

• HARMONIQUES

La hauteur d'un son musical est déterminée par la fréquence de la vibration sonore. Par exemple, si on génère électroniquement une vibration simple de 440 Herz (440 vibrations par seconde), nous entendons le *la* du diapason. Mais un tel son va paraître à notre oreille d'une grande pauvreté sonore, alors que si nous entendons ce même *la* joué par un violon ou une clarinette, cette note nous apparaît d'une sonorité bien plus profonde et riche. C'est parce que le son d'un instrument est fait non seulement de la vibration dite fondamentale – 440 Hz dans l'exemple – mais aussi d'**harmoniques**.

Dans un tel « son musical complexe », le fondamental est « démultiplié » - au sens propre – par des harmoniques, qui sont des vibrations exactement multiples de ce son fondamental. Dans le cas d'une corde vibrante, c'est comme si cette corde vibrerait non seulement sur toute sa longueur, mais aussi sur sa longueur divisée en 2, sa longueur divisée en 3, en 4, en 5, etc... la vibration se multipliant alors à chaque fois par le nombre correspondant. Si l'on prend par exemple le *sol* grave d'un violoncelle, qui vibre à environ 100 Hz au son fondamental, les 1er des harmoniques vibre alors à 200 Hz, le 2ème à 300 Hz, le 3ème à 400 Hz, etc... Pour simplifier, on donne en acoustique à chaque harmonique le numéro de rang égal au nombre multipliant la fréquence du fondamental, celui-ci étant alors considéré comme « harmonique » 1 ; le « premier des harmoniques » est alors nommé « harmonique 2 » (fréquence fondamentale x 2), le suivant « harmonique 3 », etc...

Cette organisation de la matière vibratoire sonore, exemple extraordinaire d'organisation fractale, est en fait une démultiplication à l'infini : les harmoniques multiplient le son fondamental sans limite, la seule limite étant notre perception auditive ! Et en fait notre oreille, qui semble « fondre » les harmoniques dans la perception du seul fondamental, perçoit certainement, dans son analyse fréquentielle, non seulement la vibration fondamentale, mais aussi tous les intervalles entre les harmoniques, qui sont tous égaux (en nombre de vibrations par secondes) à cette fréquence fondamentale.

Les harmoniques, entendus par les oreilles humaines depuis la nuit des temps, occupent une place de choix dans la structure de la musique, celle de la production du son. Les différences de timbres sont des différences de production des harmoniques, en particulier de leurs intensités selon leurs rangs. Quant aux intervalles entre les harmoniques (entre les premiers d'entre eux en tout cas), ce sont ceux que l'on retrouve comme composants quasi universels des accords en musique, dans son aspect justement... harmonique :

- l'octave, entre le fondamental (harmonique 1) et l'harmonique 2
- la quinte, entre l'harmonique 2 et le 3
- la quarte, entre le 3 et le 4
- la tierce majeure, entre le 4 et le 5
- la tierce mineure, entre le 5 et le 6

Exemple : si le fondamental est un *do*, l'harmonique 2 est *do* (+ 1 octave), l'harmonique 3 est *sol* (+12ème, 1 octave + 1 quinte), l'harmonique 4 est *do* (+ 2 octaves), l'harmonique 5 est *mi* (+ 17ème, 2 octaves + 1 tierce majeure), l'harmonique 6 est *sol* (+ 19ème, 2 octaves + 1 quinte).

Cette structure permet de comprendre et de calculer simplement les rapports de fréquences qui caractérisent ces intervalles. La **figure I** ci-dessous, « Intervalles Naturels », explique ces calculs de fréquences, en montrant comment un intervalle (dit « naturel ») entre 2 notes présente la correspondance entre 2 harmoniques : ainsi, pour une quinte, l'harmonique 3 de la note inférieure est à la même fréquence que l'harmonique 2 de la note supérieure, et l'on en déduit le rapport de quinte : $3/2$. Ces rapports permettent ensuite de calculer toutes les fréquences relatives à une gamme, en connaissant les intervalles qui relient les notes.

La dénomination « Intervalles Naturels », qui définit en acoustique les intervalles entre les harmoniques, renvoie à l'origine effectivement « naturelle » du phénomène, désigné aussi sous les noms de « Génération harmonique », ou « Lois de la résonance naturelle ». Peut-on pour autant assimiler ces intervalles « naturels » à des intervalles « justes » ? Sans doute pour les premiers, l'octave et la quinte ; mais le problème se complique ensuite, car les intervalles vont être plus ou moins modifiés, par rapport à leurs valeurs naturelles, selon les échelles et modes utilisés dans les différentes cultures musicales. Par exemple les tierces et sixtes peuvent être plus ou moins éloignées de leur valeur naturelle, et d'autres intervalles complètement différenciés, comme la septième engendrée par l'harmonique 7 : elle n'a rien à voir avec celle que nous utilisons, et nous paraît donc « fausse ». On rejoint là un aspect essentiel, qui contredit ce qu'ont affirmé de nombreux théoriciens : la justesse n'est pas uniquement « naturelle », elle est aussi, et au moins en grande part, « culturelle » (voir le glossaire : *Justesse naturelle / Justesse culturelle*).

Il faut ajouter enfin que la « Génération harmonique » représente en fait une sorte d'« idéal », où les harmoniques sont bien « purs » et exactement multiples de la fréquence fondamentale. Cet idéal est pratiquement atteint avec les cordes frottées : violon, violoncelle... Mais hélas, et comme l'exprime bien le dessinateur Sempé, « Rien n'est simple, tout se complique... » ! Et pour d'autres instruments on va s'apercevoir, en analysant leurs « spectres harmoniques », que les harmoniques s'éloignent plus ou moins de leurs valeurs théoriques. De tels décalages sont négligeables s'ils sont limités ; mais ils vont prendre parfois, par exemple au piano, des proportions induisant des modifications significatives dans les calculs. On parle alors de « partiels » ou « partiels quasi-harmoniques », et le phénomène, d'une redoutable complexité, est nommé *Inharmonicité* (voir le glossaire).

Figure I

I

Intervalles naturels

(les harmoniques sont entre-parenthèses)

