

Activité 2 de l'EPI téléphone portable

Parler au téléphone ; la voix

A partir de deux documents sur la voix, l'élève est amené à se poser la question suivante :

pourquoi les hommes ont-ils, en général, une voix plus grave que les femmes ?

L'élève pratique une démarche expérimentale au cours de laquelle il teste l'influence des 3 paramètres suivants sur la voix : épaisseur, longueur et tension des cordes vocales.

Les cordes vocales sont modélisées par une corde de guitare. L'élève procède à l'enregistrement et à l'exploitation de signaux sonores avec le logiciel Audacity.

Cette ressource comporte :

- une fiche élève déclinée en 3 niveaux de difficulté (expert, savant, chercheur)
- une fiche professeur avec des indications sur le déroulement de la séance, la mise en œuvre des expériences et le résultat des enregistrements.
- une fiche élève d'aide à l'acquisition et à l'exploitation d'un signal sonore avec Audacity

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) :

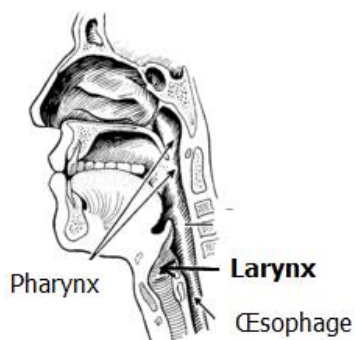
- utiliser des outils d'acquisition et de traitement de données

Fiche élève

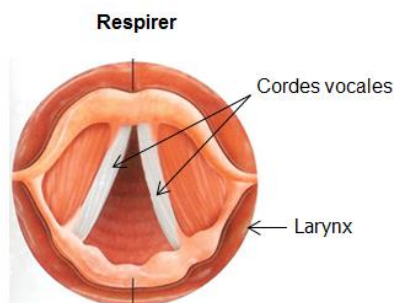
Parler au téléphone ; la voix

Document 1 : qu'est-ce que la voix ?

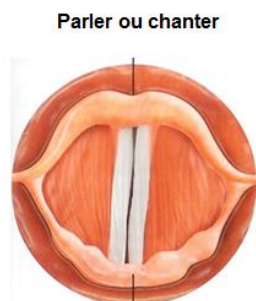
La voix, c'est du souffle transformé en son grâce à un petit organe situé dans le cou ; le larynx. L'air expulsé des poumons est propulsé entre deux replis du larynx appelés plis vocaux, ou plus couramment cordes vocales. Le signal sonore produit par la vibration des cordes vocales est amplifié par les cavités de résonance du conduit vocal (haut du larynx, pharynx, cavités de la bouche et du nez). Il est ensuite modelé par les articulateurs : langue, lèvres, voile du palais, mâchoires... Du fait de la taille et de la forme de tous ces éléments, la voix varie d'une personne à une autre.



Document 2 : larynx et cordes vocales



Lorsque nous respirons, les cordes vocales s'ouvrent pour que l'air puisse entrer et sortir sans gêne.



Lorsque nous parlons ou chantons, les muscles de notre larynx s'accrochent aux cordes vocales. Lorsqu'une rafale d'air force les cordes vocales à s'ouvrir, la pression derrière elles diminue, les amenant à nouveau à se fermer. Ce processus se répète plusieurs fois par seconde et fait vibrer les cordes vocales.

Sources (texte et schémas) :

D'après Vikidia : [https://fr.vikidia.org/w/index.php?title=Gorge_\(anatomie\)&redirect=no](https://fr.vikidia.org/w/index.php?title=Gorge_(anatomie)&redirect=no)

D'après un article de la revue « Comment ça marche » n°63 septembre 2015, pages 34 et 35, « La science du chant »

D'après un document de la cité des sciences et de l'industrie « La voix, l'expo qui vous parle »
<http://www.cite-sciences.fr/au-programme/expos-temporaires/la-voix/pdf/aide-a-la-visite-expo-la-voix.pdf>

Problème à résoudre

Pourquoi les hommes ont-ils, en général, une voix plus grave que les femmes ?

Niveau expert à savant

Pourquoi les hommes ont-ils, en général, une voix plus grave que les femmes ?

Rédige le compte-rendu de tes investigations.

Ce compte-rendu devra comporter :

- la description sommaire des expériences réalisées. Des schémas annotés sont les bienvenus.
- les observations des expériences réalisées
- le résultat des mesures réalisées
- une conclusion qui permettra de répondre à la question suivante :

« Pourquoi les hommes ont-ils, en général, une voix plus grave que les femmes ? »

Tu peux demander des aides au professeur.

Aides à distribuer, à la demande des élèves :

AIDE 1 : Trouver les paramètres...

Il faut faire varier 3 paramètres afin de comprendre ce qui différencie une voix grave d'une voix plus aiguë.
Quels sont ces paramètres ?

AIDE 2 : une liste de matériel nécessaire pour l'expérience

Tu disposes du matériel suivant :

- deux cordes de guitare d'épaisseurs différentes
- des masses marquées
- un récipient en plastique qui te servira de caisse de résonance
- une boîte en carton ou en plastique rigide pour surélever le tout
- une interface d'acquisition (ordinateur + logiciel AUDACITY)

AIDE 3 : les mesures à réaliser

Il n'est pas toujours facile de se fier à son oreille pour estimer la hauteur d'un son (son grave / son aigu), surtout si l'on n'a pas l'oreille musicale. Il est donc nécessaire de déterminer une grandeur physique liée à la hauteur du son. Quelle est cette grandeur ? Que faut-il mesurer pour pouvoir la calculer ?

AIDE 4 : la fiche d'aide à l'acquisition et à l'exploitation d'un signal sonore grâce au logiciel Audacity.

Niveau chercheur

A) Exploitation des documents

- 1) Quelles sont les parties de ton corps qui participent à la création d'un signal sonore ?
- 2) Une partie du larynx a un rôle tout particulier quant à la création d'un signal sonore.
 - a) Comment s'appelle-t-elle ?
 - b) Explique comment le signal sonore est produit dans le larynx.
 - c) Quels paramètres du larynx peuvent varier d'une personne à une autre, en particulier d'un homme à une femme ?
 - d) Note les paramètres retenus par ton groupe et fais-les valider par le professeur.

B) Etude expérimentale

Tu disposes du matériel suivant :

- deux cordes de guitare d'épaisseurs différentes
- des masses marquées
- un récipient en plastique qui te servira de caisse de résonance
- une boîte en carton ou en plastique rigide pour surélever le tout
- une interface d'acquisition (ordinateur + logiciel Audacity + une fiche d'aide à l'acquisition et à l'exploitation d'un signal sonore avec Audacity)

Trois paramètres ont été listés précédemment. Il s'agit à présent d'étudier l'influence de chacun de ces paramètres sur le signal sonore.

Pour CHACUN de ces paramètres :

- 1) Décris, à l'aide d'une phrase, l'expérience que tu souhaites réaliser afin d'étudier l'influence de ce paramètre sur le signal sonore.
- 2) Réalise l'acquisition de deux signaux sonores.
- 3) Indique, en faisant apparaître les calculs, la fréquence de chaque signal sonore enregistré.
- 4) Conclue : quelle est l'influence du paramètre étudié sur le signal sonore ?

C) Conclusion

Sers-toi des résultats précédents pour répondre à la question suivante :

Pourquoi les hommes ont-ils, en général, une voix plus grave que les femmes ?

Evaluation des élèves

Compétences évaluées	Maîtrise insuffisante	Maîtrise 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				

Fiche professeur

Parler au téléphone ; la voix

Compétences travaillées :

- lire et comprendre des documents scientifiques
- pratiquer une démarche d'investigation ; 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.
- utiliser des langages spécifiques (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)

Objectifs :

- comprendre que la voix correspond à une vibration des cordes vocales
- comprendre que la hauteur de la voix est liée à différents paramètres (longueur, tension, épaisseur des cordes vocales)
- faire un parallèle entre une corde vocale et une corde de guitare
- enregistrer le signal sonore émis par une corde de guitare en faisant varier différents paramètres (longueur, tension, épaisseur)
- mesurer la durée d'un certain nombre de vibrations et en déduire la fréquence

Problème à résoudre :

Pourquoi les hommes ont-ils, en général, une voix plus grave que les femmes ?

La fiche élève est proposée en deux versions :

Le professeur répartit les élèves par groupes de niveaux (3 à 4 élèves).

- niveau expert à savant :

Les élèves doivent mener des investigations. On leur indique ce qu'ils doivent faire figurer dans leur compte rendu. Ils ont la possibilité de demander des aides. Ces aides figurent sur la fiche élève. Selon le nombre d'aides utilisées, les élèves sont au niveau expert (1 à 2 aides) ou savant (3 à 4 aides).

- niveau chercheur :

Dans un premier temps, les élèves sont amenés à exploiter les documents fournis. Cette étude doit les aider à comprendre que le signal sonore est généré par les cordes vocales et que celles-ci ont une influence sur la voix. Ils réfléchissent aux paramètres physiologiques qui expliquent les différences entre les voix de deux personnes. Le professeur passe de groupe en groupe et valide les paramètres suivants : la longueur, l'épaisseur et la tension des cordes vocales.

Dans un deuxième temps, les élèves proposent et réalisent des expériences permettant d'étudier l'influence de ces paramètres sur la voix. Ils utilisent des cordes de guitare pour modéliser les cordes vocales. La hauteur d'un son étant difficile à estimer pour une oreille non mélomane, ils procèdent à l'enregistrement du son émis par la corde de guitare, déterminent la durée d'un certain nombre de vibrations puis calculent la fréquence. Ils réinvestissent ainsi les connaissances acquises au cours de l'activité 1 « le La440 du téléphone » fixe de l'EPI téléphone portable.

Exploitation des documents : réponses attendues

1) Quelles sont les parties de ton corps qui participent à la création d'un signal sonore ?

Les poumons, le larynx, les cavités de résonance du conduit vocal (haut du larynx, pharynx, cavités de la bouche et du nez), les articulateurs : langue, lèvres, voile du palais, mâchoires...

2) Une partie du larynx a un rôle tout particulier quant à la création d'un signal sonore.

a) Comment s'appelle-t-elle ?

Ce sont les cordes vocales

b) Explique comment le signal sonore est produit dans le larynx.

Les cordes vocales vibrent. Ces vibrations sont à l'origine du signal sonore.

c) Quels paramètres du larynx peuvent varier d'une personne à une autre, en particulier d'un homme à une femme ?

La taille des cordes vocales (épaisseur, longueur) varie.

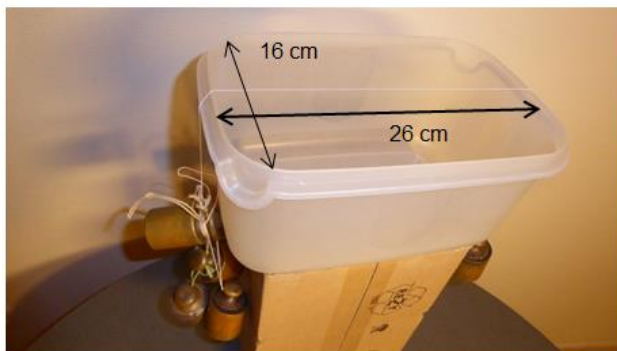
d) Après mise en commun et discussion, note les paramètres retenus par la classe.

Épaisseur, longueur, tension des cordes vocales.

Etude expérimentale : indications pour la mise en œuvre

Matériel :

- une corde de guitare Mi-E, 6^{ème} corde à fort tirant pour guitare classique (corde qui a la plus grosse épaisseur sur une guitare)
- une corde de guitare Ré-D, 4^{ème} corde à fort tirant pour guitare classique (corde de moindre épaisseur) - prix moyen d'une corde : moins de 2 euros
- un récipient rigide en plastique (longueur 26 cm, largeur 16 cm et hauteur 12 cm.) qui joue le rôle de caisse de résonance et qui permet de faire varier la longueur de la corde.
- 8 masses marquées de 500 g pour lester les extrémités des cordes et donc faire varier sa tension (à défaut de masses marquées, on peut aussi lester avec des bouteilles d'eau)
- une boîte en carton rigide ou un support élévateur pour surélever le dispositif
- logiciel Audacity



Pourquoi des cordes de guitare plutôt que des élastiques ?

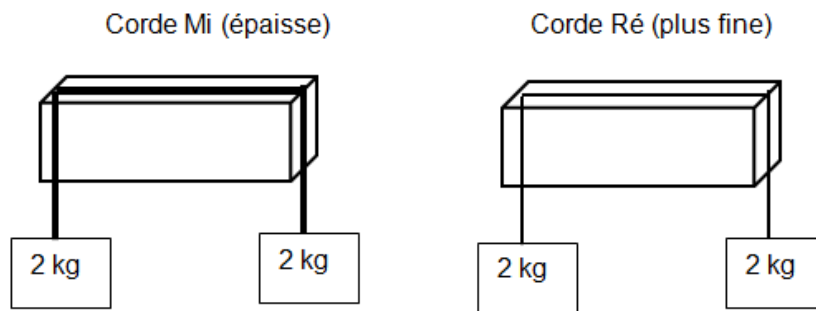
Les signaux générés par des élastiques sont assez aléatoires. Les enregistrements ressemblent davantage à ceux d'un bruit (signal non périodique) que d'un son (signal périodique). Par ailleurs il est difficile avec un élastique de ne faire varier qu'un seul paramètre à la fois. Les cordes de guitare donnent de bien meilleurs résultats.

Attention ! Il faut veiller à sélectionner la partie du signal la plus périodique possible. Procéder à une série de zooms jusqu'à aboutir à un signal exploitable. Lorsqu'on détermine la période puis la fréquence à partir de la mesure de 10 périodes sur la courbe enregistrée, on trouve une fréquence environ égale à celle du fondamental. La fréquence du fondamental peut être lue en affichant le spectre du signal sur Audacity. Pour cela sélectionner l'onglet « analyse » puis « tracer le spectre ». Elle correspond au pic de fréquences le plus important.

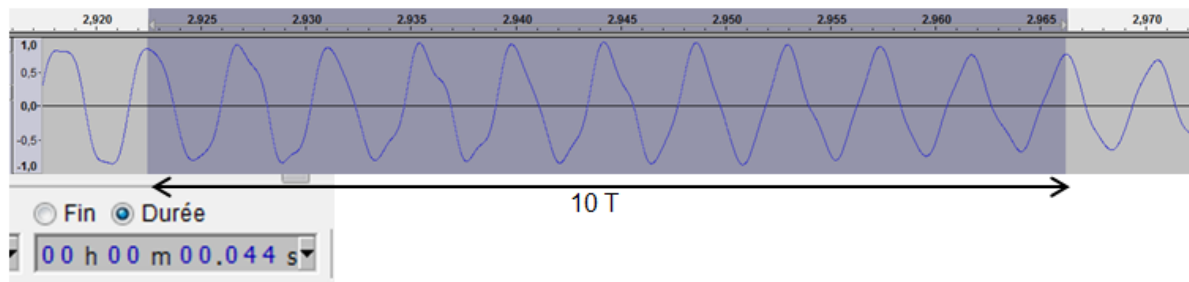
Etude expérimentale : résultats

1) Influence de l'épaisseur des cordes vocales :

On tend une corde Mi (épaisse) puis une corde Ré (plus fine) sur le récipient en plastique dans le sens de la longueur (26 cm). On leste avec des charges de 2 kg de chaque côté. On fait vibrer chaque corde et on procède à l'enregistrement.



Corde Mi épaisse tendue sur récipient 26 cm, charges 2 kg :

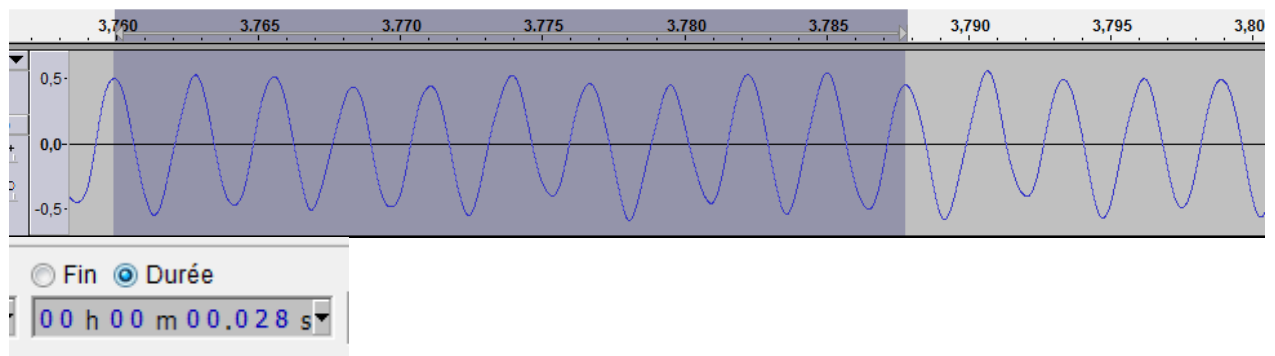


En 0,044 secondes, il y a 10 vibrations

Donc en 1 seconde il y a $1 \times 10 / 0,044 = 227$ vibrations

f= 227 Hz

Corde Ré plus fine tendue sur récipient 26 cm, charges 2 kg :



En 0,028 secondes, il y a 10 vibrations

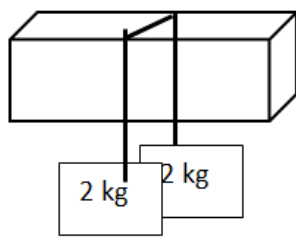
Donc en 1 seconde il y a $1 \times 10 / 0,028 = 357$ vibrations

f= 357 Hz

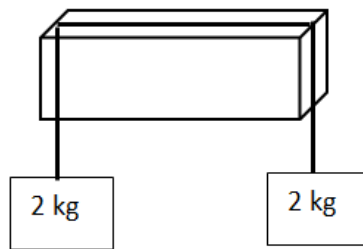
Conclusion : plus la corde est fine, plus la fréquence est élevée et donc plus le son est aigu.

II) Influence de la longueur des cordes vocales :

On tend une corde Ré sur le récipient plastique dans le sens de la largeur (16 cm) puis de la longueur (26 cm).

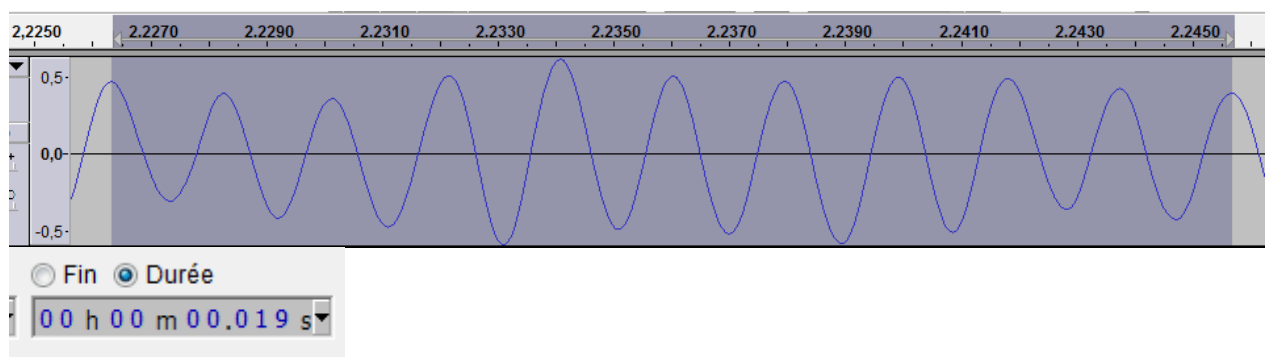


Cordes vocales courtes



Cordes vocales plus longues

Corde Ré tendue sur récipient 16 cm (sens de la largeur), charges 2 kg :

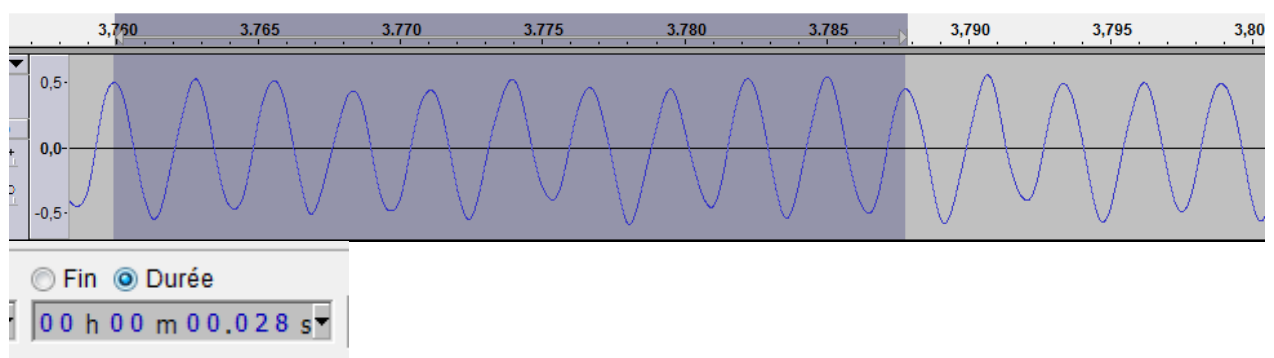


En 0,019 secondes, il y a 10 vibrations

Donc en 1 seconde il y a $1 \times 10 / 0,019 = 526$ vibrations

f= 526 Hz

Corde Ré tendue sur récipient 26 cm (sens de la longueur), charges 2 kg



En 0,028 secondes, il y a 10 vibrations

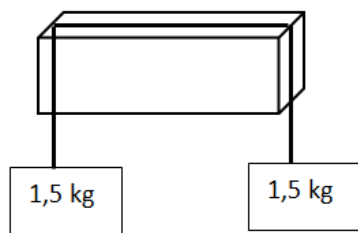
Donc en 1 seconde il y a $1 \times 10 / 0,028 = 357$ vibrations

f= 357 Hz

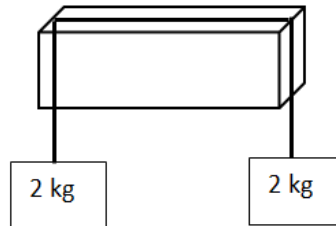
Conclusion : plus la corde est longue, plus la fréquence est basse et donc plus le son est grave.

III) Influence de la tension des cordes vocales :

Pour faire varier la tension des cordes il suffit de faire varier la masse des charges qui servent à lester la corde.

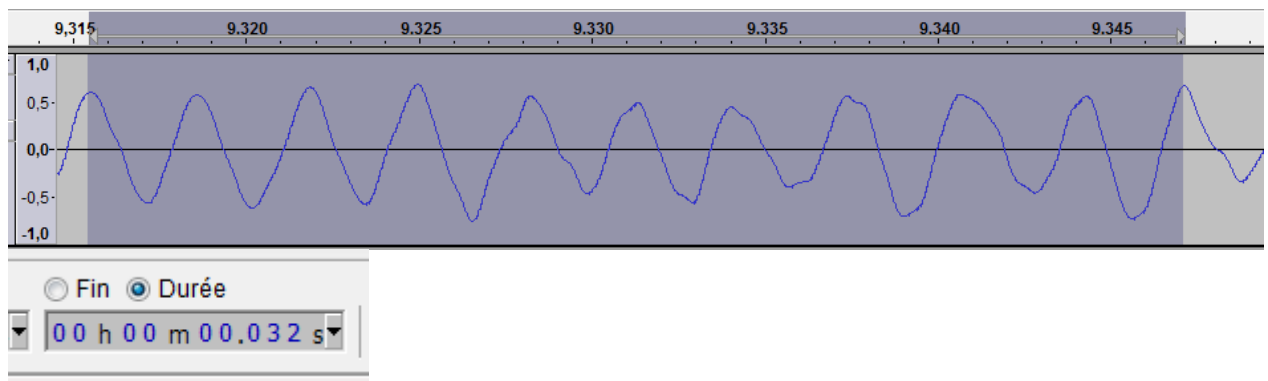


corde Ré



corde Ré davantage tendue

Corde Ré tendue sur récipient 26 cm (sens de la longueur), charges 1,5 kg :

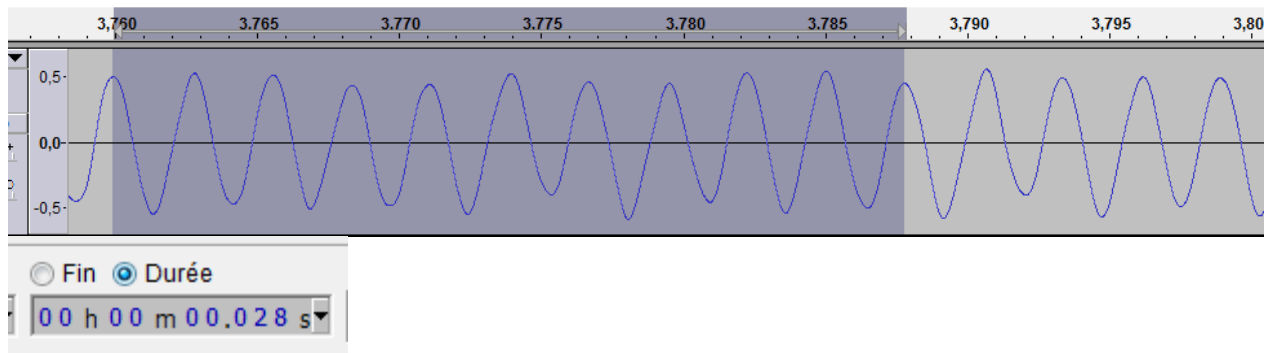


En 0,032 secondes, il y a 10 vibrations

Donc en 1 seconde il y a $1 \times 10 / 0,032 = 312$ vibrations

f= 312 Hz

Corde Ré tendue sur récipient 26 cm (sens de la longueur), charges 2 kg :



En 0,028 secondes, il y a 10 vibrations

Donc en 1 seconde il y a $1 \times 10 / 0,028 = 357$ vibrations

f= 357 Hz

Conclusion : plus la corde est tendue, plus la fréquence est grande et donc plus le son est aigu.

Conclusion de l'activité

Pourquoi les hommes ont-ils, en général, une voix plus grave que les femmes ?

Les hommes ont, en général, la voix plus grave que les femmes car leurs cordes vocales sont plus longues, plus épaisses ou moins tendues que celles des femmes.

Remarque :

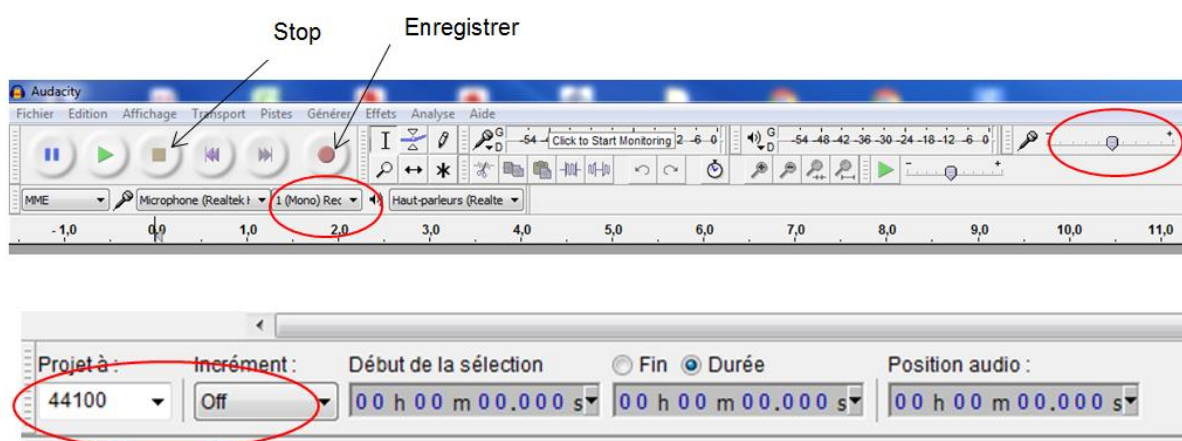
Si nous ne pouvons pas contrôler la taille de nos cordes vocales, nous avons les moyens en revanche de contrôler leur épaisseur afin de chanter différentes notes. Les muscles de notre larynx peuvent tendre nos cordes (note plus aiguë) ou les relâcher (note plus grave).

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.

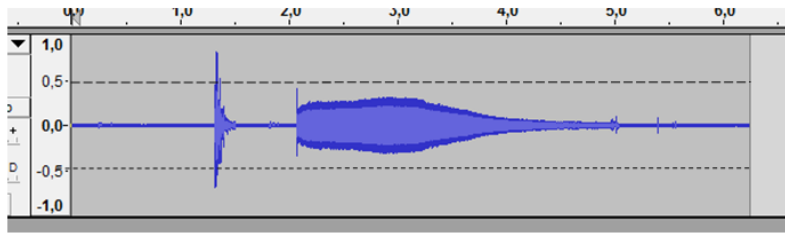
2. Enregistrement

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 ».

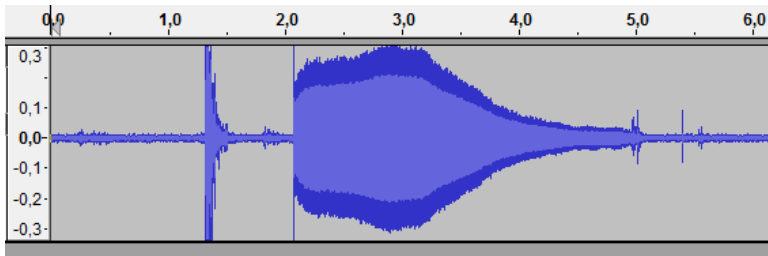
3. Agrandir le signal en amplitude

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.

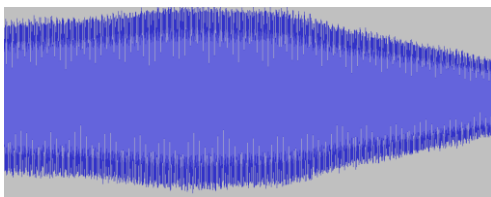


Relâcher le clic gauche. Le signal est à présent agrandi en amplitude.



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.

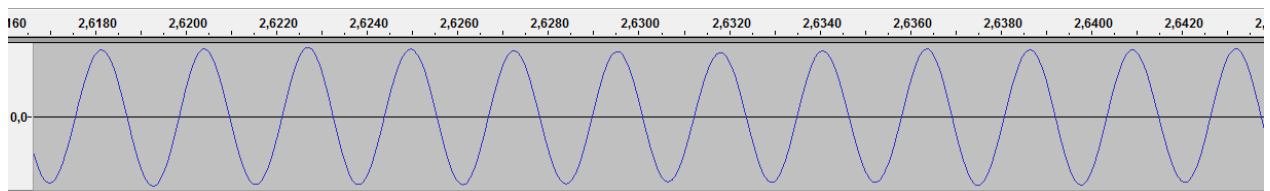


On peut déplacer la courbe latéralement pour recadrer le signal en cliquant sur cette icône :



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.

The screenshot shows a software interface with several fields and controls. A red circle highlights the 'Durée' field, which contains the text '??'. The interface includes the following elements:

- Projet à :** A dropdown menu showing '44100'.
- Incrément :** A dropdown menu showing 'Off'.
- Début de la sélection :** A time field showing '00 h 00 m 00.000 s'.
- Fin / Durée :** Two radio buttons. 'Fin' is unselected, and 'Durée' is selected. The 'Durée' field contains '??'.
- Position audio :** A time field showing '00 h 00 m 00.000 s'.

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