

# Séance : Tensions et harmonies



Durée : 1 journée



## Objectifs de la séance

- Expérimenter les paramètres qui influencent la clarté d'un son
- Régler une tension pour faire une note
- Faire l'harmonie avec un groupe sur une fréquence
- Tester le fonctionnement de différents instruments : corde, vent et percussions
- Créer un instrument de musique avec plusieurs notes

## Mots-clés

- Timbre et instruments
- Tension et fréquence
- Ton et accords
- Longueur d'ondes



## Conditions matérielles

### Matériel nécessaire

#### Outils

- ✓ Quatre tablettes numériques
- ✓ Un microphone à piles (dynamique ou à électret)
- ✓ Un accordeur électronique
- ✓ Un diapason mécanique
- ✓ Râpes, limes, vrilles et tournevis plats
- ✓ Tonoscopes et des verres
- ✓ Règles en métal
- ✓ Verres en verres
- ✓ Pistocolles

#### Consommable

- ✓ Akylux et polystyrène
- ✓ Caisses de résonance en métal
- ✓ Planchettes de balsa, bâtonnets en bois et épingle à linge
- ✓ Chevilles de guitare, clous et vis sans fin
- ✓ Dominos électriques
- ✓ Cordes de ukulélé, élastiques, ficelle
- ✓ Axes en métal, vis, clous et roues dentées
- ✓ Bambous, lamelles de bois et pailles
- ✓ Colle, gommettes et paillettes



## Déroulement

### ➤ Etape 1 - « La nature du son »

Dispositif



Nous avons précédemment identifié que le son était des vibrations qui se propageaient dans la matière et qu'elles pouvaient résonner et être amplifiées. Rappeler avec les enfants les expériences vues auparavant. Aujourd'hui, nous allons utiliser les ondes et construire un instrument de musique !



Qu'est-ce que le son ? Comment cela fonctionne-t-il ? Voici du matériel afin de créer des sons : marteau, diapason, tonoscope, ballon, élastique, bois, clou. Dans cette expérience vous allez vous amuser à tester les ondes sonores sur différents matériaux afin de comprendre à quoi cela correspond.



Le son est une vibration : cela veut dire que la source du son va se déformer, reprendre sa forme, se déformer encore, et transmettre cette vibration à l'air qui nous entoure. La vibration va ainsi se répandre jusqu'à notre oreille qui elle aussi va vibrer de la même manière et permettre à nos nerfs auditifs de transporter l'information jusqu'au cerveau. Cette déformation est parfois visible mais souvent on ne la voit pas : lorsque on tape sur un clou avec un marteau difficile de voir le changement de forme du marteau ou du clou, un élastique tendu et que l'on pince peut par contre rendre visible cette variation.

Observez un tonoscope et regardez comment vibre sa membrane en faisant bouger les sédiments. Sur le même principe, les objets produisant un son vibrent : bol tibétain, la membrane d'un ballon, corde, etc.



## Déroulement

- Etape 2 - « Ajustez la fréquence ! »

Dispositif   

- Phase sauvage



*Photographie d'un jeu de vibration avec des verres*

La première manipulation va consister à faire de la musique avec huit verres. Nous allons réaliser un montage avec les verres qui vont nous permettre de jouer différentes notes. Aligner plusieurs verres. Remplir les verres d'eau de manière décroissante. Le verre de gauche doit contenir plus d'eau que le verre de droite et ainsi de suite. Les participants doivent comprendre comment réaliser différentes fréquences. Pour jouer de la musique, les verres vibrent. Mais pourquoi font-ils des notes différentes ?



*On observe que plus un verre contient d'eau, plus le son, donc la note émise, est grave. Et à l'inverse, un verre contenant moins d'eau produit une note plus aiguë. Les sons sont produits par des vibrations. Chaque vibration possède une vitesse de vibration propre appelée "fréquence". Le fait de frapper un verre avec un crayon produit ce genre de vibrations. La vitesse de vibration dépend de la quantité d'eau dans le verre. Un verre plein possède une vitesse de vibration faible, donc produit un son plus grave qu'un verre vide.*

- Phase expérimentale

Pour aller plus loin dans l'expérience, il est possible d'accorder ses verres. Jusqu'à présent, la gamme obtenue n'était pas parfaite. Pour l'améliorer, utilisez un accordeur qui vous permettra d'ajuster la hauteur d'eau dans chaque verre. Du verre de gauche vers le verre de droite : DO, RÉ, MI, FA, SOL, LA, SI, et DO. Vous pouvez à présent jouer vos morceaux préférés ! Le groupe peut créer une petite musique.



## Déroulement

➤ Etape 3 - « Le défi xylophone ! »

Dispositif    

- Phase sauvage



*Photographie d'un xylophone expérimental*

Permettant d'appréhender les sons, le xylophone est l'un des instruments les plus accessibles pour les petits comme pour les grands. En reprenant le principe de résonance que nous avons abordé juste avant, nous allons procéder à différents tests pour créer et ajuster une gamme de notes.



Le principe est lié à la longueur des pièces du xylophone, à leur fixation et à l'épaisseur des lamelles. Placer sur une table un tasseau de bois. Poser toutes les lames sur le tasseau et les fixer plus ou moins fermement. Fixer les lames avec un clou n'est pas forcément nécessaire. Ajuster les lamelles et fixations pour obtenir des notes. La fréquence de vibrations varie différemment en fonction de la note produite. Il faut que rien n'empêche la déformation. Si les supports sont placés à des endroits de tube où la déformation est la plus grande, le son s'arrête très vite (on appelle ces endroits, les ventres). S'ils sont placés à d'autres endroits où la déformation est nulle (les nœuds) le son dure. Les participants peuvent rechercher les meilleures places pour les supports de façon à obtenir le son le plus joli et le plus fort.

- Phase expérimentale

Trouver le principe de corrélation entre la longueur et les notes sur un instrument. Partez du tuyau le plus grave, et divisez sa longueur par deux. Observez ce qu'il en résulte.



*Sur tous ces instruments, si une longueur  $L$  (de corde, de tube, etc...) produit la note  $N$ , la longueur  $L/2$  produira la même note  $n$  à l'octave supérieure. Exemple : si une corde de guitare de 1 m de long donne un mi, la même corde de guitare de 50 cm, avec la même tension, donnera un mi à l'octave supérieure. Si vous jouez de la guitare ou de la flute, vérifiez-le. Faites sonner un mi grave, puis mesurez la position du milieu de la corde et faites sonner la corde, elle produit un mi à l'octave supérieure !*

*Dans nos sociétés occidentales, on a pris l'habitude de diviser une octave en douze intervalles. On y est habitué, tout autre découpage sonne « bizarre » à nos oreilles formatées par des siècles d'écoute. Ces intervalles sont appelés des « demi-tons ». On les retrouve sur tous les instruments. Jetez un coup d'œil à un piano : d'un do à l'autre il y a 7 touches blanches, et 5 touches noires, ça fait 12. Sur une guitare, il y a 12 cases pour arriver à l'octave à mi longueur du manche... Si on divise en douze sections égales une octave, nous retrouverons les différentes notes de musique.*

*Les résultats donnés peuvent correspondre à ceci :*

Longueur de tuyau $L$ (m)	1,00	0,75
Fondamental $f$ (Hz)	170	227
Note	Mi	Fa

Une contine pour enfants existe parlant des intervalles de tons et de la longueur d'onde sur le son. Les phénomènes physiques que nous avons vu précédemment sont illustrées dans cette chanson :

*Do, ré, mi, fa, sol, la, si, do  
Gratt'-moi la puce que j'ai dans l' dos.  
Si tu l'avais grattée plus tôt,  
Elle serait pas montée si haut.*

Voici quelques données qui peuvent te permettre de réaliser tes tubes pour construire une flûte de pan.

Do	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
16 cm	14 cm	13 cm	12 cm	11 cm	10 cm	9 cm	8 cm



## Déroulement

### ➤ Etape 4 - « Fréquences et hauteur de sons »

Dispositif



La vibration dépend de la tension et de la composition du corps d'un objet. Lors de cette petite manipulation nous allons mettre en place l'expérience de la règle musicale.

Poser une règle perpendiculairement au bord d'une table en en laissant dépasser une certaine longueur. Tenir fermement la règle au niveau du bord de la table soit grâce à un aimant ou avec la main. De l'autre main appuyer fortement sur le bord libre de la règle puis le relâcher brusquement afin de faire vibrer la règle. Les vibrations de la règle produisent un son. Pour que ce son soit audible, il peut être nécessaire de raccourcir la longueur de la règle qui vibre. Le son devient plus aigu si l'on diminue sa longueur. En augmentant l'amplitude des oscillations (par une déviation initiale plus grande), on augmente l'intensité sonore émise. La question que nous allons nous poser est la suivante : comment faire varier la hauteur du son ?



*Photographie d'une règle musicale*



Une caractéristique importante du son, c'est sa hauteur. Entre le sifflet du merle et la grosse caisse du rocker, il n'y a pas qu'une différence de volume. Ce système trouve une explication dans le phénomène de longueur d'onde que nous avons vu précédemment. Si le sifflet du merle est beaucoup plus aigu, la différence est liée à la fréquence : elle représente le nombre de fois où la peau de la grosse caisse ou les cordes vocales du merle sont déformées en une seconde.

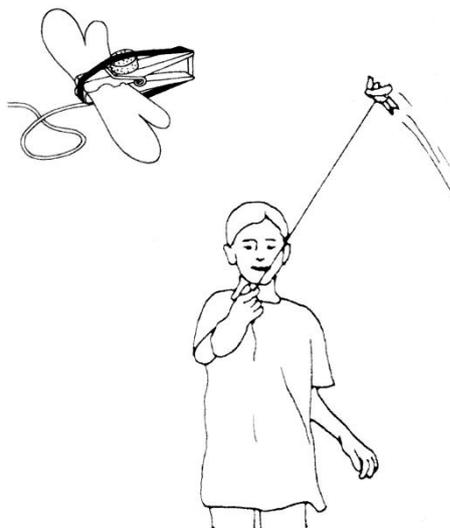
Avec le montage ci-dessus on peut faire varier la fréquence en diminuant la longueur de la partie vibrante d'une règle en métal. Plus la lame est courte plus la fréquence est élevée et plus le son est aigu.

### ➤ Etape 5 - « Le chant de l'élastique »

Dispositif   

Il faut rappeler qu'il existe plusieurs familles d'instruments : à corde, à percussions, à vent. Nous avons pu voir que nous pouvions créer des notes par frottements, grattements et percussions mais l'air peut jouer un rôle dans la fabrication du son, il peut vibrer ou faire vibrer les objets qu'il rencontre.

Lors de cette activité nous allons créer un petit jouet qui imite le bruit du moustique. Il nous faut un bouchon de liège, de la colle, un ballon de baudruche, une épingle à linge et de la ficelle. Découper deux rondelles de bouchon, les coller sur l'épingle à linge et passer autour un morceau du ballon. Fixer la ficelle. En faisant tourner la pince on va obtenir un bruit de moustique.





En tournant, l'air fait vibrer le bracelet en caoutchouc qui produit le son. Les vibrations sont plus ou moins intenses avec la vitesse. De petites ailes peuvent accentuer l'effet.

➤ **Etape 6 - « Jeux sous tension »**

Dispositif 

Pour cette activité, une caisse de résonance, des trombones et des élastiques sont fournis aux participants. A partir de ce qui a été vu précédemment, les participants vont tenter de produire différentes notes à partir d'un élastique. Le public commencera par tester la tension des élastiques pour produire ensuite différentes notes.



En tendant plus ou moins fortement l'élastique on modifie la tonalité. Plus la ficelle et la corde sera tendue, plus le son sera aigu. La caisse de résonance permet d'amplifier le son pour mieux l'entendre.

Pour aller plus loin, le groupe peut tenter de se mettre en harmonie pour produire la même note : sur la même fréquence avec le son plus audible possible. Parvenir à une même fréquence est un exercice qui demande de la patience, de l'écoute et de la précision. L'accordeur électrique pourra être utile à cette activité.

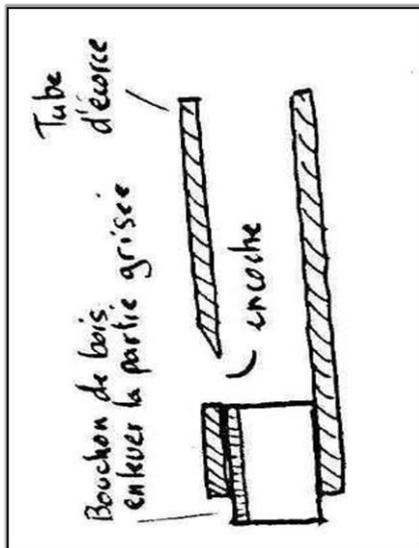


*Photographie de caisses de résonance avec des élastiques*

➤ Etape 7 - « Ton instrument de musique »

Dispositif    

Les enfants établissent un protocole afin de construire leur instrument de musique. Ils s'organisent individuellement pour créer et fabriquer leur instrument : dessin d'un plan, mesures et découpes, réglages, etc. Il s'agit de vérifier avec chaque participants les critères importants : caisse de résonance, matériaux, tensions, cordes, etc.. Les critères de sélection seront basés sur les activités vues précédemment. Des mesures de tons et de décibels seront pris afin d'arriver à un résultat optimal.



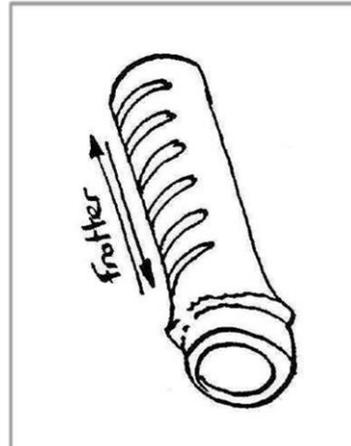
*Sifflet de flute*



*Guitare artisanale*



*Flute de pan*



*Guiro*

## Fin de l'atelier « Bilan/Rangement

### Dispositif



L'animateur peut conclure en rappelant les bases de l'acoustique et en vérifiant que les enfants se rappellent bien des différents points importants : ce qu'est le son, la tension pour les notes, les ondes sonores, etc. La prochaine activité mènera aux questions liées à l'isolation phonique et aux risques sonores. Quelles sont les risques liés au son ? Quelles sont les pathologies ? Comment s'en protéger ?

Ces questions annoncent la suite de l'atelier : Isolation phonique et risques sonores.