

LA VOIX HUMAINE

Il y a longtemps que les physiciens et les physiologistes travaillent à la solution du problème de la voix humaine, et l'on peut dire que, parmi tous ceux qu'ils ont abordés, il y en a peu qui offrent autant d'intérêt et, en même temps, plus de difficultés.

L'organe de la voix est considéré comme l'instrument de musique le plus délicat et le plus perfectionné ; il était donc naturel que l'on cherchât à lui appliquer les théories acoustiques sur lesquelles repose le fonctionnement des instruments de musique qui lui ressemblent le plus.

Comme une clarinette, un hautbois, et mieux encore comme un tuyau d'orgue à anche, avec lesquels elle a beaucoup d'analogie, la voix humaine, lorsqu'elle *chante*, émet une suite de sons dont l'étendue varie avec l'âge et le sexe ; le caractère des sons produits est également variable d'une personne à l'autre, et, dans les deux cas, tout s'explique par les lois ordinaires qui régissent la hauteur et le timbre des différents sons. Jusque-là, il n'y a donc rien de particulier.

Mais l'homme ne fait pas seulement que chanter ; il y en a même beaucoup qui ne chantent jamais ou qui le font d'une manière plus ou moins convenable.

Ce qui caractérise surtout la voix humaine, ce qui en fait un organe unique en son genre, auquel rien ne peut se comparer et que

le ciel n'a donné qu'à l'homme, c'est cette merveilleuse faculté d'émettre certains sons particuliers d'où résulte la *parole articulée*. C'est ici que surgissent les plus grandes difficultés, et c'est pour expliquer le mécanisme de la parole que les physiiciens ont épuisé, pour ainsi dire, les ressources de leur génie.

Il n'y a pas encore de théorie complète et définitive de la parole articulée ; les deux principales sont celle d'Helmholtz, qui a joui d'une grande faveur dans la science jusqu'à ces dernières années, et celle du Dr Marage, le célèbre physiologiste parisien. Ce sont ces deux théories que nous essayerons d'exposer, le plus clairement que nous le pourrons.

* * *

L'étude que nous allons faire suppose certaines connaissances d'acoustique que nous croyons indispensable de donner.

Rappelons, en premier lieu, que tout son est le résultat de vibrations des corps élastiques, ou que toutes vibrations suffisamment rapides produisent des sons.

Choisissons, entre mille, pour prouver cet énoncé, une seule expérience.

Faisons vibrer un *diapason* et approchons l'une de ses lames vibrantes d'un corps dur quelconque : on entend alors distinctement les chocs répétés de cette lame pendant tout le temps que l'instrument rend un son.

Il en est de même pour tous les corps vibrants. Chaque fois qu'un corps élastique est dérangé de sa position d'équilibre et qu'il vibre avec une certaine rapidité, il engendre toujours un son, qu'il soit solide, liquide ou gazeux.

En second lieu, on reconnaît, dans tout son musical, trois qualités particulières : l'*intensité*, la *hauteur* et le *timbre*.

L'*intensité* est cette qualité qui fait qu'un son est *fort* ou *faible*, c'est-à-dire agit avec plus ou moins d'énergie sur l'oreille. — Elle dépend de l'*amplitude* des vibrations. Un diapason, que l'on frappe avec violence sur un obstacle rigide, rend un son *intense* parce que ses lames s'écartent largement de part et d'autre de la position d'équi-

libre. On constate, d'autre part, que le son s'affaiblit à mesure que l'amplitude du mouvement vibratoire diminue.

La *hauteur* du son est cette qualité par laquelle un son est plus ou moins *grave* ou *aigu*, et elle résulte du *nombre* de vibrations exécutées pendant un temps donné. Les sons aigus correspondent aux vibrations rapides, et les sons graves aux vibrations plus lentes.

Enfin, le *timbre* du son est ce qui nous fait distinguer les uns des autres des sons qui auraient même hauteur et même intensité. Personne ne confond le son d'un violon avec celui d'une clarinette ou d'un piano. C'est aussi par le timbre que se différencient les innombrables voix humaines ; chaque individu a une voix qui n'est pas celle de son voisin et qui le caractérise au même titre que les traits de sa figure.

On a longtemps ignoré la cause du timbre ; on l'attribue aujourd'hui aux *harmoniques* qui accompagnent presque toujours tout son fondamental donné.

L'expérience, en effet, a démontré que la plupart des sons sont composés, et qu'au son fondamental, déterminé par le nombre de ses vibrations, se superposent presque toujours un nombre très grand de sons plus faibles et de plus en plus aigus, de sorte que les sons des différents instruments de musique résultent d'un mélange de vibrations très compliqué.

C'est ce qu'il est facile de faire voir avec des cordes sonores.

Si l'on effleure légèrement une corde aux endroits convenables, pendant qu'on l'attaque avec un archet, on entend toute une suite indéfinie de notes très élevées qu'on appelle les *harmoniques* du son fondamental donné par cette même corde, lorsqu'elle vibre dans toute sa longueur. Toutes ces notes, que l'on isole par ce moyen, retentissent toujours en même temps que le son principal, et le manque d'attention seul est cause qu'elles passent ordinairement inaperçues. Il suffit d'éteindre le son fondamental avec une plume d'oie pour les faire entendre clairement et distinctement.

On démontre également que les tuyaux sonores et tous les instruments à vent donnent une suite analogue d'harmoniques parfaitement caractérisés.

Or, suivant la nature et la forme de ces instruments, ce ne sont pas les mêmes harmoniques qui prédominent, soit par leur présence, soit par leur intensité. On a donc, dans ces conditions, des mélanges variables de sons, et, par suite, des sons de caractères, c'est-à-dire de *timbres* différents.

C'est de la même manière que l'on explique les timbres particuliers des différentes voix humaines. Le larynx, l'organe de la voix, est surmonté des cavités pharyngienne, nasale et buccale, dont les formes et les volumes varient d'un individu à l'autre ; il en résulte une diversité profonde dans le nombre et l'intensité des harmoniques de la voix, et, par suite, une variété presque infinie de timbres différents.

Il reste à dire quelques mots, comme derniers préliminaires, de la *résonance musicale*.

C'est ce phénomène par lequel un corps sonore quelconque se met à vibrer par *influence* quand le son qu'il peut rendre lui-même est émis dans le voisinage.

Supposons, d'une part, un tuyau d'orgue rendant la note ut_3 , c'est-à-dire dont la masse d'air limitée par ses parois, à cause de sa longueur et de son volume, exécute 512 vibrations simples par seconde. — Considérons, d'autre part, un diapason qui donne la même note musicale. Si, dès lors, on approche le diapason, pendant qu'il vibre, de la bouche du tuyau, ce dernier résonne aussitôt ; la colonne d'air est ébranlée par les vibrations du diapason, elle vibre par *résonance*.

Un diapason donnant une autre note, la_3 par exemple, n'a aucune influence sur le même tuyau, tandis qu'il provoquera la *résonance* d'un autre tuyau dont la note serait la même que la sienne.

De même, il suffit de chanter une note quelconque devant un piano ouvert, dont on a abaissé la pédale, pour que la corde qui donne le même nombre de vibrations se mette immédiatement à vibrer.

Le même phénomène se produit avec des éprouvettes à pied, dont on fait varier convenablement la longueur en y versant de l'eau. On est averti que la colonne d'air de l'éprouvette a la longueur voulue pour vibrer par influence, lorsque, en versant de l'eau ou en soufflant près de ses bords, le son produit par l'eau qui tombe ou par le courant

d'air est le même que celui que l'on veut renforcer. — Il est à remarquer, de plus, que la masse d'air peut renforcer également les *harmoniques impairs* du premier son.

Ces exemples font voir que tout corps sonore qui vibre par influence peut servir à découvrir l'existence du son qu'il peut renforcer ; il constitue alors, par cette propriété importante, ce qu'on appelle un *résonnateur*.

Les plus employés, pour l'étude des sons composés, sont des *tuyaux sphériques* de verre ou de métal qui jouissent de la faculté de ne renforcer qu'un seul son, avec ses harmoniques, lequel dépend du diamètre de la sphère. En introduisant la partie conique du résonnateur dans le conduit de l'oreille, le son renforcé par la résonance de la masse d'air intérieure se fait entendre avec une grande intensité.

C'est au moyen de résonnateurs de ce genre, de dimensions différentes et ne renforçant chacun qu'un seul son, que le physicien et physiologiste Helmholtz a démontré la théorie du timbre telle que nous l'avons établie plus haut, et qu'il a fait l'analyse des sons composés.

Il suffit pour cela d'appliquer successivement à son oreille une série de résonnateurs convenablement accordés, pendant que le son à analyser est produit dans le voisinage. Si ce dernier est une combinaison de sons harmoniques avec un son fondamental, chaque résonnateur fait un choix dans le mélange complexe, il résonne sous l'influence d'un son identique au sien, mais reste silencieux pour tout son qui n'est pas à l'unisson avec le sien. L'énergie avec laquelle la résonance se produit permet de juger de l'intensité d'un harmonique en particulier et du rôle qu'il joue dans la constitution du timbre que l'on étudie.

Grâce à cette méthode, Helmholtz est arrivé aux importantes conclusions suivantes :

Les sons simples, sans harmoniques, c'est-à-dire qui ne correspondent qu'à une seule espèce de vibrations, sont très rares, et ne font vibrer qu'un seul résonnateur. Tels sont les sons rendus par les diapasons. Ceux de certains grands tuyaux d'orgue fermés, et celui de la voix humaine prononçant la voyelle *ou* sont presque simples, c'est-à-dire que leurs harmoniques ont très peu d'inten-

sité. Ces sons n'ont pas d'éclat, sont sourds, et n'ont pas de timbre bien caractérisé.

La plupart des sons musicaux sont composés, c'est-à-dire résultent d'un son fondamental accompagné d'un nombre plus ou moins grand d'harmoniques.

Les sons les plus agréables sont ceux où prédominent les harmoniques inférieurs, comme ceux des cordes graves du piano, et qui ne renferment pas trop d'harmoniques supérieurs, tandis que le timbre nasillard de la clarinette est dû à l'absence des harmoniques de rang *pair*.

Enfin, les formes et les dimensions fort changeantes des cavités buccales et des fosses nasales sont la cause, par la prédominance ou l'absence de tels ou tels harmoniques, des timbres si variés que l'on constate dans les différentes voix humaines.

* * *

Nous pouvons maintenant, après ces préliminaires peut-être un peu longs mais indispensables, aborder l'étude de la voix humaine.

Nous avons dit plus haut que l'on compare l'organe de la voix à un instrument de musique, et que celui qui lui ressemble le plus est un tuyau à anche muni d'un résonnateur.

Les tuyaux à anche sont de deux sortes : les tuyaux à *anche battante* et les tuyaux à *anche libre*.

Un tuyau à anche battante se compose d'un *porte-vent*, à section assez large par rapport à la longueur, et fermé par un bouchon muni d'une ouverture par où se fait la communication avec l'air extérieur. Cette communication a lieu par l'entremise d'une pièce métallique creuse, appelée *rigole*, disposée à la partie inférieure du bouchon, et sur laquelle s'appuie une languette élastique, nommée *anche* ; celle-ci est fixée par l'une de ses extrémités et, à chacune de ses oscillations, ouvre et ferme successivement la rigole, par suite établit ou supprime brusquement la communication avec l'extérieur.

Les vibrations de l'anche produisent donc des sorties intermittentes, des bouffées périodiques d'air, et ce sont ces vibrations de l'air qui engendrent un son musical continu.

Les sons de l'anche battante sont criards parce que celle-ci frappe la rigole à chaque vibration. On corrige un peu ce défaut au moyen d'un *cornet d'harmonie*, placé sur le porte-vent, et qui joue le rôle d'un résonnateur modifiant, selon sa forme et son volume, le timbre du son fondamental de l'anche.

Dans l'*anche libre*, on remplace la rigole par une caisse rectangulaire percée d'une fenêtre ; la languette, placée dans cette fenêtre, peut se courber de part et d'autre de celle-ci sans toucher ses bords, et les sons produits sont plus agréables que ceux de l'anche battante.

C'est au moyen de tuyaux de ce genre, munis de résonnateurs appropriés qui renforcent des harmoniques différents, que l'on imite dans les orgues les timbres du violon, du violoncelle, du hautbois, de la clarinette et, un peu du moins, de la voix humaine.

L'anche, lorsqu'elle est métallique, par conséquent plus ou moins lourde, doit être accordée sur la note que donne le porte-vent, bien qu'un synchronisme parfait ne soit pas nécessaire. Dans ce cas, c'est l'anche qui gouverne la colonne d'air.

Si, au contraire, l'anche est très flexible et légère, comme les anches en roseau de la clarinette et du hautbois, c'est la colonne d'air qui commande les vibrations de l'anche, et celle-ci s'accommode facilement aux exigences de colonnes d'air de longueurs très variables. C'est ce qui explique pourquoi on peut, dans ces instruments, produire toute la série des notes employées en musique, avec une seule et même anche.—Nous attirons l'attention du lecteur sur ce fait qui nous servira bientôt dans l'étude des sons voyelles.

Voyons maintenant une courte description de l'organe de la voix et comment on peut la comparer à un tuyau à anche.

L'organe de la voix s'appelle le *larynx* ; il est situé à la partie supérieure de la trachée artère, c'est-à-dire le tube qui amène l'air chassé par les poumons, et la couronne à la façon d'un chapiteau. C'est une espèce de caisse de forme irrégulière constituée par cinq cartilages mobiles que des muscles peuvent déplacer les uns par rapport aux autres.

Le plus connu de ces cartilages a la forme d'un dos de livre à demi-ouvert et qui fait saillie sous la peau du cou : c'est, de son

nom savant, le cartilage *thyroïde*. Les profanes l'appellent la *pomme d'Adam*.

A l'intérieur du larynx et à la partie inférieure, se trouvent deux bandes *musculo-tendineuses*, les muscles *thyro-aryténoïdiens* ; ces bandes élastiques, appelées ordinairement *cordes vocales*, sont placées horizontalement, elles se confondent en une seule, en avant, et peuvent s'écarter plus ou moins l'une de l'autre comme les branches d'une paire de ciseaux, soit sous la forme d'un V ouvert, soit sous forme d'une fente à bords parallèles. Cet espace limité par la position des cordes vocales s'appelle la *glotte*, et c'est à son niveau, comme on peut le croire, que les sons de la voix prennent naissance.

A la partie supérieure du larynx, il y a deux ligaments qu'on nomme improprement *cordes vocales supérieures* ; l'espace limité entre celles-ci et les cordes vocales inférieures constitue les *ventricules de Morgagni*.

Les sons de la voix ont même origine que ceux des tuyaux à anche ; comme nous l'avons expliqué plus haut pour ces tuyaux, ils sont dus à des sorties intermittentes et périodiques d'un courant d'air. Lorsque les cordes vocales, en se rapprochant, ferment le larynx, le courant d'air des poumons est arrêté ; lorsqu'elles s'écartent, au contraire, le courant d'air passe ; il y aura donc une vibration double pour chaque rapprochement suivi d'un écartement. Si ce mouvement des cordes vocales est assez rapide, les pulsations de l'air qui en résultent produiront un son musical ; en particulier, si les cordes vocales laissent passer et arrêtent l'air des poumons 435 fois par seconde, le larynx émet la note la_3 , celle qui sert à accorder les violons. Les sons de la voix humaine ne sont donc pas dus aux vibrations des bandes vocales elles-mêmes, mais, comme dans les tuyaux à anche, sont produits par les sorties intermittentes, c'est-à-dire par les vibrations de l'air qui vient des poumons. C'est l'air qui est le corps vibrant, et la voix est une *vibration aéro-laryngienne*. Toutefois, les cordes vocales, suivant leur état physique, peuvent ajouter à cette vibration des harmoniques qui modifient le timbre et sont l'une des causes de la grande diversité que l'on constate dans les différentes voix humaines.

Il est important de faire remarquer que le larynx est extrême-

ment mobile ; non seulement il change de forme à chaque note émise, mais encore il peut se déplacer verticalement. Il s'abaisse dans l'émission des notes graves, la glotte s'élargit et s'agrandit, et le son produit est renforcé par les vibrations de l'air sous-glottique : c'est ce qu'on appelle la *voix de poitrine*.

Lorsqu'on chante, au contraire, les notes aiguës, le larynx se soulève en même temps qu'il se rétrécit et que la glotte devient très courte et très étroite : c'est la *voix de tête*. A proprement parler, ces expressions, *voix de poitrine* et *voix de tête*, sont impropres. Toutes les notes se forment au niveau de la glotte, et il n'y a à distinguer que le registre grave et le registre aigu.

Immédiatement au-dessus du larynx se trouvent trois cavités, jouant dans la phonation le rôle de résonateurs et qu'on appelle, pour ce motif, *résonateurs supra-laryngiens* : ce sont le *pharynx*, le nez ou *fosses nasales* et la *bouche*.

Le *pharynx* est une sorte de carrefour qui communique, en bas, avec l'œsophage et le larynx et, en haut, avec le nez et la bouche. Les fosses nasales sont séparées de la bouche par le palais fixe et le voile du palais mobile ou la *luette*. La position de cette dernière permet de faire passer l'air qui vient des poumons soit par la bouche seule, soit par le nez seul, soit par le nez et la bouche à la fois. Pendant la phonation, le pharynx subit des changements continuels de forme et de volume. De même aussi, la forme de la cavité buccale est essentiellement variable, par le mouvement et la position du voile mobile du palais, des joues, de la langue et des lèvres.

La fonction des résonateurs supra-laryngiens est de renforcer et de transformer les sons qui prennent naissance dans la glotte, et si l'on n'oublie pas que ces résonateurs, contrairement à ceux de nos laboratoires, sont de forme et de volume très variables, on peut se figurer la complication des sons émis par une bouche humaine, surtout s'il s'agit du langage articulé.

Comparons maintenant l'organe de la voix avec notre tuyau à anche que nous avons décrit plus haut.

La ressemblance est frappante.

Les poumons, qui produisent le courant d'air nécessaire à la phonation, sont représentés par la soufflerie sur laquelle le tuyau est

fixé ; le larynx, avec ses cordes vocales vibrantes, c'est le porte-vent avec son anche battante ou libre, et les résonnateurs supra-laryngiens, c'est le cornet d'harmonie ou le résonnateur pyramidal qui surmonte le tuyau et qui, par ses vibrations propres, en modifie le timbre.

Voilà pour la ressemblance. Mais il y a des différences essentielles qu'il faut signaler.

Un même tuyau, une fois que l'anche a été accordée, ne peut donner qu'une note, et, pour produire la suite des sons exigés en musique, il faut autant de tuyaux que de notes, et ces tuyaux, ainsi que les anches, doivent être de plus en plus petits pour faire entendre des sons de plus en plus aigus.

L'organe de la voix, au contraire, peut, lui seul, produire tous ces sons, parce que les cordes vocales, étant des muscles, peuvent s'allonger et se raccourcir, se contracter plus ou moins rapidement, parce que, de plus, les résonateurs supra-laryngiens sont essentiellement variables de forme et de volume, comme le larynx lui-même, de telle sorte qu'ils peuvent renforcer ou modifier un très grand nombre de sons différents. C'est d'ailleurs ce qui arrive dans les instruments à anche, comme la clarinette, où la position des doigts de l'exécutant change continuellement la longueur des parties vibrantes de la colonne d'air.

On peut donc dire que l'organe de la voix est en quelque sorte un tuyau à anche de dimensions variables.

Ajoutons que le larynx n'a pas le même volume et que les cordes vocales n'ont pas la même longueur chez les différents individus. Aux larynx développés et aux cordes vocales longues correspondent les voix graves, tandis que les larynx plus petits et les cordes vocales courtes produisent des voix aiguës. On répartit les voix entre cinq registres principaux qui sont ceux de *basse*, *baryton* et *ténor*, pour les hommes, et ceux d'*alto*, et *soprano*, pour les femmes ou les jeunes enfants.

Dans le jeune âge, alors que le larynx a des dimensions restreintes, tous les hommes, de même que les animaux, sont *sopranos* ; il n'y a qu'une exception : c'est le veau, qui est *baryton* de naissance.

H. SIMARD, ptre.

(la suite au prochain numéro)