

CHAPITRE II

ÉTUDE DES SENSATIONS AUDITIVES

716. **Sensation auditive. Son, ses qualités.** — Le son est la sensation particulière qui résulte de la mise en activité de l'oreille, organe de l'ouïe; on ne peut donner une définition de cette sensation, et on ne pourrait qu'indiquer dans quelles conditions elle peut être éprouvée; mais le fait est trop commun pour qu'il soit nécessaire d'insister.

Comme nous l'avons déjà indiqué, la sensation peut être éprouvée sans cause externe, objective, par suite de certains états pathologiques, hallucinations auditives, ou de l'action de certaines substances médicamenteuses ou toxiques, bourdonnements, tintements produits par l'ingestion de sulfate de quinine, par exemple; mais nous ne nous occuperons pas de ces cas exceptionnels, et nous considérerons seulement la sensation auditive dans les conditions normales, à l'état physiologique.

Lorsque nous éprouvons une sensation auditive, on dit que nous *entendons*, que nous percevons un *son*. L'observation montre que nous pouvons percevoir à la fois deux ou plusieurs sons.

Lorsque nous éprouvons simultanément ou successivement deux sensations auditives, nous sommes capables d'apprécier certaines différences qui permettent de les distinguer, de les comparer. Nous ne pouvons, non plus, définir ces différences, mais elles sont également connues d'une manière générale, nous devons l'admettre au moins.

C'est ainsi que l'on dit d'un son qu'il est fort ou faible, qu'il est grave ou aigu, qu'il est doux, mat, perçant, métallique, nasillard, etc. On exprime ces différences en disant que le son possède des caractères ou *qualités* auxquelles on a donné les noms de : *intensité*, *hauteur*, *timbre*.

L'*intensité* est la qualité d'un son qui nous fait dire qu'il est fort ou faible; la *hauteur* est la qualité que nous indiquons en disant qu'un son est grave ou qu'il est aigu. Enfin le *timbre* est la qualité qui nous permet de distinguer, de différencier deux sons de même hauteur et de même intensité, mais qui sont produits par des instruments différents, ou qui, dans la parole, correspondent à des voyelles différentes, par exemple.

Avant de chercher à déterminer quelle est la cause du son, c'est-à-dire quelles sont les conditions objectives qui font naître la sensation, et de quoi dépendent les qualités que nous venons d'indiquer, il est nécessaire d'étudier, au moins qualitativement, ces diverses qualités.

717. **Intensité.** — Examinons donc avec quelques détails ces qualités en elles-mêmes, sans nous préoccuper des causes ou conditions auxquelles on peut les rapporter.

Nous avons peu d'indications particulières à signaler relativement à l'intensité. D'une manière générale, entre deux sons produits quelconques, nous distinguons assez aisément si l'un est plus fort que l'autre, mais à la condition que la différence soit assez notable : la comparaison devient peu aisée et peut même être impossible si la différence est faible; si les deux sons n'ont ni la même hauteur ni le même timbre, il est même impossible de juger qu'ils ont la même intensité. La comparaison est facile, au contraire, dans le cas d'égale intensité si les sons ont même hauteur et même timbre, à la condition qu'ils soient entendus successivement; s'ils sont perçus simultanément, on ne les distingue pas, on ne les sépare pas, on ne peut donc les comparer; on a une sensation unique, on entend un son de même hauteur et de même timbre, ayant seulement une intensité plus forte que chacun des sons pris isolément, au moins d'une manière générale et abstraction faite des cas que nous signalerons plus tard et dans lesquels on observe des phénomènes d'interférence.

Dans le cas où ces sons se succèdent, la comparaison est d'autant plus facile qu'il s'est écoulé un moindre temps entre la fin d'une sensation et le commencement de l'autre. S'il y a coïncidence entre ces deux instants, si les sons se succèdent sans interruption, la comparaison est la plus facile, la plus sûre.

Il n'y a pas de moyens pratiques de comparer à l'aide d'un appareil quelconque les intensités des sons, et c'est toujours de l'oreille seule qu'on se sert directement. On désigne sous le nom d'*acuité* de l'ouïe la possibilité de distinguer des sons d'une faible intensité. Nous indiquerons plus loin les procédés principaux que l'on peut employer pour caractériser, mesurer cette donnée qui d'ailleurs n'est jamais bien précise.

La *sensibilité* de l'oreille au point de vue qui nous occupe consisterait dans la faculté d'évaluer une très faible différence d'intensité entre deux sons : on n'a aucune indication présentant quelque exactitude sur cette question.

718. **Hauteur. Intervalles. Gamme.** — La hauteur d'un son est un élément qui a des relations intimes avec la musique, si bien qu'il n'est guère possible de l'étudier sans faire usage de dénominations empruntées à cet art; nous restreindrons celles-ci, d'ailleurs, à celles qui sont absolument indispensables.

Au point de vue de la hauteur, les observateurs ne se présentent pas tous dans les mêmes conditions; il en est, en effet, qui sont capables de reconnaître absolument, à un instant quelconque, la hauteur d'un son, hauteur que l'on caractérise par un nom comme nous le dirons plus loin; il en est d'autres, au contraire, qui ne parviennent pas à faire cette détermination. Il y a là une différence de constitution, d'une part, mais il y a également une différence qui tient à l'éducation plus ou moins complète du sens de l'ouïe.

Le nombre des sons qu'on peut distinguer peut être considérable, et la variation peut se produire d'une manière presque continue, comme par exemple lorsqu'on entend le vent soufflant avec une vitesse croissante à travers une fente, dans certaines conditions. Mais, en musique, on n'utilise qu'un nombre limité de sons; comme ces sons servent constamment de points de repère en acoustique, il est nécessaire d'entrer dans quelques détails sur ce sujet.

719. — Lorsqu'on entend deux sons, successivement ou simultanément, la comparaison inconsciente de ces sons se traduit par une impression spéciale qu'on désigne sous le nom d'*intervalle*, impression qui est indépendante de la hauteur absolue; c'est-à-dire que, étant donnés deux sons A et B, qui donnent à cet égard une certaine impression, on peut juger qu'il existe entre deux autres sons différents C et D un intervalle qui est le même ou qui est différent: il y a là, pour ainsi dire, non pas égalité, mais similitude. Autrement dit, ayant exécuté une suite de sons, constituant une mélodie à partir d'un son A, on peut produire à partir d'un son C une autre mélodie qui rappelle immédiatement la première à l'esprit, quoique aucun son de la première puisse ne se reproduire dans la seconde.

720. — Lorsque deux sons sont à la même hauteur, il n'y a pas d'intervalle, à proprement parler, il y a identité; cependant pour généraliser certaines notions on dit que, dans ce cas, il y a un intervalle auquel on a donné le nom d'*unisson*.

Parmi les sons produits à partir d'un son déterminé A en faisant varier la hauteur d'une manière continue, on en trouve un qui rappelle beaucoup l'impression produite par le son A; on reconnaît que ces sons n'ont pas la même hauteur, mais on trouve qu'il existe entre eux une grande ressemblance (ressemblance qui peut aller jusqu'à dissimuler la différence de hauteur si les sons n'ont pas le même timbre). Deux sons qui présentent cette ressemblance sont dits à intervalle d'*octave*. Chaque son est dit être à l'octave de l'autre.

Un son quelconque étant donné, il y a toujours un son qui en est l'octave aiguë et un autre qui en est l'octave grave.

Il résulte de là que pour connaître complètement tous les sons, il suffit d'étudier ceux qui sont compris dans l'intervalle d'une octave.

Parmi tous les sons compris dans l'intervalle d'une octave, on a fait choix d'un nombre limité de sons qui servent à la musique et qui, sans qu'on en connaisse absolument l'origine, sont adoptés au moins par tous les peuples de notre civilisation. Bien qu'on puisse énoncer et produire la série de ces sons à partir d'un quelconque d'entre eux, on a pris l'habitude, au point de vue musical, de les considérer à partir d'un son toujours le même; la série des sons constitue alors la *gamme* et le premier son est la *tonique* ou son *fondamental*. Jusqu'à l'étude qui sera

faite de ces sons à un autre point de vue, nous considérerons ces sons comme définis par un instrument déterminé qui les fasse entendre, qui serve d'étalon pour ainsi dire; par un piano, ou mieux par un orgue.

Les notes qui constituent la gamme ont reçu les noms suivants, en commençant par le plus grave :

ut, ré, mi, fa, sol, la, si.

Ces notes sont caractérisées en musique par la place qu'elles occupent sur la *portée*; il y a plusieurs octaves successives qu'il importe de distinguer et que fait également connaître cette place. En physique, les diverses octaves sont caractérisées par un indice que l'on met à côté du nom de la note; cet indice est d'autant plus élevé que l'octave comprend des sons plus aigus. L'octave qui est au milieu du clavier du piano a l'indice 3, ce qui détermine la valeur de l'indice de toutes les autres octaves. L'*ut* à vide de la 4^e corde du violoncelle a l'indice 1; l'octave plus grave a l'indice 0 et l'octave encore plus grave, bien rarement employée d'ailleurs, a l'indice — 1.

721. — Les intervalles de chacune des notes de la gamme à la tonique ont reçu des noms particuliers :

<i>ut-ré</i>	Seconde.	<i>ut-sol</i>	Quinte.
<i>ut-mi</i>	Tierce.	<i>ut-la</i>	Sixte.
<i>ut-fa</i>	Quarte.	<i>ut-si</i>	Septième.

On peut également considérer l'intervalle formé par deux notes quelconques, ce qui introduit quelques nouvelles dénominations sur lesquelles il est inutile d'insister en général.

Toutefois il y a intérêt à étudier les intervalles qui existent entre chaque note et la suivante: on trouve alors que les intervalles

ut-ré, ré-mi, fa-sol, sol-la, la-si

sont égaux entre eux (absolument suivant certains musiciens, presque absolument suivant d'autres); on leur a donné le nom de *ton*. L'intervalle *mi-fa* est plus petit, et il en est de même de l'intervalle qui existe entre le *si* et l'*ut*, octave du son fondamental, que l'on considère comme completant, terminant la gamme, en même temps que cette note est le point de départ de la gamme suivante. En exécutant à la suite deux intervalles égaux à celui qui existe entre *mi* et *fa*, on trouve que très sensiblement il existe entre la 1^e et la 3^e note un intervalle de 1 ton. Pour cette raison l'intervalle *mi-fa* et l'intervalle *si-ut* ont reçu le nom de *demi-ton*.

Si donc nous considérons une gamme :

ut₁-ré₁-mi₁-fa₁-sol₁-la₁-si₁-ut₂,

on voit qu'elle comprend 5 tons et 2 demi-tons; mais la répartition de ces intervalles n'est pas quelconque : pour constituer la gamme, ils doivent être disposés ainsi :

2 tons — 1 demi-ton — 3 tons — 1 demi-ton.

Si l'on veut reproduire une gamme, à partir d'une note quelconque que l'on prend comme tonique, on reconnaît que l'on ne peut y arriver avec les sons que nous venons d'indiquer. Pour atteindre ce résultat, on est obligé d'introduire de nouveaux sons pour remplacer ceux qui ne donnent pas les intervalles nécessaires; sans entrer dans le détail de la question, nous dirons qu'on n'a pas donné de nouveaux noms à ces sons, et qu'on les considère seulement comme des *altérations* des sons primitifs. Ces altérations consistent à remplacer soit une note par une note plus élevée d'un demi-ton environ, soit une note par une note plus grave d'un demi-ton. Dans le premier cas, la note a été diésée; dans le second elle a été bémolisée.

722. — Dans les indications qui précèdent, nous avons signalé qu'on a reconnu *sensiblement* l'égalité de deux intervalles : c'est que, en effet, il n'y a pas là, pas plus que pour les autres sens, en général, un moyen de mesure, un moyen de comparaison absolument rigoureux. Sauf pour l'unisson, l'octave et la quinte, on ne peut affirmer *absolument* la justesse d'un intervalle, même en y prêtant attention, en *écoutant* avec soin; s'il s'agit seulement d'*entendre*, sans chercher à analyser la sensation, on accepte sans difficulté des intervalles qui n'ont pas la valeur rigoureuse que leur assigne la constitution des gammes. On désigne en musique sous le nom de *comma* un intervalle assez petit pour pouvoir être négligé au point de vue musical : les musiciens évaluent cet intervalle à $\frac{1}{9}$ de ton. Mais cette indication, tant qu'elle est déterminée seulement par l'impression auditive, manque de précision : nous ne pouvons aisément, à l'aide de l'oreille, évaluer dans un intervalle des subdivisions autres que celles qui correspondent à des tons et à des demi-tons. L'évaluation de $\frac{1}{3}$ ou de $\frac{1}{4}$ de ton est incertaine et à plus forte raison celle de $\frac{1}{9}$.

Toutes ces données ne prennent une valeur précise que par l'évaluation numérique que nous étudierons dans le chapitre suivant; seulement cette évaluation numérique se rapporte non à l'effet, à la sensation, mais à la cause mécanique de cette sensation.

723. — Non seulement on peut comparer, au point de vue des intervalles, deux ou plusieurs sons que l'on entend successivement; mais cette comparaison peut se faire également pour des sons entendus simultanément. L'auditeur éprouve, de cette audition simultanée de plusieurs notes,

une impression particulière qu'on exprime en disant qu'il entend un *accord* : cette impression est très variable et dépend du nombre et de la nature des notes qui entrent dans l'accord. Quand il n'y a que deux notes, si l'auditeur est un peu exercé musicalement, il reconnaît immédiatement l'intervalle des notes entendues : dans tous les cas, il éprouve des différences qui se caractérisent par une sensation particulière de calme, de repos, ou au contraire par une sensation heurtée; dans le premier cas, on dit qu'il y a *consonance*, dans le deuxième qu'il y a *dissonance*.

Mais si l'accord comprend plus de deux sons, l'analyse des notes qui le constituent est moins facile, et d'autant moins facile que le nombre des notes est plus considérable. Certaines personnes n'arrivent jamais à faire cette analyse : il faut une disposition musicale qui peut suffire seule, mais qui peut être aidée par une étude, une éducation spéciale de l'oreille.

Si l'accord comprend plus de deux sons, on est impressionné comme dans le cas précédent soit par la sensation de la consonance, soit par celle de la dissonance; pour qu'il y ait dissonance dans l'accord complet, il suffit qu'il y ait dissonance entre deux notes quelconques de cet accord.

724. **Timbre.** — L'étude du timbre, au point de vue de la sensation même, est moins complète que celle de la hauteur, et nous ne pouvons que donner quelques indications générales.

Le timbre, comme nous l'avons dit, nous permet de différencier, de séparer deux sons de même intensité et de même hauteur; par exemple il nous permet de distinguer une même note produite par divers instruments soit successivement, soit même simultanément. On n'a pas, dans ce cas, de meilleur moyen de caractériser nettement ce timbre dans un cas déterminé que d'indiquer le nom de l'instrument qui a produit le son, et encore, dans quelques cas, est-il nécessaire de préciser davantage : le son produit par un violon n'a pas le même timbre s'il est obtenu en pinçant la corde (*pizzicato*) ou en la faisant vibrer avec l'archet et, dans ce cas, les sons harmoniques se distinguent par un timbre particulier; les sons ouverts du cor ont un timbre différent des sons bouchés; les sons de la clarinette prennent un timbre particulier dans les notes graves, etc.

Quant aux épithètes que l'on emploie quelquefois pour caractériser le timbre : doux, perçant, éclatant, sombre, etc., elles sont bien vagues et ne présentent guère à l'esprit une idée nette.

La question du timbre présente surtout un intérêt réel au point de vue de la voix, dont tous les caractères qui permettent de distinguer deux sons de même intensité et de même hauteur doivent être rapportés au timbre.

C'est donc bien au timbre qu'il faut rattacher les différences qui nous permettent de reconnaître à distance une personne qui parle et dont nous entendons la voix ; c'est aussi au timbre qu'il faut rattacher, dans le chant, les différences qui tiennent aux divers modes d'émission de la voix et qui sont quelquefois désignées sous le nom de *voix* ou de *registre* ; voix de tête, voix de fausset, voix de poitrine.

Mais, et c'est là la partie la plus importante de la question, c'est aussi au timbre, d'après la définition même, qu'il faut rattacher les différences qui sont caractérisées par la production de ce que l'on appelle les *voyelles* ; ici la question devient précise, car il s'agit de différences qui sont constamment appréciées par chacun de nous.

Nous n'avons pas à étudier en détail les voyelles, mais nous devons faire remarquer simplement qu'il ne faut pas comprendre ce mot dans le sens où on l'emploie en grammaire où on admet l'existence de 5 voyelles : le nombre en est plus grand et doit être pris au moins égal à 8, savoir *a, e* (eu), *é, è, i, o, u, ou* (qui est un son simple, malgré la forme littérale de diphtongue), sans compter les diverses variétés de l'*a*, sinon peut-être de quelques autres voyelles.

725. **Harmoniques.** — Lorsqu'on écoute attentivement un son, de manière à analyser la sensation qu'on éprouve, il est quelquefois possible d'y distinguer plusieurs notes simultanées, comme une sorte d'accord, tandis que dans d'autres cas, on n'entend absolument qu'une note. Dans le cas où l'on entend plusieurs sons, le plus grave a une intensité dominante et c'est lui qui, pour l'oreille, caractérise la hauteur du son.

Le fait de l'existence de sons accessoires qui accompagnent, avec une faible intensité, le son fondamental a été observé par Rameau (1722). Lorsqu'on les entend, on peut déterminer leur hauteur à l'aide de la sensation même : on a reconnu que, dans les sons musicaux, les sons les plus aisément perceptibles sont consonnants avec le son fondamental, qu'ils forment avec lui un accord parfait. Pour cette raison, on les a appelés les *harmoniques* du son fondamental.

L'importance de ces sons accessoires n'a pu être appréciée à sa juste valeur que lorsque, par les moyens que nous indiquerons, on a pu reconnaître facilement l'existence des sons accessoires et les déterminer. Nous dirons alors quel rôle on leur attribue actuellement dans la différenciation des timbres.

726. **Son, bruit.** — Il est difficile, au point de vue de la sensation seule, de dire quelle différence existe entre un *son* et un *bruit*. Il y a surtout, sinon uniquement, une différence de timbre : les bruits présentent, en effet, des variations d'intensité, trop évidentes pour qu'il soit nécessaire d'insister : ils présentent également des différences de hauteur. Il est facile de s'en assurer en comparant des bruits de même nature, obtenus dans des conditions diverses ; par exemple les bruits obtenus en

débouchant des bouteilles de capacité différente. On peut répéter cette expérience à l'aide de cylindres (fig. 368) munis de pistons qu'on retire vivement ; la rentrée brusque de l'air amène un ébranlement de l'air qui entraîne la production d'un son

ou plutôt d'un bruit ; par un choix convenable des dimensions des cylindres, on peut obtenir des bruits produisant les notes de la gamme, de l'accord parfait. De même, en projetant sur un plan résistant des baguettes de bois de même section et de longueurs déterminées ; de même aussi, en frappant sur des lamelles de bois suspendues en deux points : il y a même des instruments de musique, tels que le xylophone, basés sur cette remarque.

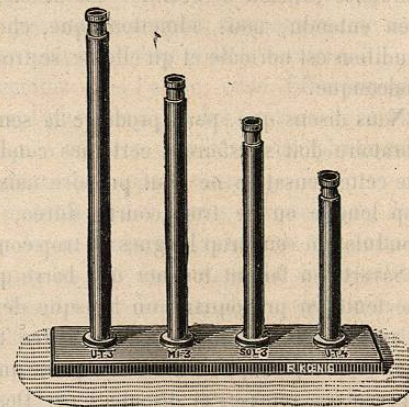


Fig. 368.

Ce ne peut être dès lors que par le timbre que les bruits diffèrent entre eux, comme ils diffèrent des sons : nous aurons à revenir ultérieurement sur cette question.

CHAPITRE III

LES QUALITÉS DU SON ET LES VIBRATIONS

727. Cause mécanique du son. Limites des sons perceptibles.

— Ayant étudié séparément les mouvements vibratoires des corps, d'une part, et, d'autre part, les sensations auditives au point de vue de leurs qualités, nous pouvons rechercher quelles relations existent entre les uns et les autres.

Nous allons montrer qu'il existe entre les mouvements vibratoires et les sensations auditives normales, physiologiques, la relation directe de cause à effet, et que, de plus, les qualités du son dépendent des éléments caractéristiques des mouvements vibratoires.

La sensation auditive, le son, reconnaît pour cause objective un mouvement vibratoire communiqué à l'oreille.

Pour le prouver, il suffit que l'observateur place à côté de lui un quelconque des appareils propres à déceler l'existence d'un mouvement vibratoire. Si cet appareil est assez sensible, on trouve que toutes les