

März / mars 2013

# 16

## Essai d'explication du phénomène des « formants »

par Georges Regner

L'un des sujet du congrès 2012 était la visualisation des formants. Les discussions qui ont suivi, ont montré que pas tous les participants ont compris tous les termes utilisés. Par cet article je tente d'expliquer ces termes d'une manière compréhensible. Il est nécessaire de commencer par le terme „son“, puis venir par l'explication de la «résonance» à celle des «harmoniques» (tons flageolets / formants) et leur visualisation.

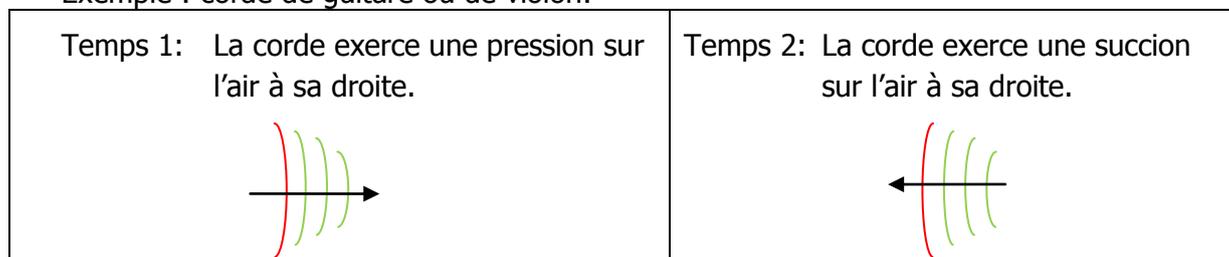
### 1. Le son

Chaque son est constitué d'une variation périodique de la pression de l'air. Il est audible lorsque la variation intervient entre environ 40 et 20 000 fois par seconde (cela dépend de l'âge et de la santé de l'auditeur).

Un son est audible lorsqu'un médium permettant la transmission du son, comme l'air ou l'eau, se trouve entre la source sonore (objet vibrant) et l'oreille.

La source sonore doit être un objet vibrant qui exerce une pression et/ou une succion sur le médium transmetteur.

Exemple : corde de guitare ou de violon:



La variation de pression se propage jusqu'à l'oreille, qui transmet des impulsions synchrones à notre cerveau, où elles sont alors interprétées comme un son.

### 2. Résonance

Les objets qui sont capables de vibrer à la même vitesse que la source sonore et sont exposés à la variation de pression se mettent également à vibrer. Ce phénomène est appelé « résonance ».

#### Démonstration 1:

Si on appuie sur une touche de piano sans produire de son en la maintenant enfoncée et que l'on frappe brièvement et énergiquement la touche de l'octave inférieure, on entend le son de la touche supérieure. Le son de la touche de l'octave inférieure s'est transmis à la corde de la touche supérieure. Le contraire (frapper l'octave supérieure de la touche maintenue enfoncée) fonctionne aussi, mais c'est toujours le son le plus aigu qui reste audible (que la touche soit frappée ou seulement maintenue enfoncée) – nous y reviendrons plus tard.

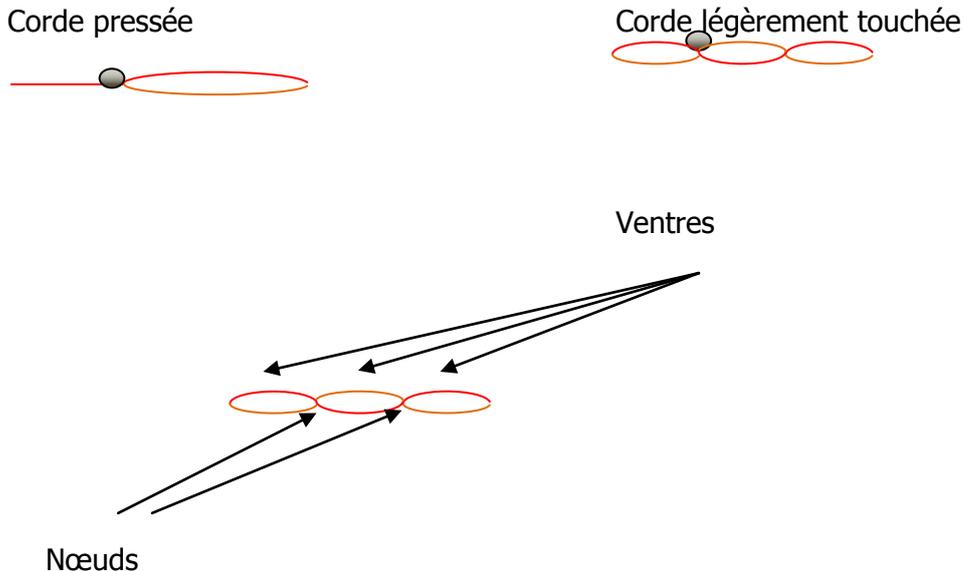
La vibration d'une corde s'est transmise aux autres cordes.

### 3. Division d'une vibration

Chaque source sonore peut aussi vibrer à la moitié, au tiers, au quart, au cinquième etc. de sa longueur. Tout objet fonctionnant comme résonateur (par transmission d'un objet vibrant avec lui) peut faire de même.

#### Démonstration 2:

Si on presse sur une corde de guitare au tiers de sa longueur totale, c'est la quinte du son initial qui se fait entendre. Les 2/3 de la longueur totale de la corde sont en vibration. Mais si on ne touche que légèrement la corde au tiers de sa longueur, la quinte sonne à l'octave supérieure par rapport au premier cas. Ce ne sont pas seulement les 2/3 de la corde qui vibrent mais la corde entière, sauf au 1/3 et aux 2/3 de sa longueur (nœuds d'ondes – cf. illustration).



Les sons produits de cette manière sur un violon ou sur une guitare sont appelés « harmoniques ».

### 4. La série des harmoniques: toutes les possibilités de division de la vibration d'un objet

Une corde de guitare permet de montrer quels sons se forment lorsqu'on produit des harmoniques par la division d'une corde:

- toute la corde (p. ex. corde de la): son fondamental (la<sub>1</sub> = 110 Hz )
- moitié de la corde: octave (la<sub>2</sub> = 220 Hz)
- tiers de corde: octave + quinte (mi<sub>3</sub> = 330 Hz)
- quart de corde: double octave (la<sub>3</sub> = 440 Hz)
- cinquième de corde: double octave + tierce majeure (do#<sub>4</sub> = 550 Hz)
- sixième de corde: double octave + quinte (mi<sub>4</sub> = 660 Hz)
- septième de corde: double octave + septième (sol impur<sub>4</sub> = 770 Hz)
- huitième de corde: triple octave (la<sub>4</sub> = 880 Hz)
- neuvième de corde: triple octave + seconde majeure (si<sub>4</sub> = 990 Hz)
- dixième de corde: triple octave + tierce majeure (do#<sub>5</sub> = 1100 Hz)

Grundton	Oktave	8 + Quint	2 x Oktave	16 + Terz	16 + Quint	16 + Sept	3 x Oktave	24 + Ganzton	24 + Terz
A	a	e'	a'	cis''	e''	g''	a''	h''	cis'''
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Le principe de la production du son dans un cor des Alpes est le suivant: des vibrations de l'air sont produites avec les lèvres et amplifiées dans le tuyau (cor des Alpes). Tout le tuyau vibre par résonance, mais la plupart du temps de façon analogue aux sons harmoniques d'une corde par subdivision de la longueur totale.

### La série des harmoniques naturelles

**Die Naturtonreihe**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Die eingeklammerten Töne werden üblicherweise nicht geblasen

Les sons encadrés ne sont généralement pas produits

Le son fondamental résonne lorsqu'on ne produit qu'un « ventre d'ondes » dans le tuyau (pas de « nœuds d'ondes »). Le 2ème son résonne lorsque 2 ventres (un nœud) sont produits, etc.

La série des sons qui sont produits de cette manière est appelée « série des harmoniques ».

### 5. Faculté de résonance dans les partiels

La vibration d'une source sonore peut induire des résonances dans d'autres corps qui correspondent à une harmonique de la source sonore.

Si la vibration d'une corde de piano correspond au la3 (440 Hz), cette corde peut être mise en vibration par une autre corde vibrant plusieurs fois plus lentement ou plusieurs fois plus vite qu'elle, donc par les cordes la2 (220 Hz), la1 (110 Hz), la4 (880 Hz), mi5 (1200 Hz), la5 (1760 Hz), etc. Cf. démonstration 1.

### 6. Le phénomène de la résonance dans la voix humaine

Le caractère unique de chaque voix découle de l'utilisation individuelle des facultés de résonance de son propre corps. Les cordes vocales produisent le son fondamental correspondant à la hauteur souhaitée. Le son généré par les seules cordes vocales est peu timbré, mais il se renforce et se colore dans le conduit vocal. Les cavités et les corps de résonance (os, etc.) présentent généralement de multiples facultés de résonance, autrement dit ils peuvent reprendre et renforcer les harmoniques.

Les professeurs de chant ne parlent pas d'harmoniques, mais de formants

son fondamental = 1er formant

1ère harmonique = 2ème formant

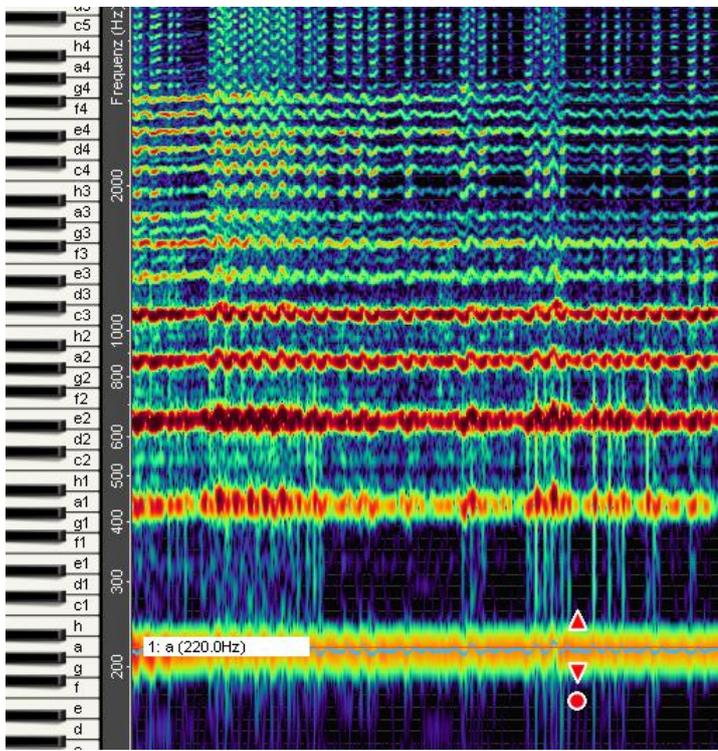
2ème harmonique = 3ème formant

3ème harmonique = 4ème formant

etc.

### 7. Visualisation des formants

Des programmes informatiques tels que VoceVista, Sing&See, Sygyt etc. permettent de visualiser l'importance des différents formants:



etc.

→ 4<sup>ème</sup> harmonique / 5<sup>ème</sup> formant

→ 3<sup>ème</sup> harmonique / 4<sup>ème</sup> formant

→ 2<sup>ème</sup> harmonique / 3<sup>ème</sup> formant

→ 1<sup>ère</sup> harmonique / 2<sup>ème</sup> formant

→ Son fondamental

Les couleurs indiquent l'intensité des différents formants, elles peuvent être déterminées par l'utilisateur (ici, le bleu désigne l'intensité la plus faible, le rouge sombre l'intensité la plus élevée).