ou plusieurs modifications de la démarche expérimentale pour améliorer la précision de la série de mesures réalisées.
5. Le lendemain, une nouvelle mesure de fréquence du signal sonore émis par le même diapason est effectuée, avec le même dispositif de mesure. La valeur mesurée est 437,27 Hz, écrire alors le résultat de cette mesure unique sous la forme :  $f = \dots\dots\dots$  avec une incertitude-type  $u(f) = \dots\dots\dots$

## Éléments de correction pour le professeur

La résolution de cet exercice dure environ trente minutes. Les réponses aux questions posées sont les suivantes.

1. L'incertitude-type  $u(\bar{f}) = 0,228$  Hz de cette série de mesure est bien égale à :  $u(\bar{f}) = \frac{s}{\sqrt{N}} = \frac{1,440}{\sqrt{40}}$ , avec  $s$  l'écart-type de cette série de mesure et  $N$  le nombre de mesures réalisées.
2. Habituellement, l'incertitude-type est donnée avec un chiffre significatif :  $u(\bar{f}) = 0,2$  Hz. Ce résultat permet de connaître le nombre de décimales de la valeur moyenne de cette série (un ici) :  $\bar{f} = 437,1$  Hz.

Ainsi, le résultat de cette série de mesures s'écrit :

$$\bar{f} = 437,1 \text{ Hz avec une incertitude-type } u(\bar{f}) = 0,2 \text{ Hz.}$$

3. Sachant que l'incertitude-type fournit une estimation de l'étendue des valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à une grandeur, le résultat des mesures réalisées n'est pas compatible avec la fréquence  $f = 440$  Hz de la note  $La_3$  produite par le diapason. L'écart entre la valeur de référence et la valeur moyenne obtenue avec les mesures s'éloigne d'un trop grand nombre de fois de l'incertitude-type. Ainsi, soit le capteur sonore acheté sur Internet n'est pas assez précis, soit la vibration du diapason ne produit pas la note  $La_3$ .
4. Pour améliorer la précision de la série de mesures réalisées, il est possible :
  - de réaliser davantage de mesures afin de diminuer la valeur de l'incertitude-type ( $u(\bar{f}) = \frac{s}{\sqrt{N}}$ ) ;
  - d'utiliser une chaîne de mesure du son plus précise : microphone de meilleure qualité, avec une bande passante mieux adaptée...
5. Le lendemain, une nouvelle mesure de fréquence du signal sonore émis par le même diapason est effectuée, avec le même dispositif de mesure.

L'incertitude-type de cette mesure est égale à :  $u(f) = \frac{s}{\sqrt{N}} = \frac{s}{\sqrt{1}} = s = 2$  Hz.

Ce résultat permet de connaître le nombre de décimales du résultat de la mesure (aucun dans cet exercice). La valeur mesurée étant 437,27 Hz, le résultat de cette mesure unique s'écrit donc :  $f = 437$  Hz avec une incertitude-type  $u(f) = 2$  Hz.

## Annexe : références au programme

### Émission et perception d'un son

Notions et contenus	Capacités exigibles
	Activité expérimentale support de formation
Signal sonore périodique, fréquence et période. Relation entre fréquence et période.	Définir et déterminer la période et la fréquence d'un signal sonore notamment à partir de sa représentation temporelle.
Perception du son : lien entre fréquence et hauteur.	Relier qualitativement la fréquence à la hauteur d'un son audible.

### Compétences travaillées dans le cadre de la démarche scientifique

Compétences	Capacités associées
S'approprier	Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique posée.
Réaliser	Effectuer des procédures courantes (calculs).
Valider	Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence. Proposer d'éventuelles améliorations de la démarche ou du modèle.
Communiquer	À l'écrit comme à l'oral : <ul style="list-style-type: none"><li>- présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ;</li><li>- utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés.</li></ul>