

Activité 1 de l'EPI téléphone portable

Le La 440 du téléphone fixe

Dans un premier temps, l'élève passe par une phase d'expérimentation, où il utilise ses sens afin de comprendre qu'un signal sonore correspond à une vibration.

Dans une deuxième phase, l'élève utilise l'outil informatique pour exploiter et caractériser un signal sonore. Une autoévaluation viendra clôturer cette activité.

Un prolongement expérimental avec une différenciation pédagogique est envisageable afin de réinvestir les notions travaillées au cours de la séance. Cherchant à différencier les tonalités du téléphone de deux pays, l'élève devra comparer la hauteur du son émis par deux diapasons qu'il choisira soigneusement.

Cette ressource comporte :

- une fiche élève « le La 440 du téléphone »
- une fiche professeur comportant des indications pour la mise en œuvre
- une fiche élève d'aide à l'acquisition et à l'exploitation d'un signal sonore avec Audacity
- un diaporama de modélisation d'un signal sonore
- des vidéos d'expériences

Compétences du socle commun de connaissances, de compétences et de culture travaillées ou évaluées :

Pratiquer des démarches scientifiques (domaine 4) :

- proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question scientifique
- concevoir des expériences
- interpréter des résultats expérimentaux, en tirer des conclusions

Pratiquer des langages (domaine 1) :

- Lire et comprendre des documents scientifiques

Mobiliser des outils numériques (domaine 2) :

Utiliser des outils d'acquisition et de traitement de données

Fiche élève

Le La 440 du téléphone fixe

1^{ère} partie

Document 1 :

« La tonalité d'invitation à numéroté est le signal sonore que vous entendez lorsque vous vous apprêtez à passer un appel sur un poste fixe. Un téléphone portable n'émet pas de signal sonore tant que l'on n'a pas entré de numéro.

Les caractéristiques de ce signal diffèrent selon les pays. Ainsi la fréquence peut varier entre 270 Hz (Singapour) à 450 Hz (Belgique) avec parfois une combinaison de deux fréquences comme pour les Pays Bas (150 et 450 Hz) ou les pays comme les Etats unis ou le Canada qui prévoit de 350 à 440 Hz. La fréquence adoptée par la France, 440 Hz a la particularité de correspondre au la3 ou A 440 produit par les diapasons modernes.

Petit et pratique d'emploi, le diapason est constitué de deux branches en métal (usuellement de l'acier) épaisses et parallèles, soudées en forme de U et prolongées par une tige. Lorsqu'on frappe les branches du diapason, celles-ci émettent un son. Ce son est amplifié si l'on pose la base du diapason sur une cavité résonnante, comme la caisse d'une guitare ou sur une table. Son invention est attribuée au trompettiste et luthiste anglais [John Shore](#) (1662-1752) en 1711. »

Un diapason A 440 :



D'après Wikipédia :

- tonalité d'invitation à

numéroté https://fr.wikipedia.org/wiki/Tonalit%C3%A9_d'invitation_%C3%A0_num%C3%A9roter

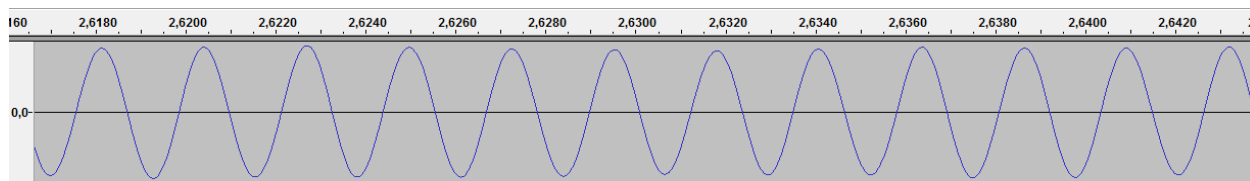
- diapason : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Diapason>

Questions :

- 1) A partir du document 1, propose une expérience permettant d'obtenir la tonalité du téléphone fixe.
 - a) Explique à l'aide d'un schéma annoté ou de phrases l'expérience réalisée.
 - b) Note tes observations.
- 2) A l'aide du matériel fourni, réalise des expériences permettant de montrer comment se fait la propagation du signal sonore émis par le diapason. Garde une trace écrite de tes expériences.
- 3) Conclus : écris une phrase à l'aide des mots suivants « vibration », « air », « molécules ».

2^{ème} partie

Enregistre le signal sonore émis par un diapason A 440, à l'aide de la fiche protocole Audacity (mise à ta disposition). Le but est d'obtenir l'enregistrement suivant (variations du signal sonore en fonction du temps) :



- 1) Que peut-on dire de ce signal ?
- 2) La fréquence d'un son est le nombre de vibrations par seconde. Elle s'exprime en hertz
 - a) Sélectionne 10 vibrations et lis la durée correspondante.
 - b) Utilise ce résultat pour calculer la fréquence du signal sonore émis par le diapason.
- 3) Evalue la précision de ta mesure.

Autoévaluation des élèves

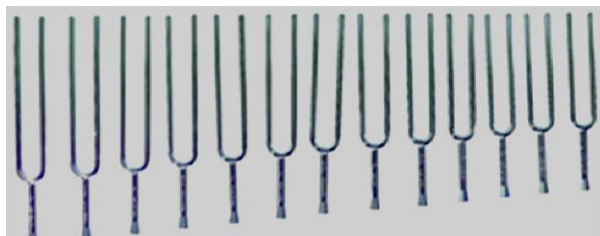
Compétences évaluées	Maitrise insuffisante	Maitrise fragile	Maîtrise satisfaisante	Très bonne maîtrise
Je lis et je comprends un document scientifique				
Je pratique la démarche scientifique				
Je maîtrise l'outil numérique (logiciel Audacity)				
Je sais mesurer une grandeur physique (durée)				
Je sais calculer une fréquence				

3^{ème} partie : prolongement possible de l'activité

Document 2

Le diapason vendu dans les magasins de musique est le plus souvent le diapason A 440. Mais on trouve également dans le commerce des diapasons de tonalités différentes.

Voici un assortiment de 13 diapasons de tonalités différentes, comprises entre 256 Hz et 512 Hz. Nous disposons d'un tel assortiment au collège.



A l'aide des documents, de tes connaissances et de mesures que tu vas réaliser, rédige un compte-rendu permettant de répondre à la question suivante :

« la tonalité d'invitation à numéroté est-elle plus grave à Singapour ou en Belgique ? »

Niveau savant

- 1) D'après le document 1, la tonalité d'invitation à numéroté est-elle la même dans tous les pays ?
Quelle grandeur varie ?
- 2) A ton avis, la tonalité d'invitation à numéroté est-elle plus grave à Singapour ou en Belgique ?
 - a) Emets une hypothèse.
 - b) Propose une expérience permettant de vérifier si ton hypothèse est juste ou non.
 - c) Réalise l'expérience et les enregistrements nécessaires. Exploite ces enregistrements.
 - d) Conclue : ton hypothèse est-elle validée ou non ? Justifie ta réponse.

Niveau chercheur

- 1) D'après le document 1, la tonalité d'invitation à numéroté est-elle la même dans tous les pays ?
Quelle grandeur varie ?
- 2) A ton avis, la tonalité d'invitation à numéroté est-elle plus grave à Singapour ou en Belgique ?
- 3) Le professeur met à ta disposition deux diapasons : le premier reproduit la tonalité d'invitation à numéroté de Singapour, le second reproduit celle de Belgique. En utilisant le logiciel Audacity et la fiche d'aide à l'utilisation de ce logiciel, enregistre le signal sonore émis par chaque diapason.
- 4) Pour chaque enregistrement :
 - mesure la durée de 10 vibrations
 - calcule la fréquence du signal sonore
- 5) En t'appuyant sur les mesures effectuées, la tonalité d'invitation à numéroté est-elle plus grave à Singapour ou en Belgique ?

Fiche professeur

Le La 440 du téléphone fixe

1^{ère} partie (travail en autonomie)

Objectifs de l'activité :

- montrer qu'un signal sonore correspond à une vibration de l'air
- montrer qu'un signal sonore a besoin d'un support matériel pour se propager

Objectif du cours faisant suite à cette 1^{ère} partie :

- modéliser la propagation d'un signal sonore dans l'air

Voir le diaporama : [simulation diapason](#)

Compétences travaillées

- lire et comprendre des documents scientifiques
- concevoir une expérience
- interpréter des résultats expérimentaux, en tirer des conclusions

Déroulement et mise en œuvre

Le professeur fait entendre **le La d'un téléphone fixe** à toute la classe (avec une tablette appli frequency sound generator ou un HP + GTBF réglé à 440 Hz).

Les élèves sont ensuite amenés à reproduire le signal sonore qu'ils ont entendu à l'aide du matériel mis à leur disposition et à concevoir des expériences permettant de montrer comment se fait la propagation de ce signal sonore.



Photo libre de droits

Matériel :

- un verre (ou un petit cristalliseur)
- du sucre blanc (ou roux)
- du film alimentaire étirable
- un diapason A 440 (en vente dans les magasins de musique, prix approximatif : 6 euros)
- un pendule
- une planchette en bois
- un pot à épices en plastique avec couvercle comportant des trous.

Expériences que l'on peut réaliser avec ce matériel :

Vidéos libres de droits

Exp.1 : pour entendre le son du diapason, il faut le poser sur un support. La table fait office de caisse de résonance (le son est amplifié) [diapason table.mp4](#)

Exp.2 : au contact d'une branche du diapason, le pendule se met à osciller (il faut qu'il y ait contact !). Cette expérience montre que les branches du diapason vibrent. [pendule diapason](#)

Exp.3 : en approchant les branches du diapason de grains de sucre posés sur un film alimentaire tendu, on voit les grains bouger. Les branches du diapason ne touchant pas le film, on peut conclure que les vibrations du diapason font vibrer l'air autour des grains de sucre (d'où le déplacement de ces grains). Un signal sonore correspond donc à **une vibration de l'air**. [diapason sucre sans contact.mp4](#)

Exp.4 : comme avant, on voit les grains se déplacer alors que les branches ne sont pas en contact avec le film. Un signal sonore correspond donc à une vibration de l'air. En mettant les branches du diapason en contact avec le film alimentaire tendu, les grains « sautent » davantage. Cela montre que les branches du diapason vibrent (mais pas que l'air vibre !). [diapason sucre avec contact.mp4](#)

Exp.5 : on amplifie le signal sonore émis par le diapason à l'aide de la boîte à épices. Cette expérience montre à nouveau que le signal sonore met l'air environnant en mouvement (signal sonore = vibration de l'air) [diapason son amplifie sucre roux.mp4](#)

Remarque :

Bien tendre le film étirable sur le verre. On peut aussi utiliser du sucre roux mais les grains étant plus lourds, ils se mettent plus difficilement en mouvement. Par contre lorsque cela fonctionne, on les voit mieux que les grains de sucre blanc. L'expérience fonctionne mieux par temps sec.

Une fois que les élèves auront testé le diapason + membrane et sucre, ils peuvent tester une boîte plastique qu'ils frappent avec une cuillère en bois (les grains sautent également) donc bruit = signal sonore qui correspond aussi à une vibration des molécules de l'air.

Cette 1^{ère} partie débouche sur la conclusion suivante :

un signal sonore correspond à une vibration des molécules de l'air

Le professeur enchaîne sur la **modélisation d'un signal sonore** : [simulation diapason.ppt](#)

2^{ème} partie (sous forme de TP – cours)

Objectifs :

- apprendre à enregistrer un signal sonore avec le logiciel Audacity
- savoir faire la différence entre un bruit et un son ; un son est constitué d'une succession de vibrations identiques qui se répètent dans le temps)
- apprendre à exploiter un signal sonore périodique, déterminer sa fréquence
- comprendre à quoi correspond l'indication 440 d'un diapason A 440

Compétences travaillées :

- utiliser des langages spécifiques (son, bruit, fréquence)
- utiliser des outils mathématiques
- maîtriser des outils numériques (utiliser le logiciel Audacity)
- mesurer des grandeurs physiques (fréquence)
- interpréter des résultats expérimentaux, en tirer des conclusions

Mise en œuvre

Il s'agit d'apprendre à enregistrer et à exploiter un signal sonore avec le logiciel d'acquisition Audacity. Les résultats de l'exploitation du signal sonore (détermination de la fréquence f) figurent en fin de fiche.

Le protocole est fourni aux élèves. Ce protocole peut être plastifié, récupéré en fin d'heure et réutilisé d'une classe à l'autre. **Voir la fiche élève Audacity (page 9).**

Le professeur veille à ce que tous les élèves enregistrent correctement le signal. Les réponses sont élaborées collectivement. Le professeur introduit les notions essentielles suivantes :

- La fréquence d'un son est le nombre de vibrations par seconde. Elle s'exprime en hertz
- Pour mesurer une fréquence, on compte le nombre de vibrations pendant 1 seconde. Il est parfois nécessaire de compter sur une durée plus courte, il faut alors en déduire le nombre de vibrations sur 1 seconde.

Commentaires concernant la question 1 « que peut-on dire de ce signal ? »

- Réponse attendue : Un son est constitué d'une succession de vibrations identiques qui se répètent dans le temps.

Il pourra être judicieux de procéder à l'enregistrement d'un bruit pour montrer que celui-ci n'est pas constitué d'une succession de vibrations identiques.

3^{ème} partie : prolongement possible (travail en autonomie)

Objectifs :

- comprendre que la hauteur d'un son (son grave/ son aigu) est liée à sa fréquence

Compétences travaillées :

Pratiquer une démarche scientifique ;

- proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question scientifique
- concevoir une expérience pour la ou les tester.
- interpréter des résultats expérimentaux, en tirer des conclusions et les communiquer en argumentant.

L'élève réinvestit les compétences acquises précédemment, puisqu'il est amené à procéder à l'enregistrement et à l'exploitation du son émis par différents diapasons :

- utiliser des langages spécifiques (son, fréquence)
- utiliser des outils mathématiques (calculer une fréquence)
- maîtriser des outils numériques (utiliser le logiciel Audacity)
- mesurer des grandeurs physiques (durée d'un certain nombre de vibrations)

Toutes ces compétences seront réinvesties dans l'activité 2 (parler au téléphone ; la voix)

Document 2 :

Le diapason vendu dans les magasins de musique est le plus souvent le diapason A 440. Mais on trouve également dans le commerce des diapasons de tonalités différentes.

Voici un assortiment de 13 diapasons de tonalités différentes, comprises entre 256 Hz et 512 Hz.

Nous disposons d'un tel assortiment au collège (voir sur le bureau du professeur).



D'après le site <http://www.violon.com/jeu-de-13-diapasons-wittner.html>

L'élève doit répondre à la question suivante : « la **tonalité d'invitation à numéroté est-elle plus grave à Singapour ou en Belgique ?** »

Mise en œuvre

Le professeur dispose d'une mallette de 13 diapasons pour l'ensemble de la classe.

Prix approximatif d'une mallette : 75 euros. Les fréquences des diapasons sont les suivantes : 256 – 271 – 288 - 302 - 320 - 341,3 – 362 – 384 – 405 - 426,6 – 455 - 480 et 512 Hz

C'est ce matériel que l'élève devra utiliser. **Il faudra veiller à camoufler les fréquences inscrites sur les diapasons**, le but étant que l'élève réalise l'enregistrement du son émis par le diapason pour trouver la fréquence (et non qu'il la lise directement sur le diapason !)

L'élève se sert du document 1, pour constater qu'à Singapour la fréquence (270 Hz) est moins élevée qu'en Belgique (450 Hz). On peut lui demander de reformuler le problème pour s'assurer s'il a bien compris.

Reformulations possibles du problème

- un son de fréquence basse est-il plus grave qu'un son de fréquence plus élevée ?
- est ce qu'un son devient plus aigu/ plus grave lorsque sa fréquence augmente ?
- est ce qu'un son devient plus grave/ plus aigu lorsque sa fréquence diminue ?

On attend que l'élève teste au moins deux diapasons différents et qu'il compare la hauteur du son émis par ces deux diapasons. Il mesure la fréquence de chaque diapason en enregistrant le signal avec Audacity et constate que plus la fréquence est basse, plus le son est grave ou plus la fréquence est élevée, plus le son est aigu. Le professeur veillera à répartir et à faire circuler les diapasons entre les groupes afin que chaque groupe ait des diapasons de hauteurs suffisamment différentes (la différence de hauteur doit pouvoir s'entendre à l'oreille).

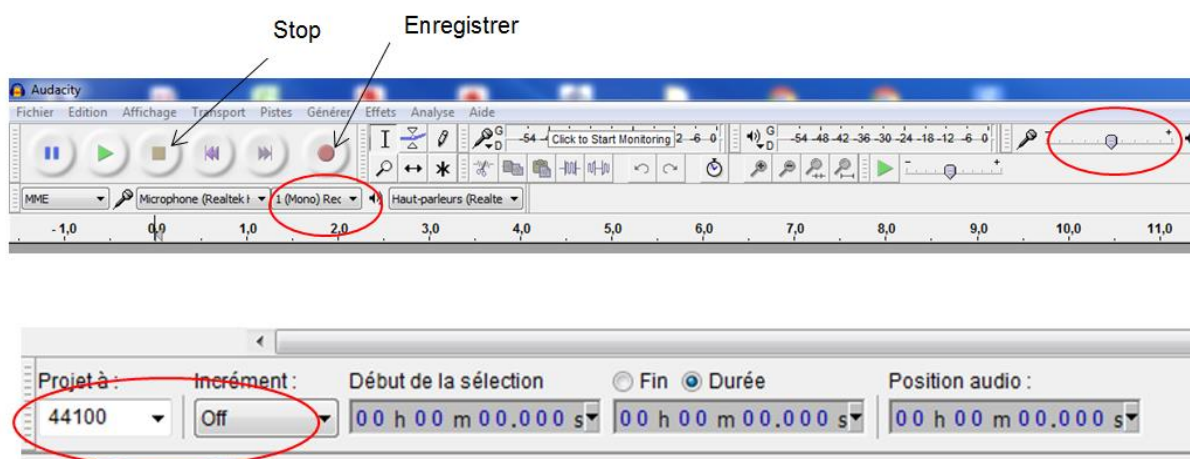
Une différenciation pédagogique est proposée (niveau expert / niveau savant / niveau chercheur) pour ce prolongement.

Fiche élève

Acquisition et exploitation d'un signal sonore avec Audacity

Exemple : enregistrement du son émis par un diapason

1. Réglages initiaux :



Au bas de l'écran sélectionner projet à 44100 et incrément off.

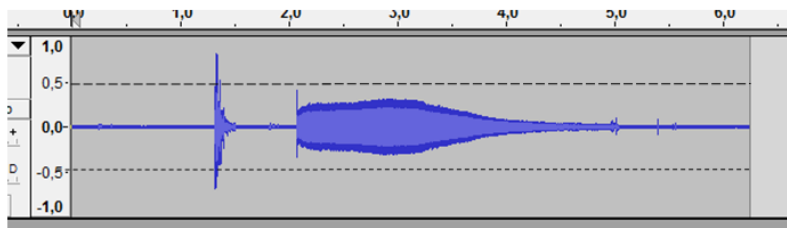
2. Enregistrement

Cliquer sur « enregistrer ». Frapper une branche du diapason sur une planche en bois. Maintenir le diapason sur une caisse de résonance (pot à épices en plastique). Approcher le diapason du micro de l'ordinateur. Attendre quelques instants puis cliquer sur « stop ».

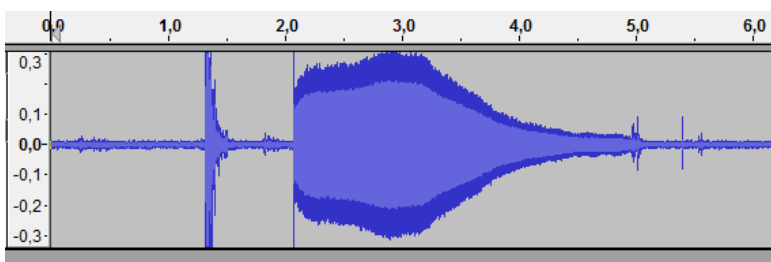
3. Agrandir le signal en amplitude

Pour agrandir le signal en amplitude, faire un clic gauche sur l'axe des ordonnées.

Une première ligne de pointillés apparaît. Maintenir le clic gauche et faire glisser la souris verticalement pour sélectionner la partie à agrandir.

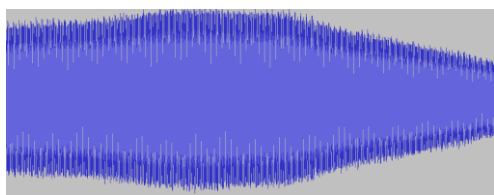


Relâcher le clic gauche. Le signal est à présent agrandi en amplitude.

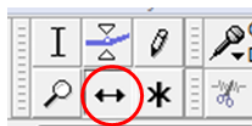


4. Ce signal n'est pas exploitable. Il faut zoomer en largeur.

Procéder à une série de zooms avant, en cliquant sur la loupe puis dans la zone à zoomer.

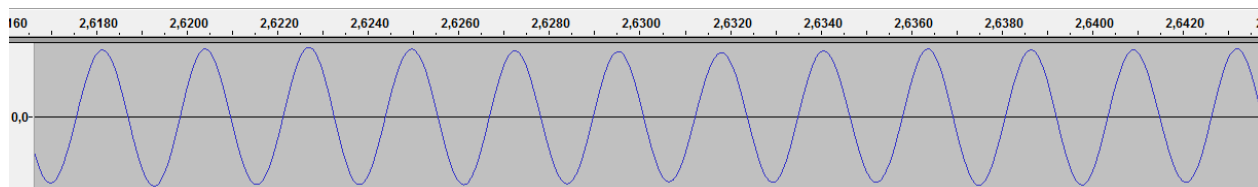


On peut déplacer la courbe latéralement pour recadrer le signal en cliquant sur cette icône :



Si l'on a trop zoomé, il suffit de cliquer dans l'onglet Affichage, zoom arrière (ou zoom normal si on veut complètement dézoomer).

On obtient la courbe suivante :



5. Détermination de la fréquence

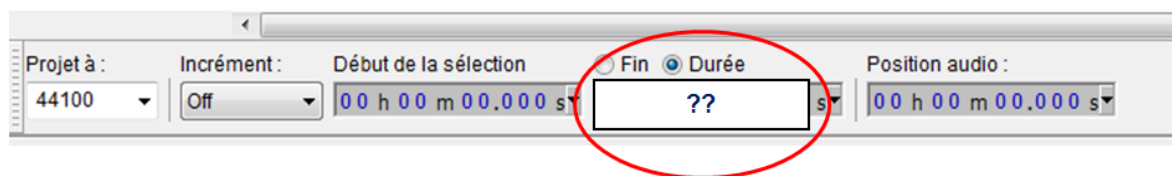
Cliquer sur l'outil de sélection.



Sélectionner 10 vibrations à l'aide de la souris. Pour cela faire un clic gauche avec la souris. Maintenir le clic gauche et faire glisser la souris horizontalement.

Relâcher le clic gauche lorsque la sélection est terminée.

Lire la durée correspondant à ces 10 vibrations au bas de l'écran. Cette durée est exprimée en secondes.



Sachant que la fréquence est le nombre de vibrations pendant une seconde, calculer la fréquence de ce signal.

Résultat :

En 0,023 secondes il y a 10 vibrations.

Donc en 1 seconde, il y a $1 \times 10 / 0,023 = 435$ vibrations.

La fréquence de ce signal sonore est 435 Hz