

Il n'y a pas longtemps qu'un de nos plus célèbres architectes, chargé de construire à Paris une salle de spectacle, a parcouru l'Europe pour étudier partout, en Italie, en Allemagne, en Angleterre, etc., les conditions de sonorité des théâtres réputés comme satisfaisant le mieux à ces lois inconnues; malgré toute sa conscience, le résultat n'a rien donné d'extraordinaire, au point de vue de la sonorité, bien entendu. Ce même architecte, chargé de l'entretien de la salle du Conservatoire, qui est une merveille d'acoustique, sans qu'on puisse au juste dire pourquoi, n'ose pas déplacer la cloison d'une loge, ajouter une draperie, faire la moindre modification, dans la crainte, parfaitement justifiée, d'altérer cette perfection inexplicable.

Lorsqu'on construit une salle de concert, ou de théâtre, on a à se garer de deux écueils : l'*insuffisance* ou l'*excès* de sonorité; c'est généralement dans le deuxième qu'on tombe.

Une salle est nécessairement un lieu clos dans lequel les ondes sonores ne se propagent pas avec la même liberté qu'en plein air, par zones concentriques, mais subissent contre les parois, murs, plafond, plancher, les réflexions les plus diverses; là ne se borne pas la complication, car, selon leur nature, selon la matière dont elles sont faites, pierre plus ou moins dure, fer, bois de diverses essences, étoffes de tenture, les parois offrent des degrés divers de résistance, de conductibilité aussi, et produisent les effets les plus imprévus. Il y a plus : telle salle dont la sonorité est trop violente lorsqu'elle est vide, devient très bonne lorsqu'elle est garnie de spectateurs, apportant avec eux le capitonnage de leurs vêtements, qui agit sur le son comme le feraient des tapis ou des draperies.

La pire des choses pour une salle, qu'elle soit destinée à la musique ou à la parole, c'est de présenter des échos ou des répercussions. Or, nous ne sommes guère plus

capables d'éviter un écho que d'en produire un. Je ne sais où j'ai lu l'histoire d'un Anglais qui, ayant trouvé en voyage une maison isolée dans laquelle se produisait un écho remarquable, l'acheta, en numérotait les pierres, les fit transporter, et fit reconstruire la même maison, identiquement semblable, avec les mêmes matériaux, dans sa propriété, en Angleterre. L'écho n'y était plus, et, nécessairement, l'Anglais se fit sauter la cervelle. Vraie ou non, cette histoire est absolument vraisemblable. Il existe une quantité d'échos célèbres; les uns sont des phénomènes naturels, et se produisent dans des vallées, dans des grottes, où on les a découverts; d'autres ont été créés par la main de l'homme dans des édifices, mais involontairement; on les explique, on se rend compte de leur raison d'être, mais on ne saurait pas en construire d'exactly semblables.

Les *Vasques* du Louvre, au musée des Antiques, et la fameuse salle du Conservatoire des Arts et Métiers ne présentent que des phénomènes de renforcement de la sonorité au moyen de la réflexion des rayons sonores par des surfaces dont la courbure a été combinée à cet effet, comme on le ferait en optique pour des jeux de glaces. Il n'y faut pas voir des *échos*, dans le sens vrai du mot.

Le foyer de l'ancien Opéra de Berlin, construit en 1743 et détruit par un incendie un siècle plus tard, présentait un phénomène analogue.

Voici ce qu'on sait de positif, ou à peu près positif, à ce sujet : le son se réfléchit sur une surface quelconque, comme la lumière sur une surface polie, et selon la même loi (l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion); il parcourt 340 mètres par seconde; d'autre part, nous ne pouvons guère émettre plus de dix syllabes, ou dix sons musicaux distincts, en moins d'une seconde, soit une syllabe en un dixième de seconde; pendant ce temps, le son a parcouru 34 mètres; s'il rencontre une surface réfléchis-

sante, il revient en arrière avec la même vitesse, c'est-à-dire en un deuxième dixième de seconde, et nous le percevons comme écho. Donc, il ne peut pas exister un écho à moins de 34 mètres, et encore n'est-il apte à répéter qu'un seul son, ou une syllabe; pour qu'il en répète deux, il faudrait une distance double, 68 mètres, etc. C'est ce qui arrive fréquemment dans les montagnes.

Au-dessous de 34 mètres, s'il n'existe pas d'écho nettement caractérisé, répétant distinctement les articulations, il peut se produire des répercussions tout aussi désagréables; j'entends ici par répercussion une sorte d'écho incomplet, trop court, dans lequel le son réfléchi fait retour à l'oreille si rapidement qu'il se confond avec le son direct, qu'il paraît prolonger et renforcer par un bourdonnement pénible et fatigant. Les voûtes des cathédrales produisent presque toujours des échos et des répercussions qui ne sont certes pas sans majesté, mais qui rendent souvent la parole inintelligible et dénaturent toute combinaison musicale; il n'existe que peu de grandes églises qui puissent être considérées comme vraiment bonnes pour la musique; aussi évite-t-on en général, dans les compositions destinées à l'église, les successions rapides de sons, qui augmenteraient les chances de confusion, en même temps qu'elles détruiraient le caractère de solennité.

On sait que la rigidité des parois n'est pas une condition indispensable pour la production des échos; en mer, une voile gonflée par le vent; dans la campagne, un rideau d'arbres, des nuages, sont des causes fréquentes de ce phénomène.

On sait encore que les surfaces droites font diverger les rayons sonores, les éparpillent; que les surfaces paraboliques rendent les rayons parallèles, et que les surfaces elliptiques les font converger vers l'un des foyers (fig. 32); ce dont on peut tirer cet enseignement que la

forme elliptique est à éviter, aussi bien pour les voûtes que pour les murs, puisqu'elle ne serait avantageuse que pour le seul spectateur placé exactement au foyer; on sait que la nature des parois n'est pas à négliger, que le son rebondit et se renforce sur les surfaces élastiques; on sait que les pièces nues sont infiniment plus sonores que celles tendues de draperies; on sait encore quelques autres choses; mais ce qu'on ne sait pas, c'est le moyen pratique de tirer parti de toutes ces connaissances.

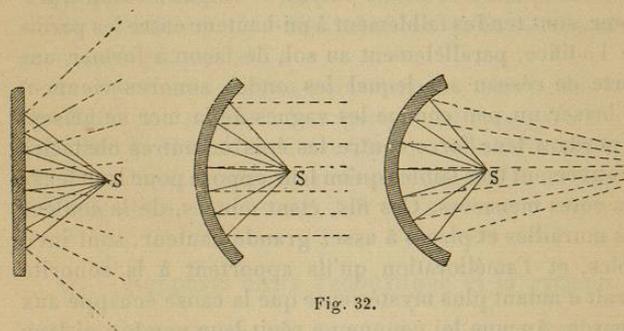


Fig. 32.

Surface plane. Réflecteur parabolique. Réflecteur elliptique.

S. Source sonore. ——— Rayons émis. - - - - - Rayons réfléchis.

Les anciens, dont les théâtres, cirques ou amphithéâtres étaient à ciel ouvert, perdaient indubitablement par là un grand nombre de vibrations, mais en revanche ils n'avaient pas à redouter les répercussions de la voûte; aussi tous leurs efforts devaient-ils tendre à renforcer le son de façon à permettre à la voix des acteurs, malgré sa déperdition dans l'air libre, de parvenir avec une puissance suffisante aux gradins les plus élevés. Les Grecs, dont les cirques renfermaient plusieurs milliers de spectateurs, employaient pour cela un procédé longuement décrit par Vitruve; ils plaçaient dans des sortes de niches ménagées

sous les gradins de grandes cloches d'airain ou de terre cuite, accordées de façon à renforcer certains sons; de telles cloches étaient surtout usitées à Corinthe, d'où elles furent importées à Rome par Mummius (145 av. J.-C.).

N'avaient-ils pas découvert les résonnateurs?

Le célèbre facteur d'orgues Cavaillé-Coll, qui est un grand acousticien, a employé dans le but inverse, pour atténuer une sonorité excessive, le curieux moyen suivant, que je décris d'après les indications qu'il a bien voulu me communiquer. Des fils de coton, de vulgaire coton à tricoter, sont tendus faiblement à mi-hauteur entre les parois de l'édifice, parallèlement au sol, de façon à former une sorte de réseau sur lequel les ondes sonores viennent se briser un peu comme les vagues de la mer se brisent et perdent leur force contre les épis ou autres obstacles relativement très faibles qu'on leur oppose pour la défense des côtes menacées. Ces fils, étant minces, de la couleur des murailles et placés à assez grande hauteur, sont invisibles, et l'amélioration qu'ils apportent à la sonorité paraît d'autant plus mystérieuse que la cause échappe aux regards. Aucune loi connue ne régit leur nombre ni leur disposition; on doit donc, jusqu'à présent, procéder empiriquement, par essais successifs.

Ce procédé paraît avoir été découvert en Angleterre, et M. Robert S. Greeg s'en est servi avec succès pour corriger la répercussion gênante du son dans la cathédrale de Fint-Barre (Cork), dont la nef a une très grande hauteur. Une nouvelle application en a été faite au palais de l'Industrie d'Amsterdam, où les conditions d'acoustique étaient défectueuses et où l'on craignait que l'effet de l'orgue demeurât confus et voilé par d'incommodes répercussions. « Des fils de coton ordinaire, assez fins et présentant peu d'élasticité, furent tendus, selon différentes directions, dans la partie supérieure de la salle. Au fur et à mesure de la pose de ces fils, on put constater que

l'excès de résonnance diminuait sensiblement. L'impression produite, dès l'abord, était celle d'une sorte de tranquillité s'établissant dans l'atmosphère, et les bruits accidentels qui, durant l'opération, s'élevaient dans la salle, semblaient s'amoinrir et s'isoler. L'épreuve faite avec l'orchestre, dans la salle vide d'abord, puis dans plusieurs concerts à programmes variés, confirma ce premier résultat d'une manière assez saillante pour frapper non seulement les auditeurs, mais surtout les musiciens, qui s'aperçurent, non sans surprise, qu'ils s'entendaient eux-mêmes beaucoup plus distinctement qu'ils ne l'avaient jamais fait jusque-là¹. »

Avec un succès plus ou moins complet, mais jamais sans que l'effet soit nul, le même système a été essayé à Paris, à l'église de Notre-Dame des Champs, à la salle des fêtes du Trocadéro, et plus récemment à la salle de la Société d'horticulture.

G. — Rapports entre l'acoustique et le rythme.

Si donc certains locaux présentant des effets d'écho ou de répercussion sont par cela même impropres ou mal appropriés à l'usage musical, leur imperfection s'accroît d'autant plus que l'on y fait entendre des sons se succédant plus rapidement; dans une salle *trop* sonore, des accords isolés, ou séparés par de longs silences, peuvent produire une résonnance harmonieuse et imposante, tandis qu'une suite de sons émis à des intervalles plus rapprochés n'aboutirait qu'à un horrible charivari, chacun d'eux devant fatalement se mélanger avec celui ou ceux qui l'ont précédé, d'abord, puis ensuite avec celui ou ceux qui le suivent.

1. C.-M. Philbert, *l'Orgue du palais de l'Industrie d'Amsterdam*; 1876.

Ce fait, qui explique, entre parenthèses, pourquoi les orateurs, les prédicateurs surtout, parlent lentement, séparent les mots et les syllabes, pour diminuer les chances de confusion entre les ondes émises et les ondes de retour, permet d'établir un lien entre les trois qualités principales du son, l'*intonation*, l'*intensité* et le *timbre*, commandées par les lois de l'acoustique, et une quatrième qualité, la *durée*, qui semble arbitraire, abandonnée au caprice du compositeur ou de l'exécutant, et qui est pourtant soumise à certaines lois, naturelles aussi, celles du *rythme*, peu connues et peu étudiées.

On a recherché l'origine du sentiment rythmique dans la marche, dans les battements du cœur, dans les bruits de la respiration, et plus mathématiquement dans les oscillations invariablement isochrones du pendule.

La marche nous donne bien l'idée la plus simple de la division binaire. A l'état de veille, on respire régulièrement, à deux temps; mais pendant le sommeil l'expiration est deux fois plus longue que l'aspiration, ce qui produit la division ternaire, la mesure à trois temps.

Le métronome, instrument qui mesure le rythme musical comme le monocorde mesure les vibrations, n'est pas autre chose qu'une horloge qui bat des fractions de minute, comme le ferait un pendule dont on pourrait à volonté faire varier la longueur. Or, je tiens à rappeler, pour en faire le rapprochement, que c'est justement dans les mouvements du pendule que nous avons trouvé la démonstration la plus simple de la vibration¹. Nous nous trouvons donc ramenés, par cette incursion dans le domaine du rythme, exactement au point de départ de nos recherches sur les phénomènes acoustiques ayant caractère musical.

Quelle qu'en soit l'origine, il est certain que le senti-

1. Page 3.

ment de la division du temps en parties égales existe chez nous, mais dans des limites restreintes, et que nous ne percevons avec précision et certitude que deux modes de division les plus simples : par 2 et par 3, la division binaire et la division ternaire. Nous reconnaissons bien l'égalité en durée de huit ou seize sons émis successivement, mais c'est au moyen de cette opération mentale inconsciente : $16 :: 2 :: 2 :: 2 = 2$. En 9, nous saisissons de même 3 fois 3.

La preuve, c'est que nous n'évaluons pas avec la même facilité des groupes formés de 10, 15 ou 17 sons. Pour que nous ayons la perception nette de la division du temps, il faut que nous puissions la ramener à l'un de ces

deux points de comparaison : $\frac{2}{1}$ ou $\frac{3}{2}$, qui sont aussi bien

les bases du système rythmique que celles du système harmonique.

Les combinaisons que l'on peut tirer de ces deux modes de division sont à peu près inépuisables, et nous sommes loin de les employer toutes; chez les Arabes et les Orientaux, qui ne connaissent pas l'emploi des sons simultanés, le rythme a acquis une importance et un développement plus considérables, car c'est en lui seul que consiste la richesse de l'accompagnement¹.

Ce n'est pas ici, en raison de l'ordre méthodique adopté dans ce petit ouvrage, que doit prendre place l'étude du rythme; aussi je n'en parle que pour signaler au lecteur ce fait remarquable, que tous les éléments constitutifs de l'art musical se rattachent aux mathématiques, ou, pour mieux dire, en dérivent. Est-ce pour cela qu'en général les savants, mathématiciens, physiciens, physiologistes, sont des amateurs passionnés de musique? En tout cas,

1. Chose singulière, ils lui donnent le nom d'*harmonie*, qui doit être pris ici, nécessairement, dans le sens d'*accompagnement*.

comme ils diraient eux-mêmes, la réciproque n'est pas vraie, car il est rare, regrettablement rare, de voir un musicien se complaire dans l'étude des sciences positives, ne fût-ce que pour y rechercher la cause première des phénomènes naturels avec lesquels il joue familièrement.

Il est pourtant certain qu'en musique tout n'est que nombres et rapports de nombres.

J'espère bien que personne ne pensera que j'aie eu la prétention de faire ici, en 76 pages, un traité d'acoustique; plus encore que la place, la science m'eût manqué pour cela. Ce que j'ai voulu démontrer, c'est que ceux qui s'intéressent à l'art musical peuvent trouver un plaisir réel à l'analyse scientifique des matériaux bruts de cet art; si j'ai réussi à leur ouvrir de nouveaux horizons, à éveiller leur curiosité, mon but est atteint, et il ne me reste plus qu'à leur signaler les ouvrages dans lesquels ils pourront véritablement étudier l'acoustique, ouvrages dans lesquels j'ai puisé d'ailleurs la plus grande partie de mes documents :

HELMHOLTZ, *Théorie physiologique de la musique*, traduit par Guérout. (Paris, Victor Masson, 1868.)

J. TYNDALL, *le Son*, traduit par l'abbé Moigno. (Paris, Gauthier-Villars, 1869.)

RADAU, *l'Acoustique*. (Paris, Hachette, 1870.)

MAHILLON, *Éléments d'acoustique*. (Bruxelles, 1874.)

G. KASTNER, *la Harpe d'Éole et la musique cosmique*. (Paris, 1856.)

Je procéderai de même par la suite. Les chapitres qui vont venir ne visent à remplacer ni les Traités d'Instrumentation, ni les Cours d'Harmonie et de Fugue; ils ne prétendent pas enseigner la Composition ou l'Histoire de la Musique; mais seulement répandre dans le public musical des notions vraies et précises sur chacune de ces branches de l'érudition artistique, de nature à intéresser les amateurs et les curieux, comme à guider les jeunes étudiants dans la direction de leurs travaux.

CHAPITRE II

LE MATÉRIEL SONORE

A. — De l'Instrumentation.

Les sons qui forment le matériel musical ne peuvent être produits que par trois catégories d'instruments :

Les instruments à vent,
Les instruments à cordes,
Les instruments à percussion,

la voix humaine étant considérée comme appartenant à la première de ces catégories, dont elle forme le type le plus parfait.

La connaissance de ces divers agents de la sonorité, c'est-à-dire de l'étendue, du timbre particulier, de la construction et du mécanisme de chacun d'eux, constitue la science dite *Instrumentation*¹, le terme d'*Orchestration* restant plus spécialement réservé à l'art de les grouper, de les agencer et combiner de toutes manières, de jouer avec eux comme un peintre avec les couleurs de sa palette.

Nous allons donc les étudier ici un à un, plaçant en tête la voix humaine, qui nous servira souvent, par la suite, de comparaison commode.

La meilleure manière de s'assimiler le mécanisme d'un

1. Connaissance des instruments; application de leurs qualités individuelles à la traduction et l'interprétation de l'idée musicale.