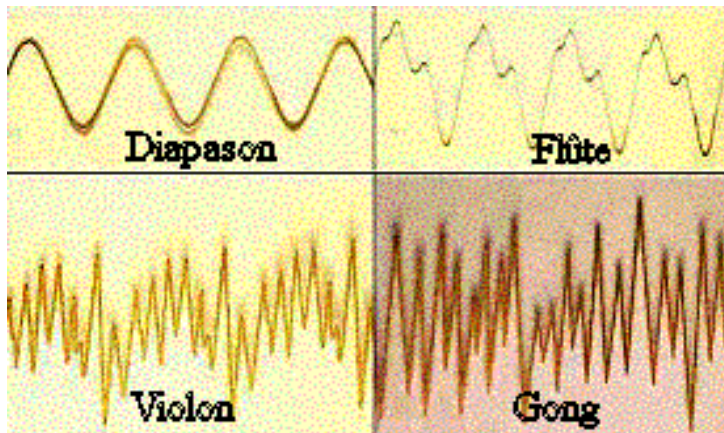
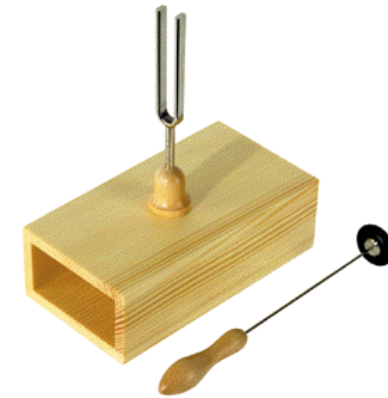


LE SON ET LA MUSIQUE

Les sons musicaux.

Les sons musicaux sont rythmés et agréables à l'oreille. Un son pur est produit par une vibration sonore de type sinusoïdal. Par exemple, celui d'un diapason dont les 2 branches vibrent à une fréquence de 440 Hz. Cette note est le la_3 , une référence pour les musiciens. Tous les sons simples ou purs, tels qu'une note de musique, peuvent être décrits de manière exhaustive par quatre paramètres : la durée, la fréquence, l'intensité et le timbre. En acoustique musicale, on étudie les caractéristiques physiques d'un son musical selon trois grandeurs physiologiques: la hauteur liée à la fréquence, le volume lié à l'intensité de la vibration, le timbre lié à la forme de cette vibration.



La forme de la vibration est représentative du timbre.

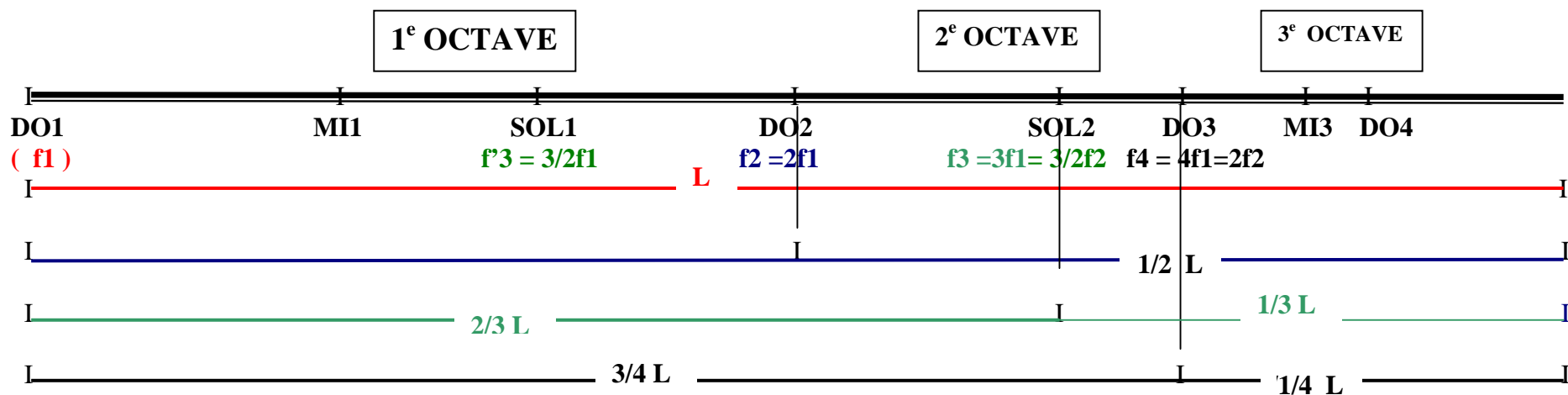
Un son complexe de fréquence f correspond à la somme de plusieurs sons purs : le fondamental de fréquence f et les harmoniques de fréquence $2f$, $3f$, $4f$, ... Suivant l'amplitude de chacune de ces vibrations de sons purs dont les fréquences sont des multiples entiers de la fondamentale, on peut trouver des sons complexes de hauteur identique mais de timbre différent. La sensation auditive est effectivement bien différente pour une même note jouée par 2 instruments de musique différents.

Le *bruit* est un son complexe, non harmonique, qui se compose d'ondes acoustiques de fréquences différentes.

Les gammes musicales.

Il existe plusieurs sortes de gammes. Une gamme est une suite de notes montantes ou descendantes comprises dans une octave et qui sont séparées par des intervalles ou hauteurs bien déterminés. Les gammes musicales ont varié au cours du temps par étapes car les musiciens se sont attachés à déterminer des hauteurs et des intervalles de notes particulièrement agréables à l'oreille humaine. Il existe plusieurs manières de découper l'octave en intervalles plus petits qui vont correspondre aux notes. La gamme d'[Aristoxène](#) repose sur l'impression d'harmonie des intervalles, la gamme de [Pythagore](#) s'appuie sur des rapports numériques pour définir ces intervalles entre les notes.

Zarlino prêtre et musicien italien du XVI^e siècle a rapproché ces deux tendances. La construction des gammes diatoniques majeure et mineure qui dominent la musique occidentale depuis 1650 environ, a consisté à choisir et à ranger une série de notes ayant des consonances agréables. Elle part de l'idée qu'en divisant une corde en 2, 3, 4 parties égales on obtient une série de sons qui, ramenés dans la même octave, fournissent les notes de la gamme. Chaque gamme est affectée d'un numéro d'ordre qui augmente d'une unité à chaque DO rencontré en montant. En France le zéro n'est pas utilisé : -2, -1, 1, 2, ... On dira par exemple ut(-1), la(4).



La construction de la gamme Diatonique majeure.

Supposons qu'une corde entière émette la note DO de fréquence f_1 . Il est important de comprendre que si on divise par deux la longueur de cette corde vibrante, on multiplie par deux sa fréquence: $f_2 = 2f_1$. Par définition, l'intervalle musical entre deux notes dont les fréquences sont doubles l'une de l'autre est d'une octave. Ainsi f_2 est la fréquence du DO2.

Si on divise la longueur de la corde en 3 parties égales, corde pincée au $2/3$, on obtient une note de f_1 . Cette note est séparée du DO1 par plus d'une octave: c'est le SOL2. Le SOL1 a donc pour fréquence f_1 . On constate ainsi que, quelle que soit l'octave considérée, le rapport des fréquences du SOL et du DO est $3/2$ détermine une quinte.

En répétant la division de la corde en 4, 5 6... parties égales et en ramenant chaque fois la nouvelle note créée à l'intérieur de la même octave, on obtient les sept notes de la gamme diatonique. Comme pour le SOL cité ci-dessus, on trouve pour chaque note un intervalle de fréquence constant par rapport au DO de l'octave considéré. On peut remarquer enfin qu'avec ce principe de construction, les 7 notes habituelles sont telles que leurs harmoniques sont en général d'autres notes de cette gamme. Si l'on émet deux notes successivement, la deuxième note a déjà été entendue dans les harmoniques de la précédente ce qui procure une sensation agréable à l'oreille.

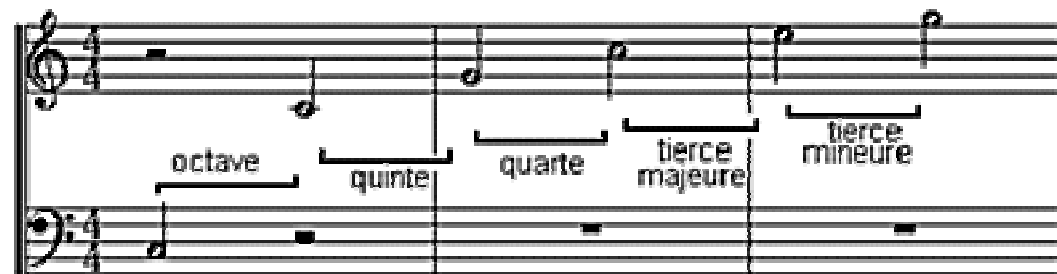


Mis en ordre croissant et en prenant DO comme note de base, on obtient les intervalles de notes suivants dans un octave :

NOM DE LA NOTE	ut	ré	mi	fa	sol	la	si	do
RAPPORT DE FREQUENCE AVEC LE DO	1	$9/8$	$5/4$	$4/3$	$3/2$	$5/3$	$15/8$	2

Intervalles caractéristiques de la gamme diatonique. Si l'on choisit le DO₂ comme note génératrice, les cinq notes ainsi construites sur ses harmoniques sont do₂ - do₃ - sol₃ - do₄ - mi₄ - sol₄, et c'est à partir de ces six notes qu'apparaissent les cinq intervalles les plus consonants. La gamme, constituée ci-dessus sur les consonances harmoniques, peut être représentée sur des portées qui permettent d'identifier symboliquement les différents degrés

Rapport	Exemple	Nom
2/1	Do - Do	Octave
3/2	Do - Sol	Quinte
4/3	Do - Fa	Quarte
5/4	Do - Mi	Tierce majeure
6/5	Do - Mib	Tierce mineure

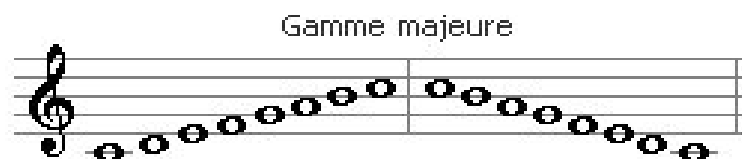


A partir de ces rapports de fréquence des notes par rapport au DO, on peut calculer le rapport de fréquence de deux notes adjacentes à l'intérieur d'un même octave. Ces rapports vont alors indiquer les intervalles entre chaque note. Voici un exemple de calcul pour déterminer l'intervalle entre le Mi et le RE. $f_{RE} = 9/8 f_{DO}$ donc $f_{DO} = 8/9 f_{RE}$. On a aussi $f_{MI} = 5/4 f_{DO}$ donc $f_{MI} = 5/4 \times 8/9 f_{RE} = 10/9 f_{RE}$. L'intervalle de fréquence entre le MI et le RE est de 10/9. Si on calcule le rapport pour toutes les notes on obtient :

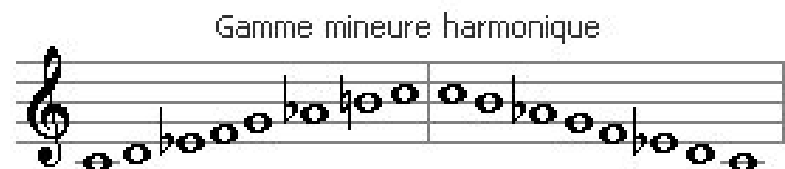
On peut calculer les intervalles des notes successives en calculant les rapports des intervalles entre sons voisins :

NOM DE LA NOTE	ut	ré	mi	fa	sol	la	si	do
RAPPORT DE FREQUENCE DES NOTES VOISINES	9/8	10/9	16/15	9/8	10/9	9/8	16/15	

On trouve qu'il existe ainsi trois sortes d'intervalles : le ton majeur $9/8$ le ton mineur $10/9$ et le demi-ton $16/15$.
 La gamme diatonique fondamentale ou majeure correspond aux touches blanches du piano. Elle se compose d'une séquence répétée de demi-tons (entre les notes blanches, mi-fa et si-do) et de tons (entre tous les autres tons adjacents). Elle compte sept notes par octave, la huitième de la série étant la répétition de la première note à l'octave supérieure. Il existe en réalité deux modes de cette gamme diatonique. On distingue la gamme majeure (do ré mi fa sol la si do) et la gamme mineure (la si do ré mi fa sol lab). Ces deux modes ont une sonorité différente parce que les intervalles d'un demi-ton occupent dans chacune des positions différentes. Autrement dit, la séquence caractéristique des intervalles n'est pas la même. Aussi, pour obtenir la gamme mineure, il est nécessaire d'introduire des notes supplémentaires, les touches noires sur le clavier du piano, en plus des sept notes initiales.

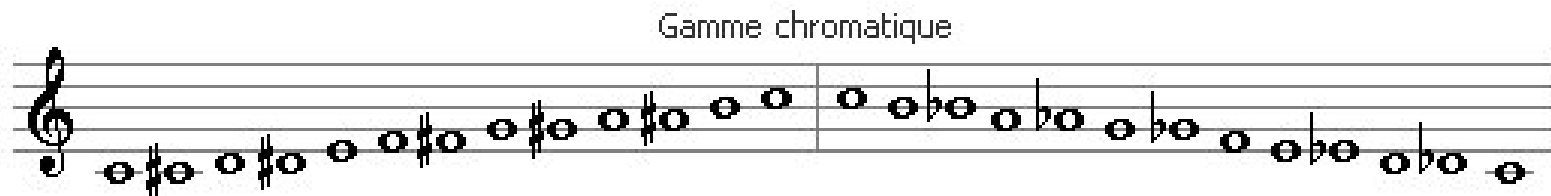


Gamme diatonique majeure
(5 tons et 2 demi-tons),



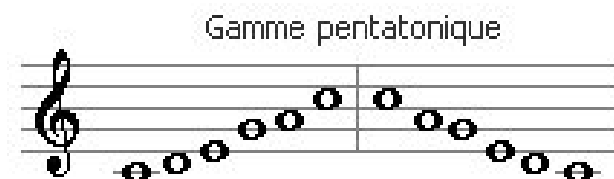
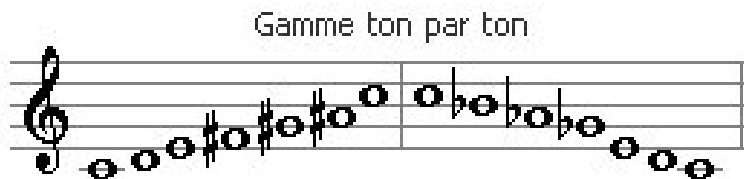
Gamme diatonique mineure
(3 tons, un ton et demi et trois demi-tons)

Ces deux gammes diatoniques ont un inconvénient : pour transposer une mélodie, c'est-à-dire pour changer la note de départ, il faut introduire de nouvelles notes ce qui n'est pas possible avec des instruments à sons fixes comme le piano. Aussi à la fin du XVIIe siècle une nouvelle gamme s'est imposée pour faciliter la transposition des instruments à cordes aux instruments à clavier. Cette nouvelle gamme tempérée, dite chromatique, a inspiré les compositions de J.S. Bach et de J.P. Rameau qui en ont été les promoteurs. Elle fut très déconsidérée au XVIIIe siècle car elle contient douze demi-tons tempérés égaux qui sonnent " faux " par rapport aux harmoniques naturels. Tous les intervalles entre les notes sont les mêmes ($2^{1/12}$). Cependant, elle est la seule utilisable sur les instruments à sons fixes, sinon il faudrait multiplier les touches du clavier comprises dans l'octave ou les clefs des instruments à vent, ce qui les rendrait injouables.



La gamme chromatique ou tempérée comprend douze demi-tons.

Les diverses cultures humaines ont produit au long des siècles des systèmes musicaux différents, mais la plupart d'entre eux ont suivi un chemin tonal : l'octave fut divisée en intervalles fondamentaux, pour arriver à des systèmes dont la plus petite unité était le demi-ton, le quart de ton (dans la musique arabe, par exemple) ou même des intervalles plus petits (comme dans la musique indienne). Deux grands types de systèmes fondamentaux se retrouvent dans beaucoup de cultures : ceux fondés sur la quarte (intervalle de deux tons et demi, de do à fa dans la gamme majeure occidentale) et ceux fondés sur la quinte (intervalle de trois tons et demi, de do à sol). Les musiques fondées sur la quinte ont donné des systèmes pentatoniques (gammes à cinq notes), comme la musique chinoise, celte, hongroise ou de nombreuses formes de musique africaine. Celles fondées sur la quarte ont donné notamment les tétracordes de la musique grecque, qui ont abouti à des modes de sept notes, ancêtres de nos gammes occidentales.



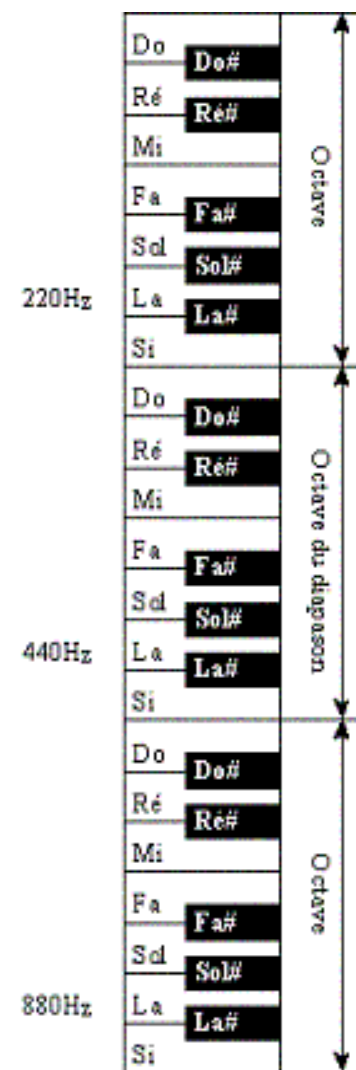
Les notes de musique.

En musique, on n'utilise pas de sons de hauteurs quelconques mais des notes de fréquences bien déterminées. Lorsqu'on émet la succession de ces notes par hauteurs croissantes, la même mélodie se reproduit à chaque intervalle d'octave. Les noms de notes, la si ut ré mi fa sol la si ut, employés en France, ont été proposés par Gui, moine italien, vers la fin du X^e siècle. Ce sont les premières syllabes des demi-vers d'un chant grégorien chanté précisément sur les notes correspondantes de la gamme.

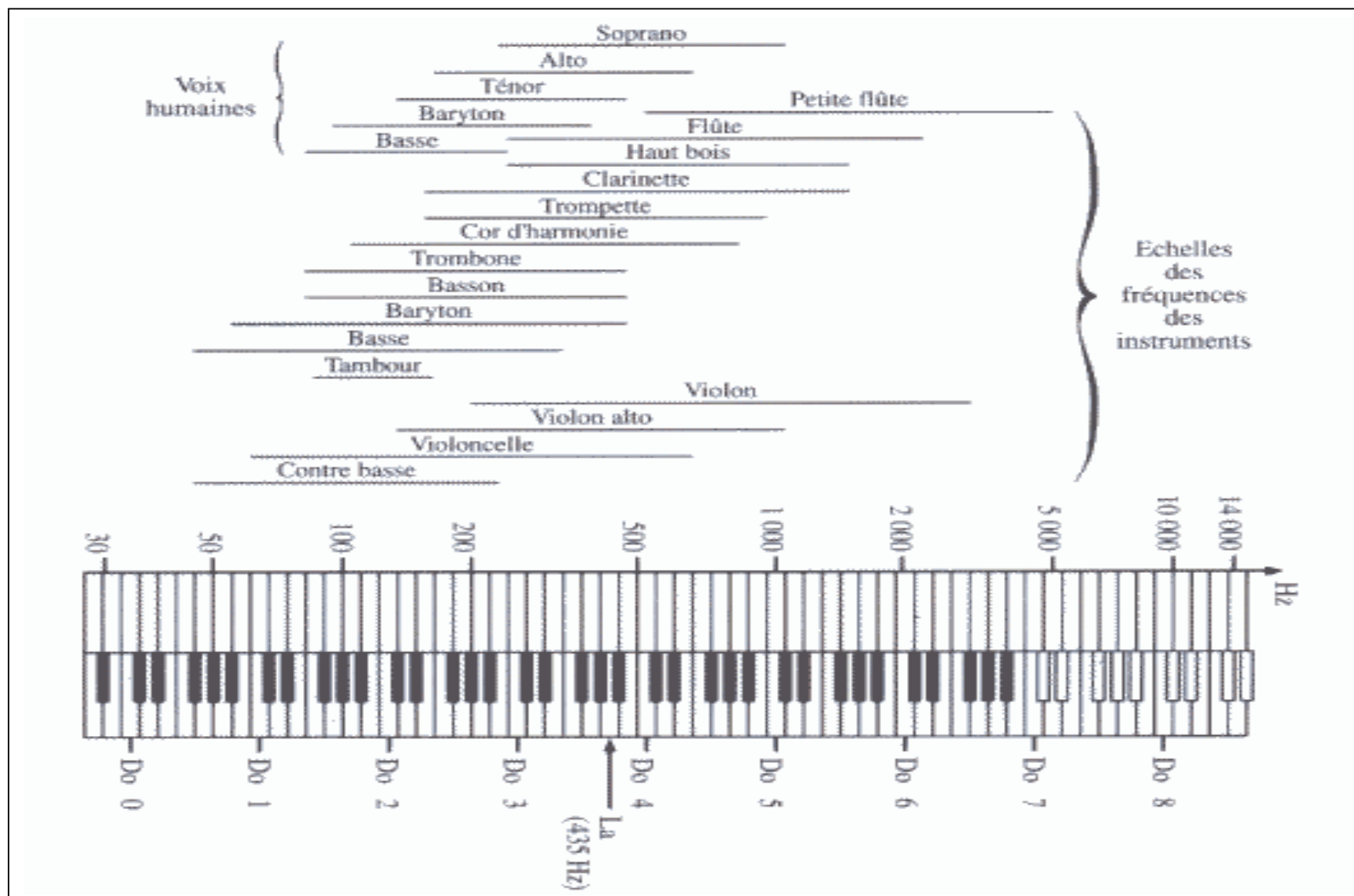
Pour définir précisément la fréquence de toutes les notes il suffit maintenant de fixer la fréquence de l'une d'elles. En 1859, on a adopté en France : le la(3) = 435 Hz . Il fut nécessaire de fixer la fréquence du la(3) qui ne cessait d'augmenter car avant cette référence, les violons solistes s'accordaient un peu plus haut que l'orchestre pour mieux se faire entendre. A son tour l'orchestre s'accordait sur le violon et ainsi de suite, de sorte que le " la " montait. De 405 Hz sous Louis XIV, le la(3) passa à 423 sous l'Empire. Les Anglais ont utilisé le la à 457 Hz , les Allemands à 440 Hz pour l'orchestre. Actuellement, la fréquence du la(3) est fixée à 440 Hz.

Il est facile de repérer sur un piano à quelle fréquence correspond une note donnée. Par définition, une octave représente l'intervalle séparant deux notes quelconques, dont la fréquence de l'une est le double de la fréquence de l'autre. Ainsi, si on prend comme repère le diapason du piano (440 Hz environ) , le *la* situé un octave plus haut correspond à une fréquence de 880 Hz. De la même manière, les *la* situés un et deux octaves plus bas ont des fréquences respectives de 220 et de 110 Hz.

La gamme chromatique tempérée, (" tempérée " parce que le mi bémol et le ré dièse par exemple ont la même fréquence) est représentée sur le clavier piano, par l'alternance des touches blanches et noires. Les touches blanches représentent les notes appartenant à la gamme majeure de Do et les touches noires sont les fréquences intermédiaires entre les notes.



Tessiture des voix et des instruments classiques.



LES INSTRUMENTS DE MUSIQUE

Les instruments de musique emploient des moyens différents pour produire des ondes sonores. Les guitares et les violons utilisent des cordes vibrantes. Les trompettes et les flûtes font vibrer des colonnes d'air. Enfin les tambours et les cymbales vibrent sous un choc. Ces trois moyens déterminent les instruments à cordes, à vent ou à percussion.



La description des instruments de musique et leur classification selon les procédés de mise en vibration des corps sonores constituent l'objet de l'organologie, dont les origines remontent à la Renaissance.

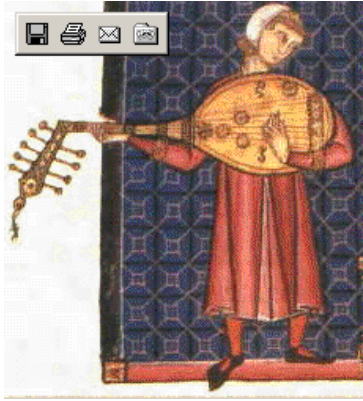
L'évolution des instruments, aujourd'hui répartis en quatre familles, révèle une tendance à l'homogénéisation du son dans la musique savante occidentale, à laquelle s'oppose la grande diversité de timbres et de sonorités des musiques populaires du monde entier.



L'histoire des instruments de musique

Si l'expression vocale existe dans presque toutes les traditions musicales, il n'en est pas de même du concert instrumental, dont l'histoire offre une grande variété. La Bible mentionne les instruments à cordes et à vent, qui jouèrent un rôle important dans les cérémonies et divertissements des civilisations grecque et romaine. Tandis que la musique instrumentale était considérée comme essentielle au rituel religieux dans beaucoup de cultures non occidentales, les autorités religieuses dans l'Europe du Moyen Âge la jugeaient distrayante et inappropriée, et limitaient sévèrement son usage. Cependant, les instruments comme la harpe, la lyre, et quelques instruments à vent et tambours – dont la plupart dérivait de modèles orientaux – formaient de petits ensembles qui permettaient d'accompagner les chants et de jouer des morceaux de





danse. Étant donné que, à quelques exceptions près, les instruments du Moyen Âge ont disparu, le savoir actuel provient surtout de sources iconographiques et littéraires et de musiques folkloriques qui ont préservé ces traditions.

Au cours du XVI^e siècle et au début du XVII^e siècle, les violes, flûtes à bec et autres instruments à vent et à cordes étaient construits en différentes tailles, afin de former des ensembles instrumentaux homogènes. Un répertoire pour clavier polyphonique et luth se développa indépendamment de la musique vocale. L'usage de plus grands ensembles, constitués principalement de cordes, encore rare avant le milieu du XVI^e siècle, se répandit dans les cours européennes, conduisant, au début du XVIII^e siècle, à l'uniformisation de l'instrumentation orchestrale de base.

Depuis lors, la profusion de musique instrumentale de genres différents pour soliste, pour orchestres de chambre, ou pour grands ensembles instrumentaux est l'une des caractéristiques les plus marquantes de la musique européenne.

L'évolution relativement rapide des genres et des instruments occidentaux qui contraste avec la stabilité de beaucoup d'autres cultures musicales, conduisait souvent à l'abandon de ceux des générations antérieures. Les vieux instruments étaient fréquemment modifiés, «améliorés», ou simplement oubliés, et certains n'ont été préservés que dans les collections privées. Cependant, l'intérêt accru, depuis la Seconde Guerre mondiale, pour la musique ancienne et la renaissance d'instruments tels que le clavecin ont ouvert la voie à des concerts donnés avec des instruments restaurés, ou à d'authentiques reconstitutions avec des instruments d'époque. De nos jours, beaucoup de solistes et d'ensembles se spécialisent dans la musique ancienne interprétée avec ce type d'instruments.

(*Viola da Gamba* 1747)



La classification des instruments de musique

Les instruments de musique utilisés dans l'orchestre symphonique et dans le répertoire pour soliste sont communément divisés en familles : les cordes, les bois, les cuivres, les percussions et les claviers. Le classement de ces catégories manque de rigueur scientifique: le piano, par exemple, est à la fois un instrument à cordes, à percussion et à clavier. Les trompettes du Moyen Âge et autres instruments de la famille des cuivres étaient fabriqués en bois, tandis que des «bois» comme la flûte et le saxophone modernes sont en métal.

La plupart des instruments comprennent à la fois une source vibratoire sonore et un résonateur: un objet plein ou creux plus volumineux, qui amplifie et prolonge le son ou y ajoute une coloration tonale distinctive. Le système de classification le plus communément répandu, mis au point par Curt Sachs et Erich Moritz von Hornbostel en 1914, répartit les instruments en quatre grandes catégories selon la source de vibration:

AÉROPHONE :

L'élément vibrant des instruments de la famille des aérophones est l'air. Celui-ci est généralement contenu dans un tuyau.

Exemples : flûtes ou trompettes.

CORDOPHONES :

La famille des cordophones comprend les instruments dont la ou les cordes sont tendues entre des points fixes, qui vibrent lorsqu'elles sont pincées, frappées ou frottées.

Exemples : violons, harpes.

IDIOPHONES :

Dans la famille des idiophones, le son est produit par le matériau même de l'instrument, grâce à sa solidité, à son élasticité et sans qu'on ait recours à la tension de membranes ou de cordes.

Exemples : cymbales , cloches, vibraphone.

MEMBRANOPHONES :

La famille des membranophones regroupe les instruments dont l'élément vibrant est constitué d'une membrane.

Exemples : tambours.

Dans la classification usuelle on distingue :

Instruments de musique : classification usuelle		
CATÉGORIE	CARACTÉRISTIQUES	EXEMPLES
INSTRUMENTS A CORDES	Cordes frottées	Violon, alto, violoncelle, contrebasse, viole
	Cordes pincées	Balalaïka, banjo, guitare, harpe, mandoline, luth, lyre
	Clavier (cordes pincées)	Clavecin
	Clavier (cordes frappées)	Piano
INSTRUMENTS A VENT	BOIS	Bouche, bec ou embouchure Basson, clarinette, cor anglais, flûtes, hautbois, saxophone
	CUIVRES	Embouchure Clairon, cor, cornet, saxhorn, trombone, trompette, tuba
	AUTRES	Clavier : tuyaux ou lames Accordéon, harmonium, orgue
INSTRUMENTS A PERCUSSION	Membrane	Tambour, caisse, timbale, tam-tam, congas
	Autres	Carillon, célesta, triangle, cymbales, gong, maracas, vibraphone, xylophone

