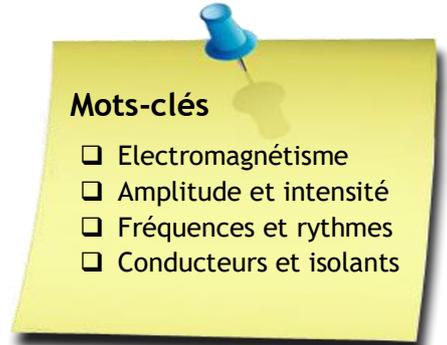


Séance : Son et électronique



Durée : 4 heures



Mots-clés

- Electromagnétisme
- Amplitude et intensité
- Fréquences et rythmes
- Conducteurs et isolants



Objectifs de la séance

- Créer un montage électrique avec un buzzer
- Fabriquer un haut-parleur
- Réaliser une prise de son à travers un mur
- Visualiser une fréquence sur un oscilloscope
- Reconstruire la boîte à rythme de De Vinci
- Manipuler un sonar et étudier la vitesse du son



Conditions matérielles

Matériel nécessaire

Outils

- ✓ Quatre tablettes numériques
- ✓ Un oscilloscope
- ✓ Un microphone à piles (dynamique ou à électret)
- ✓ Quatre stéthoscopes
- ✓ Quatre modules à Ultrason
- ✓ Un diapason et un sifflet à ultrason
- ✓ Quatre cartes arduino
- ✓ Malle Robotique

Consommable

- ✓ Akylux et polystyrène
- ✓ Kits Opitec
- ✓ Piles + fil électrique
- ✓ Aimants néodymes
- ✓ Bouchons de liège et piques à brochette
- ✓ Elastiques et ficelles
- ✓ Gobelets en plastique
- ✓ Bâtonnets en bois
- ✓ Manivelles Opitec



Déroulement

- Etape 1 - « Buzzers et montage électrique »

Dispositif



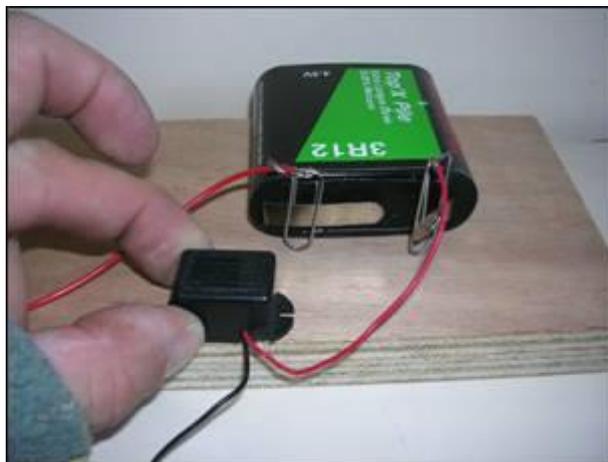
Nous avons précédemment identifié que le son est une vibration qui se propage dans la matière sous forme d'ondes. Rappeler avec les enfants les expériences vues auparavant.

Aujourd'hui, nous allons transformer des sons en signaux électriques et des signaux électriques en sons !

L'animateur demande aux enfants s'ils connaissent des objets électriques qui peuvent produire des sons : télévisions, voitures, ordinateurs, etc. Il leur présente ensuite un buzzer et leur explique les consignes.

Les enfants vont s'organiser en binôme. Du matériel est mis à leur disposition pour monter un circuit électrique avec un buzzer. La consigne est d'arriver à produire un son avec un buzzer. La démarche est simple mais permet de se faire rapidement une idée du niveau du groupe sur l'électricité et les circuits.

Pour produire un son, il suffit de mettre en place un circuit électrique raccordant la pile à chaque borne du buzzer.



Branchements et installations

L'animateur explique que nous allons complexifier le système. Les enfants vont intégrer un interrupteur à leur circuit pour allumer et éteindre le buzzer quand ils le souhaitent.

Les buzzers fonctionnent mais il manque un élément pour compléter nos circuits. Dans une chambre, il est possible d'allumer ou d'éteindre la lumière à notre guise. Qu'utilise-t-on pour cela ? Montrer un interrupteur. Essayez de trouver comment brancher l'interrupteur pour pouvoir allumer ou éteindre votre buzzer.

L'animateur peut les aiguiller en dessinant un schéma électrique.

- **Etape 2 - « Comment créer un haut-parleur ? »**

Dispositif 

- Phase sauvage :

L'animateur leur demande de comprendre comment cela fonctionne. Les enfants vont devoir démonter le buzzer qu'ils ont mis en place pour comprendre comment un objet comme un buzzer peut émettre un son.

Les enfants peuvent observer en démontant le buzzer qu'une grosse bobine de cuivre est placée sous un aimant. Lorsque l'on alimente le buzzer, la pile envoie du courant dans ce montage et cela produit un son.

Attention à ne pas donner des données trop nombreuses et trop compliquées qui brouilleraient les enfants. Les informations peuvent arriver par la suite sur les manipulations suivantes.

- Phase expérimentale :

En se basant sur ce qu'ils ont pu observer, les enfants vont devoir construire un petit haut-parleur. L'animateur donne aux enfants du fil de cuivre, du ruban adhésif, un gobelet, une pile et un aimant puissant. Ils peuvent tester et expérimenter diverses solutions. Même si les hautparleurs sophistiqués nécessitent des réglages de pointe, la technique de fabrication de base est assez simple. Il suffit de faire passer un courant électrique dans un fil relié à un aimant. Le courant fait vibrer l'aimant, et ces vibrations sont interprétées par l'oreille humaine comme des sons. Le système est presque identique à ce que l'on a pu observer sur le buzzer.

Enroulez le fil de cuivre plusieurs fois autour de l'aimant pour former une bobine. Il faut que vous fassiez 6 ou 7 tours minimum. Laisser dépasser au moins 70 cm de fil non enroulé de chaque côté de l'aimant. À l'aide du ruban adhésif, fixez cette bobine sur le dessous du gobelet, sans l'aimant.

À l'aide d'un bouchon de bouteille ou de tout autre objet rond, fabriquez une seconde bobine, plus grosse en vous servant du fil de cuivre restant qui dépasse. Scotchez-la au-dessus de la première. Comme précédemment, il faut que vous laissiez dépasser environ 30 cm de fil de chaque côté de la bobine : ces fils vous permettront de relier votre « haut-parleur » à la source du son.



Différents types de haut-parleurs

Mettez l'aimant sur les deux bobines. Il doit être placé à l'intérieur des deux bobines, mais ce n'est pas très grave s'il ne touche pas absolument chaque centimètre du fil de cuivre. Reliez les deux fils de cuivre à une source sonore. Les connecteurs les plus courants sont le minijack et le jack (qui servent d'entrée à plupart des écouteurs). Enroulez l'un des fils autour du début de la pièce métallique et l'autre au bout de celle-ci. Pour parvenir à brancher plus facilement vos fils de cuivre sur la source sonore, vous pouvez utiliser des pinces crocodiles.

Pour bien entendre le son, on peut prendre un petit gobelet en plastique, le son sera ainsi amplifié, de la même façon que lorsque l'on crie dans un cône pour faire porter sa voix.

On peut aussi apporter des améliorations au haut-parleur avec un aimant plus puissant, en enroulant les bobines de façon plus serrées ou en utilisant des sources sonores différentes.

- **Etape 3 - « Capture de sons »**

Dispositif 

- Phase sauvage :

Intéressons-nous à un phénomène amusant : écouter à travers les murs ! Comment s'y prendre ? Les enfants réfléchissent à une solution à ce problème. Il existe plusieurs façons de pouvoir écouter à travers les murs avec une précision surprenante. Un enfant est choisi pour aller émettre un son dans la pièce d'à côté. Les autres essayent de percevoir le son émit par leur camarade. L'animateur sort différents verres, saladiers, tubes, stéthoscopes, etc. Il les laisse expérimenter librement sur comment capter des ondes sonores.

Voici trois méthodes parmi les plus simples :

- *Se munir d'un verre et le tenir contre un mur. Il suffit de placer le rebord plat du verre contre le mur et vous créez un lien acoustique. Maintenant, les ondes sonores passent du mur dans le verre, il vous est alors plus facile de les détecter. Faites des essais avec différents matériaux et différentes formes pour trouver le récipient qui fonctionne le mieux.*
- *A l'oreille, recherchez le point où le son sera le plus clair. Certains points sur le mur donneront un son plus clair que les autres pour des raisons de structures ou de distance par rapport à la source du son. Faites des essais avec la qualité du son jusqu'à ce que vous trouviez le meilleur endroit.*
- *Utiliser un stéthoscope ou un microphone.*

- Phase sauvage :

L'animateur explique ensuite aux enfants qu'ils vont devoir mesurer les sons qu'ils ont entendus. Une application Oscilloscope est installée sur les tablettes. Elle permettra aux enfants d'enregistrer les sons et de mesurer leurs fréquences.



Tablette avec un oscilloscope pour mesurer les fréquences

Brancher un microphone sur une entrée de l'appareil. Régler la sensibilité et la base temps de l'oscilloscope de façon à observer distinctement les oscillations sur l'écran lorsque l'on parle dans le micro. Les enfants commencent par observer ce qui est modifié à l'écran lorsqu'on émet avec des sons à diverses hauteurs, intensités ou fréquences. Il est également intéressant de visualiser les sons émis par des instruments et de les comparer à ceux de la voix.

Les sons ne sont rien d'autre que des variations plus ou moins périodiques de la pression de l'air. Ces variations de pression sont transformées par le microphone en tension électrique variable dont on suit les variations temporelles sur l'écran de l'oscilloscope. Un phénomène oscillatoire varie de manière périodique représenté par une courbe sinusoïdale.

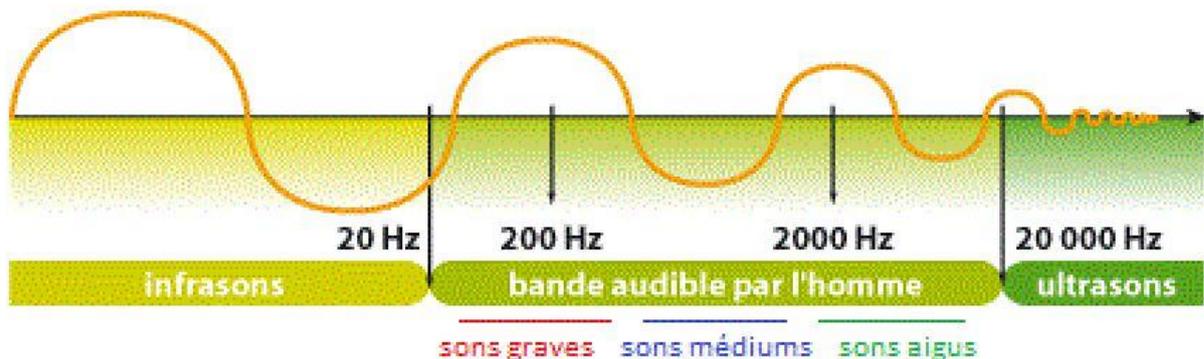
Dans une deuxième partie, les enfants prennent la mesure la mesure des sons qu'ils ont réussis à capter précédemment. Ils peuvent essayer aussi avec le sifflet à ultrason.

Les sons qui intéressent particulièrement le preneur de son sont généralement compris dans la gamme des sons audibles. C'est à dire toutes les gammes comprises entre le «seuil de perception» et le «seuil de la douleur». Ces sons sont compris dans des fréquences entre 20 hertz à 20 000 hertz. Une vibration de 20 hertz représente ainsi 20 oscillations périodiques en une seconde et 20 000 Hz représentent 20 000 oscillations par seconde. En deçà de 20 Hz, on parle d'infrasons et au-delà de 20 000 Hz, c'est des ultrasons. Ces sons ne sont pas audibles par l'être humain. Ils peuvent être perçus par le domaine de perception des animaux (chauve-souris, dauphin...). ; ils sont cependant perçus par l'organisme (viscères, cœur, abdomen).

- ▶ Les sons compris entre 20 et 400 Hz sont dits graves.
- ▶ Les sons compris entre 400 et 2 000 Hz sont dits médiums.
- ▶ Les sons compris entre 2 000 et 20 000 Hz sont dits aigus.

Néanmoins, le microphone, comme tous les transducteurs électroacoustiques, ne peut pas être parfait. La traduction des ondes sonores en signaux électriques ne se fait pas sans certaines perturbations.

▼ bande de fréquences audibles par l'homme



Fréquences audibles par l'être humain

➤ **Etape 4 - « Rythme et tambours mécaniques »**

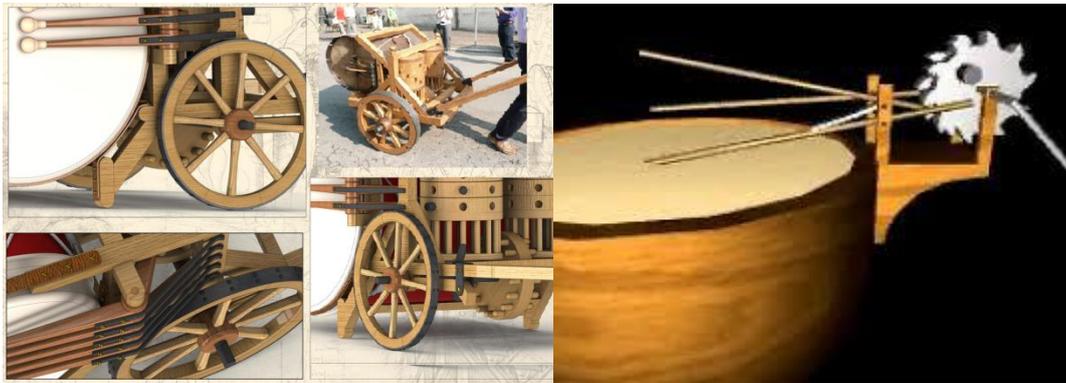
Dispositif   

- Phase sauvage :

Les enfants ont pu observer sur l'oscilloscope l'évolution des courbes dans le temps. L'animateur les amène à parler de durée et de rythmes dans les sons.

Les sons se caractérisent par plusieurs éléments structurels primordiaux : fréquence, intensité et durée. En musique, on va pouvoir établir des conventions pour écrire des partitions avec les durées des sons.

Grâce à des engrenages, les enfants vont devoir construire un système mécanique qui produit des rythmes. L'animateur leur montre des exemples de machines en photos avec les zooms sur les différents mécanismes (cames, engrenages, manivelle, etc.). Les enfants vont être amenés à construire un prototype de boîte à rythme : les tambours mécaniques de Léonard de Vinci.



Reconstitution des tambours mécaniques de De Vinci

Deux grands mécanismes vont être utiles pour la boîte à rythme : un axe-manivelle et un arbre à cames. Le fonctionnement est fort simple : Quand on tourne la manivelle, une des cames appuie sur l'extrémité d'une baguette mobile et la fait descendre en tendant un élastique. L'autre extrémité de la baguette monte sous la force de tension. Lorsque l'extrémité échappe à la came, le ressort se détend et l'olive est projetée sur un tambour.

Les enfants peuvent ensuite observer le rythme que produit leur mécanisme sur l'oscilloscope.

- **Etape 5 - « Un sonar pour la vitesse du son »**

Dispositif    

- Phase expérimentale :

Lors des manipulations précédentes, nous avons pu observer des objets créant des ultrasons. Quel est l'intérêt d'utiliser des ultrasons ?

C'est une technique non invasive, sans danger et avec peu d'effets secondaires. On les utilise régulièrement dans la vie courante : les radars de vitesse, les voitures autonomes, les sifflets à ultrasons, les sondes chirurgicales, les capteurs de recul, les sonars, les chauves-souris et les dauphins avec l'écholocalisation, etc.

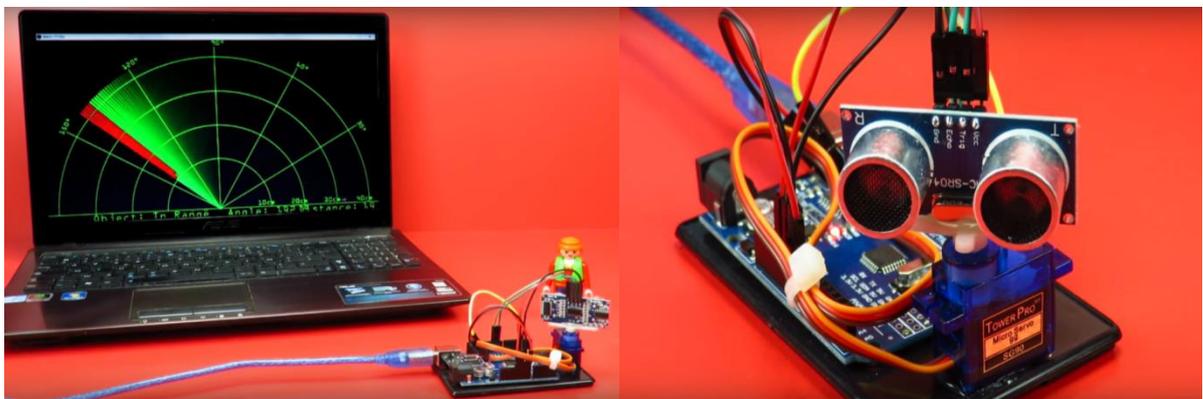
L'animateur et les enfants mettent en place le système de sonar à ultrason. Ils mettent en place les différents instruments : l'écran, la carte arduino et le module à ultrason. L'animateur explique qu'ils vont travailler sur l'écholocalisation et la vitesse du son.

Le sonar va envoyer des ultrasons et à écouter leur échos afin de localiser et d'identifier des éléments observés.

Le sonar va tout d'abord émettre des ultrasons puis, en écoutant l'écho du son réfléchi par les obstacles, il calcule le temps qu'il s'est passé entre l'émission et la réception de cette onde ultrason. C'est de cette façon que le sonar calcul la distance d'un l'objet. En connaissant la formule : $Vitesse = Distance / Durée$. Cela lui permet de localiser et d'identifier des objets ou de définir la composition du milieu qu'il étudie.

En sachant que la vitesse des ondes sonores dans l'air est d'environ 340m/s. Les enfants font devoir calculer la distance d'objets détectés sur le sonar. Mesurez la durée entre l'émission et la réception des ultrasons ; on peut savoir à quelle distance se situe l'obstacle. Inversement, on peut mesurer la distance pour savoir à quelle vitesse vont les ultrasons si le milieu change (dans de l'eau, les ultrasons se déplacent à près de 1500m/s).

$Distance = Vitesse \times Durée$	$Vitesse = Distance / Durée$
<i>Par exemple en 1 seconde, dans l'air, l'ultrason va parcourir 340m.</i>	



Sonar artisanal avec une carte arduino

Les enfants peuvent ensuite s'amuser à tester les limites d'un radar. Le défi est de passer inaperçu sur le radar. Laisser les enfants expérimenter l'appareil.

Voici quelques éléments qui peuvent être testés :

- *Brouiller les ultrasons avec un sifflet à ultrason*
- *Mettre une surface réfléchissante*
- *Se cacher derrière un obstacle*
- *Projeter de la poussière, du sable ou un gaz*
- *Attendre des intempéries*
- *Tester la hauteur d'action du spectre du sonar*

Fin de l'atelier « Bilan/Rangement

Dispositif



L'animateur peut conclure en rappelant les bases de ce qui a été vu, en vérifiant que les enfants se rappellent bien des différents points importants : ce qu'est le son, comment transformer des sons en signaux électriques, la propagation des ondes sonores, etc. La prochaine activité parlera des risques sonores et des isolations phoniques. Quelle est la différence entre son, musique et bruit ? Comment s'isoler d'un son ? Ces questions annoncent la suite de l'atelier : Risques sonores et isolations phoniques.