

INVENTION

Regardez ce clip, savourez cette musique et racontez-moi l'histoire de la beauté de la science ! Vous évoquerez avec soin les expériences que conduit Nigel Stanford dans ce film. Vous donnerez vie à ces vibrations matérielles et explorerez les effets que produisent ces ondes sonores sur vous.



Chladni

Au tout début du dix-neuvième siècle, Ernst Florens Friedrich Chladni était célèbre pour donner des représentations au cours desquelles il présentait l'expérience suivante. Prenant une plaque de cuivre, il la saupoudrait de sable fin, puis la faisait vibrer en y frottant un archet et transformait ainsi la plaque en instrument de musique. Le sable dessinait alors des figures géométriques qui dépendaient des vibrations imposées à la plaque.

Pour la petite histoire, Napoléon invita Chladni à lui faire une représentation privée, après quoi il promit un prix à celui qui saurait expliquer ces figures. Ce prix fut

par la suite remporté par Sophie Germain ; quant à Chladni, il fit dédicacer son traité d'acoustique par Napoléon.¹



Le son est omniprésent dans notre environnement. C'est un élément abstrait qui ne semblait pouvoir s'apprécier qu'avec les oreilles, jusqu'à ce que l'on découvre un moyen de lui donner en temps réel une forme physique.

Le son est un phénomène physique décrit comme une onde. Il peut traverser tous les états de la matière, gaz, liquide, solide ou plasma, à une vitesse dépendant du milieu. En traversant cette matière, il produit des vibrations qui sont à l'origine du procédé cymatique.

La cymatique permet de visualiser le son par la mise en vibration d'un corps, comme le sable ou l'eau. En vibrant, celui-ci se déplace en fonction de la fréquence des oscillations, dessinant les mouvements qu'il subit. Cette vidéo illustre bien le fait que lorsque la plaque métallique entre en résonance, elle repousse le sable dans les zones où elle ne vibre pas, créant des formes étonnamment géométriques. Par déduction, on peut savoir quelle partie de la plaque vibre et quelle partie est une ligne nodale (avec une oscillation nulle).²

¹ <http://images.math.cnrs.fr/Les-figures-sonores-de-Chladni.html>

² <http://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/physique-video-sculpter-matiere-son-grace-cymatique-54901/>

Jonathan SARE, « Cymatics, ou quand la science fait danser les sons »³, 24 novembre 2014.

Onde et matière, des expériences pour mieux comprendre

Apparaissant au début du clip, la plaque de Chladni utilise une enceinte afin de faire vibrer une plaque métallique. Lorsqu'elle est mise en vibration, les amplitudes de vibration diffèrent à sa surface. Le sable qui y est déposé va donc s'accumuler dans les zones qui vibrent le moins et dessiner des figures de Chladni (vers 50 s).



À partir de 1 min 20 s environ apparaît une autre expérience. Elle fait intervenir un tuyau apposé à une enceinte, donnant l'impression d'un jet d'eau tournant. C'est en réalité un effet d'optique dû à la fréquence d'obturation de la caméra. Pour simplifier, une caméra filme à 24 images par seconde. Avec le son, l'enceinte fait osciller le tuyau à 24 hertz, c'est-à-dire qu'il va lui aussi effectuer 24 pulsations par seconde. À chaque fois que la caméra capture une image, le tube sera à la même place. Même si en réalité il se déplace, il apparaît comme immobile et l'eau comme formant une spirale.

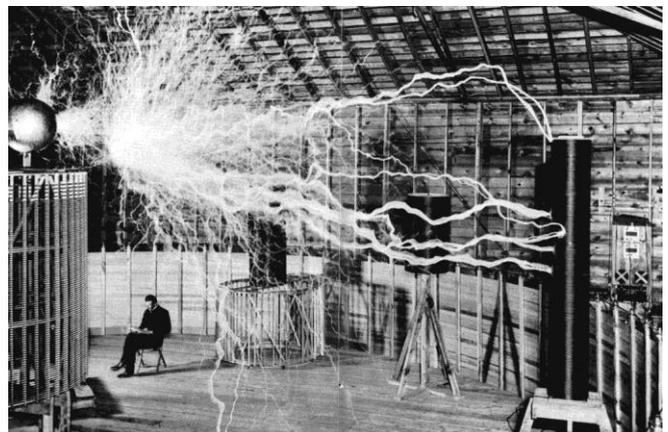
La troisième expérience fait intervenir un ferrofluïde (vers 1 min 40 s). C'est un liquide qui réagit lors de l'application d'un champ magnétique, il est attiré par les aimants et les électroaimants. Si, comme dans ce clip, on génère un champ magnétique suffisant, il peut aller jusqu'à changer de forme, se contracter ou encore former de petits pics en fonction des paramètres du champ magnétique qui l'influence.



Le tube de Rubens, visible à partir de 3 min 35 s environ, permet d'illustrer visuellement la longueur d'onde d'un son. C'est une sorte d'oscilloscope primitif. Il suffit d'alimenter en gaz combustible un tube percé sur toute sa longueur et de placer un haut-parleur sur l'une des extrémités. Le tube alors va générer une onde stationnaire qui, avec les vibrations du son, fera danser les flammes.



Le clip se termine par d'incroyables images d'une bobine de Tesla. C'est en réalité un transformateur haute tension géant. Elle fonctionne grâce à deux bobines entrant en résonance jusqu'à ce que la plus grosse atteigne la tension de claquage de l'air, afin de générer des arcs électriques visibles. En se propageant dans l'air l'électricité va le faire vibrer et ainsi générer du son.



Nikola Tesla dans son laboratoire.

³ <http://www.futura-sciences.com/sciences/videos/cymatics-science-fait-danser-sons-789/>