Par ces deux fenêtres, l'oreille moyenne communique avec l'*oreille interne*. C'est là qu'est la merveille. L'oreille interne ou *labyrinthe* est une cavité creusée dans la partie osseuse la plus résistante de la boîte crânienne, le *rocher*, entièrement remplie d'un liquide transparent, l'humeur vitrée acoustique ; elle se compose du *vestibule*, en communication directe avec la fenêtre ovale, du *limaçon*, organe cartilagineux rappelant la forme de cet animal, et des *canaux semi-circulaires*, au nombre de trois [1]. Dans le liquide spécial qu'elle contient flotte une sorte de sac membraneux, ne se reliant aux parois osseuses que par quelques vaisseaux sanguins et des faisceaux de fibres nerveuses passant au travers du liquide (fig. 31). Aussi bien dans le vestibule que dans le limaçon, le microscope permet de voir une multitude de petits crins ou filaments qui ne sont autre chose que des prolongements ou ramifications de l'extrémité du nerf acoustique ou de ses annexes ; ces minuscules organes portent le nom des savants auxquels est due leur découverte ; ceux du vestibule sont les *soies de Schultze*, ceux du limaçon les *fibres de Corti* ; de ces derniers, on est arrivé à en compter trois mille

Voilà, décrit bien sommairement, trop peut-être, l'instrument. Voyons-le en fonction.

Une vibration parvient à l'*oreille externe* ; il se produit tout d'abord, dans le *conduit auditif*, une condensation suivie d'une dilatation. Le *tympan* se trouve repoussé à l'intérieur, puis tiré à l'extérieur (c'est ici le cas de se rappeler que les membranes s'accommodent de toutes sortes de vibrations) ; par la *chaîne des osselets*, la trépi-

1. Les canaux semi-circulaires, bien qu'enclavés dans l'oreille, ne paraissent pas participer exclusivement à l'acte de l'audition. Ce sont les organes spéciaux d'un sens non catalogué jusqu'ici, le sens de l'*équilibre*, de la *verticalité*.

Lorsque l'un d'eux est rompu accidentellement, l'individu, homme ou animal, perd le sentiment de l'aplomb, semble ivre.

dation traverse l'*oreille moyenne* et se communique à la membrane de la *fenêtre ovale*. Le liquide du *vestibule* est à son tour ébranlé ainsi que celui du *limaçon*, et par ses vibrations sollicite celles des *fibres* qu'il baigne ; mais celles-là seules répondent à son appel dont la période de

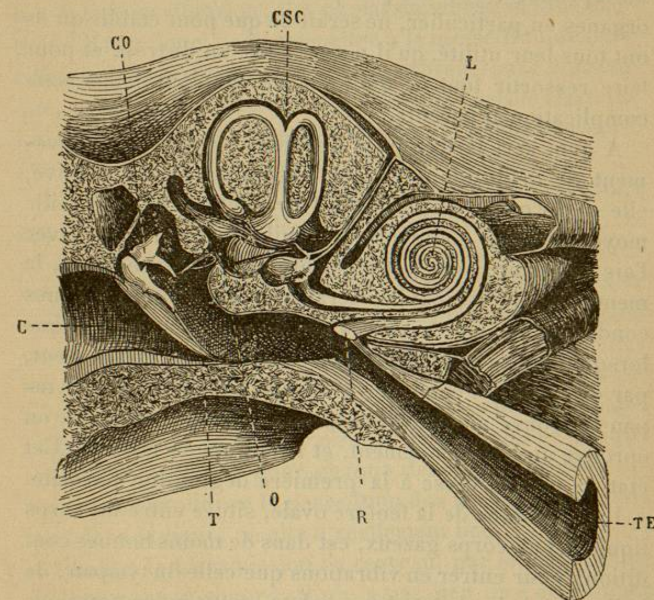


Fig. 31. — Coupe vraie de l'oreille moyenne et interne.

C, conduit auditif (le pavillon est supprimé) ; T, tympan ; CO, chaîne des osselets ; O, fenêtre ovale ; R, fenêtre ronde ; L, limaçon ; CSC, canaux semi-circulaires ; TE, trompe d'Eustache.

vibration correspond au son initial ou à l'un de ses harmoniques, car chacune d'elles est accordée à un ton différent.

Les fibres de Schultze et de Corti constituent une harpe géante et microscopique dont chaque corde vibre *par sympathie* pour un son spécial, et transmet l'impression sonore au cerveau par le nerf acoustique dont elle est l'épanouissement.

A présent que le fonctionnement général de l'appareil auditif a été esquissé dans ses grandes lignes, il convient de reprendre, avec un peu plus de détail, chacun de ses organes en particulier, ne serait-ce que pour établir qu'ils ont tous leur utilité, qu'il n'y en a pas un de trop, et pour faire ressortir tout ce qu'il y a de simplicité sous cette complication apparente.

A quoi sert la trompe d'Eustache? A chaque mouvement de déglutition, chaque fois qu'on avale la salive, elle s'entr'ouvre et permet à l'air contenu dans l'oreille moyenne de se maintenir en équilibre de pression avec l'air extérieur; sans cet équilibre parfait et constant, la membrane du tympan ne serait pas dans d'aussi bonnes conditions pour recevoir les vibrations. C'est si vrai que lorsqu'il arrive par accident, en éternuant maladroitement, par exemple, de comprimer l'air dans cet organe, le tympan se trouve momentanément gonflé extérieurement, on éprouve un bourdonnement, et l'audition se fait mal. Cet état de choses cesse à la première déglutition normale.

La membrane de la fenêtre ovale, située entre un corps liquide et un corps gazeux, est dans de moins bonnes conditions pour entrer en vibrations que celle du tympan; de là l'utilité de la chaîne des osselets, qui, tendue entre ces deux membranes, l'ébranle mécaniquement; il est à remarquer que le point d'attache du premier osselet sur le tympan est juste au centre de celui-ci, c'est-à-dire au point de vibration maxima. Peut-être, si on supprimait les osselets, le son se transmettrait-il quand même à travers l'air de la caisse, mais ce serait certainement avec une très grande faiblesse relative; car, par la chaîne des osselets, le tympan *commande* la fenêtre ovale.

Nous n'avons pas vu encore à quoi sert la fenêtre ronde.

Pour le comprendre, il faut considérer que dans l'acte de l'audition, le liquide de l'oreille interne, subissant l'influence de l'air vibrant contenu dans le conduit auditif, est constamment en état de dilatation ou de condensation moléculaire; si sur tous les points sans exception sa paroi était inflexible, il ne pourrait que la faire éclater ou ne pas entrer en vibration; il n'y a pas de vibration sans élasticité. Il faut donc, pour permettre à la masse liquide d'osciller synchroniquement avec la membrane qui l'y provoque, qu'elle trouve quelque part une autre surface élastique qui cède sous sa pression. C'est le cas de la fenêtre ronde, placée entre l'oreille interne et l'oreille moyenne.

La quantité des fibres constituant ce que nous avons appelé la harpe sympathique peut paraître excessive; on en a pourtant compté au microscope jusqu'à 3,000, et il est certain qu'il y en a davantage. Mais tenons-nous à ce chiffre de 3,000. Helmholtz fait remarquer avec sagacité qu'en évaluant à 200 les sons situés en dehors des limites musicales, et dont la hauteur n'est qu'imparfaitement déterminée, il reste 2,800 fibres pour les sept octaves des instruments de musique, c'est-à-dire 400 pour chaque octave, 33 et demie pour chaque demi-ton, en tout cas assez pour expliquer la perception des fractions de demi-ton, dans la limite où elle a réellement lieu.

Quant à la transmission au cerveau, par le nerf auditif, de l'impression sonore, il n'y a pas lieu de s'en étonner plus que d'une infinité de phénomènes physiologiques analogues. Le réseau de nerfs qui sillonne notre corps a été souvent comparé à un réseau de fils électriques, et cette comparaison paraît assez justifiée.

Dans tous ces fils ne circule qu'un seul et même fluide, le fluide électrique, et pourtant les uns transportent la force, d'autres transmettent la parole, d'autres vont répandre la lumière. Cela dépend des appareils divers placés à leurs extrémités ou dans leurs circuits. De même nos nerfs, conducteurs du fluide nerveux, selon les organes auxquels ils aboutissent, viennent apporter au cerveau, leur station centrale, les sensations du goût, de l'odorat, du toucher, de la vue ou de l'ouïe. Mais ce qui reste admirable, quoique la science l'explique, c'est la faculté merveilleuse qu'a l'oreille humaine de décomposer et d'analyser avec la précision que nous venons de voir les mouvements si compliqués de l'air vibrant, en opérant sur une aussi minime portion de cet air que celle qui arrive en contact avec le tympan. C'est pourtant, évidemment, ainsi que se produit le phénomène de l'audition.

D. — Rapports des sons successifs. Tonalité.

Étant admis que l'oreille perçoit nettement les sons entre 32 et 8,448 vibrations, il faut comprendre que *le nombre des sons qui existent réellement entre ces deux limites* ne peut être exprimé par aucun chiffre. Plus une oreille est fine, bien constituée, bien exercée, et mieux elle arrive à diviser et subdiviser cette étendue, à saisir et évaluer de plus petites différences; aussi l'appréciation du degré de sensibilité de l'ouïe, pour les différences d'intonation, est-elle extraordinairement variable selon les auteurs.

Dans le bruit que fait le vent en sifflant dans une cheminée, un jour de tempête, ou dans les roseaux, le son monte et descend en passant sans interruption par différentes hauteurs; or, dans le nombre infini des valeurs que peut prendre la hauteur du son en variant ainsi d'une manière continue, il n'y a aucun degré qui puisse nous fixer et devenir un point de comparaison. Aucune oreille n'est capable de percevoir dans une telle suite de sons, et à tout instant, un degré précis d'intonation. C'est la matière musicale brute.

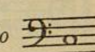
Tandis que la poésie trouve son matériel tout fait dans

les mots de la langue, la peinture dans les couleurs de la nature, la sculpture et l'architecture dans les formes animales et végétales, la musique, elle, dans quelque civilisation que ce soit, a dû se créer son alphabet en choisissant dans l'infini sonore un certain nombre de sons fixes et déterminés, pour servir de points de départ à ses combinaisons plus ou moins élevées scientifiquement ou artistiquement. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner que, selon les époques, les degrés de civilisation des peuples, leurs goûts barbares ou raffinés, les climats et les tempéraments, un grand nombre de gammes différentes aient existé et existent encore. C'est un sujet que nous aurons à traiter au chapitre spécial de l'histoire de la musique, et sur lequel je n'anticipe ici que pour signaler un fait absolu, invariable dans tous les pays où existe un germe, si rudimentaire qu'il soit, de musique : c'est la présence, *dans toutes les gammes,* de l'octave, de la quinte et de la quarte.

La raison en est aisée à découvrir et s'impose; elle dérive des lois les plus simples de l'acoustique.

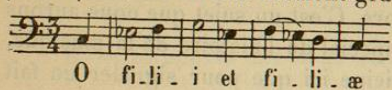
Abstraction faite des timbres, qui n'ont plus rien à voir ici, un son quelconque trouve son pareil dans un autre son à l'unisson; c'est le rapport de 1 à 1.

C'est là l'embryon de la musique ; réduite ainsi à un seul son, elle serait vraiment trop monotone pour avoir chance de passionner les foules. Il faut donc chercher des éléments de variété dans d'autres sons, mais en les choisissant de telle sorte qu'ils aient des affinités faciles à saisir avec le son original.

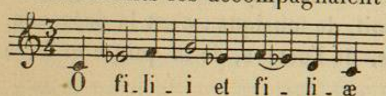
Si une voix d'homme chante un *do*  et qu'un autre homme veuille faire comme lui, il chantera la même note; mais si c'est une voix de femme qui veut de même en imiter l'intonation, cette note étant trop grave pour elle, elle cherchera dans son étendue ce qui y ressemble le plus, et trouvera le *do* , à l'octave supérieure; c'est, mathématiquement, le rapport de 1 à 2.

Après le rapport 1 : 2, le plus simple est évidemment le rapport 2 : 3. Or, si l'on veut bien se souvenir de la série des sons harmoniques, on reconnaîtra que ce rapport représente la quinte juste.

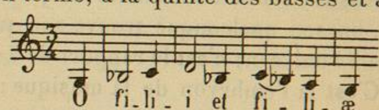
Il y a quelques années, étant à Pâques au Mont-Saint-Michel, j'entendais les paysans chanter sans aucun accompagnement la Prose que tout le monde connaît : *O filii et filiæ;* les basses disaient gravement :



; les voix des femmes et des enfants les accompagnaient à l'octave :

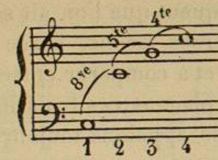


, tandis que les femmes âgées et les jeunes garçons dans la mue, gênés par ces registres trop hauts ou trop graves pour eux, prenaient bravement un moyen terme, à la quinte des basses et à la quarte des dessus :



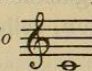
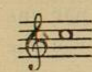
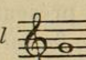
Le résultat était atroce pour mes oreilles :

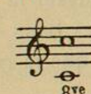
Au moyen âge, il eût paru satisfaisant et correct. Il dérive, en effet, d'une loi parfaitement vraie et naturelle; après le rapport 1 : 2, qui est l'octave, les plus simples sont 2 : 3, qui est la quinte, et 3 : 4, qui est la quarte,

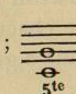


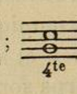
et les paysans en question agissaient d'une façon entièrement logique, mais primitive.

Il est donc avant tout nécessaire d'admettre et de comprendre qu'aussi bien mathématiquement que physiologiquement, il existe une grande analogie entre les sons placés à distance d'octave, de quinte et de quarte, une ressemblance telle que des oreilles incultes peuvent les prendre et les prennent facilement l'un pour l'autre.

Ce qui ressemble le plus à *do* , c'est d'abord *do* , puis ensuite *sol* ; donc, un individu peu exercé musicalement peut jusqu'à un certain point confondre ces trois sons, et la théorie mathématique excuse cette erreur de la manière la plus naturelle en démontrant que les rapports qui existent entre eux sont les plus simples qui puissent exister. Il suffit de se reporter à l'échelle d'harmoniques que nous avons précédemment établie par le calcul et vérifiée par l'expérience sur le monocorde pour le constater :



$= \frac{2}{1}$;


$= \frac{3}{2}$;


$= \frac{4}{3}$.

Ces trois intervalles, l'octave, la quinte et la quarte, ont donc été, dans tous les pays, comme je l'ai déjà dit, la base de toute gamme rudimentaire, les premiers qu'on ait pu être amené à découvrir, même sans les chercher, avec la simple intention d'imiter un son primitif, et les premiers par conséquent que l'on ait songé à associer et à combiner de diverses façons, parce qu'ils étaient les plus faciles à saisir et à comparer entre eux.

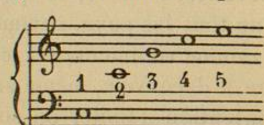
Ceci bien établi, plaçons ces trois intervalles sur une même note (que nous appelons toujours *do* pour la commodité du raisonnement),

et il va devenir très simple, sans faire usage d'autres théories que celles que nous connaissons déjà, d'expliquer la formation de la gamme diatonique, majeure et mineure, puis, par extension, celle de la gamme chromatique

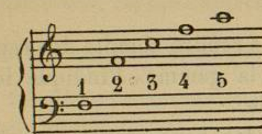
Nous possédons dès à présent trois sons, liés par une parenté indiscutable : *do, fa, sol;* s'ils sont émis avec une certaine force par une voix bien timbrée, ou un instrument vigoureux, ils vont développer avec eux, dans une mesure quelconque, leurs harmoniques, dont toute oreille, même inculte, aura la perception plus ou moins consciente. Tout cela est bien démontré.

C'est donc parmi ces sons partiels, concomitants (accompagnants), que le musicien sera porté à chercher des éléments nouveaux. Et il les y trouvera, ou, pour mieux dire, il les y a trouvés, sans avoir à pousser la recherche au delà du 5e harmonique de chacun des trois sons principaux : *ut, fa, sol,* et sans autre guide que la résonnance naturelle des corps sonores.

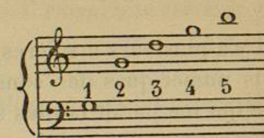
En effet, si les premiers harmoniques de *do* sont :



comme nous l'avons démontré, ceux de *fa* et de *sol* sont nécessairement :



et



et ces trois groupes réunis nous fournissent amplement de quoi constituer la gamme majeure :

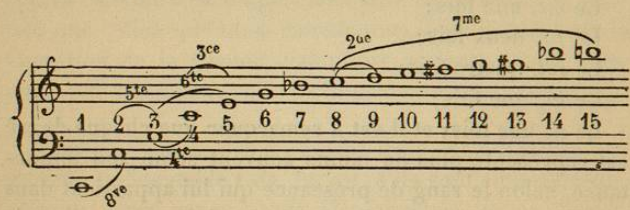
Le *do* y figure quatre fois ;
Le *ré,* une fois ;
Le *mi,* une fois ;
Le *fa,* deux fois ;
Le *sol,* quatre fois ;
Le *la,* une fois ;
Le *si,* une fois ; et il est à remarquer que chaque degré est représenté plus ou moins souvent selon son importance, selon le rang de préséance qui lui appartient dans la gamme, ainsi qu'on le verra plus loin, en étudiant la théorie de l'harmonie.

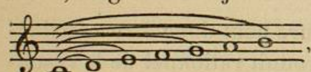
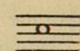
La gamme diatonique majeure peut donc être considérée, si l'on veut, comme un produit rationnel de la résonnance des corps sonores, et ayant comme origine un son unique qui est la base du système, mais à la condition d'admettre que c'est *un produit façonné* et dont le génie humain a déterminé la forme définitive en raison de ses goûts et de ses aptitudes.

Nous n'entendons pas dire que ce système a été organisé par les mathématiciens ou d'après leurs calculs; il a été créé empiriquement par les musiciens, sans autre guide que leur instinct, qui les portait à choisir les sons dont les rapports leur paraissaient agréables; mais la théorie acoustique vient expliquer de quelle façon *leur sens artistique a été guidé à leur insu,* et prouve que le résultat de leurs essais, de leurs tâtonnements séculaires, constitue un système normal, admirablement d'accord avec la logique la plus rigoureuse.

Il y a plusieurs manières de se rendre compte des rapports numériques des sons de la gamme. J'indique ici celle qui me paraît la plus simple.

Reprenons d'abord la série des harmoniques, en la poussant, cette fois, plus loin que nous ne l'avons fait précédemment, jusqu'au quinzième; c'est nécessaire pour que ce tableau contienne, au moins une fois, chacun des intervalles que nous avons à mesurer. La voici :



Or, la gamme majeure est formée de sept sons : , plus l'octave : , et ce sont les rapports existant entre ces sons qu'il s'agit d'établir.

Les deux premiers (*do-ré*), forment ce que les musiciens appellent une seconde majeure; un intervalle semblable se trouve dans la série des harmoniques, entre les sons 8 et 9 (*do-ré*). Si l'on n'a pas oublié que le numéro d'ordre des harmoniques exprime exactement leur nombre de vibrations relativement au son principal, et par conséquent aussi entre eux[1], on concevra aisément que, pendant que *do* (8) fait 8 vibrations, *ré* (9) en fait 9; donc, pendant que *do* n'en fait qu'une seule, *ré* en fera une plus

1. Page 11.

un huitième, c'est-à-dire $\frac{9}{8}$. Le rapport existant entre ces deux notes, ou tous autres sons formant une seconde majeure, s'exprime donc par $\frac{9}{8}$.

Le même raisonnement s'applique à tous les intervalles; nous allons l'abréger.

La tierce majeure (*do-mi,* 1[er] et 3[e] degrés de la gamme) figure dans la série des harmoniques sous les numéros 4 et 5 (*do-mi*), ce qui veut dire que si *do* est produit par 4 vibrations, *mi* en exige 5; si *do* n'en fait qu'une $\left(\frac{4}{4}\right)$, *mi* en devra alors faire $\frac{4}{4}+\frac{1}{4}=\frac{5}{4}$. Le rapport $\frac{5}{4}$ représente donc la tierce majeure.

Les harmoniques 3 et 4 (*sol-do*) nous donnent un exemple de quarte juste, et nous apprennent que cet intervalle est formé par deux sons dans le rapport 3 : 4; il en est nécessairement de même de toute autre quarte juste, et celle qui existe entre le 1[er] et le 4[e] degré de la gamme (*do-fa*) sera donc bien exprimée par la fraction $\frac{4}{3}$.

La quinte juste (*do-sol,* 1[er] et 5[e] degrés) est représentée dans l'échelle des harmoniques par les sons numéros 2 et 3; donc, son rapport est $\frac{3}{2}$.

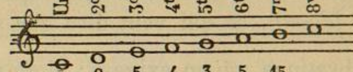
Les sons 3 et 5 (*sol-mi*) nous fournissent une sixte majeure; le rapport de la sixte majeure que contient la gamme du 1[er] degré au 6[e] (*do-la*) est par conséquent $\frac{5}{3}$.

Enfin, et c'est pour cela que nous avons étendu la série d'harmoniques, du 8[e] au 15[e] se trouve la septième majeure (*do-si*), la même que présente la gamme du 1[er] au 7[e] degré, et dont le rapport est déterminé par $\frac{15}{8}$.

L'octave, donnée par les sons 1 et 2, est formée, nous le savons depuis longtemps, par deux sons dont l'un exécute une vibration, tandis que l'autre en exécute deux : $\frac{2}{1} = 2$.

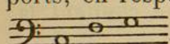
Résumons tous ces rapports en un tableau :

Intervalles musicaux :	Unisson	2de Maj.	3ce Maj.	4te Juste	5te Juste	6te Maj.	7me Maj.	8ve Juste
Gamme majeure :								
Rapports des nombres de vibrations ·	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2



On peut également représenter ces rapports en nombres entiers, en multipliant le tout par 24, qui est le plus petit multiple commun des dénominateurs 2, 3, 4, 8 ; on obtient ainsi le nombre relatif de vibrations pour chaque son d'une gamme majeure parfaitement juste :

do	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*	*si*	*do*
1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2
24	*27*	*30*	*32*	*36*	*40*	*45*	*48*

La gamme mineure, qui affecte d'ailleurs diverses formes, est un produit beaucoup plus artificiel. C'est, à vrai dire, une gamme majeure dont l'art altère certains rapports, en respectant toujours les trois sons générateurs , bases immuables du principe tonal.

C'est sur les 5es harmoniques de ces trois sons que portent les modifications, qui consistent à les abaisser soit tous trois, soit deux seulement, soit même quelquefois un seul, d'une quantité déterminée. Dans le tableau suivant, on voit la gamme majeure, par ces modifications, devenir en quelque sorte de plus en plus mineure :

Gamme majeure.	*do*	*re*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*	*si*	*do*
	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2
Gammes mineures.	*do*	*ré*	*mi* ♭	*fa*	*sol*	*la*	*si*	*do*
	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2
	do	*ré*	*mi* ♭	*fa*	*sol*	*la* ♭	*si*	*do*
	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{8}{5}$	$\frac{15}{8}$	2
	do	*ré*	*mi* ♭	*fa*	*sol*	*la* ♭	*si* ♭	*do*
	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{8}{5}$	$\frac{7}{4}$	2

Les sons nouveaux qu'on y introduit ainsi ont une parenté moins directe, un rapport moins simple avec la tonique, son principal, d'où résulte la sensation de vague qui caractérise le mode mineur, et en fait le charme un peu triste. Le mode mineur est un mode malade, dont certains membres sont volontairement atrophiés par les musiciens, tout comme les horticulteurs le font pour les plantes lorsqu'ils veulent créer de nouvelles variétés, plus belles à leur idée, mais assurément moins naturelles et moins robustes.

Reste à expliquer la gamme chromatique. Je vais le faire d'après une théorie que je tiens directement de M. Barbereau, un grand érudit modeste, auquel ses contemporains ont fait la place trop petite.

Reprenons la gamme majeure et envisageons-la sous une nouvelle face, plus familière aux musiciens. Les sons dont elle se compose, et dont nous avons démontré l'affinité, la parenté plus ou moins directe avec un son principal appelé tonique, sont inégalement espacés entre eux. Ils présentent cinq intervalles *à peu près* semblables, et deux autres sensiblement plus petits; ce sont les tons et les demi-tons, ainsi distribués :

tons : *ut ré mi fa sol la si ut*
1/2 tons :

Ces deux demi-tons admis, il est naturel que les musiciens, toujours désireux d'enrichir leur système par l'addition de nouveaux sons, aient songé à en intercaler d'autres dans les cinq grands espaces, de façon à obtenir une suite discontinue de demi-tons. Mais encore fallait-il, pour satisfaire leur oreille, que ces sons nouveaux fussent choisis de telle façon qu'il existât un lien quelconque entre eux et la tonique. Ce lien, voici la manière ingénieuse dont Barbereau en démontrait l'existence :

Les sept notes de la gamme naturelle, rangées dans un certain ordre, présentent une série de quintes justes :

fa do sol ré la mi si

Si on poursuit cette série (toujours par quintes justes), à droite, on obtient cinq nouveaux sons :

fa do sol ré la mi si FA♯ UT♯ SOL♯ RÉ♯ LA♯

qui, intercalés avec les premiers, viennent justement remplir les espaces de tons, ainsi :

ut UT♯ *ré* RÉ♯ *mi fa* FA♯ *sol* SOL♯ *la* LA♯ *si ut.*

Si on prolonge au contraire la série à gauche :

SOL♭ RÉ♭ LA♭ MI♭ SI♭ *fa do sol ré la mi si*

les mêmes espaces sont également remplis, mais cette fois au moyen des bémols :

ut RÉ♭ *ré* MI♭ *mi fa* SOL♭ *sol* LA♭ *la* SI♭ *si ut.*

Ces deux séries, celle par dièses et celle par bémols, nous offrent chacune une succession de quintes absolument justes, de quintes pythagoriciennes[1], du rapport exact $\frac{3}{2}$. Si l'on compare entre eux les sons intercalaires correspondants, au moyen du calcul, on trouve qu'ils diffèrent par la faible quantité appelée *comma*[2], qui approche tellement de la limite d'appréciation des sons, que, tout en reconnaissant mathématiquement son existence, on peut *musicalement* la considérer comme négligeable. Il existe à ce sujet une singulière divergence entre les musiciens et les physiciens : ces derniers, se basant sur des calculs positifs, veulent absolument que l'*ut dièse* soit plus bas que le *ré bémol,* tandis que les musiciens, guidés par leur sens artistique, affirment énergiquement le contraire. Toujours est-il que, par des concessions réciproques, justifiées par la tolérance de l'oreille, on a admis que *ut*♯ = *ré*♭ (puis, par extension aux autres sons intercalaires, *ré*♯ = *mi*♭, *fa*♯ = *sol*♭, *sol*♯ = *la*♭, *la*♯ = *si*♭), ce qui a constitué la seule vraie gamme chromatique réellement pratique, dite *gamme tempérée :*

do {*do*♯ / *ré*♭} *ré* {*ré*♯ / *mi*♭} *mi fa* {*fa*♯ / *sol*♭} *sol* {*sol*♯ / *la*♭} *la* {*la*♯ / *si*♭} *si do.*

Cette gamme est formée de douze sons espacés symétriquement, parmi lesquels se retrouvent ceux de la gamme diatonique, au nombre de sept, plus cinq autres, qui portent chacun deux noms différents, restés nécessaires au point de vue de l'orthographe musicale, ce qui les a fait

1. Voir plus loin *Histoire de la musique.*
2. Les musiciens disent que le comma est la neuvième partie du ton. Pour les physiciens, c'est le rapport $\frac{81}{80}$.
Le comma pythagoricien est $\frac{531447}{524138}$.

appeler *notes synonymes.* Aucun d'eux n'est rigoureusement juste, mais il s'en faut de si peu que l'oreille la plus délicate n'y trouve rien qui la choque[1].

Tel est, avec ses défauts et ses qualités, le système de tonalité accepté de nos jours dans les pays les plus avancés en civilisation. On l'appelle *tempérament.* C'est ainsi que sont accordés les pianos, les orgues, tous les instruments à sons fixes. Les instruments à cordes, les voix, et dans certains cas les instruments à vent, possèdent la faculté de faire différer les notes synonymes.

E. — Rapports des sons simultanés.

INTERVALLES ; ACCORDS ; CONSONANCE ET DISSONANCE

Nous arrivons aux combinaisons simultanées des sons, aux accords, c'est-à-dire au principe même de la consonance et de la dissonance. Il est facile de prévoir que l'explication s'en trouve dans le phénomène même de la production du son, avec son accompagnement *naturel* d'harmoniques, et que la clef nous en sera livrée par le monocorde, qui aura été ainsi, du commencement à la fin, l'instrument de nos investigations.

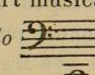
L'idéal de la consonance, ce serait le son rigoureusement pur, dégagé de tout alliage de sons partiels ; de tels sons, nous l'avons déjà dit, n'existent que théoriquement, mais pourtant le diapason, quelques notes de flûte, certains tuyaux d'orgue (dits jeux de flûte), peuvent nous donner l'idée d'un son presque simple. En dehors de cette consonance idéale, tout son est un son complexe ; mais il se rapproche d'autant plus de la pureté théorique

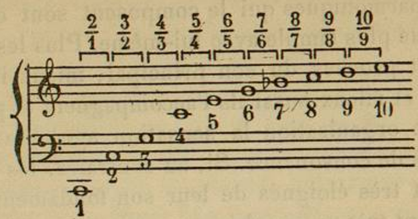
1. La valeur déjà si faible du comma pythagoricien $\frac{531447}{524138}$ se trouve répartie par douzième sur chacune des douze quintes.

que les harmoniques qui le composent sont en rapport numérique plus simple avec lui-même. Plus les sons partiels sont proches du son principal, mieux ils lui font cortège, et mieux aussi ils l'accompagnent et produisent sur notre organisation la sensation agréable que nous qualifions de consonance. Si, au contraire, les sons partiels sont très éloignés de leur son fondamental, et par conséquent très rapprochés entre eux, nous n'avons plus la perception d'un tout homogène, mais d'un son pauvre en lui-même, accompagné d'un bruit aigu désagréable ; c'est la dissonance. Il en est absolument de même pour les agrégations de sons qu'on nomme accords, et dans lesquelles l'art ne fait qu'imiter la nature. Plus on se rapproche, dans ces groupements, du son simple théorique, et plus le résultat obtenu est consonant, dans le sens musical du mot

En réalité, la limite absolue entre la consonance et la dissonance n'existe pas ; elle varie selon le degré de sensibilité de l'ouïe chez chaque individu, et aussi selon l'accoutumance résultant de l'éducation ; c'est une question de tolérance de l'oreille, ce qui est dur pour l'un pouvant paraître très agréable à son voisin. On n'en peut pas plus discuter que des goûts et des couleurs.

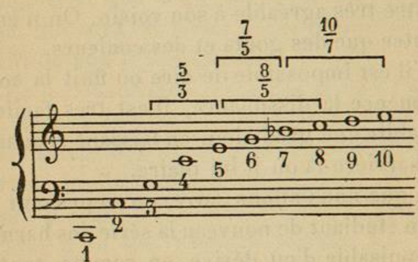
Mais, s'il est impossible de dire où finit la consonance et où commence la dissonance, il est très facile au contraire d'établir une gradation, en laissant chacun libre de mettre la barrière là où il lui plaira.

C'est ce que nous allons faire, en reprenant le monocorde et en étudiant de nouveau la série des harmoniques, source inépuisable d'où dérive, en somme, tout le matériel de l'art musical. Cette fois, je présente les harmoniques de *do*  en les reliant deux par deux et consécutivement de façon à en tirer tous les groupes offrant des rapports différents.



Étant donné que l'idéal de la consonance, la pureté absolue, serait exprimé par le rapport $\frac{1}{1}$, qui est effectivement celui de l'unisson, il est certain que plus nous en approchons, c'est-à-dire plus le rapport est simple, et plus il y a consonance; en lisant les fractions de l'exemple ci-dessus dans l'ordre où elles se présentent, nous trouvons donc une série de groupes de deux sons de moins en moins consonants, de plus en plus dissonants.

Poursuivons l'expérience en groupant les sons, non plus consécutivement, mais en en franchissant un ou plusieurs, de façon à épuiser les combinaisons réellement différentes qu'on peut former avec les dix premiers harmoniques :



Cela ne nous fournit que quatre groupes nouveaux, s'éloignant de plus en plus de la consonance parfaite.

Si maintenant nous classons toutes ces fractions en commençant par celles qui présentent les rapports les plus simples, nous déterminerons indubitablement le

degré de douceur ou de dureté relative de tous les intervalles qu'elles représentent[1] :

J'ai ajouté à ce tableau, afin qu'il contienne tous les intervalles de la gamme majeure, les rapports $\frac{16}{9}$, $\frac{15}{8}$ et $\frac{16}{15}$ correspondant aux intervalles de 7ᵉ mineure, 7ᵉ majeure et 2ᵉ mineure, qui ont déjà été déterminés précédemment. Il est facile d'en vérifier l'exactitude en poussant la série des harmoniques jusqu'au 16ᵉ :

J'en ai retranché, au contraire, les rapports $\frac{8}{7}$ et $\frac{10}{9}$, qui représentent des variétés de tons plus grands ou plus petits que celui de la gamme tempérée, qui est invariablement de $\frac{9}{8}$.

Tel est, à mon sens, le système le plus simple et le plus vrai pour mesurer le degré de consonance ou de dissonance entre deux sons.

Tout en ayant établi au début qu'il n'existe pas de frontière naturelle entre les consonances et les dissonances au point de vue purement physique, et qu'il n'y a là qu'une question de *tolérance* de l'oreille, qui consent à supporter tel ou tel degré de dureté, comme je devrai plus tard, en parlant d'harmonie, employer la classification adoptée en musique, j'ai dès à présent indiqué la

1. J, signifie juste; M, majeur; m, mineur; /, diminué; +, augmenté.

délimitation généralement admise, au moyen d'un trait pointillé.

Ce que j'ai dit des sons complexes, puis des intervalles, s'applique nécessairement aux accords, qui ne sont que des groupements d'intervalles. Plus on reste près de la pureté absolue de l'unisson, et mieux se produit l'impression de consonance.

Prenez notre son 1, accompagnez-le de ses harmoniques 13, 14, 15, qui en sont très éloignés·

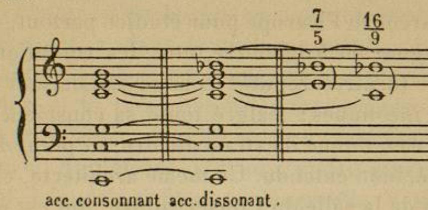
il y aura évidemment dissonance.

Au contraire, choisissez son accompagnement parmi les harmoniques les plus proches, ceux qui offrent les rapports les plus simples, et vous aurez formé un accord essentiellement consonant :

C'est ainsi qu'est constitué l'accord parfait. En A, on reconnaît les 6 premiers harmoniques, les consonances les plus parfaites ; en B, les mêmes sons entendus simultanément ; en C, sont supprimés ceux qui faisaient double emploi, un *sol* et deux *do ;* en D, ils sont groupés de la façon la plus simple et présentent entre eux les rapports $\frac{2}{3}, \frac{5}{4}, \frac{6}{5}$.

Mais si on s'aventure plus loin, si on adjoint le son

partiel 7, *si* ♭, on entre dans la région considérée comme dissonante :



à cause des rapports $\frac{7}{5}$ et $\frac{16}{9}$ (*mi-si* ♭ et *do-si* ♭) qui sont déjà trop éloignés de la pureté théorique et produisent sur notre oreille une légère sensation de dureté, peut-être en faisant vibrer des fibres nerveuses trop voisines les unes des autres, qui s'entre-choquent dans leurs mouvements.

Helmholtz a établi à ce sujet une tout autre théorie, admirablement ingénieuse, basée sur les *sons résultants,* mais qui a le défaut de ne pas s'accorder exactement avec le sentiment musical. Je m'en tiens donc à celle que je viens d'exposer, mais en conseillant au lecteur d'étudier aussi celle d'Helmholtz, très intéressante dans sa subtilité, et qui, si elle ne satisfait pas absolument le sens artistique, renferme des éléments de nature à guider les vrais chercheurs.

F. — Sonorité des salles.

La branche la moins avancée des sciences acoustiques, malgré le grand intérêt qu'elle présente, est certainement celle qui a trait à la *sonorité des salles,* intimement liée à l'architecture. On possède depuis longtemps des données, des documents, mais on n'est pas encore arrivé à construire à coup sûr, mathématiquement, une salle parfaite au point de vue de l'acoustique.