

Séquence de classe

Cycles 3 et 4

Les mille tours d'Edison

C. Le phonographe – activités 4, 5 et 6

Introduction

Thématiques traitées	Signal, son, fréquence, volume, intensité, timbre, instruments de musique, objet technique, histoire des sciences et des techniques
Résumé et objectifs	Les élèves s'approprient les différentes caractéristiques du son (hauteur, intensité, timbre).
Disciplines engagées	Physique-chimie, éducation musicale
Durée	1 h 35

Activité 4 : Hauteur du son et tension de la corde

Résumé	
Disciplines	Physique-chimie, éducation musicale
Déroulé et modalités	Les élèves expérimentent une « guitare maison » et produisent des sons de hauteurs différentes en modifiant la tension de la corde de l'instrument.
Durée	45 min
Matériel	Pour chaque groupe d'élèves : <ul style="list-style-type: none">• une planche trouée et des chevilles, ou une « planche cloutée » ;• un élastique.
Message à emporter	
	Quand la corde est tendue, les vibrations de la corde sont très rapides et le son obtenu est aigu. Les vibrations d'un son aigu sont très rapides. Les vibrations d'un son grave sont lentes.

Déroulé possible

Phase 1 : Rappel (5 min)

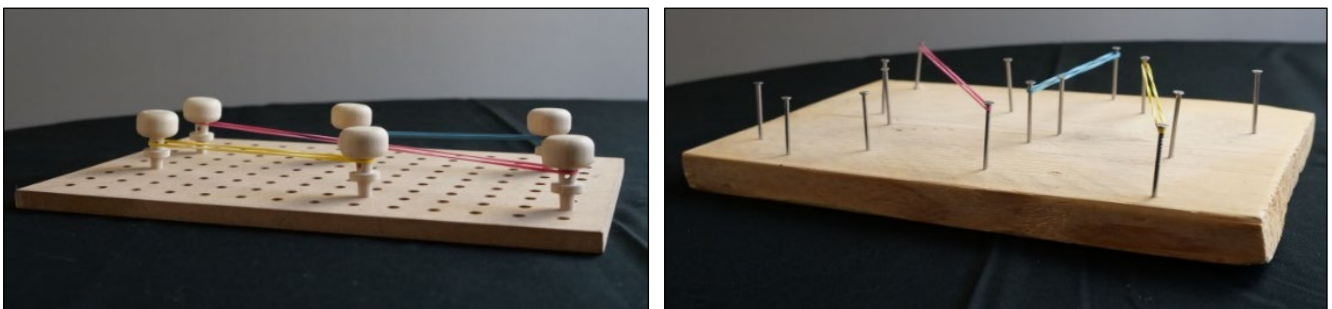
Le professeur demande aux élèves de lui expliquer ce qu'ils ont appris sur le son. Si besoin, il leur rappelle qu'ils ont découvert que la longueur d'un objet a une influence sur la hauteur du son qu'il produit quand on le fait vibrer. Il réexplique que si la languette possède une grande dimension, elle produit un son grave si on la fait vibrer. Si la languette possède une petite dimension, on obtient un son aigu.

L'enseignant demande alors aux élèves de chercher si d'autres paramètres ont une influence sur la hauteur du son et propose de démarrer avec la tension de la corde d'une « guitare ».

Phase 2 : Expérimentations autour de la tension de l'élastique (20 min)

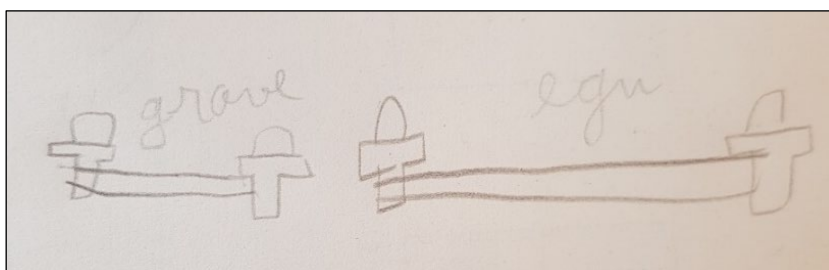
Note pédagogique

- Pendant que les élèves travaillent, ils peuvent trouver que chaque côté d'un élastique enroulé autour de deux chevilles a des hauteurs différentes. Ceci arrive parfois lorsque les élastiques « collent » aux chevilles, de sorte que la tension de l'élastique n'est pas constante sur toute sa longueur.



Le matériel qu'il est possible d'utiliser pour les expérimentations.

L'enseignant demande aux élèves de produire des sons graves et des sons aigus avec le même élastique. Les élèves tâtonnent et se rendent assez vite compte qu'il faut modifier la tension de l'élastique pour modifier la hauteur du son qu'il produit. Lors de ce tâtonnement, comme on travaille avec l'élastique entier, on considère que la longueur totale de la corde de la « guitare » ne varie pas.



Les élèves consignent les résultats de leur tâtonnement - classe de CM1/CM2 de Charlotte Marin, enseignante à Paris.

L'enseignant explique qu'un segment d'un élastique se réfère à la longueur de l'élastique entre deux chevilles. Par exemple, un élastique enroulé autour de trois chevilles présente trois segments. Il lance alors le défi suivant : disposer les élastiques de manière à ce que les instruments créés avec les planches percées obtiennent au moins trois hauteurs de son différentes lorsqu'on pince les élastiques. Si certains

groupes finissent avant les autres, l'enseignant leur demande de produire un instrument capable de produire cinq hauteurs de son.



Les élèves consignent les résultats de leur tâtonnement - classe de CM1/CM2 de Charlotte Marin.

Notes pédagogiques

- Avec le matériel utilisé, il y a trop de variables pour pouvoir tirer des conclusions spécifiques. Il est toutefois possible de conclure que lorsque la tension de l'élastique change, les vibrations et les sons font de même.
- Il est difficile de montrer de façon rigoureuse l'influence de la tension de l'élastique sur la hauteur du son. En effet, un élève ne peut pas pincer un élastique toujours de la même manière et avec la même force. Il peut être pertinent de préciser à la classe que faire répéter plusieurs fois les mêmes essais par le même élève puis, par d'autres élèves du groupe, permet de diminuer les aléas expérimentaux de cette phase de tâtonnement.

Phase 3 : Observer les vibrations à l'œil nu, puis à la loupe (10 min)

L'enseignant demande aux élèves de décrire le mouvement des élastiques suivant la hauteur du son. Ces derniers reprennent leur tâtonnement en se concentrant sur l'observation des vibrations produites.

Note pédagogique

- Bien que les différences de vibrations puissent être difficiles à voir, il est évident que le mouvement d'un élastique produisant un son très grave est plus facile à observer que celui produisant un son très aigu. Il est pertinent de proposer aux élèves de travailler sur les cas extrêmes pour pouvoir mieux observer les différences entre les vibrations.

Conclusion (10 min)

L'enseignant revient sur ce qui a été travaillé lors de cette activité. À la suite d'un échange avec la classe, il propose une trace écrite qui peut être, par exemple : « Quand la corde est tendue, les vibrations de la corde sont très rapides et le son obtenu est aigu. Les vibrations d'un son aigu sont très rapides. Les vibrations d'un son grave sont lentes. »

Exercice d'entraînement

Le professeur propose aux élèves de vérifier sur un autre type d'instrument de musique ce qu'ils viennent de conclure pour la « guitare ». Il est possible, pour cela, de travailler sur la tension de la peau d'un tambour maison.

Prolongement

Il est intéressant de réaliser une gamme avec un des instruments maison.

Activité 5 : Hauteur du son et nature du matériau de la corde

Résumé	
Disciplines	Physique-chimie, éducation musicale
Déroulé et modalités	Les élèves expérimentent une « guitare maison » et produisent des sons de hauteurs différentes en jouant sur le matériau qui la constitue.
Durée	30 min
Matériel	Pour chaque groupe d'élèves : <ul style="list-style-type: none">• une planche trouée et des chevilles, ou une « planche cloutée » ;• des élastiques ;• du fil de nylon ;• de la corde ;• de la ficelle.
Message à emporter	
Quand on modifie la nature de la corde de la « guitare », le son obtenu est différent. La nature du matériau utilisé semble avoir une influence sur le son produit.	

Déroulé possible

Phase 1 : Rappel (5 min)

Le professeur demande aux élèves de lui expliquer ce qu'ils ont appris sur le son.

Phase 2 : Expérimentations autour de la nature du matériau (20 min)

L'enseignant rappelle aux élèves que lorsqu'ils ont expérimenté le « touilletophone », la nature du matériau utilisé semblait avoir une influence sur le son produit. Il leur propose de vérifier si le type de matière constituant la corde d'une « guitare » a une influence sur le son obtenu quand on la pince.



Des élèves écoutent le son produit par des cordes faites en différents matériaux - classe de CM1/CM2 de Charlotte Marin.

Notes pédagogiques

- Avec le matériel utilisé, il y a trop de variables pour pouvoir tirer des conclusions spécifiques. Il est toutefois possible de conclure que lorsque le matériau change, les vibrations et les sons font de même.
- Il est difficile de montrer de façon rigoureuse l'influence du matériau de la corde sur la hauteur du son. En effet, en plus des problématiques liées au pincement non reproductible traitées à l'activité 4, il est difficile de ne faire varier qu'un seul paramètre (ici, la nature du matériau) en ne faisant pas varier également la longueur ou la tension de la corde. Il faut donc bien sensibiliser les élèves au fait que leurs expérimentations sont loin d'être rigoureuses.

Conclusion (5 min)

L'enseignant revient sur ce qui a été travaillé lors de cette activité. À la suite d'un échange avec la classe, il propose une trace écrite qui peut être, par exemple : « Quand on modifie la nature de la corde de la « guitare », le son obtenu est différent. Le type de matériau utilisé semble avoir une influence sur le son produit. »

Exercice d'entraînement

Le professeur propose aux élèves de vérifier sur un autre type d'instrument de musique ce qu'ils viennent de conclure sur la « guitare ». Il est possible pour cela de travailler sur le matériau qui constitue la peau et/ou le corps du tambour. Il est également possible de se questionner sur l'influence du matériau des « tubes » de la flûte de Pan. Dans le cas des instruments à vent, on fait vibrer la colonne d'air. Plus la colonne est grande, plus la hauteur du son est basse.

Activité 6 : Timbre

Résumé	
Disciplines	Physique-chimie, éducation musicale
Déroulé et modalités	L'enseignant fait écouter la même note jouée par différents instruments pour introduire la notion de timbre.
Durée	20 min
Matériel	Pour l'ensemble de la classe : <ul style="list-style-type: none">• plusieurs instruments de musique.
Message à emporter	
Le timbre d'un son est spécifique à un instrument de musique. Pour une même hauteur de son, des instruments différents ne « sonnent » pas de la même manière.	

Déroulé possible

Phase 1 : Rappel (5 min)

Le professeur demande aux élèves de lui expliquer ce qu'ils ont appris sur le son.

Phase 2 : Écoute de mêmes notes jouées par différents instruments de musique (10 min)

Le professeur propose aux élèves d'écouter une même note jouée par différents instruments de musique. Il leur demande alors s'ils perçoivent une différence entre les sons joués par les instruments. Les élèves essaient d'explicitier les différences ressenties, même si cela leur semble difficile. Les sons se ressemblent, mais ne « sonnent » pas tout à fait de la même manière.

Le professeur explique alors que les sons purs, comme ceux produits par un diapason, ne sont composés que d'un seul son, le fondamental. Par contre, une note de musique produite par un piano est la somme d'un son fondamental et de nombreux autres sons, les harmoniques. Il précise que les sons qu'ils ont écoutés ont la même hauteur, mais qu'ils sont plus ou moins riches en harmoniques, selon l'instrument utilisé. Il indique que le timbre d'un instrument dépend du nombre d'harmoniques qu'il produit quand on en joue.

Conclusion (5 min)

L'enseignant revient sur ce qui a été travaillé lors de cette courte activité. Il propose une trace écrite qui peut être, par exemple : « Le timbre d'un son est spécifique à un instrument de musique. Pour une même note, des instruments différents ne "sonnent" pas de la même manière. »

Prolongement possible

Il est possible d'approfondir les notions travaillées dans ces activités, en utilisant l'application FizziQ. Un tutoriel de prise en main est consultable à l'adresse suivante : <https://fondation-lamap.org/tutoriel/fizziq>.

Éclairage scientifique : qu'est-ce que le son ?

Le son parvient jusqu'à nos oreilles par un mouvement ondulatoire : la matière, à travers laquelle l'onde se propage, ne se déplace pas avec l'onde ou ne se transforme pas. Seule l'énergie se déplace avec l'onde.

Il y a deux types d'ondes : transversale et longitudinale. Une onde transversale se propage perpendiculairement à l'objet vibrant qui l'a engendrée. Les ondes longitudinales se produisent quand l'objet vibrant bouge d'avant en arrière, suivant la même direction que celle de l'onde. Lorsque le son se propage dans l'air, c'est sous la forme d'une onde longitudinale, provoquant un mouvement alterné de rapprochement et d'éloignement des molécules d'air. Pour se représenter le son, on peut faire un parallèle avec le mouvement d'une perturbation le long d'un ressort.

Les deux caractéristiques principales des ondes sont la fréquence et l'amplitude. La fréquence est le nombre d'allers-retours autour de sa position d'équilibre que l'objet réalise par seconde. Si on se réfère au ressort, cela correspond au nombre de fois où un point de ce ressort accomplit un aller-retour. L'unité utilisée pour exprimer la fréquence est le hertz (Hz). Ainsi, si on pousse et tire sur un ressort quatre fois en une seconde, la fréquence de l'onde est de 4 Hz. Quelqu'un qui observe le ressort voit une spire aller et venir en un quart de seconde et cette séquence se répéter quatre fois chaque seconde.

Nous interprétons les ondes sonores de haute fréquence comme des sons aigus, tels que ceux produits par un piccolo. Quant aux ondes sonores de basse fréquence, telles que celles produites par un tuba, nous les interprétons comme des sons graves.

Pendant que l'onde se déplace à travers le ressort, chaque spire est déplacée d'une certaine quantité dans les deux directions autour de sa position d'origine. Cette distance de mouvement de chaque spire par rapport à sa position stationnaire est appelée « amplitude de l'onde ». Si on pousse plus fort sur le ressort, quatre fois par seconde, l'amplitude de l'onde augmente, mais la fréquence reste la même. Le son a la même hauteur, mais est plus fort pour nos oreilles.

La hauteur d'un son est liée à la fréquence de l'onde créée par l'objet vibrant. Néanmoins, quand on joue d'un instrument, s'ajoutent à la fréquence principale, dite « fondamentale », plusieurs fréquences plus élevées et plus faibles appelées « harmoniques ». Ces dernières sont des multiples de la fréquence fondamentale principale et se combinent pour donner son ton au son. Ainsi, bien qu'un piano et une clarinette puissent avoir la même fréquence fondamentale, et donc la même hauteur de son, les harmoniques diffèrent et donnent aux instruments leur timbre caractéristique.

Coordination

Fatima RAHMOUN pour la Fondation *La main à la pâte*

Contributeur

Fatima RAHMOUN

Crédits

Photographies : Guillaume SOTO LÉNA et Fatima RAHMOUN pour la Fondation *La main à la pâte*

Remerciements

Adrien ARROUS, Henri CHAMOIX, Charlotte MARIN, Jean MATRICON, Marie-Lise ROUX

Cette ressource a été produite avec le soutien de l'Académie musicale de Villecroze



En partenariat avec

radiofrance



Date de publication

Février 2024 (seconde édition)

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

