

Produire un son avec un instrument de musique

1. Le son et les instruments

1.1. Le son

Un son est une vibration de l'air qui se propage en faisant vibrer des couches d'air de proche en proche : c'est une onde mécanique.

1.2. Les instruments de musique

Les instruments de musique se classent en trois catégories : les instruments, à cordes (violons, guitares...), les vents (trompette, clarinette, flûte...) et les instruments à percussion.

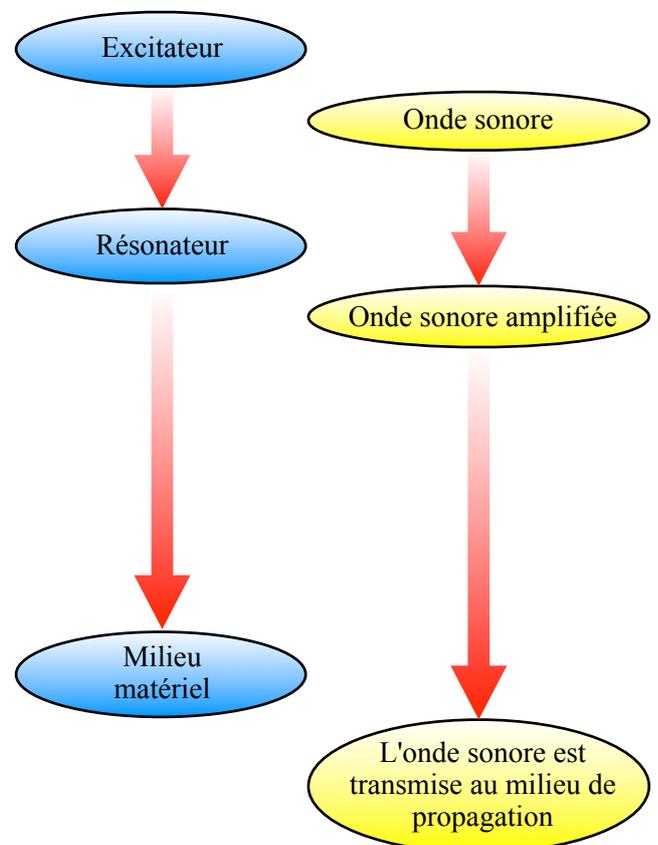
On observe que pour chacune de ces catégories, il faut que plusieurs éléments soient réunis pour qu'un son soit produit :

- Un exciteur, source de vibration :
 - doigt ou archet (instruments à cordes)
 - biseau ou anche (vents)

- Un résonateur (une caisse de résonance) :

L'énergie reçue par l'instrument de la part du musicien est plus ou moins rapidement dissipée vers l'extérieur de l'instrument : avec une caisse de résonance, le son ne dure pas; l'énergie est plus rapidement dissipée. Sans caisse de résonance, le son dure plus longtemps mais reste dans l'instrument.

- Un support matériel pour que le son soit transmis : l'air.



Émettre un son c'est créer, amplifier et propager une vibration pour qu'elle puisse arriver jusqu'au récepteur (oreille).

2. Étude des instruments à corde

2.1. Les modes de vibration

- ▶ Les différents fuseaux observés lors de l'excitation d'une corde s'appellent les modes propres de la corde. Chacun est caractérisé par une fréquence propre.
- ▶ La fréquence la plus faible est appelée fréquence fondamentale. Les autres sont des harmoniques.
- ▶ Les fréquences des modes harmoniques sont des multiples de la fréquence fondamentale :

$$f_k = k f_1$$

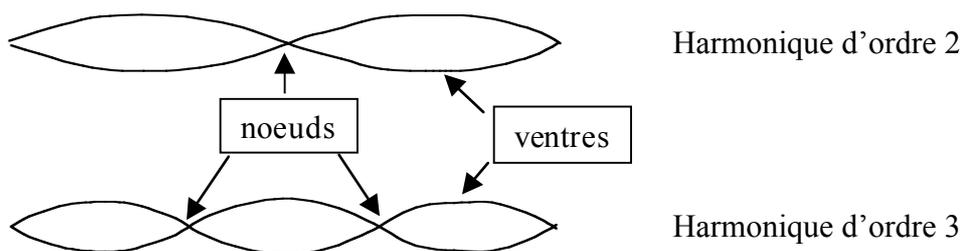
où k est un entier naturel non nul.

Si la corde ne subit pas une excitation sinusoïdale (corde pincée ou frappée), le son que l'on entend est la superposition de plusieurs ondes sonores dont les fréquences sont celles des modes harmoniques. On peut étudier les intensités de ces différentes ondes en faisant une décomposition de Fourier.

2.1. Nœuds et ventres de vibration

Nœud de vibration : ce sont des points de la corde qui ne vibrent pas.

Ventre de vibration : ce sont des points de la corde qui ont la plus grande amplitude.



2.2. Les différentes notes

La fréquence du mode fondamental est déterminée par plusieurs facteurs :

- La tension que l'on exerce sur la corde
- La masse volumique de la corde
- La longueur de la corde

On accorde un violon en réglant la tension de chacune des cordes. On règle ainsi les fréquences des ondes que chaque corde pourra émettre.

On change de note en appuyant sur la corde, pour en réduire sa longueur.

3. Instruments à vent

- ▶ Dans un instrument à vent, c'est la colonne d'air qui vibre. Une colonne d'air possède aussi des modes de vibration.
- ▶ Les doigts du musicien viennent modifier la longueur du tuyau et ainsi modifient la caisse de résonance : les différents doigtés donnent des sons différents.

4. Étude de sons complexes

On peut décomposer la vibration complexe associée à une note émise par un instrument : cette vibration se décompose en une somme de vibrations simples de fréquences nF_0 , (n entier positif) avec F_0 fréquence du fondamental ($n=1$). Les autres termes de fréquences multiples de F_0 (pour $n>1$) sont appelés harmoniques.