

Ces si délicats instruments de verre

JEAN-CLAUDE CHAPUIS

Les verres que l'on fait vibrer ont un son spécifique, «cristallin», qui a plu à de nombreux compositeurs. La faible puissance de ces instruments et leur fragilité les ont fait disparaître des orchestres, mais des innovations récentes mettent en valeur leurs qualités musicales.

Le son éthéré du verre fascine les mélomanes depuis des siècles et a suscité l'invention d'instruments de verre variés. Le plus simple est la cloche en verre, que l'on fait résonner par percussion. Plus élaboré, l'euphone émet des sons quand le doigt frotte une tige de verre horizontale, excitant des vibrations dans une tige métallique verticale, reliée à la tige de verre. Dans la grande famille des instruments de verre, l'harmonica de verre est sans doute le plus connu : il est composé d'un axe horizontal qui porte, emboîtées, des cloches de diverses tailles ; l'exécutant fait tourner l'ensemble, tandis que ses doigts mouillés, posés sur le bord des cloches, les font vibrer par frottement, comme on fait vibrer, à la fin des repas de famille où l'on s'ennuie un peu, un verre en frottant son bord.

Le son du verre semblait avoir des vertus psychologiques. Le compositeur et facteur allemand Karl Leopold Röllig, qui joua de l'harmonica de verre et composa pour lui, accordait à ses sons le pouvoir de ramener l'amitié entre des amis : «Il se jetait sur moi en pleurant et il me demandait d'arrêter ; ils s'embrassaient pleins d'amitié et de passion.» Il s'inquiète aussi de cette faculté : «Ce que peut devenir un harmonica dans les mains d'un superstitieux ou d'un truand, je ne peux l'imaginer.»

Les «musiciens de verre» espéraient élever l'âme de leurs auditeurs : «Je serais très heureux de pouvoir ajouter un peu à leurs joies secrètes et célestes», écrit le musicien allemand Johann Christian Müller en 1780.

Pourquoi le verre a-t-il un son si remarquable ? Et comment le son est-il produit ? À Londres, en 1761, quand Ann Ford publie une méthode et des œuvres pour des jeux de verres musicaux, elle s'étonne : «La seule musique dont vous entendez l'effet sans connaître la cause.» Nous ne perdrons pas en poésie ce que nous gagnerons en compréhension de l'acoustique des instruments de musique en verre et

nous verrons que cette analyse conduit à des modifications des instruments classiques et à l'introduction d'instruments nouveaux.

Cloches et verres percutés

Depuis au moins le XIII^e siècle en Chine et depuis le XV^e en Europe, des musiques sacrées et profanes sont exécutées sur des cloches de verre. Certains jeux de cloches étaient même organisés comme les carillons, avec des claviers qui commandaient des maillets percuteurs. On fabriquait ces instruments autour de la Bohême, qui fut l'un des principaux centres de verrerie d'art jusqu'à la fin du XVIII^e siècle.

Quand les verriers anglais inventèrent le cristal, en ajoutant de l'oxyde de plomb à un oxyde de silicium purifié, la transparence du nouveau matériau augmenta (l'oxyde de fer contenu dans le sable donne souvent une coloration brunâtre ou verdâtre). Le verre de Bohême perdit sa prééminence en verrerie générale, mais il resta utilisé en facture instrumentale : pour les verriers, ce type de verre est le «sonore», il émet un son moins riche, mais plus puissant que le cristal.

Longtemps, la percussion a été seule employée : lors de la percussion, on écarte une partie de l'objet de sa position d'équilibre. Si la déformation



1. BENJAMIN FRANKLIN jouant de son «armonica» de verre.

reste dans les limites d'élasticité du matériau, le solide reprend sa forme d'équilibre, éventuellement après avoir oscillé à une fréquence déterminée par la forme et par les propriétés mécaniques du matériau. En vibrant, le matériau comprime périodiquement l'air environnant : la propagation de ces variations de pression de l'air correspond à l'émission de sons à la fréquence de vibration du solide

Ainsi, le choc sur la paroi de la cloche de verre déforme toute la cloche, qui se met en vibration selon plusieurs modes de flexion. Quand l'ouverture est circulaire, le mode de déformation le plus simple est une transformation du cercle en ellipse, qui s'écrase ensuite en une ellipse perpendiculaire à la première, et ainsi de suite. Ces principes sont bien connus des fondeurs de cloches métalliques d'église : pour favoriser certains modes de déformation, donc certaines fréquences, ils ajustent les épaisseurs (et donc les rigidités) sur différentes sections de la cloche, particulièrement au sommet et à la base. Les fréquences retenues font la personnalité des cloches.

L'énergie acoustique des ondes rayonnées est proportionnelle au carré de l'amplitude de vibration, à la masse volumique du matériau vibrant et au carré de la fréquence. Aussi les verres sont peu sonores : comme l'état vitreux est analogue à l'état liquide (le verre est un «liquide qui ne coule pas»), les verres ont des densités faibles (voisines de 2,2) ; en outre, l'amplitude de leurs vibrations est limitée. Sans des systèmes de résonance, tels ceux des balafons, les instruments de verre ne peuvent jouer *forte*.

En revanche, leur timbre fait leur personnalité. Ce timbre est déterminé par le type de vibrations qui mettent l'air en mouvement. Si le signal sonore était parfaitement sinusoïdal, une seule fréquence serait émise. Les solides vibrent rarement selon une seule fréquence, mais selon un mode de déformation compliqué. Cette déformation, nous le savons grâce aux travaux du mathématicien français Joseph Fourier (1768-1830), peut être décomposée en une somme d'ondes sinusoïdales à des fréquences multiples de la fréquence de base, dite fon-

damentale. Les ondes de fréquences supérieures sont les harmoniques.

Toutefois, cette décomposition n'est possible que pour des ondes strictement périodiques. Dans le cas de sons qui évoluent avec le temps – par exemple, ceux des instruments à percussion –, certaines fréquences ne sont pas des multiples exacts du son fondamental : on les nomme «partiels» non harmoniques.

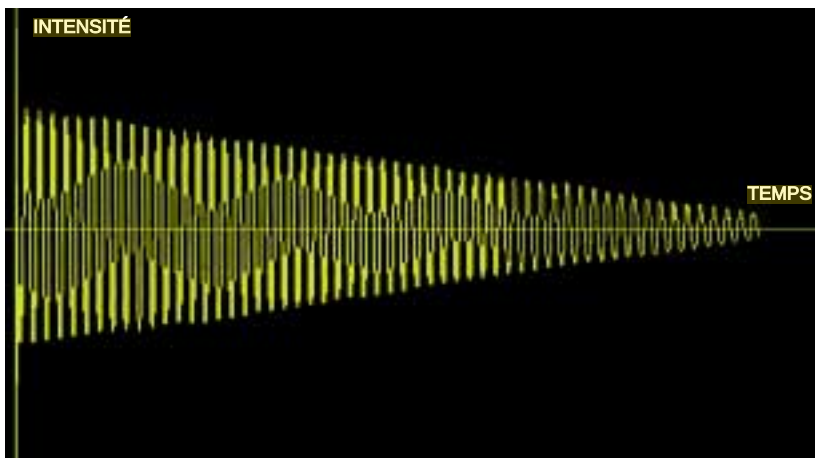
L'intensité des diverses fréquences qui composent le son total détermine le timbre de l'instrument, sa «couleur sonore». Ce timbre s'étudie à l'aide d'appareils qui enregistrent le spectre sonore, ou sonagramme. On observe alors que le son n'est pas de composition spectrale constante : en début d'excitation, des «transitoires» qui sont émis caractérisent l'«attaque» de l'instrument.

La prise en compte des transitoires est essentielle dans le cas des instruments de verre percutés, car ils sont associés à des phénomènes perceptibles. Par exemple, quand on heurte un barreau de verre, le choc engendre aussi bien des vibrations perpendiculaires à la longueur, comme celles d'une

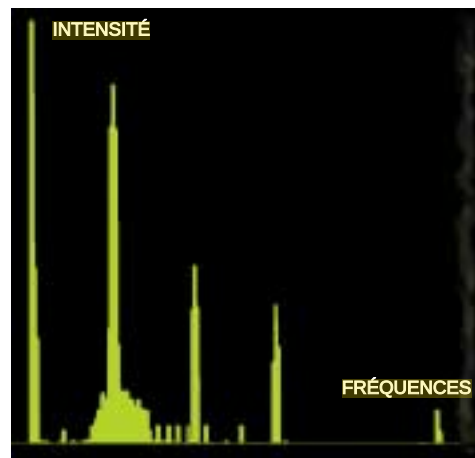


2. QUELQUES-UNS DES DIVERS INSTRUMENTS DE VERRE. Certains sonnent par percussion, telles les cloches de verre (1 et 2), les cymbales (3), le «gamelan» (4), le tympanon (5), le balafon (6)

et le vibraphone (7). Le séraphin (8) et l'harmonica de verre (9) sont frottés. Dans l'euphone (10), le frottement d'une tige de verre excite des tiges métalliques.



3. LE SON D'UN INSTRUMENT tel que l'harmonica de verre est un signal quasi périodique (à gauche) où l'on distingue à l'œil les basses fréquences. On analyse les timbres des instruments de



musique en examinant leur spectre, c'est-à-dire l'amplitude du son aux diverses fréquences (à droite). Ici le spectre d'une note d'harmonica de verre est surtout riche en premiers harmoniques.

corde de violon, que des vibrations perpendiculaires à la largeur du barreau ; comme le son d'une corde courte est plus aigu que le son d'une corde longue, les ondes sonores dues aux vibrations perpendiculaires à la largeur du barreau sont rapidement amorties, mais leurs fréquences sont bien supérieures. De ce fait, on entend un crissement initial avant d'entendre la vibration harmonieuse du barreau, qui résulte des vibrations perpendiculaires à sa longueur.

L'extinction du son, d'autre part, caractérise également le timbre des instruments de verre ; la note fondamentale s'installe immédiatement (clarté et douceur) et perdure, disparaissant lentement et régulièrement (impression de «halo», de «suspension»...). En outre, un sentiment d'«élévation» provient sans doute du nombre de fréquences émises sur un spectre large s'étendant vers les aigus. Ces fréquences ont des intensités qui diminuent régulièrement : la lecture des sonagrammes donne une sensation d'équilibre que confirme l'écoute.

Parfois, les sonagrammes montrent certains défauts : une mauvaise fusion du mélange verrier ou une forme «vrillée» de la cloche au soufflage créent des partiels non harmoniques. L'émission de ces derniers est courante dans les plaques percutees, et, parfois, les facteurs favorisent même leur émission afin d'enrichir le spectre. Le risque est que, s'ils n'ont pas été recouverts par la série harmonique, des battements pénibles pour l'oreille ne se fassent entendre.

Gênés par la fragilité des cloches de verre percutees, les musiciens et les fac-

teurs d'instruments cherchèrent des modifications qui pallieraient les mal-adresses des exécutants. La succession notariale des biens d'un prince d'Autriche signale ainsi l'existence d'un jeu de cloches percutees par des maillets qui étaient mis en mouvement par un clavier, une sorte de célesta à cloches.

L'évolution vers l'harmonica

Plus tard apparurent le cristallophone, qui est un vibraphone à lames de verre, et le glacechord, un piano à «cordes de verre» (ces «cordes» sont en fait des lames ou des barres) qui fut inventé

par le Français M. Beyer vers 1780. Dans le glacechord, un clavier actionne des marteaux qui frappent des lames de verre. L'impératrice Joséphine en eut un dans son salon de musique. Hector Berlioz, qui le nommait l'«harmonica à clavier», écrivit pour l'instrument sa première version de *La tempête*. Camille Saint Saëns lui donna une partie très caractéristique dans *L'aquarium*.

Dans ces deux instruments, le spectre sonore est complexe, car la lame oscille dans les trois dimensions (y compris en torsion). Elle est frappée par-dessus dans le vibraphone, et par-dessous dans le glacechord. La masse volumique et l'élasticité du verre en définissent les propriétés mécaniques et, donc, acoustiques ; on accorde les deux instruments en ajustant la longueur, l'épaisseur ou le diamètre des lames ou des barres.

Une autre voie est explorée à partir du XVI^e siècle : la mise en résonance des verres par frottement. Si Galilée cite les verres (des verres à boire) mis en vibration par frottement, c'est à titre d'expérience de physique et non à titre musical. Toutefois, en 1673, le père jésuite Athanasius Kircher (qui s'intéressa aux aimants, aux éclipses, à la lanterne magique qu'il semble avoir inventée, aux volcans...) évoque les verre musicaux dans un de ses ouvrages. Puis, en 1747, l'Irlandais Richard Puckridge installe à des fins musicales un jeu de verres qu'il accorde en les remplissant plus ou moins et avec lesquels il interprète des œuvres en frottant les bords avec les doigts mouillés. Il nomme son instrument «orgue angélique» ; aujourd'hui on le nomme aussi séraphin ou vérillon.



Musée national des techniques, OMA

4. UN CYMBALUM DE VERRE du Conservatoire national des arts et métiers, à Paris.