**Eratosphère : Une histoire de musique.**

Table des matières.

Introduction (Les acteurs du monde musical : le compositeur, le facteur (et l'accordeur), l'interprète et l'auditeur)

Quelle musique, pour qui et pourquoi ? (Pour une échelle des valeurs)

Peinture et musique (Vue et ouïe)

Eléments d'acoustique musicale

Pixellisation de l'espace des fréquences ? (Cycle des quintes ou fusion des harmoniques ?)

Gammes et tempéraments

Les avatars de la modalité et de la tonalité

Diététique musicale

La langue musicale et sa notation

[Le rôle du temps en musique](HM_Temps.docx)

Complexité du langage musical

**Introduction**

Ceci n'est pas une "Histoire de la Musique", une de plus qui se réduirait comme tant d'autres à une histoire des musiciens et de leurs œuvres. Il traite plus généralement du rapport que la musique entretient avec d'autres arts ou avec la science.

La musique tient une place particulière parmi les arts du fait que le temps y joue un rôle essentiel, le temps local, traité dans l'instant, comme le temps global, traité dans la durée.

Ce travail ne traite pas de toutes les musiques, un tel sujet serait bien trop vaste, et d'ailleurs ce serait inutile. Seule la musique dite savante est abordée, les autres n'ont généralement pas besoin de recevoir de publicité chacun les écoutant sans se faire prier.

Une Histoire (idéale) (de la Musique), objectivement impartiale et parfaitement documentée, n'existe pas. On en a publié beaucoup en deux siècles et toutes se sont révélées radicalement incomplètes non seulement parce que la musique ne cessant d'évoluer il manque fatalement le chapitre qui concerne la musique qui n'a pas encore été écrite mais aussi parce que l'incomplétude s'étend aux musiques du passé dont l'inventaire n'est jamais à jour. C'est la conséquence de l'inexistence d'un musée des musiques écrites.

On ne compose pas comme on peint. Un tableau passe sans intermédiaire (actif, on ignore les marchands d'art) du producteur au consommateur jusqu'à rejoindre un musée au gré des acquisitions publiques. Un inventaire, au moins photographique, est possible dans une majorité des cas. Ce circuit court est avantageux et dangereux : une peinture s'abîme avec le temps et elle peut même disparaître à jamais lors d'une catastrophe naturelle ou non. Rien de semblable avec une partition du moins en théorie. Celle-ci n'est qu'un fichier en langage codé qui demande à être traduit en sons toutes les fois qu'on veut en entendre le message. Une musique ne peut donc se perdre dès l'instant où elle a été sauvegardée un nombre suffisant de fois (On connait hélas des exemples de négligences de ce type : Monteverdi (au moins 7 opéras perdus), la plupart (70 !) des opéras d'Albinoni, et plus récemment de compositeurs insatisfaits pressés de brûler leurs propres œuvres, Dukas, Sibelius, etc)

Il existe beaucoup d'Histoires de la Musique, plus ou moins détaillées donc volumineuses. Celle-ci ne vient pas s'ajouter à celles-là, d'ailleurs le titre est explicite à cet égard : il s'agit bien d'une histoire particulière où le mot histoire peut être pris dans son sens restreint usuel d'un récit que l'on fait sans s'évertuer à restituer une réalité historique d'ailleurs largement hors de portée. Car cette Histoire ne peut se décliner qu'en musique et là les difficultés surgissent. On ne prend pas connaissance d'une œuvre musicale comme on découvre un tableau de maître ou un manuscrit littéraire. Ceux-ci sont immédiatement prêts à l'usage mais celle-là ne l'est pas du tout. Une partition, à supposer qu'elle soit complète, doit être éditée aux normes actuelles permettant à des interprètes de s'en emparer pour peut-être la restituer si du moins elle en vaut la peine. L'édition n'est pas seulement affaire d'éditeur, il faut encore que préalablement des musicologues se soient penchés sur la partition afin d'en interpréter non seulement les signes notés mais encore les intentions de l'auteur (Quels instruments, quel diapason, quel tempérament, quelles attaques et articulations, etc ?). Tous ces processus intermédiaires prennent beaucoup de temps et demandent énormément d'énergie de la part des intervenants. Il y a 100 ans, on n'était nulle part en musique ancienne et 50 ans plus tard on n'était guère plus loin : certes on connaissait l'importance historique de Bach, Vivaldi et Rameau, pour se limiter à trois cas d'école, mais on les jouait peu et mal. Nikolaus Harnoncourt qui a beaucoup fait pour remédier à ces carences révèle, dans ses mémoires, que son Concentus Musicus est né (en 1953), du désir particulier de rendre au Baroque musical le lustre qui devait nécessairement correspondre à la richesse architecturale et plastique que chacun pouvait admirer dans les églises et les palais de l'époque baroque. Or ce que l'on en entendait avant 1953 était de fait d'un ennui mortel et c'était d'autant plus frustrant que chacun devinait confusément que les œuvres de Bach, Vivaldi et Rameau méritaient mieux que cela. Aujourd'hui on n'en est plus là et l'on observe même un effet inverse : on exhume des partitions de partout, on les édite, on les enregistre et on les offre au public dans le désordre à lui de faire son tri, de retenir les œuvres qui lui plaisent en restant conscient que la musique n'est pas faite (que) pour plaire. Une histoire de la musique c'est aussi cela : une échelle des valeurs qui honore les grands maîtres du passé et du présent.

La musique entretient actuellement un rapport fusionnel avec son passé même lointain. Il n'y a rien d'anormal à cela sauf que cela se fait largement au détriment de la création récente et cela c'est anormal et d'ailleurs tout à fait particulier à cet art. En peinture, on rassemble sans peine les foules autour d'une rétrospective Edward Hopper (1882-1967), Francis Bacon (1909-1992), David Hockney (1937- ), Lucian Freud (1922-2011), ou pour s'en tenir à quelques maîtres

[table](#table)

L'art est le contrepoids nécessaire à la technologie. La science envisage ce qui est possible parce que compatible avec les lois de la physique : dans ce domaine on ne peut y affirmer tout et son contraire car on butera tôt ou tard sur la sanction des faits. L'art en particulier la musique ne connait pas de limites de cette sorte et on peut tout y dire sans craindre la contradiction. La musique flatte notre amour du paradoxe, notre cerveau en a besoin et jamais il ne confond les mondes réel et imaginaire.

Musique et peinture : tout distingue ces deux arts majeurs.

Musique et arts de la table : tout rapproche ces deux arts

**1.Les acteurs : le compositeur, le facteur (et l'accordeur), l'interprète et l'auditeur.**

**2.La Musique pour qui pourquoi ?**

<p><i>Sans musique, la vie serait une erreur. (Friedrich Nietzsche, Le Crépuscule des Idoles)</i></p>

<br/>

<p><i>Note. Voilà sans doute l'une des pensées du (grand ?) philosophe qui vaille d'être conservée. Sa prose se perd sinon dans des obscurités qui n'apprennent rien à personne si ce n'est qu'il a adoré (la musique de) Richard Wagner (&quot;La Naissance de la Tragédie&quot;) avant de l'abhorrer (&quot;Le cas Wagner&quot;) à peu près pour les même raisons, liées à la prétendue aliénation que cette musique induit chez ses amirateurs inconditionnels. Les horreurs sexistes que Nietzsche a écrites à propos des rapports entre les hommes et les femmes (&quot;Par-delà le Bien et le Mal, Prélude d'une Philosophie de l'Avenir (sic)&quot;) suffisent à disqualifier pour l'éternité la pensée d'un homme qui raisonnait comme on raisonnait en son temps, ce qui n'est pas précisément la vertu qu'on attend d'un philosophe. Sinon sachez que Nietzsche était plutôt bon musicien et qu'il nous a laissé quelques partitions sinon géniales du moins suffisamment honorables pour motiver des interprètes aussi illustres que Dietrich Fischer-Dieskau et Aribert Reimann. Ces enregistrements consacrés à Nietzsche démontrent que les éditeurs râtissent désormais au plus large : il est donc faux de prétendre que l'enregistrement &quot;classique&quot; dépérit quand tout indique qu'il ne s'est jamais si bien porté, par exemple dans l'exploration des répertoires les plus exotiques. C'est un des éléments positifs de la société de consommation dont tout méloman(iaqu)e peut à bon droit se réjouir.</i></p>

<div id="consommation">

<h4>La musique pour qui, pourquoi ?</h4>

<p>Chacun entretient un rapport différent avec la musique : elle ponctue les moments de l'existence en tentant d'en adoucir les rigueurs. Ecoutez cet extrait d'une sonate de Schubert et s'il vous parle, tentez d'analyser non ce qu'il vous dit (car dixit Stravinsky, la musique n'exprime rien, ce n'est pas son rôle et cela n'entre pas dans ses moyens) mais ce qu'il révèle de vous en l'instant présent. Y entendez-vous de la tristesse, de la mélancolie, ou y puisez-vous une consolation personnelle ? Il n'y a pas de réponse universelle à cette question car elle dépend de l'état de votre psyché et, par bonheur, elle est changeante ! Stravinsky affirmait que la musique n'est pas faite pour exprimer quoi que ce soit : il faut comprendre par là qu'objectivement vous n'avez rien appris de l'univers qui nous entoure après l'avoir entendue, ce n'est pas son rôle. Si vous voulez connaître davantage le monde qui vous entoure, étudiez les sciences physique, biologique ou neuronale mais pas la musique. Car objectivement la musique ne renseigne sur rien sauf sur l'état de l'âme de celui qui l'écoute.

</p>

<p>La musique, fort bien mais laquelle musique car il y en a beaucoup et de très différentes et il doit bien y avoir une explication au fait que nous n'écoutions pas tous les mêmes. Précisons d'emblée, que pour les raisons explicitées au paragraphe précédent, il n'y a pas de sotte musique. Est-ce à dire qu'elles se valent toutes, certainement pas mais pas pour les raisons que l'on colporte trop facilement et qui tiendraient à une quelconque échelle de valeur. Ces raisons personne n'acceptera volontiers de les entendre car il les trouvera futiles et pourtant elles sont bien là.

L'exception occidentale.

De tous temps les sociétés humaines ont pratiqué la musique. Elles l'ont fait à l'occasion de rites initiatiques, religieux ou plus simplement festifs. La voix a naturellement précédé l'instrument et celui-ci a connu des niveaux de perfectionnement très inégaux. L'instrument isolé s'est trouvé accordé selon des règles éminemment variées jusqu'à ce que la coexistence de plusieurs instruments réclame un peu d'ordre dans les accords. La théorie musicale, pas forcément explicitée, a subi des degrés de développement tout aussi inégaux.

L'Occident s'est distingué, disons à partir de l'an 1000, par l'éclosion d'une musique savante, qui a été et reste largement une exception singulière. La musique savante est à la musique populaire ce que le calcul savant est au calcul élémentaire (Les anglais distinguent "calculation" de "computation", ce que ne font pas les français qui confondent les deux disciplines en "calcul"), à cette différence près qu'elle demeure accessible à tous ceux qui se donnent la peine de l'entendre. Tous ne le font pas cependant loin de là et nos salles de concert ne sont fréquentées que par un pourcentage infime de la population, à peine 0.1%. Les absents invoquent un langage artistique élitiste auquel ils ne sont pas préparés mais ils sont sans excuse car la musique en question n'est savante que pour ceux qui l'écrivent et la jouent, certainement pas pour ceux à qui on ne demande que d'écouter et de vibrer.

Curieusement les orientaux, chinois, japonais et coréens font plus volontiers cet effort qui répugnent tant à nos concitoyens. Ils ont compris que s'il est un temps pour se divertir au contact des traditions populaires, il en est un autre pour se cultiver au contact de l'art de générations de musiciens qui ont tant étudié pour ordonner l'univers des sons.

On oppose souvent musiques savante et populaire. A tort sans doute, puisque l'une se nourrit régulièrement de l'autre. D'aucuns ignorent le problème en affirmant qu'il n'y a pas une grande et une petite musique, seulement une bonne et une mauvaise, mais reconnaissons que cette formule ne fait guère que déplacer le débat : qu'est-ce qui différencie une bonne musique d'une autre qui ne l'est pas ? La musique savante existe depuis 1000 ans en Occident et le trait commun à toutes les courants esthétiques qui se sont succédés sont frappés d'exigence sonore : le but n'est pas de plaire de faire beau mais de tirer l'auditeur vers le haut.

L'intérêt que les hommes ont porté à la musique peut se mesurer à la somme d'inventivité qu'ils ont déployée pour parfaire les instruments de leur art. A part l'horlogerie aucune discipline n'a fait l'objet de recherches aussi poussées que précoces menant à des résultats que la science n'a même pas pu améliorer même lorsqu'elle aurait été en l'état de développement pour y parvenir.

La musique, un langage comme les autres ?

Pourquoi la musique ? Parce que c'est la langue d'un monde parallèle au nôtre où la bêtise et la violence n'ont pas droit de cité. Chacun peut y trouver sa place sans restriction de culture ou d'intelligence car la seule qui soit requise est celle du cœur que chacun possède. Il est vrai que si la musique est pratiquée universellement elle l'est dans divers idiomes dont on pourrait craindre qu'ils reproduisent à une autre échelle la différence observée entre les langues parlées.

La musique est le théâtre des sons et sa préservation exige qu'elle soit notée. Au plan syntaxique, la musique est incontestablement un langage, elle en possède tous les attributs : un alphabet, une grammaire et une orthographe. Ce langage présente toutefois une particularité unique : si tout le monde est susceptible de le comprendre, encore faut-il un interprète !, le parler exige des compétences inusuelles. L'alphabet est composé de notes et d'un grand nombre de signes particuliers destinés à en préciser l'usage, mélodique, rythmique, … . Les notes utilisées ont été sélectionnées parmi l'infinité des sons possibles faisant partie du spectre audible. Cela ne s'est pas fait sans mal et l'histoire des gammes musicales est là pour nous le rappeler, qui est faite d'un mélange d'acoustique physique et d'arithmétique. Ces notes et leurs attributs ne peuvent évidemment être choisis au hasard d'où l'émergence de grammaires harmonique et contrapuntique destinées à codifier l'agencement des sons, c'est la mélodie (monodie) (dite horizontale parce que lue de gauche à droite) et verticalement, c'est la superposition des notes en accords ou en voix distinctes (polyphonie). Harmonie vient d'harmonique mais ce n'est pas tout il convient aussi de surprendre l'oreille.

Au plan sémantique, les choses méritent d'être précisées, en particulier en ce qui concerne son degré d'universalité. Il faut être prudent avec l'usage du mot universel. Contrairement aux langages parlés, qui ne sont compréhensibles que de leurs locuteurs, le langage musical est immédiatement accessible à tous. La contrepartie est qu'il n'opère que dans un domaine restreint de la pensée humaine : on peut traduire la théorie de la Relativité générale en japonais, peut-être en bantou, on ne peut pas le faire en musique. Par contre la musique peut exprimer des émotions difficiles à décrire avec des mots (soyons prudents, ne disons pas impossibles, même si une grande majorité d'entre nous seraient en difficulté d'y parvenir).

Ce n'est pas pour autant que tout le monde sur terre entende (au sens de comprendre) et partage la musique des traditions étrangères à la sienne. Nos orchestres (nos salles) sont plein(e)s de musiciens (mélomanes) occidentaux, américains ou extrême-orientaux mais on y trouve rarement des représentants des cultures africaines, arabes ou indiennes. La musique est cependant présente dans ces pays, la musique indienne est même réputée savante dans son respect de codes extrêmement sophistiqués (ragas) mais le fait demeure que cette tradition demeure largement singulière en dépit des échanges qu'elle a pu susciter ponctuellement (Philip Glass et Ravi Shankar, par exemple). La Chine, la Corée et le Japon ont aussi leur tradition propre mais pour des raisons difficilement explicables, ces pays ont adopté la musique occidentale au point de lui vouer un culte surprenant : on estime à 20 millions le nombre des pianistes chinois !

Qu'on le veuille ou non, on en revient toujours à cette idée que si l'Afrique est le berceau de l'humanité, donc sans doute de la musique, la musique savante, bien plus tardive, est occidentale. Stravinsky, l'un de ses meilleurs artisans, réfutait qu'elle soit capable d'exprimer quoi que ce soit. Même dans le domaine de l'émotion, il n'est pas certain que chacun la ressente de la même façon. Voilà l'universalité bien contestée sauf que la musique a retourné l'objection à son avantage : c'est de la multiplicité des émotions ressenties qu'elle tire son pouvoir sans cesse renouvelé. La musique n'est pas la mathématique et sa vérité est changeante. Ceux que cette incertitude dérange doivent étudier les sciences, pas la musique. Les sciences, parlons-en, même en musique, elles ont leur mot à dire.

</p>

</div>

<div id="consommation">

<h4>La société de consommation musicale</h4>

<p>L'industrie de l'enregistrement classique se porte bien et, pour tout dire, elle ne s'est jamais si bien portée. Il y a 60 ans, on était limité à user les aiguilles de son phonographe sur quelques vinyles qu'on repassait en boucle et proposant quelques symphonies ou concertos toujours les mêmes. On ne se plaignait pas de cette disette déjà fort satisfait d'entendre les symphonies de Beethoven dirigées par Erich Kleiber, Otto Klemperer ou Wilhelm Furtwängler. Entendre à cette époque Bach, Monteverdi, Rameau, etc, dans de bonnes conditions n'était tout simplement pas possible. On disposait bien de quelques essais dont on se contentait, faute de meiux, mais on comprenait qu'il &quot;manquait&quot; quelque chose qui rende à cette musique sa raison d'être : sonner à nos oreilles nettoyées de toutes les formes de sonorités trafiquées. Car oui on peut dénaturer un son comme on dénature une saveur quand on ne l'altère pas.</p>

</div>

**3.Eléments d'acoustique musicale.**

Harnoncourt : soit un flûte traversière de 1500, c'est dans son genre un instrument accompli : avec ses 6 perces elle est maniable avec les deux mains et elle produit un beau son. Elle ne joue qu'une gamme simple et si j'en veux davantage, en demi tons, ce n'est plus possible sans doigts fourchus et comme la fin de la colonne d'air n'est pas clairement déterminée le son cesse d'être propre. Si je veux jouer les demi tons proprement je dois percer de nouveaux trous mais mes doigts ne suffisent plus. Alors j'ajoute des valves. Et soudain tous les sons jouables sont propres. Je peux aussi rendre la flûte plus sonore en la faisant en métal. Et on peut continuer ainsi. À chaque nouvel ajout, je gagne quelque chose - volume sonore, égalité des sons ... - et je perds quelque chose - cou­leur des sons, harmoniques, charmante impu­reté des sons, variété. Et la question se pose toujours: cela en vaut-il la peine? L'un préfé­rera cet instrument, un autre tel autre. À la fin, c'est simplement une question de goût. Gain et perte s'équilibrent. Une amélioration *per salto,* cela n'existe pas. C'est pareil pour le piano qui en s'alignant (dans son registre medium principal) sur le tempérament égal a payé le prix fort en facilitant le jeu de l'interprète. Et avec le clavier électronique c'est encore pire car le son devient extérieur à l'instrument : dans un tel cas le gain semble définitivement inférieur à la perte.

Je ne crois pas au progrès en art. Je n'arrive pas à considérer qu'un tableau Rem­brandt est meilleur qu'un tableau de van Eyck ou qu'une œuvre de Mozart est rneilleure qu'une œuvre de Josquin. C'est toujours la même chose: on renonce à quelque chose et ~ gagne autre chose. On arrive finalement à l'idée que chaque époque a eu son instrumentarium opti­mal et a apporté aux instruments les change­ments qui convenaient le mieux à sa musique. Ces modifications ont été le fait d'un échan­ge entre instrumentistes, facteurs d'instruments et compositeurs. Les musiciens créatifs at tou­jours éprouvé un vif intérêt pour la sonorité.

La musique baroque italienne peut être ennuyeuse si on ne la joue pas comme à l'époque alors elle redevient adéquate et il n'y a plus aucune raison qu'elle reste ennuyeuse quand tout démontre que le baroque plastique italien était merveilleux. Mais tout changement dans les habitudes interprétatives suscite des polémiques quant à une vérité élusive.

**4.Deux théories concurrentes : le cycle des quintes et la fusion des harmoniques**

**5.Pourquoi une gamme ?**

Discrétisation de l'espace sonore : construction d'une gamme.

Les échelles sonores obéissent à un principe de symétrie géométrique et non arithmétique.

L'étendue du spectre des fréquences audibles est énorme, il s'étend typiquement entre 16 et 20000 Hz, soit un rapport entre les extrême (ambitus) valant 1250 environ. En musique il est rare qu'on flirte avec les fréquences les plus élevées : l'orgue fait à peine exception en couvrant la plage allant de 16.35 (do0) à 15804.27 Hz (si9) mais le plus grand piano de concert, de Stuart & Sons, "ne" comporte "que" 102 touches, allant de 16.35 Hz (do0) à 5587.65 Hz (fa8). Si l'on déroule ce spectre (spectrepiano), on réalise qu'il est inutile de dépasser ces limites.

Il n'est pas question de traiter continûment ce spectre, une discrétisation s'impose à plusieurs titres :

Deux fréquences ne différant que de moins de 1% sont indiscernables pour l'immense majorité des auditeurs, il est donc inutile de s'embêter à prévoir qu'un instrument puisse jouer n'importe quelle fréquence, reste à savoir lesquelles.

Le principe de toute musique évoluée est de faire jouer ensemble des instruments différents qui doivent s'accorder sur les fréquences des sons qu'ils émettent sous peine de cacophonie. L'un des principes de l'harmonie est que, pour être consonantes, ces fréquences doivent être dans des rapports rationnels simples 2/1 (octave), 3/2 (quinte), 4/3 (quarte), 5/4 (tierce majeure), 5/3 (sixte), etc. Cela n'est possible que si les instruments sont préalablement accordés selon un schéma universel. La construction d'une gamme acceptable par tous a occupé les mathématiciens (Euler, d'Alembert, …), les acousticiens (Sauveur, Mersenne, …) et rassurons-nous les musiciens du Siècle des Lumières (Rameau, Bach, …). Deux exigences hélas incompatibles doivent être satisfaites : la consonance et la transposabilité.

Voir : Consonances.nb

La construction d'une échelle sonore maximalement consonante dans la plage 16-5600 Hz (pour fixer les idées) est un problème d'arithmétique. Voyons comment le résoudre lorsqu'on se limite aux 5 rapports, octave, quinte, quarte, tierce majeure et sixte : on part de la fréquence la plus basse, f0, que l'on assimile à la première note de la gamme en construction, par exemple f0 = 16.35 Hz mais la valeur précise importe peu. On impose alors que de nouvelles notes font partie de la gamme, celles dont les fréquences (inférieures à 5600 Hz) valent f0 multiplié par 2/1, 3/2, 4/3 et 5/4. Si on se limite à un ambitus de 350 (celui qui correspond à la plage 16-5600 Hz) on se retrouve avec une gamme comprenant 64 notes. L'opération n'est pas terminée pour autant car il faut recommencer itérativement le même travail sur base de chacune des nouvelles notes obtenues à l'étape précédente. On pourrait penser qu'il s'agit d'un travail sans fin et que le nombre des notes va exploser à l'infini mais il n'en est rien : une première itération fait passer de 64 à 643 notes puis une deuxième fait passer de 643 à 1554 notes. Toute nouvelle itération n'introduit aucune note nouvelle. De plus l'intervalle de sixte est automatiquement respecté puisque 5/3 = 5/4 x 4/3.

La solution trouvée est satisfaisante au plan harmonique : à chaque note de la gamme correspondent une quinte, une quarte, etc, effectivement présentes dans la gamme. Pourtant elle ne convient pas pour plusieurs raisons :

Elle ne respecte pas les intervalles plus exotiques (tierce mineure = 6/5) pour lesquelles une extension de la gamme s'imposerait

Le nombre des notes est exagéré et surtout elles sont très mal réparties s'accumulant inutilement aux hautes fréquences là où elles sont souvent indiscernables à l'oreille. Par exemple les notes 1403 à 1410 ont des fréquences *f0* trop voisines pour être distinguées.

Mais l'objection majeure et pour ainsi dire rédhibitoire est qu'elle complique le problème de la transposition au point de la rendre impossible du moins en toute généralité.

Transposer une phrase musicale, c'est la translater en fréquence vers le grave ou vers l'aigu sans en altérer la ligne mélodique. Qu'une telle transposition soit possible apparaît clairement dans le cas particulier où l'on double les fréquences de chaque note. Un son de fréquence 2f correspond à une vibration des molécules d'air qui reprennent leur position initiales 2f fois par seconde donc forcément aussi f fois par seconde car qui peut le plus peut le moins. Autrement dit un son de fréquence 2f possède aussi la fréquence f d'où une mélodie dont toutes les fréquences sont doublées sonnera comme la mélodie simple sauf qu'elle sera plus aigüe. Cet exemple simple indique que la transposition est de nature géométrique et non arithmétique : ajouter un terme constant aux fréquences des notes d'une mélodie la dénature complètement; ce qu'il faut faire c'est multiplier les fréquences des notes par un facteur constant.

Certes la transposition d'une octave (ou d'une quinte, d'une quarte ou d'une tierce majeure) est possible puisque la gamme a été construite pour qu'il en soit ainsi mais cela cesse d'être vrai pour toute autre transposition.

Si dans la gamme construite précédemment on multiplie n'importe quelle note par le facteur qu'il faut pour la transposer vers une autre note de la gamme, les autres notes ne tomberont plus exactement sur une note existante brisant la parfaite harmonie qui y régnait.

) et, à titre d'exemple, telle qu'une discrétisation s'imposeoreille humaine intacte est sensible aux fréquences comprises entre 16 et 20000 Hz. Cet intervalle est énorme, ses extrêmes étant dans un rapport 1250. En comparaison, l'œil n'est sensible qu'à un intervalle beaucoup plus restreint de fréquences lumineuses, typiquement comprises entre 4.0 1014 et 7.5 1014 Hz, soit un rapport inférieur à 2 !

Il est inconcevable et d'ailleurs inutile de vouloir utiliser l'infinité des notes présentes dans ce continuum. Une discrétisation est non seulement possible mais elle est souhaitable, c'est au fond l'analogue de la pixellisation pour les images. Le pas retenu pour cette discrétisation dépend naturellement du pouvoir de résolution de l'oreille et à cet égard, le demi-ton chromatique est le standard retenu depuis le début du 18ème siècle.

Ces observations ont des conséquences importantes pour la théorie de la musique. La gamme acoustique s'étend continûment sur 10.4 octaves, de 16 à 20000 Hz. Ces limites sont théoriques. En pratique, selon les individus, on entend encore un bourdonnement jusqu'à 8 Hz, par contre il est rare qu'on atteigne la limite supérieure et de toutes façons ces extrêmes ne présentent aucun intérêt musical. L'un des plus grands pianos de concert, le "Grand Concert" de Stuart & Sons comporte 102 touches allant de 16.35 Hz (do0) à 5587.65 Hz (fa8). Si l'on déroule ce spectre (spectrepiano), on réalise qu'il est inutile de dépasser ces limites.

Cette plage est tellement étendue qu'une discrétisation s'impose : il est en effet impossible de gérer un ensemble trop étendu de notes, typiquement une bonne centaine. Une discrétisation s'impose qui revient à pixelliser l'espace sonore. Cela peut être fait d'une infinité de manières : aussi longtemps qu'un interprète est seul il est libre d'accorder son instrument éventuellement sa voix comme il l'entend. De fait les traditions monodiques qui sont nées de par le monde ont construit des modèles de gammes différentes. Les choses se compliquent sérieusement dès que l'on envisage de superposer plusieurs voix car l'accord des instruments est nécessaire pour éviter toute cacophonie.

Deux solutions sont envisageables soit répartir les notes en progression arithmétique soit le faire en progression géométrique. La première solution est à rejeter car le pas de la progression arithmétique serait tellement grand que l'on manquerait un grand nombre de notes utiles.

donc et a deux conséquences physiologiques :

L'oreille obéit doublement à la loi empirique de Weber-Fechner : elle perçoit comme n fois plus intenses des sons d'intensités, In, en progression géométriques, In=I0 10n, d'une part, et n fois plus aigus des sons de fréquences, fn, en progression géométriques, fn=f0 10n, d'autre part. Dans ce deuxième cas, le seul qui retiendra notre attention, l'oreille ne fait aucun lien entre des fréquences disposées en simple progression arithmétique mais bien en progression géométrique. Une façon plus savante d'exprimer les choses revient à dire que l'oreille apporte une réponse logarithmique à la hauteur du stimulus, .

l'oreille est sensible au phénomène d'octave. Un son émis avec la fréquence de 440 Hz se nomme un "la". Sa période, mesurée en secondes, vaut l'inverse de sa fréquence soit, 1/440 s. C'est, par définition d'une période, le temps au bout duquel la vibration sonore reprend sa valeur de départ. Un son émis avec la fréquence double, 880 Hz, reprend sa valeur de départ au bout de 1/880 s, donc il la reprend également après 1/440 Hz. Pour le tympan ces deux sons doivent être apparentés et de fait ils le sont : si l'on chante une mélodie au départ d'une note quelconque et qu'on la rechante ensuite en doublant la fréquence de chaque note, on entend une mélodie semblable à la précédente, seulement décalée vers l'aigu. On dit qu'on l'a transposé à l'octave supérieure.

Même en s'en tenant à une seule octave, par exemple celle couvrant les fréquences allant de 440 à 880 Hz, il est évidemment inimaginable de donner des noms différents à l'infinité des sons possibles. C'est d'ailleurs inutile car l'oreille est généralement incapable de distinguer deux sons qui sont dans un intervalle de fréquences trop proche de 1 (Préciser un seuil est d'ailleurs impossible car il varie selon les individus). Ecoutons ce que donnerait un rapport-seuil fixé conventionnellement à la valeur 1.01 : voici deux sons à 400 Hz et 404 Hz en séquence pendant 4 secondes (soit 2 s par son) (ensequence) puis les deux mêmes sons joués simultanément pendant 2 s (battement). Imaginons que l'on fixe ce seuil à un rapport 1.01, cela aurait pour conséquence que pour couvrir l'octave, il faudrait pas moins de 70 notes distinctes. Multipliant ce nombre par le nombre d'octaves (10.4) cela donnerait un clavier de piano à plus de 750 touches, ce qui est impensable !

**6.Gammes et tempéraments.**

**7.Notions de diététique musicale.**

<h4>Pour une diététique de l'écoute musicale</h4>

J'ai quelques fois évoqué l'une ou l'autre chronique qu'Alex Ross a consacrée à la critique musicale depuis 1996 dans The New Yorker. Deux ouvrages traduits en français résument l'essentiel de sa pensée : The Rest is Noise et Listen to this.

Deux chapitres de ce dernier ont particulièrement retenu mon attention autant pour la pertinence des points de vue défendus que pour leurs lacunes.

Le premier a trait à la désaffection du public pour la musique savante et le second aux bienfaits et méfaits de l'électrification des studios.

Pourquoi la musique ?

Des gens qui vivent sans musique cela existe, ils n'en ont tout simplement pas besoin. Et quand ils en entendent il ne l'écoute pas, le bruit de fond leur suffit. Peut-être ignorent-ils ce à côté de quoi ils passent mais cela ne les traumatise pas particulièrement. A l'opposé, il y a ceux qui ont été frappé de plein fouet et qui ne s'en sont jamais remis. Les plus curieux ne se contentent pas du virus qui les a frappés ils prospectent de plus en plus large.

Que cherche-t-on dans la musique, qu'attend-on d'elle ? Une stimulation sans doute, mélodique, rythmique ou acoustique.

La mélodie est à la musique ce que le sucre est à la gastronomie. Elle plaît mais à force de plaire elle crée un besoin dont on ne se défait pas facilement et au bilan elle pervertit le goût. La mélodie est très présente en musiques savante et populaire, un peu moins en jazz. Ecrire une belle mélodie n'est pas donné à tout le monde mais une fois écrite elle appartient à tous ceux qui en épuisent le charme en la fredonnant. Pour être belle une mélodie doit être longue et réserver son lot de surprise tout en demeurant consonante. Courte elle épuise ses effets avant même qu'on les ait éprouvés.

La dissonance est à la musique ce que l'épice est à la saveur. Absente elle manque, trop présente elle arrache les sens. Toute dissonance attend une résolution consonante sous peine de générer une frustration mais tout le monde n'est pas de cet avis et il est de mauvaises résolutions qui gâchent le plaisir de l'aventure sonore.

Le rythme est l'élément qui relie la musique à sa sœur la danse. Les mœurs chorégraphiques de nos contemporains sont très différentes de celles de nos aînés et il est quantité de musiques qui ont survécu aux pas qui les accompagnaient naguère. Sauf peut-être dans quelques clubs très privés où l'on entretient les pas classiques du rigaudon, de la courante ou de la sarabande et pourtant quel salon peut s'enorgueillir d'avoir résonné aux sons de Lully ou Rameau (https://www.youtube.com/watch?v=-rwab2gZV0g) ? Aujourd'hui nos jeunes gens dansent en boîtes sur des musiques en boîtes qui leur assourdissent les tympans pour la vie, les privant définitivement de l'appréciation du timbre d'un son. Les basses obstinées mais si raffinées de nos ancêtres (Ostinati : https://www.youtube.com/watch?v=GWiubEnGYDo) ont fait place à des basses obtuses qui pulsent sourdement - boum-boum - au travers de haut-parleurs complètement saturés.

Le timbre est presque tout en musique et pourtant peu de gens y prêtent attention. Si la musique est effectivement l'art d'assembler les sons comme la gastronomie est celui de conjuguer les saveurs alors on conviendra qu'il faut prendre soin de ces sons-là. Qui accepterait de fréquenter à nouveau un restaurant aux assiettes sales, aux ingrédients d'une fraîcheur douteuse quand ils ne sortent pas tout droit du congélateur voire pire d'une boîte à conserves ? C'est pourtant ce que font régulièrement les consommateurs peu exigeants qui bouffent mal comme ils bouffent. Musicalement parlant, le problème n'est pas tant qu'ils soient naturellement peu regardants quant à la qualité des sons qu'on leur sert mais plutôt qu'ils semblent ignorer que cette qualité varie énormément. La dure réalité c'est que les oreilles de nos contemporains sont nettement bouchées incapables d'apprécier la qualité acoustique d'un son. L'amplification a beaucoup trop sévi même la voix l'instrument le plus noble s'est laisée piéger.

Soyons clairs, en 100 ans, la fée Electricité a joué un très mauvais tour à la Musique.

Son action partait pourtant d'un bon sentiment et force est de reconnaître que dans un premier temps, elle a fait des miracles. Le répertoire musical est immense tous genres confondus et on ne le parcourt pas comme on parcourrait les salles des grands musées du monde entier. Car les musiques consomment notre précieux temps et personne n'est en mesure de toutes les écouter, a fortiori plusieurs fois comme il siérait si on voulait être sûr de n'avoir manqué aucun détail. D'ailleurs les salles de concert ne proposent quasiment jamais les 99% du répertoire existant. Alors la radio, l'enregistrement puis Internet ont fait leur apparition, capables de mettre à notre disposition l'essentiel de ce qui s'est composé de valable. Cette masse enregistrée fonctionne désormais comme une Bibliothèque d'Alexandrie consultable à loisir sous réserve qu'on trouve enfin une solution acceptable aux problèmes de droits d'édition.

Elle a permis une diffusion de toutes les musiques au-delà des espérances les plus folles. On a prétendu à toutes les époques que la nouveauté tuerait la tradition, que le disque tuerait le concert, puis comme cela ne s'était pas produit qu'Internet tuerait le disque. Mais que constate-t-on aujourd'hui si ce n'est que les éditeurs courageux, CPO, Naxos voire Brillant, publient chaque jour des partitions voire des intégrales qu'on croyaient condamnées à l'oubli faute de temps pour les écouter.

Même le bonheur a son revers et la fée Electricité n'a pas fait que du bien autour d'elle. En conservant la musique en boîte elle a créé la boîte à conserves, voilà le défi posé.

Pourquoi certaines personnes écoutent-elles les grands classiques et les autres pas du tout ?

Qui va au concert et qui se contente de musique en boîte ?

Pourquoi les musiques modernes et pire bien encore contemporaines rebutent-elles les uns comme les autres ?

<p>Hygiène de l'audition. De tous les arts, ce sont sans doute ceux de la table qui entretiennent le plus de rapports avec la musique. On ne cesse de sensibiliser le public aux avantages de diversifier leur alimentation et de veiller à la qualité des produits cuisinés mais en musique rien de semblable ne semble préoccuper nos décideurs.

Rameau

Clavecin, luth, théorbe, psaltérion

Nous vivons à une époque qui se préoccupe beaucoup de ce que nous ingurgitons par voie orale, c'est le règne de la diététique et du tout bio cultivé à proximité, voilà qui est fort bien. Ce que nous écoutons n'interroge personne comme si cela était indifférent à notre bien-être. Nos oreilles et le cerveau qui récolte en aval peut tout entendre sans risque ou presque. On commence à peine à mettre en garde contre l'abus des décibels qui concourent à rendre encore plus sourds quantités d'humains qui l'étaient déjà passablement. Mais la justesse ne semble guère intéresser grand monde qui en aurait pourtant autant besoin que de nourriture saine. Cela devrait commencer dès la prime enfance peut-être in utero.

Tous comptes faits cette chronique aurait pu s'appeler Diététique de l'audition tant il est vrai que s'il est un art qui s'approche de la Musique c'est l'art de la table. Pas pour les Symphonies pour les Soupers du Roy qui n'impliquent qu'un voisinage superficiel mais pour quantité d'autres raisons fort surprenantes.

La composition chez l'un c'est la recette chez l'autre et l'interprétation s'apparente à la concoction. Refaire un plat qu'on croit connaître est-ce garant de le retrouver à l'identique ? Certainement pas et en musique c'est pareil.

Les dissonances sont les épices qui relèvent la saveur d'une musique.

Un plat n'est pas plus réductible à une recette qu'une interprétation de concert ne l'est à la partition jouée. Ce plat confectionné à nouveau un mois plus tard n'est déjà plus le même, peut-être réussi ou raté, c'est la magie du direct.

Tout chef (coq !) vous le dira la recette ne peut rien si les ingrédients ne sont pas de premières fraîcheur et saveur. Ce point est également essentiel en musique. Vous viendrait-il à l'idée de fréquenter un restaurant huppé qui se contenterait de réchauffer des plats surgelés pire encore d'ouvrir des boîtes à conserves ? C'est pourtant le traitement que nombre de nos contemporains infligent à leurs oreilles sans même s'en rendre compte, ce qui est encore plus inquiétant. Tout chef (d'orchestre !) vous le répétera c'est au concert qu'il faut entendre les œuvres du répertoire sans préservatif auditif.

Rudiments d'acoustique musicale. Les instruments de musique obéissent à une loi immuable directement issue de principes physiques incontournables : tous autres paramètres fixés, la taille de la partie de l'instrument entrant en vibration détermine la fréquence du son émis. Un son grave exige a priori une dimension plus grande qu'un son aigu. Dimension est un terme vague qu'il faut préciser car une corde est caractérisée par sa longueur mais aussi par son épaisseur. Tout cela demande des précisions sur quelques exemples choisis.

L'immense majorité des instruments de l'orchestre occidental se répartissent en quelques familles bien établies : les cordes, les vents et les percussions.

Les cordes peuvent être excitées par pincement (clavecin, harpe, guitare, luth), percussion (piano) ou frottement (violon, alto, violoncelle, …).

Les vents actionnent habituellement une colonne d'air soit directement (flûte) soit en se servant d'une anche (clarinette, saxophone, orgue, …), sorte de lame vibrante qui modifie le timbre en renforçant l'intensité du son.

Considérons la famille des instruments modernes à archets.

D'autres paramètres peuvent influer sur cette fréquence, et c'est la raison

</p>

</div>

**8.La notation musicale.**

**9.La complexité d'une œuvre musicale.**

**10.Tonalité, modalité et atonalité.**

**11.Vue et audition.**

Que les ordres de grandeurs des fréquences sensibles soient extrêmement différents n'a guère d'importance en soi car les ondes en question sont de natures complètement différentes et on ne compare pas des vaches à des chevaux. Par exemple, les ondes sonores exigent un support matériel pour se propager (usuellement l'air ambiant) au contraire des ondes électromagnétiques qui se propagent dans le vide. Ce qui importe par contre c'est le rapport existant entre les extrêmes des plages sensibles, 20000/16 = 125 dans le cas des ondes sonores et à peine 7.5/4=1.875 dans le cas lumineux. La note la plus grave perçue par l'oreille intacte est le do-1 qui fait vibrer le tympan 16.35 fois par seconde. Autrement dit le tympan ainsi sollicité reprend sa position initiale tous les 6 centièmes de secondes (exactement 0.06116 = 1/16.35). Le point important est alors le suivant : si une onde de fréquence double sollicite l tympan, celui-ci reprendra sa position initiale deux fois plus souvent mais en tous cas il la reprendra également tous les 6 centièmes de secondes et cela aura pour conséquence que l'oreille percevra cette nouvelle note comme un do appartenant à l'octave suivante (do0). Le phénomène sera particulièrement sensible si l'on enchaîne mélodiquement plusieurs notes de deux manières apparemment distinctes où les fréquences des notes sont simplement doublées : les deux mélodies sonneront à l'identique la deuxième simplement décalée (le terme musical correct est transposée) vers l'aigu.

Notre vue et notre ouïe ont en commun d'être adaptés à l'analyse et au traitement des signaux périodiques. Ces signaux sont cependant de natures différentes : l'œil n'est sensible qu'ondes électromagnétiques de très hautes fréquences, typiquement de 4300 à 7500 THz tandis que l'oreille (jeune !) est sensible aux vibrations (généralement de l'air) entre 16 et 20000Hz.

L'ouïe connaît le phénomène d'octave : on signifie par là qu'un son résultant d'une vibration à la fréquence 440 Hz (qu'on appelle un "la" dans un diapason ordinaire), un son vibrant à la fréquence moitié.

L'oreille connaît de ce fait le phénomène d'octave alors que l'œil ne le connaît pas.

*La vue se comporte très différemment précisément parce que le phénomène d'octave n'existe pas pour l'œil humain. Une lumière qui vibre à 4.0 1014 Hz est perçue comme rouge et on pourrait se demander comment serait perçue une lumière vibrant à la fréquence double 8.0 1014 Hz (une sorte de rouge aigu !?) mais précisément cette question est vide de sens puisque notre œil n'y est pas sensible. Le peintre n'a en conséquence aucun moyen de profiter d'une gamme fréquentielle aussi étendue que le musicien et il faudra qu'il diversifie autrement sa palette chromatique.*

Peinture et musique.

Tout sépare l'art du peintre de celui du musicien et pourtant l'ingrédient de base est le même une onde physique périodique. La lumière est de nature électromagnétique et à ce titre elle se propage dans le vide comme dans la matière transparente. Le son lui a impérativement besoin d'un support matériel pour se propager, usuellement l'air qui achemine la vibration vers nos tympans. Le paramètre principal de l'onde purement sinusoïdale est sa fréquence qui détermine la couleur en optique et la hauteur en acoustique. A partir de là tout sépare l'optique et l'acoustique physiologiques.

L'œil n'est sensible qu'à une plage tenue des fréquences lumineuses, typiquement entre 4300 et 7500 THz, soit un ambitus de 1.875, inférieur à 2, ce point aura son importance.

En comparaison l'oreille est sensible à une plage fréquentielle beaucoup plus grande, typiquement entre 16 et 20000 Hz, d'ambitus 1250, largement supérieur à 2.

Le peintre gère une palette continue de couleur : il a pour ce faire à sa disposition tous les dégradés possibles un coup de brosse lui suffit. L'œuvre qu'il produit est immédiatement accessible au spectateur.

Les choses diffèrent essentiellement en musique : l'œuvre doit être notée puis interprétée d'où il est impossible de traiter continûment le spectre sonore, celui-ci doit être discrétisé. La question de savoir comment opérer au mieux cette pixellisation a occupé les mathématiciens du 18ème siècle (Euler, d'Alembert) mais aussi quelques musiciens férus de théorie (Rameau, Bach)

Un essai au carrefour des arts (Peinture et musique) et des sciences (Physique, mathématiques et Théorie de l'information).

L'ensemble des fréquences étant infini (et même non dénombrable) il convient de se restreindre ce qui est rendu possible par le fait que ni l'œil ni l'oreille ne possèdent un pouvoir de résolution infini. Il en résulte qu'une pixellisation de l'image et du son est possible qui discrétise l'objet visuel ou sonore. La pixellisation de l'image est connue de tous et elle se comprend d'autant plus facilement qu'elle se satisfait d'un cadre souvent rectangulaire également partitionné dans les deux directions spatiales x et y.

La pixellisation de la gammes sonore est éventuellement plus délicate. Une solution confortable mais imparfaite a tôt été mise en place à l'époque de Bach qui consiste à partitionner la plage des fréquences audibles en n'en retenant qu'un échantillonnage disposé en progression géométrique de raison 21/12. La raison pour laquelle la progression est géométrique et non arithmétique ou n'importe quoi d'autre est liée à la physiologie de l'oreille qui perçoit les sons de façon logarithmique, c'est le phénomène d'octave.

L'art musical présente cette particularité d'exiger le concours de trois partenaires égaux : le compositeur, l'interprète et l'auditeur.

*Le peintre agit très différemment lui qui ne dispose que d'une octave même pas complète allant du rouge au violet en passant par toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Il explore en conséquence l'infinité des nuances intermédiaires dans le cadre d'un continuum. Rien en théorie n'empêcherait le musicien gourmand d'en faire autant en explorant les quarts voire les seizièmes de tons. Ce genre d'expérience (courante dans le monde arabe) a effectivement ponctuellement été tenté en musique savante occidentale (Aloïs Haba) mais elle ne s'est nulle part imposée comme indispensable.*

Il existe une autre différence entre ces deux arts, qui tient au rôle joué par le facteur temps. Le temps ne joue aucun rôle en peinture : la toile achevée l'est une fois pour toutes aux réfections ultérieures près. Il en va tout autrement en musique.

12Langage musical.

Harnoncourt (La parole musicle, Propos sur la musique) : La musique est un langage. Pour autant on ne doit pas céder à la tentation de rendre son contenu concret. La pensée humaine cherche la logique vise une signification claire par oui ou par non, cela correspond à la pensée scientifique de l'homme mais pas à sa pensée imaginaire. Le langage verbal n'admet aucune contradiction mais bien le langage des sentiments. Dans la sphère du langage je peux tempérer quelque chose par une mimique appropriée, c'est précisément le sort que le geste musical réserve à la phrase musicale et tout une rhétorique musicale a pris naissance sur cette base.