**Musique savante, pour qui, pourquoi ?**

**Evolution de la pensée musicale occidentale.**

Chacun entretient un rapport différent avec la musique mais pour ceux qui l'écoute un point s'avère commun : elle ponctue les moments de notre 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 mais ce qu'il révèle de vous. 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 du 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.

La musique mais quelle musique car il y en a beaucoup de très différentes. Il n'y a pas de sottes musiques et il doit bien y avoir une explication au fait que nous n'écoutions pas tous les mêmes. 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.

**Physique et Musique.**

Sans entrer dans trop de détails, rappelons l'essentiel qui doit être connu. L'acoustique physique différencie le son du bruit et l'acoustique physiologique confirme notre préférence du son au bruit. Le bruit résulte d'une vibration anarchique de l'air qui, parvenant à nos oreilles, produit une sensation désagréable sur un terme même pas long.

Le son est une vibration périodique de l'air produite par une source, habituellement un instrument manufacturé, et qui fait vibrer notre organe auditif. C'est sans doute un peu vite dit car on verra que la périodicité n'est parfaitement respectée que par les instruments qui vibrent de façon rigoureusement harmonique ce qui n'est à vrai dire jamais exactement le cas. Mais cela reste un bon point de départ car l'oreille y trouve son compte jusqu'à un point que nous découvrirons le moment venu. Les musiciens savent que tous les sons ne se valent pas : le son purement sinusoïdal émis par un diapason est froid et pour tout dire hors d'usage. La situation s'améliore grandement si, à la sinusoïde de base, l'instrument superpose des sinusoïdes harmoniques de fréquences multiples (deux fois, trois fois, …) de la fondamentale. La vibration résultante demeure périodique et sa période n'a pas changé - un "la" demeure un "la" - mais cette note présente un timbre nettement plus riche. La facture d'instruments a précisément pour objet de perfectionner les instruments au niveau du timbre (Voici trois notes égrenées en imitation piano, violoncelle et tuba : timbre). D'autres paramètres interviennent à ce stade qui nous éloignent de notre sujet (Attaque du son, effets d'archets, de lèvres, …).

La fréquence de l'onde (le nombre de vibrations complètes par seconde), mesurée en Hz, détermine la hauteur du son entendu, plus la fréquence est élevée plus le son est perçu comme aigu. L'oreille 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.

Remarque : la progression arithmétique n'est pas la solution retenue bien qu'elle ne soit pas aussi incongrue que d'aucuns pourraient le penser. Dans l'intervalle (440-880 Hz) séparant deux la consécutifs, 12 intervalles consécutifs révéleraient des fréquences de notes valant,

,

ce qui n'est pas plus absurde que la solution géométrique qui a fini par s'imposer :

.

La raison pour laquelle la progression arithmétique n'a pas été retenue est qu'entre 16 Hz et 4000 Hz (pour s'en tenir à une plage raisonnable) le nom une centaine d'intervalles impliqueraient un pas de la progression beaucoup trop grand donc une pixellisation grossière.

donc et a deux conséquences physiologiques :

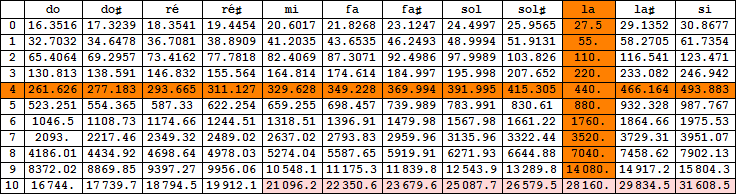
L'oreille obéit doublement à la loi empirique de Weber-Fechner : elle perçoit comme n fois plus intenses des sons d'intensités, In, en progression géométriques, In=I0 10n, d'une part, et n fois plus aigus des sons de fréquences, fn, en progression géométriques, fn=f0 10n, d'autre part. Dans ce deuxième 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 !

Il faut trouver autre chose et la solution retenue revient à pixelliser le spectre des fréquences sonores, c'est-à-dire le partitionner en intervalles nettement plus grands que 1.01. Plusieurs partitions ont été envisagées au cours de l'histoire de la musique et chacune avait ses avantages et ses inconvénients. Une solution s'est cependant imposée au début de 18ème siècle, sous l'impulsion de J-S Bach, consistant à partager l'octave en 12 parties égales (ce qui revient à adopter un rapport de 21/12=1.05946 entre deux notes consécutives).

Si l'on pose conventionnellement un la4 à 440 Hz, on obtient que les fréquences des notes de la gamme chromatique audible valent, f = 16.3516 2k/12, où l'entier k parcourt les valeurs 0 à 131 (au-delà votre oreille sera sans doute sourde) :



*Remarque : dans ce tableau les octaves sont numérotées selon la convention internationale. Cette convention est suivie aux USA mais pas en Europe qui pose que le "la" situé à 440 Hz appartient à la 3ème octave. Les musiciens ignorent généralement ce point de détail qui ne les concerne pas sauf s'ils composent leur musique sur base de programmes informatiques. Dans ce cas, il est commode de respecter la convention internationale, chaque note pouvant être codée par un entier composé de deux chiffres, xy, écrits en base 12 (x, y = 0, 1, 2, …, 8, 9, A, B), où x est le numéro de l'octave et y le numéro de la note au sein de cette octave (do = 0, do# =1, …, la = 9, la# = A, si = B). Ce système ne fonctionne que si le chiffre des douzaines, x, est positif ou nul, ce qui n'est vrai qu'avec la convention internationale.*

Insistons sur le fait que dans ce tableau les fréquences des notes ne sont pas équidistantes : l'échelle des fréquences n'est pas linéaire mais logarithmique. Cela est parfaitement inscrit dans la formule qui donne ces fréquences : Log(f) = 1.213  + 0.025 𝑘. La millième partie de ce logarithme se nomme "Savart" en sorte que l'intervalle entre deux notes consécutives vaut 25 Savarts et que l'intervalle d'octave vaut 12 fois plus soit 300 Savarts. L'oreille qui entend un son est incapable d'en déterminer la fréquence exacte; en particulier elle est incapable de décider si cette fréquence fait partie de la gamme chromatique. L'oreille absolue est, par définition, celle qui est en mesure de reconnaître toute note entendue mais elle est l'exception plutôt que la règle, même chez les musiciens professionnels. L'oreille exercée est cependant relative, capable d'identifier une note si on lui donne préalablement une note de référence pas trop éloignée, par exemple un la3.

Les raisons pour lesquelles l'octave a été partagé en 12 parties égales (et pas 14 ou 16) repose sur quelques coïncidences arithmétiques étonnantes :

* Depuis Pythagore, on sait que les sons se marient bien mélodiquement (en séquence) ou harmoniquement (en parallèle) si leurs fréquences sont dans un rapport simple. Partitionner l'octave en parties égales est peut-être commode mais encore faut-il s'assurer que si l'on part d'une note quelconque celles qui sont consonantes font également partie de cette gamme or cela n'est nullement évident puisque les notes forment un ensemble discret. Les rapports les plus simples se nomment : Quinte (3/2), Quarte (4/3), Tierce (5/4) et Sixte (5/3) dont les valeurs en Savarts sont respectivement 176, 125, 97 et 222 soit proches d'un multiple de 25. Autrement dit si l'on part d'une note quelconque de la gamme chromatique, celles situées respectivement 7 (do-sol), 5 (do-fa), 4 (do-mi) et 9 (do-la) positions plus loin dans la table sont très proches de la quinte (quarte, tierce, sixte) juste. Très proche ne signifie pas exacte mais les musiciens s'en accommodent car le bénéfice est immense d'une gamme uniformément répartie de 25 en 25 Savarts : la transposition d'un air devient un jeu d'enfant.

**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.*

**Arithmétique et musique.**

Si l'acoustique recherche l'émission du "beau son", l'arithmétique régente leur succession dans le temps (l'harmonie) et leur superposition dans l'espace (le contrepoint). Cet idéal déjà pressenti par Pythagore n'a rien perdu de sa pertinence même si les pratiques musicales ultérieures ont précisément autant tenté d'enfreindre les règles établies que de les respecter.

La musique a instinctivement fait partie des (pré)occupations humaines dès l'aube de l'humanité. A toutes les époques et sous toutes les latitudes, l'humanité a pratiqué la musique pour exorciser ses démons, conjurer ses peurs, ponctuer la célébration de ses rites initiatiques ou religieux.

Au début, elle l'a fait avec le seul instrument à sa disposition, la voix donc le chant. Les instruments ne sont venus que plus tard et dans un ordre fort dispersé. Leur degré de sophistication n'a pas été partout le même et les plus prompts à agir en ce domaine ne sont pas forcément ceux qui ont obtenu les meilleurs résultats.

Parmi les arts, la musique présente une caractéristique propre, elle mobilise trois partenaires, le compositeur, l'interprète et l'auditeur.

**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.

**Compréhension et redondance.**

Pour être intelligible, un discours doit être redondant - donc compressible sans perte - et la musique n'échappe pas à cette règle. En musique la redondance peut prendre toutes sortes de formes, allant du trivial da capo où une section entière est reprise à l'identique aux répétitions micro-variées qui abondent dans les œuvres de Beethoven ou dans la musique minimaliste. L'adoption d'un mode musical répond également à cette exigence d'intelligibilité. Avec le temps l'usage a prévalu de se contenter de deux modes particuliers, majeur et mineur

**Gastronomie et musique.**

Par certains côtés, les arts culinaire et musical se rapprochent étrangement.

**Musique acoustique et électronique.**

L'électrification a joué un rôle tantôt faste tantôt néfaste :

La radio a joué un rôle essentiel (Aux Etats-Unis on suivait les concerts Toscanini de la NBC comme on suivrait maintenant un reportage sportif)

Le cinéma s'est sonorisé créant des besoins musicaux spécifiques, satisfaits avec des moyens variables

L'enregistrement discographique a clairement mis le grand répertoire à la portée d'un large public. Aujourd'hui, à une époque où l'on dit l'enregistrement moribond, on dispose d'une musicothèque d'une ampleur sans précédent.

Au rayon des bémols, force est de regretter la prolifération des instruments électr(on)iques dont le filtrage par des haut-parleurs est à la musique ce que la conserve est à la gastronomie. L'amplification de la voix est également regrettable lorsqu'elle ne répond à aucun autre dessein que celui de pallier l'insuffisance vocale des interprètes. Le sommet du mauvais goût est définitivement atteint lorsque la musique est constamment polluée par une basse obstinée à mille lieues de celle dont l'époque baroque détenait le secret acoustique. Comment ne pas regretter cette improvisation quand on la compare aux boum-boum.

**Musique et modernité.**

Ce n'est un secret pour personne le public fréquentant les salles de concert éprouve des difficultés à appréhender la musique de son temps. C'est un phénomène qui ne date pas d'aujourd'hui mais le fait est qu'il n'a cessé de prendre de l'ampleur, à partir de la seconde moitié du 19ème siècle. Il n'existait pas à l'époque des classiques viennois et c'était même l'inverse qui se passait : on écoutait les œuvres récentes de Haydn, Mozart ou Beethoven et on ignorait largement les musiques antérieures. Les statistiques relatives au Gewandhaus de Leipzig font état de 80% de compositeurs vivants vers 1800, proportion qui tombe à 38% en 1850 et à 24% 20 ans plus tard !

C'est devant ce constat que des musiciens de la trempe de Schönberg ont commencé à se demander s'il fallait vraiment se préoccuper des goûts du public puisque de toutes manières ils désertaient la musique actuelle. Autant alors composer pour soi ! Et lutter pour que le charme facile de ce qui est familier ne l'emporte pas sur la dure vérité de ce qui est nouveau. Toute époque recherche davantage de confort - la dégénérescence menace et l'invasion barbare intérieure ou extérieure ! - quand l'artiste refuse d'escamoter les problèmes irrésolus quitte à adopter une attitude ascétique. L'Allemagne prise entre les feux musicaux en provenance de Russie et de France, une fameuse prémonition de désastres à venir;

**Modalité et tonalité.**

**Tonalité et atonalité.**

**L'atonalisme et après.**

Une conférence, "L'atonalisme et après", donnée récemment par Jérôme Ducros au Collège de France a soulevé tellement de polémiques malsaines qu'il ne me paraît pas inutile d'y revenir la tête froide.

Cette conférence est intégralement disponible à l'écoute sur le site du Collège de France et Dieu merci elle s'y trouve toujours malgré une campagne de protestations initiée par le compositeur Pascal Dusapin, qui s'est fendu d'une missive incendiaire au dit Collège.

D'autres intervenants se sont mêlés à la bagarre avec plus ou moins d'élégance, la palme de la grossièreté revenant incontestablement à Serhan – compositeur sériel à ses heures, tiens tiens !-

On peut discuter :

le titre de l'exposé, de nature à exclure les tenants d'un sérialisme à tous vents

le parti pris (en deux mots, veuillez noter) par l'auteur de s'adresser à un public large mais le public est ce qu'il est composé pour l'essentiel d'amateurs de culture éclairée

l'allusion appuyée au Concerto de Karol Buffa mais la démonstration aurait aussi bien fonctionné avec ceux tout aussi récents de Thomas Ades ou de James MacMillan

On a cependant également critiqué le choix des exemples pianistiques ou la notion de fausse note n'a de toute évidence pas la même signification pour tous. Cependant c'est à ce niveau qu'une réflexion objective peut s'installer non au plan esthétique ce qui est impossible mais au plan scientifique. Il me paraît intéressant de considérer ce que la théorie de l'information nous apprend à ce sujet.

il n'en demeure pas moins que l'exposé de Jérôme Ducros est aussi instructif qu'il est plaisant. Quant à la malhonnêteté intellectuelle dont on l'accuse essentiellement pour avoir choisi ses exemples aux fins de servir sa thèse au mépris des autres, je ne l'ai entendue nulle part mieux je prétends que la théorie de l'information lui donne largement raison.

**Musique et Information.**

La musique est un langage qui lie trois intervenants, le compositeur, l'interprète et l'auditeur. Une partition est un message écrit dans ce langage. Un ou plusieurs interprètes fonctionnent comme un canal de transmission plus ou moins bruité qui achemine le message de l'émetteur compositeur vers l'auditeur qui joue le rôle de récepteur. Celui-ci doit décoder le message reçu et on escompte qu’il lui trouve un intérêt quelconque, pas forcément esthétique.

Toute partition se résume à une suite de caractères empruntés à un alphabet qui en comporte n. Les musiciens ont privilégié une notation graphique sur portée mais rien ne s'opposerait à ce qu'on lui substitue une autre, chiffrée en base douze par exemple, ce qui nécessiterait le recours à l'alphabet de base,{0,1,2,…,9,A,B}, auxquels il faudrait ajouter un certain nombre de symboles permettant de noter toutes les subtilités de la partition, pauses, répétitions, timbres, etc. Cette notation alphabétisée serait sans doute peu agréable pour les interprètes mais il importe peu : il suffit de savoir que la chose est possible sans perte d'information. La suite des symboles qui détailleraient la partition pourrait, à son tour, être traduite en une suite binaire de '0' et de '1' de longueur N bits. Il suffirait d'attribuer à chaque symbole alphabétique un code binaire préfixe (= uniquement décodable, cette subtilité inessentielle pour la suite est expliquée dans l'exposé général relatif à la théorie classique de l'information). On pourrait certainement écrire un programme informatique qui scanne une partition ordinaire, de Bach par exemple, et qui la transcrit dans l'alphabet binaire. C'est d'ailleurs ce que fait un scanner informatique lorsqu'il enregistre la page sur le disque dur. Inversement, il existe un programme qui est capable de faire le travail inverse sans perte : la preuve que cela est possible c'est qu'une imprimante correctement reliée au même ordinateur restitue sur papier le contenu du disque dur.

En résumé, toute partition peut être encodée sous la fore d'une suite binaire, S = {0,0,0,1,1,0,1,1,…}, comprenant N bits. Par contre, toute suite binaire n'est pas obligatoirement décodable sous la forme d'une partition. Il est normal qu'il en soit ainsi car une partition correcte doit respecter un ensemble de règles syntaxiques qui limitent les suites autorisées lors de l'encodage.

Rappelons que la théorie de l'information (due à Kolmogorov) définit le contenu informationnel d'une suite, S, de longueur, N, comme étant égal à la longueur, K, du plus court programme informatique binaire (auto délimité) capable d'imprimer S au terme de son exécution. Ce programme s’appelle le compresseur idéal de la suite, S. C'est aussi une suite binaire et bien qu'elle soit généralement plus courte que la partition d'origine, son contenu informationnel n'est pas moindre puisqu'il permet de la restituer sans perte.

Il va de soi qu'on n’a jamais, K>N, puisqu'en mettant les choses au plus mal, le programme, de longueur N, "Print[S]", répond à la question : il se contente d'épeler la suite S in extenso.

On a donc : K ≤ N. Quand a-t-on K<<N et quand a-t-on K=N, les deux extrêmes de l’inégalité, K ≤ N ? La réponse est la suivante.

Considérons en premier lieu une partition ridiculement simple qui consisterait à répéter N fois la même note à intervalles de temps constants. Un scribe peu observateur pourrait souhaiter la détailler sous la forme d’une partition de longueur à peu près égale à N mais il est clair qu’il est trivialement possible de la raccourcir en écrivant un programme de quelques lignes à peine qui programme la répétition sous la forme d'une boucle "Do[ ,{k,1,N}]. Ce programme ne serait cependant pas de longueur nulle car il faut quand même qu’il précise combien de fois il convient de répéter la note et cela coûtera nécessairement lg(N) bits.

Il est sans doute idiot d’imaginer une partition qui se résumerait à une seule note (quoique Cage a fait encore plus fort avec « 4’23’’ » qui se résume à 4 minutes 23 secondes de silence !) mais on pourrait tenter autre chose. Pourquoi ne pas s’intéresser aux décimales du nombre pi et chercher un codage adéquat qui cette suite de chiffres en notes de musique ? La réponse est simple quoique moins évidente : il est très facile d’écrire un programme court qui égrène les N première décimales de pi. Ce programme de quelques lignes à peine doit simplement comporter la donnée N ce qui réduit sa compression à lg(N). On voit sur cet exemple que cette « musique » ne serait sophistiquée qu’en apparence et elle serait effectivement dénuée d’intérêt.

Considérons à présent une partition qui tire au hasard chaque note ainsi que ses paramètres de timbre et de durée. Il est clair que cette partition aléatoire ne peut être compressée : il n’y aura jamais moyen de faire mieux que de l’écrire in extenso et cela consommera fatalement N bits.

On a donc K=N toutes les fois qu'aucune programme ne fait mieux que, "Print[S]". Cela se produit si et seulement si la suite S est aléatoire, tirée à pile (='0') ou face (='1') ! Autrement dit une partition aléatoire est incompressible. On ne peut considérer qu'une musique aléatoire puisse représenter une œuvre d'art : autant en confier la réalisation à un chat astreint à circuler sur le clavier d'un piano. L’encodage binaire d’une œuvre d’art doit donc certainement être compressible mais il ne doit pas l'être trop.

La compression des suites, quelle qu’en soit l’origine, s'exerce à deux niveaux, syntaxique et sémantique. La compressibilité syntaxique est purement mécanique. Elle repose sur le fait que les symboles qui apparaissent sur une partition ne sont pas équiprobables. On observe un phénomène similaire dans un texte rédigé en anglais (ou n'importe quelle autre langue, évidemment) : les lettres n'apparaissent pas avec la même fréquence : un 'e' est plus fréquent qu'un 'z', etc. Mais il y a plus : des corrélations existent entre les lettres successives, un 'q' et généralement suivi d'un 'u', un t est beaucoup plus souvent suivi d'un h que d'un a, etc. On sait, depuis les travaux de Shannon, que cela a pour conséquence qu'il est possible de compresser la suite de départ en codant les (blocs de) symboles fréquents par des codes préfixes courts et les symboles rares par des codes préfixes longs. Il existe même une stratégie effective qui permet de s'approcher de l'optimum de compression qu'on peut calculer et qui s’appelle la limite étendue de Shannon.

Pour la langue anglaise, cette limite est de l'ordre de 2 bits par symboles. Cela signifie qu'un linguiste expérimenté n'a en moyenne besoin que de deux questions binaires pour identifier les symboles successifs d'un texte anglais syntaxiquement correct.

Si le texte est sémantiquement porteur de sens et que le lecteur possède la culture nécessaire au texte soumis on passe de 2 bits/symbole à 1.6 bits /symbole environ. Cela résulte de ce qu'un lecteur avisé peut deviner jusqu'à un certain point la suite d'un texte.

On note que cette limite est propre à chacun selon son degré de culture : il y a des rapprochements sémantiques qui sont accessibles à certains et qui sont hors de portée d'autres à moins qu'ils tentent de progresser. Faites l'expérience autour de vous avec le texte à découvrir suivant (on ignore les accents et on compte le blanc séparateur comme une 27ème lettre)

"Il était une fois trois petits cochons qui voulaient construire une maison"

L'écoute musicale procède de la même remarque : sauf s'il n'y a rien à juger qu'un aspect esthétique, auquel cas la limite de Shannon suffit approximativement, tous ne sont pas égaux.

Ce gain en compression n'existe que si le message est organisé au plan interne par une intelligence que seul un être intelligent peut à son tour décoder. Ce dépassement de la limite étendue de Shannon tend vers la imite de Kolmogorov.

Le contenu sémantique du texte permet une compression supplémentaire qui requiert l'intelligence du décodeur. On sait qu'il n'existe aucune procédure effective qui trouve à tous coups la meilleure compression au sens de Kolmogorov car ce schéma de problèmes est indécidable au sens que l'informatique théorique prête à ce mot.

Le jeu est immédiatement transposable à l'écoute musicale : il est incontestablement plus facile de trouver la note suivante dans une partition de Mozart que dans une partition de Boulez.

C'est d’ailleurs la compressibilité sémantique ??? d'un message qui facilite son décodage par le receveur : pour qu'un langage soit compréhensible, il faut qu'il soit redondant. C’est la redondance qui fait que l’auditeur peut suivre le discours même si le canal de transmission est partiellement corrompu : toute erreur de transmission (ou toute distraction du receveur !) est aisément rectifiable. En revanche des notes altérées (ou perdues !) dans une musique aléatoire passeraient complètement inaperçues.

Pour qu'un langage soit compréhensible, il faut qu'il soit compressible donc redondant. La redondance est nécessaire au cerveau de celui qui reçoit un message codé sinon il perd tout repère et se noie dans un flot d'informations qu'il ne peut pas gérer. Que le canal de transmission soit imparfait (et il l'est toujours d'une manière ou d'une autre, rappelez-vous la musique contemporaine est mal jouée!), la redondance lui permet de récupérer l'information manquante. Sinon tout se perd et tout devient échangeable contre tout et c'est le statut de l'œuvre d'art qui est mis à mal.

Voilà les deux extrêmes : en maintenant le procédé compositionnel invariable, une œuvre aléatoire dont la durée d’exécution double exige une partition compressée de longueur double tandis qu’une œuvre complètement répétitive voit sa partition compressée augmenter d’un facteur négligeable et constant lg(2). Aucune de ces deux œuvres n’est intéressante mais pour des raisons radicalement opposées. L’œuvre répétitive est clairement lassante du simple fait qu’il ne s’y passe rien qui vienne stimuler les sens et le cerveau de l’auditeur. L’œuvre aléatoire pêche par le travers inverse : elle noie l’auditeur sous un flot d’information qu’il ne peut pas gérer. Une note ou dix ou cent ou mille seraient fausses qu’il n’aurait aucun moyen de s’en apercevoir. L’auditeur serait privé de tout point de repère et le message sonore qui lui parviendrait serait impossible à décoder : il n’y aurait aucune différence entre un chef d’œuvre et un navet : elles seraient interchangeables. Est-ce cela que l’artiste cherche ?

Universalité de l'œuvre d'art.

Il en va des œuvres d'art comme des machines de Turing : elles peuvent être ou ne pas être universelles. Le jeu de mots ne doit cependant pas être pris au pied de la lettre.

Classe 4

Cette analyse évoque immédiatement la répartition en classes de complexités des systèmes physiques. Tout système dont la description compressée croît comme lg(N) est de classe 1 ou 2 donc adopte un comportement au mieux (pseudo)répétitif (pi !). Tout système dont la description compressée croît comme N est aléatoire. Aucun de ces systèmes ne peut prétendre à l’universalité calculatoire : l’ordinateur qui est l’archétype du système calculatoirement universel, possède une complexité intermédiaire suffisamment élevée que pour s’affranchir des comportement triviaux et pas trop élevé afin d’éviter de tomber dans l’imprédictibilité pure et simple. On a coutume de dire que l’universalité calculatoire se situe à la frontière qui sépare la régularité du chaos. L’universalité artistique a priori d’un tout autre ordre semble curieusement obéir au même critère. On notera que pour être intelligible, un langage doit être partiellement redondant. La musique des siècles précédents qui n’est jamais qu’un langage parmi d’autres a utilisé toutes sortes de techniques pour y parvenir : répétition, modes particuliers, reprises, canons, fugues, variations, tous ces procédés d’écriture n’ont qu’un but, celui de rendre le discours intelligible. Si on s’interdit toute compression possible de l’œuvre on aboutit à un message indécodable. Une fausse note n’est pas perçue comme telle puisqu’il n’existe aucune procédure intellectuelle de rattrapage. Une distraction de l’auditeur n’a aucune conséquence puisque de toutes façons il n’y a rien à comprendre. Tout qui a assimilé les techniques de composition peut pratiquer ce qui est devenu un métier comme un autre : l’inspiration ne joue plus aucun rôle. Il subsiste un ensemble de combinaisons arithmétiques qui peuvent satisfaire leur auteur mais je les informe que s’ils avaient entrepris des études sérieuses de mathématiques ils auraient eu l’occasion de mieux exercer leur talent en se mesurant à l’exigence de la vraie rigueur, celle qui ne pardonne pas lorsqu’on l’enfreint. On remarquera que Boulez avait commencé des études supérieures de mathématiques avant de les abandonner pour la musique. Ceci expliquerait-il cela par une sorte de frustration souterraine ?

Le calcul qui vient d’être fait de la complexité algorithmique d’une œuvre n’est rigoureux qu’asymptotiquement soit lorsque N est grand. Lorsque N est petit la différence entre N et son logarithme s’estompe quelque peu. Webern a tiré parti de cette observation en raccourcissant de manière drastique la durée de ses œuvres : c’est effectivement la seule manière de retrouver des semblants de repères. Cet artifice ne devrait duper personne et pourtant…

Vague d'adhésions et adhésions vagues.

Une des caractéristiques des recommandations de Schönberg est l'interdiction de la répétition. Or la répétition est une composante de la redondance : elle facilite la compréhensibilité. Par définition la musique répétitive en fait un large usage. Une large part de l'efficacité rhétorique de Beethoven trouve sa source dans la répétition. Considérons le début du 4ème mouvement de la 7ème symphonie : un motif de 7 notes est scandé un nombre appréciable de fois mais cela est fait avec un tel art que rien n'apparaît au premier coup d'oreille.

Ceux qui pense que le procédé de la répétition est absent des dernières œuvres du Maître de Bonn se trompent : le nième mouvement du quatuor fait se succéder les motifs

Car comme le disait si justement un autre de ses disciples, Nicolas Bacri, qui s'est lui aussi débarrassé du carcan post sériel,

"*Il ne suffit de comprendre une œuvre, il faut encore que l'œuvre nous comprenne*".

Une œuvre d'art doit être intelligible à nos sens. Un fichier compressé ou crypté perd son intelligibilité mais préserve l'information. Compression et cryptage ont cependant leur utilité mais elle échappe à nos sens.

Une musique doit être compressible syntaxiquement (répétition, etc). La musique sérielle n’est compressible que syntaxiquement et encore elle ne l’est guère

Elle peut être compressible sémantiquement ce qui se produira toutes les fois qu’il y a

L'aversion pour toute forme de répétition va cependant coûter cher à la musique atonale : en désorientant le public et en tardant à lui proposer une œuvre indiscutable, elle s'en est progressivement coupée.

Thèse de Bean 1961 Univ Illinois Journal of musical theory vol 10, 96-137

Information theory analyses of four sonata expositions

Changer les codes du concert entre contradiction flagrante avec le principe du son acoustique.