

Séquence de classe

Les mille tours d'Edison

C. Le phonographe – activités 1, 2 et 3

Cycle 3

Introduction

Thématiques traitées	Signal, son, fréquence, volume, intensité, timbre, instruments de musique, objet technique, histoire des sciences et des techniques
Résumé et objectifs	Le professeur propose aux élèves de réaliser une écoute silencieuse des bruits de la classe. Il leur demande ensuite de déterminer le contenu des « boîtes à sons » sans les ouvrir et de concevoir des boîtes modèles pour valider leurs intuitions concernant le contenu des boîtes mystérieuses. Les élèves observent les vibrations d'un diapason à l'œil nu, puis en utilisant une loupe. Ils plongent ensuite le diapason dans de l'eau et observent les vibrations qu'il provoque à sa surface.
Disciplines engagées	Physique-chimie, technologie, éducation musicale, histoire-géographie
Durée	2 h 25 environ

Prise en main de la séquence

Avant de démarrer les activités, il peut être intéressant de travailler sur la séquence « Le sorcier de Menlo Park », qui permet de s'interroger sur les stéréotypes qui circulent sur les scientifiques.

Activité 1 : Les « boîtes à sons »

Résumé	
Disciplines	Physique-chimie, éducation musicale
Déroulé et modalités	Le professeur propose aux élèves de réaliser une écoute silencieuse des bruits de la classe. Il leur demande ensuite de déterminer le contenu des « boîtes à sons » sans les ouvrir et de concevoir des modèles pour valider leurs intuitions concernant le contenu des boîtes mystérieuses.
Durée	1 h 15
Matériel	Pour l'ensemble de la classe : <ul style="list-style-type: none">• des matériaux solides en grains (par exemple : cailloux, billes de verre, vis, coquillages, marrons, riz, semoule, pois chiches, sable, lentilles, pièces de monnaie, sciure, haricots secs, céréales, plumes, coton) ou liquides (eau, compote) ;• des emballages alimentaires ou des boîtes de balles de tennis (pour y mettre différents types de matériaux) de différentes tailles ;• des balances.
Messages à emporter	
<ol style="list-style-type: none">1. Nous sommes entourés de sons.2. Nous avons travaillé comme des scientifiques. En effet, nous avons observé, puis émis des hypothèses sur l'origine du son de la boîte. Nous avons ensuite testé nos hypothèses en créant un modèle de la « boîte à sons » qui se rapproche le plus du contenu de la boîte, que nous ne pouvons pas observer directement.	

En amont/préparation

La préparation des « boîtes à sons » prenant un peu de temps, il est recommandé de s'organiser à l'avance. Les boîtes peuvent être toutes identiques ou il est possible de travailler avec des boîtes de formes différentes. Il est cependant impératif d'avoir des boîtes témoins identiques aux boîtes mystérieuses.

Il est possible d'utiliser des emballages alimentaires, comme des paquets de gâteaux, des boîtes métalliques cylindriques (comme les boîtes de café moulu) et des boîtes en plastique utilisées par les traiteurs. Si les boîtes en plastique sont choisies, et qu'elles sont transparentes et incolores, il est possible de les peindre. En revanche, il faut peindre également les boîtes témoins pour éviter qu'un paramètre supplémentaire (absence ou présence de peinture) n'intervienne dans la modélisation. Des emballages identiques à ceux utilisés pour les « boîtes à sons » sont mis à la disposition des élèves.

Les boîtes doivent être bien fermées pour qu'on ne puisse pas les ouvrir facilement.

Il ne faut remplir les boîtes qu'avec un seul type d'objets ou de matière. Il est recommandé de peser les matières ou les objets introduits dans les boîtes, notamment les objets très légers. Sinon, la quantité d'objets légers pourrait s'avérer insuffisante pour être mesurée en utilisant les balances disponibles dans la classe.

Note pédagogique

- Il est possible de ne donner que des boîtes identiques afin de limiter le nombre de variables pour la comparaison.

Déroulé possible

Phase 1 : Écoute silencieuse des sons qui nous entourent (10 min)

Pendant trois minutes, l'enseignant demande aux élèves d'écouter, en silence, les sons qui les entourent. À la suite de cette écoute, le professeur échange avec la classe et note au tableau les sons identifiés. Lors de l'écoute silencieuse, les élèves peuvent se concentrer sur les bruits de faible intensité, comme la respiration des voisins, les déplacements dans les étages supérieurs, le tic-tac de l'horloge ou les klaxons des voitures, au loin dans la rue.

L'enseignant peut poser les questions suivantes :

- Quels sont les sons que vous avez le plus entendus ?
- Qu'est-ce qui produisait ces sons ?
- Sont-ils proches ou éloignés ? Comment le savez-vous ?
- S'agit-il de sons forts ou faibles ? De sons graves ou aigus ? De sons courts ou longs ? De sons agréables ou déplaisants ? S'agit-il de sons continus ? Est-ce qu'ils s'arrêtent et recommencent ?

Phase 2 : « Boîtes à sons » (50 min)

Le professeur explique aux élèves qu'ils doivent déterminer ce qu'il y a dans la « boîte à sons » qui leur est confiée, sans l'ouvrir ni la détériorer. Il distribue à chaque groupe de trois à quatre élèves une « boîte à sons ». L'enseignant précise que celle-ci ne contient qu'une seule matière ou qu'un seul type d'objets.

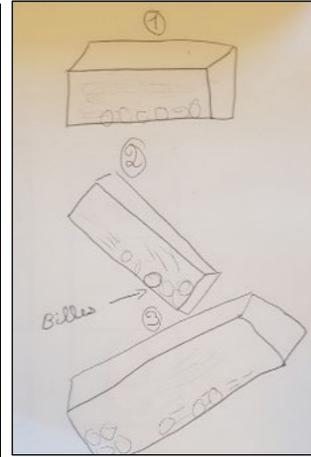
Notes pédagogiques

- Il est pertinent de confier des « boîtes à sons » différentes aux groupes. Certains peuvent néanmoins travailler avec des boîtes identiques. Cela permettra aux élèves ayant les mêmes boîtes de confronter leurs hypothèses et leur modèle, et de voir s'ils sont arrivés aux mêmes conclusions.
- Pour une meilleure organisation, le professeur numérote les boîtes et note (pour mémoire) ce qu'il a mis à l'intérieur.

Les élèves observent les « boîtes à sons », en les écoutant, en les secouant, en les faisant rouler s'il s'agit de boîtes cylindriques... À la suite de cette exploration, ils émettent des hypothèses sur ce qu'il y a à l'intérieur.



(bille) caillou graine Boîte
 ce n'est pas un caillou parce
 que les cailloux sont petit
 ou grand alors que ça fait
 moyen.
 ce n'est pas une graine ça
 comme un maraquace et
 se a h'es pas des perle
 parce que les perles ces
 petit.
 C'est des bille parce que
 quand on fait c'est arrondit



À gauche, une élève agite la boîte mystère pour collecter des indices. Au centre, les hypothèses d'un groupe. À droite, schéma du tâtonnement - classe de CM1/CM2 de Charlotte Marin, enseignante à Paris.

Le professeur met en commun les différentes hypothèses en échangeant avec la classe. Les élèves doivent expliquer pourquoi ils ont émis telle ou telle hypothèse. Ils peuvent par exemple indiquer : « Nous pensons qu'il y a du riz dans cette boîte grâce au son que l'on perçoit quand on la fait rouler. »

L'enseignant leur demande ensuite de créer une « boîte à sons » modèle qui se comporte de la même manière que l'originale. Les élèves pensent spontanément à une boîte vide, identique à leur « boîte à sons ». Ils y glissent la matière qui semble se trouver dans la boîte mystère. Les élèves ne pensent pas forcément d'eux-mêmes à la quantité de matière contenue dans la boîte.

Pour les aider à améliorer leur proposition, le professeur leur demande : « Comment s'assurer que nous avons bien la bonne quantité d'objets ou de matière dans notre boîte modèle ? » Certains élèves expliquent qu'au son produit par la boîte, ils peuvent déterminer s'ils ont mis trop ou pas assez de matière. Le professeur leur demande alors de trouver une manière plus rigoureuse de confirmer qu'il s'agit de la bonne quantité. Certains élèves proposent d'utiliser une balance, de peser la « boîte à sons » et de peser la boîte modèle vide. Ils ajoutent alors la quantité suffisante d'objets ou de matière pour arriver à la même masse.

Puis le modèle est testé et comparé à la « boîte à sons » mystérieuse pour voir s'il s'en rapproche.



Élèves de CM1/CM2 en train de construire leur boîte modèle - classe de Charlotte Marin.

Note pédagogique

- Si des boîtes ont été peintes pour devenir des « boîtes à sons », la masse de la peinture appliquée peut différer de quelques grammes. Si ce sont des objets qui ont été introduits dans ce type de boîtes (comme des rondelles en métal), les élèves peuvent se retrouver face à la difficulté de ne pas pouvoir déterminer la quantité de rondelles. Par exemple, trois rondelles peuvent peser moins lourd que la masse visée, mais l'introduction de la quatrième rondelle peut entraîner un dépassement de quelques grammes. Si le cas de figure se présente, le professeur fera réfléchir les élèves à l'importance toute relative d'un ou deux grammes par rapport à la masse globale. Il pourra également leur indiquer que les appareils de mesure ont une précision à un ou deux grammes près. Enfin, il leur expliquera que la quantité de peinture utilisée pour rendre opaques les boîtes n'est pas forcément la même et que c'est peut-être perceptible sur la balance.

Conclusion (15 min)

L'enseignant revient sur ce qui a été mis en œuvre. À la suite d'un échange avec la classe, il propose une trace écrite qui peut être, par exemple : « Nous sommes entourés de sons. Nous avons travaillé comme des scientifiques. En effet, nous avons observé, puis émis des hypothèses sur l'origine du son de la boîte. Nous avons ensuite testé nos hypothèses en créant un modèle de la "boîte à sons" qui se rapproche le plus du contenu de la boîte, que nous ne pouvons pas observer directement. »

Il est possible, pour conclure la séance, de choisir de ne pas ouvrir les « boîtes à sons » pour se rapprocher de ce que vivent les scientifiques au quotidien. En effet, les physiciens du CERN ne peuvent pas ouvrir la boîte des particules élémentaires pour vérifier que leur modèle est bon. Ce choix risque toutefois de provoquer une grande frustration chez les élèves. Il est à noter que le fait d'ouvrir la boîte leur permet de s'autoévaluer.



Ouverture de la « boîte à sons » mystère et confrontation avec la boîte modèle - classe de CM1/CM2 de Charlotte Marin.

Activité 2 : Voir le son

Résumé	
Discipline	Physique-chimie
Déroulé et modalités	Les élèves observent les vibrations d'un diapason à l'œil nu, puis en utilisant une loupe. Ils plongent ensuite le diapason dans de l'eau et observent les vibrations qu'il provoque à sa surface.
Durée	30 min
Matériel	Pour l'ensemble de la classe : <ul style="list-style-type: none">• un ou des diapasons ;• quelques loupes à main ;• des récipients remplis d'eau.
Message à emporter	
Quand les objets vibrent, ils produisent du son. Certaines vibrations sont si petites et/ou si rapides qu'on ne peut les voir à l'œil nu, mais on peut les mettre en évidence, en utilisant de l'eau par exemple.	

Déroulé possible

Phase 1 : Chantons ! (5 min)

L'enseignant demande aux élèves de placer une main sur leur gorge et d'émettre le son « ahhh ». Un rapide échange avec la classe permet au professeur de mettre en commun ce qu'ils ont ressenti lorsqu'ils ont émis le son. Les élèves expliquent que « cela vibre » au niveau de leur gorge.

Phase 2 : Le diapason (10 min)

L'enseignant montre le diapason aux élèves. Il explique qu'il s'agit d'une pièce de métal qui a été fabriquée avec une forme particulière, de telle sorte que, lorsqu'elle est frappée, elle produit toujours la même note de musique. Le professeur cogne le diapason sur un objet et pose son extrémité sur une surface dure et solide. Il demande à la classe ce qu'un élève pourrait ressentir s'il touchait le diapason en train de produire un son, puis teste avec un élève volontaire.



Élèves de CM1/CM2 observant les vibrations du diapason - classe de Charlotte Marin.

Si le professeur a pu se procurer plusieurs diapasons, il laisse les groupes d'élèves expérimenter par eux-mêmes et peut distribuer des loupes à main pour leur permettre de mieux observer les vibrations.

Au bout de quelques minutes, il distribue un récipient rempli d'eau à chaque groupe. Il leur explique qu'ils vont réaliser une expérience pour mieux observer les vibrations. Il leur propose alors de prédire ce qui va se passer lorsqu'ils vont plonger les deux branches du diapason dans l'eau après l'avoir frappé.

Les élèves sont ensuite invités à mener l'expérience une première fois. Un échange rapide avec la classe permet au professeur de bien expliciter auprès de tous les élèves ce qu'il faut observer. Il peut poser les questions suivantes : « Pourquoi l'eau nous éclabousse-t-elle ? », « Pouvez-vous toujours entendre le son quand le diapason est dans l'eau ? », « Que peut-on observer à la surface de l'eau quand les deux branches du diapason y plongent ? »



Élèves de CM1/CM2 plongeant le diapason dans l'eau - classe de Charlotte Marin.

Note pédagogique

- Si le professeur n'a pas réussi à se procurer suffisamment de diapasons, il peut diffuser la vidéo Vibrations d'un diapason du site Physique à main levée, à retrouver ici : <http://phymain.unisciel.fr/vibrations-dun-diapason/>.

Conclusion (15 min)

L'enseignant revient sur ce qui a été mis en œuvre lors de l'activité. À la suite d'un échange avec la classe, il propose une trace écrite qui peut être : « Quand les objets vibrent, ils produisent du son. Certaines vibrations sont si petites et/ou si rapides qu'on ne peut les voir à l'œil nu, mais on peut les mettre en évidence, en utilisant de l'eau par exemple. »

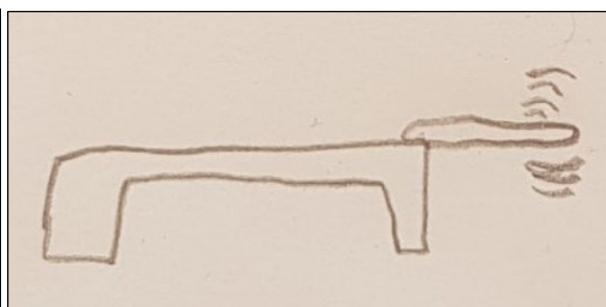
Activité 3 : Produire des sons différents

Résumé	
Discipline	Physique-chimie
Déroulé et modalités	Les élèves expérimentent le « touillettophone » et produisent des sons de hauteurs différentes.
Durée	25 min + 15 min d'exercice d'entraînement à la séance suivante
Matériel	Pour l'ensemble de la classe : <ul style="list-style-type: none">• des bâtonnets de glace ;• des touillettes ;• des piques à brochette ou des baguettes chinoises.
Message à emporter	
Plus il y a de matière qui vibre, plus le son obtenu est grave.	

Déroulé possible

Phase 1 : Produire un son avec un objet simple (5 min)

Le professeur distribue à chaque groupe d'élèves un bâtonnet de glace ou une touillette. Il demande aux élèves de produire des sons avec cet objet. Les élèves tâtonnent : ils tapent avec le bâtonnet – ou la touillette – sur la table, puis pensent à le faire vibrer.



À gauche, élèves de CM1/CM2 en train de manipuler. À droite, dessin de leurs expérimentations - classe de Charlotte Marin.

Variante : Il est possible de travailler l'influence de la longueur de l'objet vibrant sur la hauteur du son avec des séries de tubes sonores (si l'établissement en possède de longueurs et de couleurs différentes). Chaque couleur correspond à un son et les élèves remarquent rapidement que la longueur du tube a une influence sur la hauteur du son (grave ou aigu). En tapant ou en laissant tomber le tube sur le sol, on obtient des sons différents également.

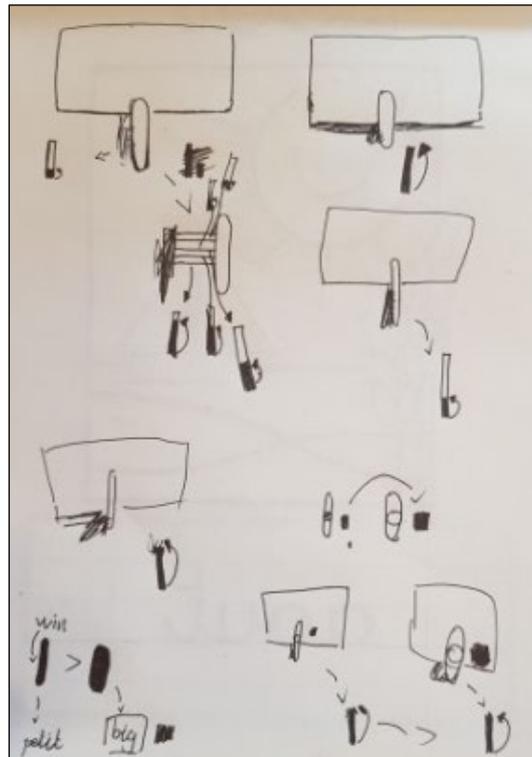
Phase 2 : « Le touillettophone » (10 min)

Après un bref échange avec la classe pour s'assurer que tous les élèves ont compris comment produire un son avec le bâtonnet, le professeur propose de trouver un moyen de modifier le son émis par les vibrations du bâtonnet. Les élèves tâtonnent, puis finissent par se rendre compte que la longueur du bâtonnet influence le son produit.



Manipulations à réaliser.

Pour modifier la longueur qu'ils souhaitent faire vibrer, les élèves posent le bâtonnet sur le bout de la table, bloquent une partie de ce dernier d'une main et font vibrer la partie laissée libre. Ils testent plusieurs longueurs de bâtonnet et se rendent compte qu'ils obtiennent des sons très différents.



Dessins de « touillettophones » - classe de CM1/CM2 de Charlotte Marin.

L'enseignant peut alors distribuer d'autres types de « languettes » (touillettes, piques à brochette, baguettes chinoises) pour permettre aux élèves de continuer leurs explorations sonores. Il leur demande de prédire la hauteur du son qu'ils vont obtenir avant chaque expérimentation.

Je pense que si la languette est plus fine je pense qu'elle aura un son différent que la grosse

Avec une languette fine et plus aiguë que une languette épaisse.
Une languette épaisse et plus grave que une languette fine.

Predictions, puis résultats d'un groupe - classe de CM1/CM2 de Charlotte Marin.

Note scientifique

- Les expérimentations permettant de relier la taille des bâtonnets et la hauteur du son obtenu ne sont valables que si le matériau est le même pour tous les bâtonnets. Les élèves doivent comprendre qu'il est possible que de grandes baguettes faites dans un autre matériau puissent avoir un son plus aigu que celui obtenu avec de petites baguettes en bois. Il faut toujours garder à l'esprit que de nombreux facteurs entrent en jeu pour modifier la hauteur du son.

Conclusion (10 min)

L'enseignant revient sur ce qui a été mis en œuvre lors de l'activité. À la suite d'un échange avec la classe, il propose une trace écrite qui peut être, par exemple :

Plus la longueur de la languette est grande, plus le son obtenu est grave
Plus la longueur est petite, plus le son est aigu

Le professeur peut préciser que la hauteur du son est liée à la fréquence. Un son grave correspond à une fréquence basse. Pour un son aigu, la fréquence est élevée.

Si l'enseignant en trouve une, il peut être intéressant d'ouvrir une boîte à musique et de montrer aux élèves que leur « touillettophone » fonctionne sur le même principe. Il peut également apporter un kalimba (ou senza ou piano à pouces).

Exercice d'entraînement

Au début de la séance suivante, le professeur montre des bouteilles en verre remplies plus ou moins d'eau et explique qu'il va taper dessus avec une tige en métal. Il demande aux élèves de prédire le type de son qui va être obtenu, en se basant sur les résultats obtenus avec les « touillettophones ». S'il réussit à se procurer suffisamment de bouteilles, les groupes peuvent tâtonner en autonomie. Sinon, il propose à un élève volontaire de tester « l'instrument ». Plus la bouteille est remplie d'eau, plus le son obtenu est grave. On peut reformuler le bilan précédent de la manière suivante : « Plus il y a de matière qui vibre, plus le son obtenu est grave. »

Il est également possible de travailler sur le diamètre et la longueur des « tubes » d'une flûte de Pan maison. Dans le cas des instruments à vent, on fait vibrer la colonne d'air. Plus la colonne d'air est grande, plus la hauteur du son obtenu est basse.

Éclairage scientifique : le son et ses caractéristiques

Le son est une onde mécanique : elle ne peut se propager que dans un milieu matériel. Un son est caractérisé par son timbre, sa hauteur, sa durée et son intensité.

Si, au cours du temps, le signal sonore se reproduit identique à lui-même, l'onde sonore est dite périodique. La fréquence correspond au nombre de fois que le signal se répète identique à lui-même en une seconde. Un « son musical » est une onde sonore périodique. Dans le cas d'un bruit, le signal produit n'est pas du tout périodique.

La fréquence d'une onde sonore est liée à la hauteur du son émis. Un son aigu correspond à une onde sonore dont la fréquence est élevée. Un son grave correspond à une fréquence basse. Dans cette séquence, de nombreuses expérimentations permettent de s'approprier la notion de hauteur d'un son et les paramètres ayant une influence sur cette grandeur.

Un son pur est une onde sinusoïdale. Un son complexe correspond à une superposition d'une onde sinusoïdale de fréquence principale, dite « fondamentale », et de nombreuses ondes sinusoïdales dont les fréquences sont des multiples de la fréquence fondamentale : elles sont dites harmoniques. Le timbre est produit par une combinaison d'harmoniques. Il est spécifique à un instrument.

L'intensité (ou volume) et la durée du son sont abordées lors de l'écoute silencieuse. L'amplification du son permet d'approfondir la notion d'intensité. Le volume d'un son correspond à l'amplitude de l'onde mécanique.

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, Elena PASQUINELLI, 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

