

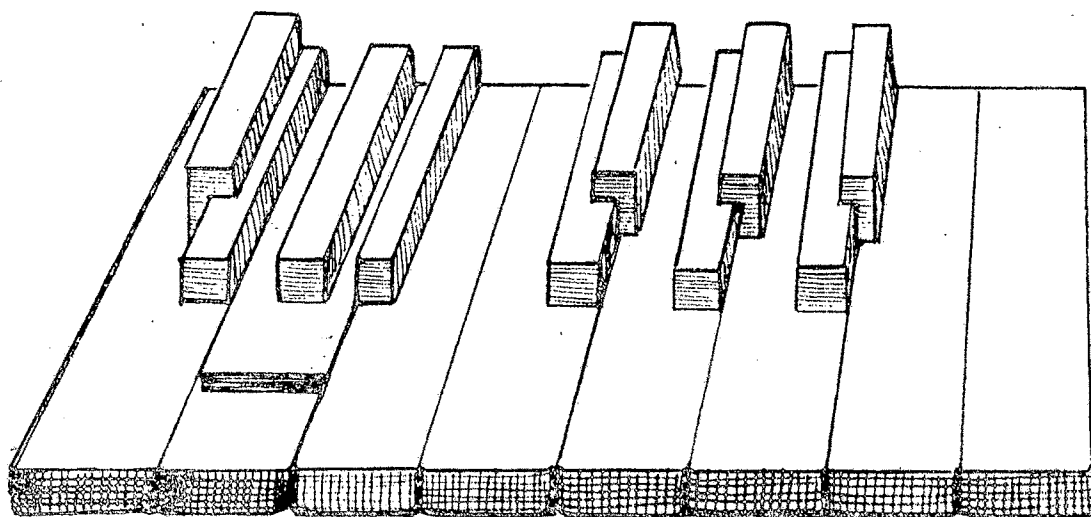
H. LE GROS

LE TEMPERAMENT

MAI 1972

N° 61

AVEC UNE INTRODUCTION de E. LEÍPP



GAM

BULLETIN DU GROUPE d'ACOUSTIQUE MUSICALE  
UNIVERSITÉ PARIS 6 - TOUR 66 - 2 PLACE JUSSIEU - PARIS 5<sup>e</sup>

UNIVERSITE PARIS VI  
Département de Mécanique  
Laboratoire d'Acoustique  
Tour 66 - 5ème étage  
2 Place Jussieu - PARIS 5°

Paris, le 29 Juin 1972

61ème réunion du G.A.M.

THEME : LE TEMPERAMENT

M. le Professeur SIESTRUNCK, pris par ses obligations universitaires n'a pu être des nôtres.

M. L. GAUTHIER, Président de l'UER de MECANIQUE a bien voulu présider la séance.

Etaient présents :

M. LEIPP Secrétaire général; Mlle CASTELLENGO secrétaire.

Puis par ordre d'arrivée :

M. LEGROS (Ingénieur); M. L. ETIENNE; M. H. MICHAUX (Professeur d'Education Musicale); M. LEGUY (Ingénieur); Mme, Mlle et M. F. LEGROS; Mme NYEKI (Phonoth. Nationale); M. CLERE; M. LEBOEUF; M. AURENGO (étud. Médecin); Mlle KUPPER-SCHMITT (étudiante); M. GUIRAUD (Ingénieur); M. HARDOUIN (Professeur); M. D. MERLET (Pianiste); M. DUBEAU; M. BOURDIAU (Etudiant); M. et Mme H. COX (Musicien); M. J.L. BOISSEAU (Facteur d'Orgues); M. R. DUBUC (Ingénieur aux A.T.P.); M. BESNAINOU (électronicien, facteur de luths); M. UBELMANN; M. E. VIVIE (Etudiant); M. BURNETT; Mlle BEGIN; M. A. CHENAUD (Président AFARP); M. FORTASSIE (Musicologue); M. CONDAMINES (Lab. Acoustique ORTF); M. BAERD (Ingénieur ONERA); Mlle DINVILLE (Orthophoniste); Mlle SILBER; Mme HAIK-VANTOURA (Compositeur); M. HAYES (Professeur de Mécanique); M. Flavio SILVA (Etudiant); J.F. LEGER (Etudiant); M. BOITEUX (Etudiant); M. HENNION (Etudiant); M. et Mme GRONIER (Magistrat); M. FRIDERICH (Guitarier d'Art); M. DAUDIN; M. HARTMANN (Facteur d'Orgues); M. GUT; Mlle RIALLAND (Etudiante); M. LEMARECHAL (Professeur); M. DUPARCQ (Co-Directeur, Revue Musicale); M. BRIGUET (Technicien Musicoliers); J.M. GOUELOU (Chanteur); M. de PAILLERETS (Ingénieur); Mahmoud GUETTAT (Etudiant); M. LARACINE (Preneur de Son); M. CASSAN (ORTF); M. TRAN QUANG HAI (ATP); M. CIVATTE (Ingénieur); Mlle ERNOUT (Etudiante); M. GATIGNOL (Maître Assistant); M. PERROT (docteur en Médecine); M. MARILLEAU (Ingénieur); M. GAUCET; M. DELHAYE; Mlle GAILLARD (Etudiante); M. TRAN VAN KHE (Maître Rech. CNRS); M. HAUVILLE; M. POUBLAN (Médecin-Biologiste); M. LANGEVIN; M. BESSON; M. OUNA; M. AUMEAU; M. J. WRIGHT (Musicien); Mlle CALONNEC; M. J. REBOTIER; M. MOUSSEAU (R.C.A.); M. J. CHAUVIN; M. G. GEAY (Compositeur); M. H. CHARNASSE (CNRS); M. H. DUCASSE (Informaticien); M. LEOTHAUD (Institut de Musicologie); M. J.L. VAL (Maître Assistant); M. F. SAIEB (Musicien); M. J. BERNARD (Maître de Conférences); M. ANDRE-TALAMON (CNRS); M. FORET (Compositeur); M. SERRETE; M. GROS (Prof. E.N. Auteuil); M. F. KADRI (Orthophoniste); M. J. MERLET (Producteur ORTF).

EXCUSES : M. MAILLOT; M. MOLES; M. BLONDELET; M. JUNCK; M. GILOTAUX; M. RENAUD; M. GUEN; M. VALLANCIEN; M. LEHMANN; M. J. CHAILLEY; M. AROM; M. CLAVIE; M. GEUENS; M. CEOEN; Mme DE CHAMBURE; Mlle ENGRAND; M. TOURTE; Mme FULIN; Mlle de CREVOISIER; Mlle SOLA; M. JOLIVET; M. LE ROY; M. LE LIONNAIS; M. J.M. LONDEIX; M. Francis CHAPELET; Mme STRAUS; M. BATAISSIER; Mme VERZENI; M. FRANCOIS; Mlle E. WEBER; M. J.A. VILLARD; M. J. LEQUEUX; M. DAGALLIER.

---

Périodique : 6 numéros annuels

Imprimeur : Laboratoire de Mécanique Physique, Université PARIS VI.

Nom du Directeur : M. le Professeur R. SIESTRUNCK.

N° d'Inscription à la Commission Paritaire : N° 46 283.

GAM "TEMPERAMENT"

H . L E G R O S

---

E R R A T A

p.3 - ESSAIS D'ACCORD : ajouter après la 4° ligne :

...."puis SOL dièze à la tierce de MI, DO à l'octave du premier, et de ce DO un LA bémol à la tierce majeure en descendant. Nous constatons que ce LA bémol est nettement plus haut que le SOL dièze, ce qui s'explique facilement ...."

p.4 - 3° paragraphe:

2° ligne, lire : "doit être réparti...."

3° ligne, lire : "...ou ajouté à l'une ..."

---

GAM - "Le tempérament décimal

L. ETIENNE

P3 - au lieu de = lire ⇒

p13- dernière ligne : "de ce qui nous a amené"

p14- ligne antépénultième lire "décimale"

INTRODUCTION AU PROBLEME DES TEMPERAMENTS par E. LEIPP.

Une réunion récente sur le "tempérament", au Laboratoire d'Acoustique, motivée par une émission radio/phonique, nous a montré une fois de plus à quel point il était indispensable de bien définir les termes utilisés en musique, musicologie et acoustique musicale. Il est clair que la majorité des discussions venaient de ce que chaque participant avait du mot "tempérament" une conception différente. Comme je ne suis moi-même guère compétent en ce domaine, j'avais alors consulté les écrits et ouvrages se rapportant à cette question. Il n'est sans doute pas hors de propos de donner ici pour commencer, les définitions qui m'ont semblé les plus claires extraites d'ouvrages ou de publications récents; M. LEGROS, je l'espère nous donnera des définitions historiques !

1°) HAVARD DICTIONARY OF MUSIC (1970). Willi APEL; 2° éd. BELKNAP Press of Harvard University) :

"<sup>(m)</sup>Tempérament : un système d'accordage dans lequel les intervalles sont des intervalles "purs" (c'est-à-dire acoustiquement corrects) du système de Pythagore et de l'intonation juste.

Les déviations par rapport à ces systèmes sont nécessaires. En effet ces deux systèmes, sont parfaits pour une série limitée de notes (en particulier celles de l'échelle en do majeur), mais ils deviennent inadéquats avec l'introduction de notes chromatiques. Ainsi il est nécessaire d'imaginer des méthodes qui, au lieu d'être parfaites dans des tonalités simples, et intolérables dans d'autres, partagent l'inévitable écart entre toutes les notes et toutes les clefs.

La réalisation optimale de ce principe est le tempérament égal, universellement employé de nos jours.

Avant son usage généralisé, de nombreux autres systèmes de tempérament étaient en usage, désignés sous le terme de tempéraments inégaux, parmi lesquels le "mean-tone" fut le seul à atteindre une signification pratique "

2°) MUSIKLEXIKON de RIEMAN (1967).. "Temperatur (fr. et anglais : tempérament) : C'est le réglage, indispensable en pratique musicale, de la hauteur des notes par rapport à la "justesse acoustique" (gamme des physiciens). Le tempérament à 12 échelons égaux partage l'octave selon la formule  $\sqrt[12]{2}$  en 12 demi-tons égaux et détermine ainsi des valeurs moyennes pour les notes, dont aucune n'est rigoureusement juste. Les tierces tempérées sont manifestement trop grandes de 2/3 de comma. Un tempérament similaire est décrit par G.M. LANFRANCO (1533). GALILEE (1581) mit le 1/2 ton à la proportion 17/18 (99 cents). "

3°) LAROUSSE DE LA MUSIQUE (1967) . " Système musical qui divise l'octave (rapport 2) en un certain nombre de notes. Ainsi le système proposé par HUYGHENS, en 31 notes par octave, était une sorte de tempérament. Il en est de même pour le système de SAUVEUR en 43 degrés par octave, ou celui de MERCATOR-HOLDER, en 53 degrés - commas ou commas holdériens. Toutefois le mot tempérament s'emploie plus spécialement pour les systèmes qui divisent l'octave en 12 demi-tons. Parmi ceux-ci, il convient de distinguer l'ancien tempérament inégal et l'actuel tempérament égal "

4°) DONNEES ELEMENTAIRES D'ACOUSTIQUE à l'usage des étudiants organistes  
(Marcel DUPRE; sans date) :

Tempérament. La division de l'octave en 12 sons a mis depuis des siècles les musiciens dans ce dilemme : ou bien n'utiliser qu'un petit nombre de tonalités voisines et de modulations pour garder aux accords de 3 sons leur justesse absolue, ou bien fausser les quintes et les tierces pour pouvoir utiliser les 12 tonalités, et moduler facilement d'un ton à n'importe quel autre, grâce à la confusion créée entre les dièzes et les bémols, c'est-à-dire grâce à l'enharmoine.

On a tout d'abord employé le tempérament inégal, dans lequel une des quintes, que l'on appelait la "Quinte du loup" était sacrifiée afin d'altérer le moins possible toutes les autres. Puis, un peu avant 1700, s'est imposé le tempérament égal, de NEIDHARDT et WERKMEISTER, encore en usage aujourd'hui.

5°) UN SYSTEME MUSICAL NOUVEAU : LE TEMPERAMENT DECIMAL (Luc ETIENNE)

Dans un écrit datant de 1969, notre ami Luc ETIENNE dit : "On appelle système musical bien tempéré, ou tempérament égal, tout système fondé sur la division de l'octave en un certain nombre d'intervalles égaux. Depuis le 18<sup>e</sup> siècle notre musique occidentale est composée et exécutée - au moins en ce qui concerne les instruments à sons fixes : clavecin, piano, orgue etc... dans le système du tempérament dodécaphonique, qui divise l'octave en douze intervalles égaux".

6°) LETTRE du Dr PERROT (extrait)

Indépendamment des définitions, voici un petit texte intéressant que nous communique le Dr PERROT. " Je voudrais préciser... que, contrairement à ce que j'ai cru comprendre (à la réunion GAM) on est assez bien renseigné sur les "partitions" du haut-moyen-âge. Il existe en effet des traités de mesure des tuyaux (d'orgue) dès le 9<sup>e</sup> siècle. Celui d'ODON DE CLUNY, du 10<sup>e</sup> siècle, utilise seulement la quinte et la quarte. Il obtient donc - théoriquement du moins - une gamme pythagoricienne. La plupart des autres traités sont plus rigoureux et ajoutent une correction pour tenir compte d'un tuyau embouché ne sonne pas exactement comme une corde. Mais tous (à ma connaissance) utilisent les simples rapports 2/3; 3/4; et 8/9 - et naturellement 1/2 .." .....

Visiblement toutes ces définitions divergent notablement. Les unes parlent d'un problème très général de découpage de l'octave en petits intervalles, égaux ou inégaux; d'autres donnent au terme "tempérament" un sens plus restrictif, souligné principalement, en Occident, par les instruments à clavier. Il faut préciser dès le départ que le thème abordé par M. LEGROS est pratiquement limité à ce dernier cas, mais il n'est certes pas inutile de poser en peu de mots le problème général.

Si le problème du tempérament était simple, on n'en discuterait pas depuis des siècles. Mais il recouvre en fait une réalité compliquée comportant de nombreuses variables qui interfèrent entre elles; et celle qui apporte le plus de complications est certainement, la présence du "récepteur" humain avec sa variabilité (performances du système auditif et des mémoires; conditionnement, etc..) et ses particularités relativement à la perception de la hauteur, qui sont loin d'être élucidées!

Quoiqu'il en soit, dès le départ, se pose déjà le problème du type d'instrument utilisé - donc le type de musique en cause. Les musiciens qui jouent des instruments à sons de hauteur variable (à grand champs de liberté des hauteurs) ne se sont en fait jamais beaucoup souciés de "tempérament" : ils "corrigent" la hauteur des notes pour satisfaire les particularités du système auditif de façon inconsciente. Selon le contexte, ils modifient la hauteur des "notes" en exploitant les propriétés de l'"oreille" : attraction, tolérance, équivoque, etc...

Mais avec les instruments à clavier, le problème change. On est obligé de faire un choix, ici, la hauteur de chaque son étant fixe. Et dès lors on est placé devant un cruel dilemme :

- ou bien il faut prévoir des claviers comportant un grand nombre de touches par octave, dont l'intervalle musical correspond à peu près au pouvoir séparateur de l'oreille. Admettons que celui-ci corresponde en pratique à peu près à un comma de Holder. Pour jouer sur les hauteurs de façon quasi-continue en pratique dans ces conditions, il faudra 53 touches par octave. L'instrument devient alors injouable parce que le musicien devra choisir entre 53 touches sans se tromper (alors qu'il n'y arrive pas toujours facilement avec 12 touches....). De plus l'encombrement d'un clavier de 6 ou 7 octaves devient évidemment prohibitif; sans compter les complications mécaniques pour le facteur. On a effectivement réalisé de tels instruments, mais pour des besoins de recherche psycho-physiologique sur les intervalles. Par exemple l'orgue expérimental (orthoclavier) de VAN ESBROECK et MONTFORT (qu'est-ce que jouer juste; 1945; Ed LUMIERE BRUXELLES). Mais.... on s'y contentait d'une octave et demie et on ne pouvait donc pas jouer véritablement de la musique avec cet instrument.
- ou bien on ne prend qu'un nombre limité de touches par octave, 12 par exemple. L'instrument devient jouable dès lors, mais l'intervalle entre touches successives est trop grand pour qu'il soit possible d'exploiter les effets d'attraction, de vibrato etc... Si on accorde les 12 touches par demi-tons égaux, on pourra bien entendu transposer une oeuvre, ou moduler en cours de jeu sans changer le caractère de l'oeuvre. Mais lorsqu'il s'agit de musique harmonique, il y aura nécessairement des grincements en certains points. Or notre système auditif accepte manifestement mieux la polyphonie lorsque les sons ne grincents pas entré eux ou qu'ils battent lentement (7 ou 8 battements au maximum).

Si on accorde les 7 notes diatoniques sans battements (gamme naturelle), on n'aura pas de problèmes de grincements, bien entendu. Mais par contre on ne pourra plus transposer une oeuvre sans en changer la nature musicale, les intervalles de cette gamme étant inégaux. Il ne sera pas davantage possible de moduler. Ceci limitera donc beaucoup la musique : lorsqu'on ne dispose que d'une tonalité unique, elle devient rapidement lassante.

Le tempérament est une tentative pour concilier l'inconciliable, pour trouver un compromis tel que la musique harmonique devienne "possible" grâce à la tolérance de l'oreille et aux mécanismes d'inhibition lors de l'écoute, qui permettent d'"oublier" ce qu'on ne veut pas entendre (les grincements, en l'occurrence). Cette conciliation n'est pas facile, car on se heurte à un problème pratique d'accordage. En effet, autant il est facile d'accorder sans battements, des quintes, des quarts, des tierces en gamme naturelle, autant il est difficile d'accorder à l'oreille 12 sons équidistants dans une octave. Or notre musique occidentale classique implique cette dernière division.

On se trouve alors en présence de grincements (battements rapides qu'on ne peut plus "compter" mentalement) et l'accordage devient très imprécis.

...../

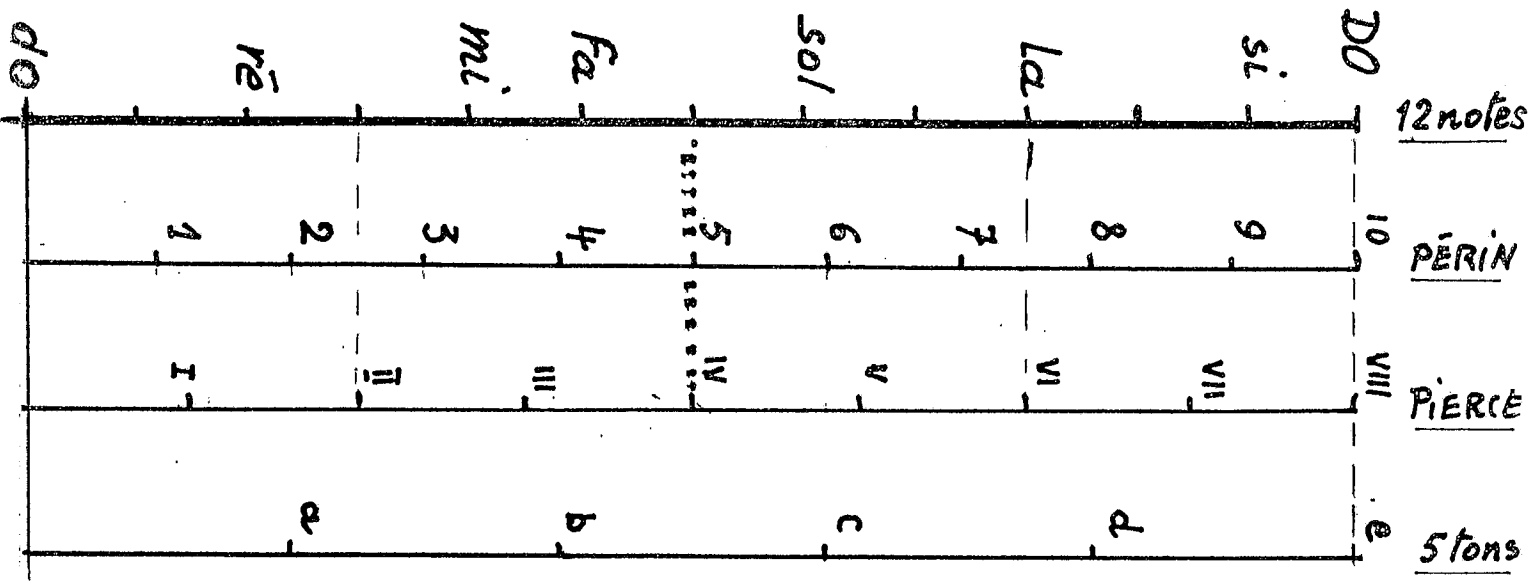
On peut évidemment se poser la question de savoir si le découpage en 12 intervalles par octaves n'est pas arbitraire et si l'on ne pourrait pas aussi bien faire de la musique en utilisant des tempéraments différents, avec 5, 8, 10 ... intervalles égaux par octave. Certains expérimentateurs ont tenté d'y répondre. Ainsi aux USA, PIERCE utilise un ordinateur pour découper l'octave en 8 parties égales et faire avec ces 8 "tons" de la musique expérimentale dont nous avons fait entendre au GAM un extrait. De même, L. ETIENNE nous a fait écouter quelques passages de musique qu'il a composée et jouée en utilisant un découpage en 10 échelons égaux par octave.

A l'écoute, nous trouvons cela plus ou moins "faux", ce mot signifiant en fait "non conforme" à nos habitudes auditives occidentales. Notre conditionnement détermine manifestement notre jugement.

Ce qui nous gêne en fait, à l'audition de ces musiques harmoniques à 8, 10... échelons est manifestement leur aspect insolite; mais les grincements ne sont pas plus pénibles, qu'avec la gamme tempérée à 12 demi-tons... On s'y fait ! On les inhibe rapidement ! Ce qui nous gêne, c'est qu'on nous propose un jeu nouveau, que nous ne connaissons pas, et que nous essayons de comprendre à travers les règles du jeu auquel nous sommes habitués (dodécaphonie). Nous essayons alors de faire des rapprochements en exploitant des mécanismes perceptifs assez mal connus : tolérance, équivoque etc... Lorsque deux sons très voisins nous sont proposés dans deux échelles différentes nous les confondons, nous leur donnons le même nom. Mais lorsqu'on se trouve exactement entre deux valeurs familières (une note située entre do et do dièse par exemple) la situation ambiguë du son qu'on nous propose nous oblige à faire des opérations mentales inhabituelles, donc fatigantes, donc désagréables. Dans ces conditions, les systèmes d'échelons qu'on nous proposera seront acceptés d'autant plus facilement que le nombre de points communs avec l'échelle qui nous est familière est plus grand. Il est intéressant de ce point de vue de comparer par exemple le tempérament égal auquel nous sommes habitués actuellement (12 demi-tons égaux) avec le tempérament à 10 échelons proposé par ETIENNE ou celui à 8 degrés de PIERCE, ou encore celui qui découpe l'octave en 5 échelons égaux (figure A - Leipp).

- Le tempérament en 8 échelons égaux PIERCE) présente 4 points communs avec le tempérament dodécaphonique : le ré dièse; le fa dièse, le la et le do (octave). La musique à 8 échelons nous semblera "étrange", mais moins qu'avec le tempérament dodécaphonique d'ETIENNE, où il ne reste plus qu'un seul point communs : le fa dièse. Avec 5 tons enfin, il n'y a en toute rigueur aucun point commun avec les "notes" dodécaphoniques.... Il faut noter cependant, que dans le "tempérament" de PIERCE, l'échelon II se place exactement entre le do dièse et le ré; d'où ambiguïté et malaise (on ne peut plus mettre de nom sur la note!) Il en va de même pour l'échelon III (exactement entre mi et fa; l'échelon V entre sol et sol dièse et l'échelon VII entre la dièse et si. Bref, quatre sons sur huit provoqueront un malaise auditif certain; d'où impression désagréable de cette musique pour celui qui est habitué de la dodécaphonie ! Par contre avec le tempérament d'ETIENNE, l'échelon 1 sera très voisin du do dièse, avec lequel on le confondra; l'échelon 4 sera voisin du fa; l'échelon 6 du sol, l'échelon 9 du si etc... Bref, en tenant compte de la tolérance et de l'équivoque, ce tempérament sera finalement mieux accepté que le précédent.

On peut reprendre le même raisonnement avec le tempérament à 5 échelons égaux. Le premier échelon (a) sera pris (en admettant un taux de fausseté), pour le ré; l'échelon (b) sera pris pour fa; l'échelon (c) pour sol et l'échelon (d) pour la dièse. Un musicien occidental notera cette "gamme" : do, ré, fa, sol, la dièse, en précisant que cette musique est "fausse" (sous-entendu que les notes ne cadrent pas exactement avec celles de la gamme à laquelle il est habitué. On a le témoignage de nombreux musiciens occidentaux qui ont relevé des musiques ethniques lors de leurs voyages.....



Comparaisons entre divers  
TEMPÉRACEMENTS ÉGAUX

Nous avons pu comparer des pièces exécutées dans ces divers tempéréments...  
 Pour l'auditeur conditionné au dodécaphonisme, les autres tempéréments seront d'autant plus insolites qu'ils auront moins de notes communes avec l'échelle à 12 tons. Ainsi on vérifie que le tempérament à 8 tons a 4 points communs, celui de PÉRIN 1 seul point commun (le Fa#), l'échelle à 5 tons n'a aucun point commun mais grâce à la tolérance et à l'équivoque on réussit à "accepter" les notes voisines comme "justes"...



Finalement, il faut ajouter qu'en musique monodique, toute échelle est possible. Il suffit d'apprendre à s'en servir et à l'écouter : en notes isolées il n'y a pas de grincements possibles ! Mais le problème se pose avec les sons simultanés. Lorsqu'ils sont trop éloignés les uns des autres, cela ne "passe" pas, car les grincements et les râclements ne sont esthétiquement supportés par personne.

On comprend donc les tentatives des musiciens occidentaux pour trouver un compromis optimum, qui soit à la fois "possible" auditivement, musicalement, et aussi pratiquement (accordage des instruments à clavier). On a proposé depuis trois siècles de nombreux systèmes représentant autant de compromis, mais dont chacun sacrifie nécessairement toujours quelque chose. Les compositeurs habiles se sont de toutes façons toujours arrangés pour ne pas trop insister sur les endroits où cela grince, et c'est pourquoi on vérifie que certaines musiques écrites à certaines époques "passent" bien avec tel tempérament utilisé alors, et deviennent insupportables ou inintéressantes musicalement avec des tempéraments différents. M. LEGROS va nous en entretenir longuement, du moins en ce qui concerne le tempérament en 12 demi-tons (égaux ou inégaux). Mais nous avons pensé utile de poser le problème très général dans lequel s'incorpore ce cas particulier et d'en montrer toute la complication.

E. LEIPP - 7 Juin 1972

\* \* \* \* \*

## LE TEMPERAMENT

par H. LEGROS

### DEFINITION :

On appelle parfois aujourd'hui tempéraments des échelles musicales nouvelles, réalisées en divisant l'octave en un nombre quelconque d'intervalles égaux. MERSENNE, au 17<sup>e</sup> siècle, avait déjà eu l'idée de divisions de l'octave en 9 ou 10 "demi-tons", et même en 24 "quarts de tons" égaux, mais on réservait à cette époque le nom de "tempérament" à certaines divisions de l'octave en 12 intervalles.

C'est dans ce sens que nous utiliserons le mot "tempérament", le sujet qui nous intéresse étant l'accord des instruments à sons fixes utilisés dans la musique occidentale traditionnelle et spécialement l'accord des instruments à clavier : orgue, piano, clavecin.

Accorder un tel instrument, c'est établir entre les sons qu'il peut produire des intervalles ayant une valeur aussi voisine que possible d'une valeur idéale considérée comme juste. C'est cette approximation des intervalles qui semble caractériser le tempérament au sens ancien du mot.

### INTERVALLES JUSTES :

Qu'est-ce qu'un intervalle juste ? Un intervalle est la différence de hauteur de deux sons. La hauteur d'un son est déterminée par une fréquence, nombre de vibrations par seconde; mais un son musical comporte en réalité une série de fréquences multiples d'une même fréquence plus basse, qu'on appelle fondamentale, et dont elles sont des harmoniques; c'est la fréquence fondamentale qui détermine la hauteur du son.

L'intervalle entre deux sons de fréquences fondamentales  $N$  et  $N'$  est caractérisé par le rapport  $N'/N$  de ces fréquences. Depuis l'Antiquité on a constaté expérimentalement, de façon d'abord indirecte sur des longueurs de cordes ou de tuyaux sonores, que des intervalles particulièrement intéressants, notamment ceux qui sont à la base de l'harmonie classique, correspondent à des rapports de fréquences voisins d'une "fraction simple" : par exemple, si  $N'/N$  est suffisamment voisin de  $3/2$ , les sons de fréquence fondamentale  $N$  et  $N'$  forment un intervalle intéressant, la quinte.

Par définition, nous aurons une quinte juste si  $N'/N = 3/2$ . Cette définition peut sembler arbitraire et trop mathématique; en fait elle correspond à une réalité acoustique et auditive.

En effet l'égalité ci-dessus peut s'écrire  $N'/3 = N/2$  .: Sous cette forme elle signifie que  $N'$  est l'harmonique 3 et  $N$  l'harmonique 2 d'une même fondamentale. Les intervalles que nous avons définis comme justes sont donc des intervalles entre harmoniques d'une même fondamentale.

Cette même égalité peut encore s'écrire  $2 N' = 3 N$  et signifie alors que, si  $N$  et  $N'$  sont les fondamentales de deux sons musicaux, l'harmonique 2 de  $N'$  et l'harmonique 3 de  $N$  ont la même fréquence. Les deux sons ont donc en commun un harmonique, plus une série d'autres, dont la fréquence est un multiple de celle de ce premier. ..../



Si l'on fait entendre les deux sons simultanément, ils vont se fondre partiellement l'un dans l'autre d'une façon qu'on pourra trouver agréable.

Mais à cette impression subjective s'ajoute la constatation objective d'un phénomène : si l'intervalle est, non pas juste, mais au voisinage de la justesse,  $2 N'$  sera légèrement différent de  $3 N$ , et si la différence est de quelques unités, on entendra des battements ayant pour fréquence cette différence. Or c'est précisément le phénomène des battements qui sert de guide aux spécialistes qui accordent les instruments; quand on accorde un intervalle, on fait disparaître les battements, ou bien on leur laisse volontairement une certaine fréquence.

C'est donc bien la valeur que nous avons définie comme théoriquement juste qui sert pratiquement de référence.

#### LA SERIE DES HARMONIQUES :

Considérons maintenant la suite des harmoniques d'un son fondamental, par exemple un DO grave. La fig. 1 représente un certain nombre de ces harmoniques, qu'il faut se représenter pour l'instant sans penser à aucun instrument. Chacun porte un numéro proportionnel à sa fréquence, le fondamental ayant le numéro 1. On voit apparaître presque tous les intervalles utilisés dans la musique classique, avec le rapport de fréquences qui les caractérise :

- 2/1 pour l'octave
- 3/2 pour la quinte
- 4/3 pour la quarte, etc...

On voit apparaître aussi des relations simples entre intervalles, évidentes pour les premiers, un peu moins pour ceux qui suivent.

Quand on a affaire à des intervalles justes, il faut en effet distinguer deux sortes de tons et deux sortes de demi-tons :

- le ton majeur (rapport de fréquences 9/8) est la différence entre la quinte et la quarte;
- le ton mineur (rapport de fréquences 10/9) est la différence entre la quarte et la tierce mineure;
- le demi-ton diatonique entre deux notes de noms différents (rapport de fréquences 16/15) est la différence entre la quarte et la tierce majeure;
- le demi-ton chromatique entre deux notes de même nom (rapport de fréquences 25/24) est la différence entre la tierce majeure et la tierce mineure.

Nous voyons de plus que la tierce majeure se divise en deux tons inégaux, l'un majeur, l'autre mineur, et que le ton mineur se divise en deux demi-tons inégaux, l'un chromatique, l'autre diatonique (cette dernière relation est représentée à part, le LA n'étant pas un harmonique de DO).

D'autres intervalles classiques se trouvent dans cette série d'harmoniques, sans être désignés sur la figure :

- sixte mineure  $8/5$ , sixte majeure  $5/3$ ,
- septième mineure  $16/9$  ou  $9/5$
- septième majeure  $15/8$



quarte augmentée  $25/18$ ,

quinte augmentée  $25/16$

La quarte diminuée  $32/25$  est désignée

la quinte diminuée  $36/25$  apparaîtrait en prolongeant un peu la série.

Tous les intervalles justes consonants et dissonants, se trouvent ainsi dans la série des harmoniques, les dissonants étant caractérisés par des fractions "moins simples". Ils se déduisent exactement les uns des autres par différence et peuvent tous se ramener à une combinaison d'octaves, quintes et tierces majeures justes. Si nous réalisons un instrument où ces trois intervalles de base : octave, quinte et tierce majeure, sont accordés justes, il y aura sur cet instrument un grand nombre d'intervalles justes.

Nous voyons cependant déjà, sur le tableau des harmoniques, apparaître une difficulté : il y a, de 16 à 32, l'octave; de 16 à 20 la tierce majeure ; de 20 à 25 encore la tierce majeure; mais de 25 à 32 la quarte diminuée, qui n'est pas une tierce majeure,  $32/25$  étant plus grand que  $5/4$ . Il est donc impossible de diviser l'octave en trois tierces majeures justes, contrairement à ce qu'on peut penser quand on commence à apprendre à jouer du piano.

#### ESSAIS D'ACCORD :

Cependant, sur un instrument exceptionnellement facile à accorder, le CANTOR du Laboratoire d'Acoustique de la Faculté des Sciences de Paris, essayons d'accorder des notes par tierces majeures justes (fig.2).

Partant d'un DO, accordons MI à la tierce juste, sans battement, puis SOL# ce qui s'explique facilement par le calcul indiqué sur la figure 2. Le comma enharmonique (rapport de fréquences  $128/125$ ), intervalle entre ce SOL# et ce LA $\flat$  est parfois appelé dièse enharmonique (le mot dièse étant féminin).

Essayons ensuite d'accorder par quintes justes.

Partant d'un DO, accordons SOL à la quinte juste, sans battements, puis RE à la quinte de SOL, puis LA, puis un MI que nous appellerons MI $+$ . Accordons par ailleurs un MI à la tierce juste du DO voisin. Nous constatons que ce MI est plus bas que le MI $+$ , et que celui-ci donne avec le DO voisin une tierce qui sonne faux. Cela s'explique encore facilement par le calcul indiqué sur la figure 2. Le comma majeur (rapport de fréquences  $81/80$ ), intervalle entre ces deux MI, est parfois appelé synton ou comma syntonique.

Etant partis d'un DO, continuons à accorder par quintes en montant, toujours sans battements. Au bout de 12 quintes, nous obtenons un SI# qui n'est pas un DO, mais est un peu plus haut que le DO. Le calcul indiqué sur la figure 2 montre bien que 12 quintes dépassent 7 octaves d'un intervalle caractérisé par le rapport de fréquences  $531\,441/524\,288$ , le comma pythagoricien, appelé quelquefois aussi comma ditonique.

Cette dernière relation est fondamentale. C'est parce que 12 quintes équivalent approximativement à 7 octaves que les instruments à clavier ont 12 touches par octave et que la musique occidentale a adopté une gamme à 12 degrés. La division de l'octave (toujours supposée juste) en 12 intervalles donne une échelle dans laquelle, en admettant une certaine mobilité des sons, on peut réaliser des quintes justes, la quinte juste valant approximativement  $7/12$  de l'octave et aussi des tierces majeures justes, la tierce majeure juste ayant, comme on le voit aussi figure 2, une valeur voisine du tiers de l'octave.

..../

1 comma majeur = 1 ton majeur - 1 ton mineur

$$\frac{81}{80} = \frac{9}{8} : \frac{10}{9}$$

5,4 savarts = 51,1 - 45,7 savarts

21,5 cents = 203,9 - 182,4 cents

fig.3

1 comma pythagoricien = 5,9 savarts = 23,4 cents = 1,09 comma maj.

1 comma enharmonique = 1/2 ton diatonique - 1/2 ton chromatique

$$\frac{128}{125} = \frac{16}{15} : \frac{25}{24}$$

10,3 savarts = 28,0 - 17,7 savarts

41,1 cents = 111,7 - 70,6 cents

1 comma enharmonique = 1,91 comma majeur

4 quintes = 2 octaves + 1 tierce maj. + 1 comma

12 quintes = 7 octaves + 1,1 comma

3 tierces maj. = 1 octave - 1,9 comma

Dans les instruments à sons fixes, il faudra par contre renoncer à la justesse absolue (au sens de notre définition) d'au moins certaines quintes et certaines tierces majeures. C'est ce compromis qui constitue le tempérament traditionnel.

Le troisième schéma de la figure 2 montre que, pour réaliser le tempérament, il faut accorder certaines quintes plus courtes que la valeur juste, en répartissant entre elles, en moins, le comma pythagoricien.

De même, le premier schéma montre que le comma enharmonique  $SOL\# - LA\flat$  soit être réparti entre les trois tierces majeures  $DO-MI$ ,  $MI-SOL\#$  et  $LA\flat-DO$ , ou entre deux d'entre elles, on ajoute à l'une d'entre elles pour faire de  $SOL\#$  et  $LA\flat$  une note unique.

Mais la correction apportée à une tierce majeure,  $DO-MI$  par exemple, dépend, comme on le voit sur le deuxième schéma, des corrections apportées à quatre quintes. Le problème est donc complexe; la correction apportée à un intervalle se répercute sur plusieurs autres.

### VALEUR DES COMMAS

Avant de passer aux principales solutions possibles, regardons figure 3 quelques relations intéressantes entre les plus petits intervalles dont nous avons parlé : les trois sortes de commas, et les deux sortes de tons et de demi-tons justes. Ces relations sont données sous forme symbolique, sous forme de relations entre rapports de fréquences, et sous forme de relations entre valeurs exprimées en unités logarithmiques, savarts ou cents.

L'octave vaut 301,03 savarts (1000 fois le logarithme de 2) ou 1200 cents (le demi-ton de la gamme tempérée égale, vaut 100 cents).

Ces unités logarithmiques permettent de remplacer les multiplications et divisions de rapports de fréquences par des additions et soustractions; elles permettent une comparaison facile de la grandeur des intervalles, alors que les rapports de fréquence ne font pas apparaître clairement cette grandeur. Compte tenu des relations ainsi établies entre les trois sortes de commas, on peut ne retenir, pour les calculs qui vont venir, que le comma majeur, le plus petit des trois; les schémas de la figure 2 peuvent être précisés sous la forme des relations écrites figure 3 dans le cadre en bas, où il ne s'agit plus que du comma majeur.

### TEMPERAMENT EGAL (figure 4)

Les commas et fractions de commas sont répartis également, d'une part en moins entre les quintes, qui sont toutes diminuées de  $1,1/12$  comma, d'autre part en plus entre les tierces majeures, toutes augmentées de  $1,9/3$  comma. On a ainsi, par comparaison avec la valeur juste, les valeurs données sur la figure pour les différents intervalles.

Tous les intervalles de même nature ont la même valeur. Quintes et tons sont très près de la valeur juste (si l'on considère pour le ton celle du ton majeur). Les demi-tons, tous égaux, sont environ un demi-comma plus petits que le demi-ton diatonique juste, ce qui est une différence déjà notable, et beaucoup plus grande que le demi-ton chromatique juste. Les tierces sont assez loin de la valeur juste, presque deux tiers de comma en trop pour les tierces majeures, presque trois quarts de comma en moins pour les tierces mineures.



ÉGAL

5 tes	justes - 0,09 comma
3 ces maj.	" + 0,63 "
3 ces min	" - 0,72 "
tons	Maj. justes - 0,18 "
1/2 tons	Diat. justes - 0,54 " (Chrom. justes + 1,35 comma)

Fig. 4

PYTHAGORE

5 tes	SOL6	RÉ6	LA6	M16	S16	FA	DD	SOL	RÉ'	LA	M1	SI
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,1
3 ces maj.	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
3 ces min.	+0,1	+0,1	+0,1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
tons	Maj.	Maj.	Maj.	Maj.	Maj.	Maj.	Maj.	Maj.	Maj.	Maj.	min-0,1	min-0,1
1/2 tons	C+2 (P+1,1)	C+2	C+2	C+2	C+2 (P+1,1)	D-1 (P)	D-1	D-1	D-1	D-1	D-1	D-1 (P)

Historiquement, ce sont surtout ces tierces majeures "outrées" qui ont longtemps empêché musiciens et facteurs d'instruments d'adopter le tempérament égal.

### TEMPERAMENT PYTHAGORICIEN (figure 4)

C'est une extension aux 12 degrés de la gamme de Pythagore à quintes justes. Il faut cette fois dresser un tableau complet des intervalles. Dans ce tableau figure sous le nom de chaque note la différence entre la valeur de chacun des intervalles basés sur cette note et la valeur juste du même intervalle (par ex. la quinte DO - SOL est juste, la tierce DO - MI a un comma de plus, la tierce DO - MI $\flat$  un comma de moins que si elles étaient justes, le ton DO - RE est un ton majeur juste, le demi-ton DO - RE $\flat$  a un comma de moins que le demi-ton diatonique juste).

Les notes sont placées dans l'ordre des tonalités et de l'accord des quintes. On voit qu'ici 11 quintes sont accordées justes. La douzième se trouve trop petite de 1,1 comma; elle est placée sur SI, et s'appelle pour cette raison SI - SOL $\flat$

De la justesse des quintes résulte que la plupart des tierces majeures sont trop grandes d'un comma et la plupart des tierces mineures trop petites d'un comma. Il y a cependant, à cause de la quinte courte basée sur SI, 4 tierces majeures et 3 tierces (mineures) pratiquement justes dans les tonalités voisines; un écart d'un dixième de comma est négligeable pour des tierces.

Les tons sont presque tous des tons majeurs justes, sauf deux dont la valeur est très proche de celle du ton mineur.

Nous reviendrons plus loin sur la valeur des demi-tons de cette échelle.

### TEMPERAMENT A TONS MOYENS (ou mésotonique, mot peu élégant traduisant l'anglais meantone et l'allemand mitteltönig).

Le tempérament, dont les intervalles sont donnés figure 5, a joué un grand rôle à l'époque dite baroque. Il a été conçu pour obtenir le plus grand nombre possible de tierces majeures rigoureusement justes. Ce nombre est au maximum de 8, puisque sur 3 tierces majeures une au moins doit être corrigée; si 8 sont justes les 4 autres seront trop grandes de 1,9 comma; ce sont de fausses tierces, en réalité des quartes diminuées justes, qui dans notre tableau s'appellent SI-MI $\flat$ , FA $\sharp$  -SI $\flat$ , DO $\sharp$  -FA et SOL $\sharp$  -DO.

Le MI $\flat$  et le SI $\flat$  ne peuvent être utilisés comme RE $\sharp$  et LA $\sharp$ , de même que FA $\sharp$ , DO $\sharp$  et SOL $\sharp$  ne peuvent jouer le rôle de SOL $\flat$ , RE $\flat$  et LA $\flat$ , du moins dans l'harmonie.

La justesse de la majorité des tierces majeures est obtenue en réduisant d'un quart de comma chacune des 11 quintes de MI $\flat$  à SOL $\sharp$ ; 11/4 de comma dépassant le 1,1 dont doit être réduit l'ensemble des quintes, la douzième quinte se trouve beaucoup trop grande: on l'a appelée quinte du loup, ou fausse quinte, ou défaut de l'accord; en réalité c'est une sixte diminuée, SOL $\sharp$  - MI $\flat$ , intervalle, il faut le reconnaître, fort dissonant.

9 tierces mineures sont réduites d'un quart de comma, comme les quintes; elles donnent comme celles-ci des battements, mais produisent une impression de grande justesse. Les 3 autres, très étroites, sont en réalité des secondes augmentées

...../

Fig. 5

MÉSOTONIQUE (Praetorius, Dom Bédos)

	M16	S16	FA	DO	SOL	RÉ	LA	M1	S1	FA#	DO#	SOL#
5 tes	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	+1,65
3 <sup>ces</sup> maj.	0	0	0	0	0	0	0	0	+1,9	+1,9	+1,9	+1,9
3 <sup>ces</sup> min.	-2,15	-2,15	-2,15	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25
tons	moy.	moy.	moy.	moy.	moy.	moy.	moy.	moy.	moy.	moy.	M+1,4	M+1,4
1/2 tons	C+0,25	C+0,25	C+0,25	C+0,25	C+0,25	D+0,25	D+0,25	D+0,25	D+0,25	D+0,25	D+0,25	D+0,25

NATUREL (Zarlino)

	M16	S16	FA	DO	SOL	RÉ	LA	M1	S1	FA#	DO#	SOL#
5 tes	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	+1,9
3 <sup>ces</sup> maj.	0	0	0	0	0	0	0	0	+1,9	+1,9	+1,9	+1,9
3 <sup>ces</sup> min.	-1,9	-2,9	-1,9	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0
tons	min.	min.	Maj.	Maj.	min.	min.	Maj.	Maj.	min.	min.	M+1,9	M+1,9
1/2 tons	C	C	C+1	C	C	D	D+1	D	D	D	D+1	D

MI $\flat$  - FA $\sharp$  , SI $\flat$  - DO $\sharp$  , FA-SOL $\sharp$  .

Les tons sont presque tous des "tons moyens", de valeur moyenne entre le ton majeur et le ton mineur justes. Deux, anormalement grands, sont en réalité des tierces diminuées : DO $\sharp$  - MI $\flat$  et SOL $\sharp$  - SI $\flat$  .

Les demi-tons sont très réguliers dans leur inégalité. Tous ont un quart de comma de plus que le demi-ton diatonique ou que le demi-ton chromatique juste.

#### TEMPERAMENT NATUREL (figure 5)

C'est une extension aux 12 degrés de la gamme dite naturelle, ou gamme de Zarlin, bien connue des physiciens, gamme diatonique de DO majeur où tous les intervalles comptés à partir de DO (DO-RE, DO-MI, DO-FA, etc...) sont justes, et où les accords parfaits de DO, FA et SOL majeur, ainsi que ceux de MI et LA mineur, sont rigoureusement justes; en revanche, la quinte RE-LA et la tierce RE-FA sont l'une et l'autre trop petites d'un comma.

En complétant cette gamme naturelle de DO par des dièses et bémols à la tierce majeure juste des notes naturelles, on obtient les intervalles représentés sur le tableau de la figure 5.

Une quinte sur 4 est réduite d'un comma; les autres sont justes, sauf la "quinte du loup", qui devient cette fois une sixte diminuée (SOL $\sharp$  - MI $\flat$ ) rigoureusement juste, la sixte mineure SOL $\sharp$  - MI étant juste ainsi le demi-ton chromatique MI $\flat$  - MI. Elle n'en est pas mieux sonnante pour cela, un intervalle altéré étant d'autant plus agressif qu'il est plus près de sa valeur théoriquement juste.

Les tierces majeures (et les quartes diminuées) ont les mêmes valeurs que dans le tempérament à tons moyens.

Les tierces mineures sont cette fois justes, ou diminuées d'un comma (ainsi que les secondes augmentées).

Les tons sont des tons majeurs justes ou mineurs justes, sauf deux qui sont en réalité des tierces diminuées justes.

Les demi-tons sont des demi-tons diatoniques ou chromatiques justes, sauf trois, qui ont un comma en trop.

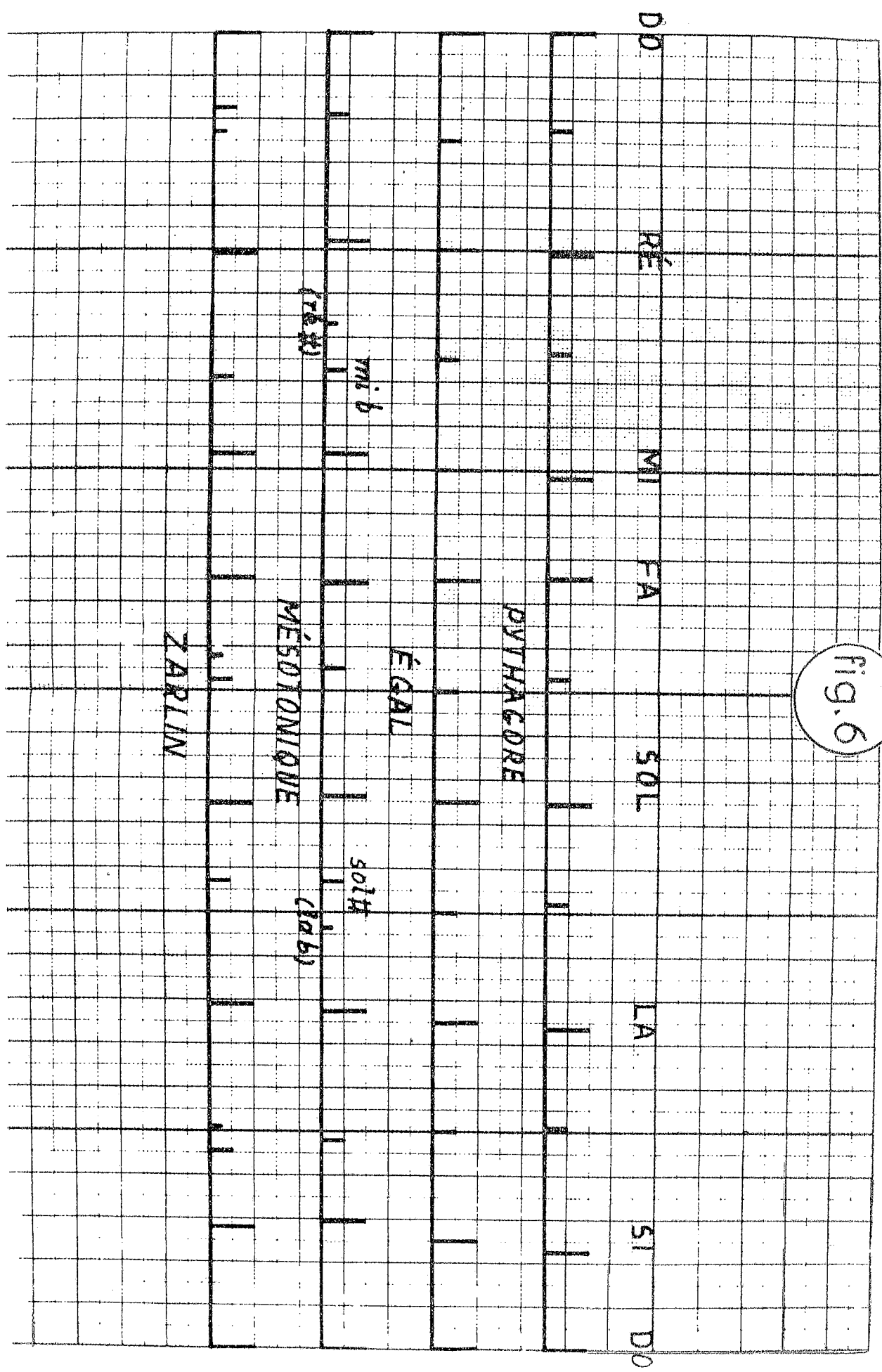
En résumé, tous les intervalles de ce tempérament naturel sont justes, qu'ils soient consonnants ou dissonnants, sauf 9 qui ont un comma en plus ou en moins. Mais n'en concluons pas que c'est le tempérament idéal; loin de là, c'est même un des plus mauvais qu'on puisse imaginer. Il y a beaucoup d'intervalles consonnants justes, mais dans toutes les tonalités on rencontre de faux intervalles (dissonnants), ou des intervalles faux d'un comma, même en DO majeur où la quinte RE-LA est trop petite d'un comma.

MERSENNE a décrit des échelles musicales analogues à celle-ci. Il les appelait gammes justes ou parfaites, par opposition aux gammes tempérées, parce que réalisées entièrement par quintes et tierces justes. Mais avec raison il ne les considérait comme applicables aux instruments à clavier que moyennant l'adjonction de touches supplémentaires permettant de jouer des intervalles justes à la place des intervalles faux et faux intervalles.

Le tempérament à tons moyens, véritable tempérament au sens de MERSENNE,

...../

Fig. 6



peut être considéré comme obtenu à partir de l'échelle naturelle en "coupant les commas en quatre". Répartis par quarts entre les quintes, les tierces mineures et les demi-tons, les commas en trop ou en moins ne gênent plus, et l'on a 8 accords parfaits majeurs et 9 accords parfaits mineurs permettant de jouer dans un assez grand nombre de tonalités avec une justesse relative supérieure à celle du tempérament égal.

### DEMI-TON PYTHAGORICIEN

Si nous revenons maintenant aux demi-tons du tempérament pythagoricien (figure 4), nous voyons que les demi-tons diatoniques sont trop petits d'un comma, et les demi-tons chromatiques trop grands de deux commas. Ils sont donc les uns et les autres très loin de leur valeur juste, à tel point même que le demi-ton chromatique est devenu plus grand que le diatonique. Cela signifie-t-il que ces demi-tons soient faux ? Non, mais bien qu'ils correspondent à une autre définition de la justesse que celle par les harmoniques. La gamme de Pythagore a été conçue à l'origine pour une musique purement mélodique. Il existe un demi-ton pythagoricien diatonique juste (P sur le tableau) défini par la différence entre 3 octaves superposées et 5 quintes justes superposées. Les Grecs l'appelaient "limma". Il est plus petit que le demi-ton chromatique (pythagoricien), et la différence des deux, 1,1 comma majeur, est précisément le comma pythagoricien.

### COMPARAISON D'ECHELLES

La figure 6 donne sous forme graphique une comparaison des 4 échelles décrites ci-dessus. Elle permet de comparer d'un coup d'oeil les valeurs des quintes, tierces, tons (majeurs, mineurs, moyens), demi-tons (diatoniques, chromatiques, pythagoriciens) d'une échelle à l'autre.

Dans l'échelle mésotonique, nous avons ajouté un  $RE\sharp$  et un  $LA\flat$  doublant le  $MI\flat$  et le  $SOL\sharp$ , pour montrer le comma enharmonique, différence de la quarte diminuée  $SOL\sharp - DO$  et de la tierce majeure  $LA\flat - DO$ . Dans l'échelle de Zarlin, nous avons indiqué les 3 commas majeurs en excès sur les demi-tons justes, le premier et le dernier sur les demi-tons diatoniques  $DO\sharp - RE$  et  $LA - SI\flat$ , celui du milieu sur le demi-ton chromatique  $FA - FA\sharp$ .

Ce graphique illustre bien les comparaisons sonores d'intervalles consonants et dissonants, et des gammes diatoniques et chromatiques, que nous avons enregistrées sur le CANTOR. Intéressante est en particulier la comparaison de la quinte augmentée  $DO - SOL\sharp$  avec les intervalles voisins  $DO - SOL$  et  $DO - LA$ . Dans les deux échelles du bas, on entend bien une dissonance entre deux consonances; la gamme tempérée égale confond la dissonance de quinte augmentée avec la consonance de sixte mineure; dans la gamme de Pythagore, la sixte majeure  $DO - LA$  devient dissonante.

Enfin, un fragment mélodique simple, comme  $DO, LA, SOL, FA, SOL, LA, SI, DO$ , paraît plus juste dans la gamme de Pythagore que dans la gamme naturelle. Mais si l'on ajoute trois notes de basse,  $FA, SOL, DO$ , les tierces  $FA-LA$  et  $SOL-SI$  sont fausses dans le premier cas, justes dans le second. Il y a parfois contradiction entre la justesse (mathématiquement définie) de l'harmonie et la justesse (purement expressive) de la mélodie. Un chanteur ou un violoniste a tendance à chanter ou jouer une note sensible haut, alors qu'elle doit être basse pour que l'accord de dominante soit juste.

...../

D'autre part, les essais faits avec un timbre très pauvre en harmoniques montrent que dans ce cas la perception des intervalles perd beaucoup de sa précision et qu'on distingue à peine ceux qui sont faux de ceux qui sont justes, surtout dans le cas des tierces.

### LE TEMPERAMENT DANS L'HISTOIRE DE LA MUSIQUE JUSQU'AU MILIEU DU 17<sup>e</sup> SIECLE

Comment les instruments à clavier ont-ils été réellement accordés aux diverses époques de l'histoire de la musique ? Les écrits des théoriciens, et la musique écrite elle-même, nous donnent de précieux renseignements.

D'après Karl BORMANN, auteur d'études très documentées sur l'orgue du Moyen-Age [1], le tempérament pythagoricien que nous avons décrit aurait été proposé en 1332 par SPECHTSHART VON REUTLINGEN et couramment appliqué aux orgues.

Ceci est confirmé par un texte d'Henri ARNAUT DE ZWOLLE (qui vécut à Dijon de 1436 à 1454), d'ailleurs analysé dans le bulletin N° 54 du GAM [2]. La "composition des clavicornes suivant le livre de BAUDEQUET" décrit un procédé de division de la longueur d'une corde, donnant les 12 sons à l'intérieur d'une octave. Le résultat correspond à celui obtenu en accordant 11 quintes justes descendantes ou quartes justes ascendantes du SI au SOL $\flat$ .

L'examen de la musique d'orgue des 14<sup>e</sup> et 15<sup>e</sup> siècles confirme l'emploi d'un accord par quintes justes. Octave et quinte y sont employées harmoniquement comme consonances, les tierces et sixtes en général plutôt comme dissonances résultant de broderies ou notes de passage, ou entre parties en mouvement parallèle avec des valeurs brèves. Cependant, dans le BUXHEIMER ORGELBUCH (vers 1470), on trouve fréquemment les tierces majeures RE - FA $\sharp$ , LA - DO $\sharp$  et MI - SOL $\sharp$  entre notes longues, parfois même dans l'accord final. Or ces tierces sont précisément trois de celles qui sont justes dans le tempérament que nous avons décrit, et où la quinte anormale trop courte de 1,1 comma est SI - FA $\sharp$  (SI - SOL $\flat$ ).

Par contre, d'autres musiques d'orgue emploient SI - FA $\sharp$  comme consonance; il a pu y avoir d'autres manières de placer la quinte courte. Par ailleurs on trouve dans certaines pièces d'orgue toutes sortes de tierces entre notes de longue durée, ce qui peut faire douter de l'emploi du tempérament pythagoricien : c'est le cas des variations d'Adam ILEBORGH, publiées en 1448.

Il est actuellement difficile de se procurer des éditions complètes des recueils de musique pour clavier de cette époque, et donc difficile de se faire une opinion en connaissance de cause. De plus, il faut penser que la conception qu'on pouvait avoir alors de l'harmonie, de la consonance et de la dissonance, était certainement très différente de la nôtre; on n'écoutait pas la musique de la même façon.

Le plus ancien recueil de musique d'orgue française est celui publié en 1531 par ATTAINGNANT. Nous sommes alors, semble-t-il dans une période de transition. Le tempérament pythagoricien semble mal convenir à cette musique, où l'on trouve de nombreuses consonances de tierce, mais le tempérament à tons moyens n'est pas satisfaisant non plus : on souhaiterait moins de battements sur les quintes, qui se présentent souvent à découvert (essais sur le CANTOR et sur un orgue du milieu du 16<sup>e</sup> siècle en Autriche).

Il est certain qu'on n'est pas passé du jour au lendemain du tempérament pythagoricien à quintes justes au tempérament à tons moyens et tierces majeures justes, dont la première description date de 1523.

Mais la période de transition est mal connue, et ce que dit BORMANN [ 1 ] du tempérament de SCHLICK (1511) est insuffisant. Le traité de SCHLICK est actuellement introuvable en édition moderne.

La première description du tempérament à tons moyens est due à Pietro ARON, dans un ouvrage paru à Venise en 1523 (d'après la préface de l'édition moderne du traité de Jean DENIS [ 5 ] . Notons cette date, antérieure à celle du premier traité de ZARLINO (1558); mais la gamme "naturelle" était sans doute déjà connue avant ZARLIN.

PRAETORIUS [ 3 ] indique en 1619 trois méthodes pratiques pour accorder les instruments à clavier. Les trois méthodes donnent le même résultat : 11 quintes réduites de manière à rendre justes, sans battements, 8 tierces majeures; fausse quinte SOL# - MI $\flat$  non accordée. La conclusion du chapitre est d'ailleurs claire, même pour qui ne sait pas le latin " ... Tertia major in temperatura retinet suam veram proportionem ; .... Quinta in temperatura per Quartam partem Commatis minuitur ... " Il s'agit bien du tempérament à tons moyens que nous avons décrit.

MERSENNE [ 4 ] explique en 1636 "le plus aysé, et le plus parfait Diapason des Orgues que l'on puisse imaginer, lorsque l'on use du tempérament ...." (Livre Sixième des Orgues. Proposition XVI) : " ... parce que l'on ne peut garder la différence du ton mineur et du majeur, on les fait esgaux .... : on diminue le ton majeur d'un demy comma, dont on augmente le mineur : d'où il arrive que les Tierces majeures demeurent en leur perfection.... la Tierce mineure est trop petite d'un quart de comma. La Quinte est aussi trop faible d'un quart de comma .... "

A ces détails, et à d'autres encore (demi-tons augmentés d'un quart de comma, quarte diminué juste, etc...), nous reconnaissons le tempérament à tons moyens, et à la proposition 29 du livre 6° ("méthode d'accorder les orgues") de même qu'à la proposition 2 du livre 3° (accord de l'épinette), nous avons confirmation de sa réalisation avec fausse quinte SOL# - MI $\flat$  .

Jean DENIS, facteur d'instruments et organiste, décrit en 1650 la même méthode d'accord sous le titre " Comment il faut accorder l'espinette et le prestant des orgues " [ 5 ] .

Plus d'un siècle plus tard, DOM BEDOS [ 6 ] est encore partisan du tempérament à tons moyens : " Selon l'ancienne partition, on affaiblit environ onze quintes d'un quart de comma .... ce qui se fait ainsi pour sauver ou rendre justes huit tierces majeures ; ... une seule quinte .... devientoutrée .... Les facteurs appellent cette quinte la quinte du loup." DOM BEDOS présente ensuite un tableau donnant "le nombre de commas dont chaque quinte et chaque tierce est composée". Il a malheureusement ajouté ensemble des commas qui n'ont pas tous la même valeur, de sorte qu'il arrive à des conclusions fausses sur la grandeur des quintes et des tierces. Mais la méthode pratique d'accord qu'il indique ensuite, avec la fréquence des battements des premières quintes, donne bien le tempérament à tons moyens. Ceci a été démontré et expérimenté il y a quelques années à Poitiers, à la Faculté des Sciences, par J.M. BOURROT et J.A. VILLARD [ 7 ] .

Outre ces textes d'époque, quelques orgues anciens exceptionnellement bien conservés témoignent de l'emploi du tempérament à tons moyens. Ce sont des cas isolés, presque miraculeux, d'instruments restés longtemps inutilisés.

L'orgue de FREDERIKSBORG, au Danemark, construit en 1612 par ESAIAS COMPENIUS, ami de PRAETORIUS, est conservé dans un château-musée; ses tuyaux, en bois, n'ont pas été retouchés. Il est accordé avec 6 tierces majeures justes, et 2 autres un peu plus grandes que justes : SI $\flat$  - RE et MI $\flat$  - SOL .

L'abbaye de MURI, en Suisse, abrite trois orgues dans son église; le plus

...../



petit, construit en 1744 par BOSSARD, est resté inutilisé de la fin du 18<sup>e</sup> siècle jusqu'à nos jours. Il a été restauré sans modifier l'ancienne partition, qui a été relevée avec un appareil électronique [8]. Certaines quintes sont réduites de moins d'un quart de comma; seule la tierce majeure SOL - SI est rigoureusement juste, les autres sont un peu plus grandes, les plus grandes étant MI - SOL# (1/4 de comma en plus) MIb - SOL et SIb - RE (1/3 de comma en plus).

Au-dessus du chœur de la Hofkirche d'Innsbruck, en Autriche, se trouve un orgue construit en 1561 par GEORG EBERT, récemment restauré dans un état proche de l'état original après être resté un siècle et demi inutilisé. Grâce à certains tuyaux exceptionnellement intacts on a retrouvé la partition ancienne, qui est très proche de celle à tons moyens, sauf pour le MIb, plus bas, qui était peut-être un RE#.

Voilà donc des instruments qui témoignent de l'emploi du tempérament à tons moyens pendant une longue période; les écarts qu'ils présentent avec celui-ci sont faibles, qu'ils soient intentionnels ou accidentels.

Que nous apprend d'autre part la littérature pour clavier des 16<sup>e</sup>, 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècles? Jusque vers le milieu du 17<sup>e</sup>, le nombre de tonalités utilisées est réduit. On n'emploie pas, sauf très exceptionnellement, d'autres bémols que SIb et MIb, pas d'autres dièses que FA#, DO# et SOL#. Cette musique paraît bien destinée à des instruments accordés au tempérament à tons moyens; elle n'utilise pas la fausse quinte et les fausses tierces de ce tempérament, ou bien, si ces intervalles s'y rencontrent, ils sont écrits comme dissonances (de sixte diminuée, quarte diminuée ou seconde augmentée) sur des notes de passage. D'ailleurs, jouée sur un autre tempérament, surtout sur le tempérament égal, où les tierces n'ont pas la même force d'affirmation tonale, elle perd une partie de son caractère et devient vite monotone et ennuyeuse. Elle est pour cette raison peu jouée aujourd'hui.

La musique de clavier du 16<sup>e</sup> siècle ne pratique pas le chromatisme, c'est-à-dire que le demi-ton chromatique n'y est pas employé mélodiquement. Le chromatisme fait son apparition vers la fin du siècle chez SWEELINCK, suivi par FRESCOBALDI, dont les thèmes chromatiques exigent l'alternance des demi-tons inégaux du tempérament de l'époque pour retrouver leur véritable caractère.

Vers le milieu du 17<sup>e</sup> siècle, un changement s'amorce. Les musiciens commencent à se sentir à l'étroit dans le cercle des tonalités permises par le tempérament à tons moyens. Le clavecin permet de modifier ce cercle en changeant momentanément l'accord de certaines notes, mais les organistes n'ont pas cette possibilité. Cependant PRAETORIUS décrit l'orgue de BUCKEBURG, construit en 1615 par COMPENIUS, où tous les MIb étaient doublés par une touche supplémentaire donnant RE#, et les SOL# par un LAb. Ces deux touches doublées, combinées avec le tempérament à tons moyens, permettaient d'éviter la quinte du loup, deux fausses tierces majeures et deux fausses tierces mineures; il ne restait plus que deux fausses tierces majeures, FA# - SIb et DO# - FA, et une fausse tierce mineure, SIb - DO#. Cette disposition, exceptionnelle dans l'orgue, a eu un temps de faveur pour le clavecin, notamment en Italie et en Angleterre, où l'on trouve de tels instruments jusqu'au milieu du 18<sup>e</sup> siècle.

NIVERS, organiste de St-Sulpice à partir du milieu du 17<sup>e</sup> siècle, ne disposait pas de ces touches supplémentaires, et l'écriture des pièces transposées de ses deux premiers livres d'orgue (1665 et 1667) prouve que son orgue était encore au tempérament à tons moyens. Il écrit une suite du premier ton (RE Mineur) transposé en DO (mineur), où il évite soigneusement d'employer le LA b. Dans la suite du premier ton transposé en MI (mineur), le RE#, dont il a besoin comme sensible, n'apparaît que très brièvement, après de longs retards ou broderies, ou orné pour qu'on l'entende moins ou à la basse sur un jeu doux; le LA#, nécessaire pour moduler à la dominante, est presque toujours escamoté ou remplacé par un LA naturel.

Même jeu dans des versets pour l'hymne "Pange lingua", dont la tonalité originale est LA mineur avec finale sur un accord de MI majeur. Dans les versets transposés un ton au-dessus, l'accord final de FA# est tout simplement sans tierce.

On a quelque fois reproché aux compositeurs français de musique d'orgue des maladresses d'écriture et un manque de sens tonal. Dans certains cas, les passages incriminés peuvent avoir été au contraire des artifices adroits d'un organiste qui connaissait bien le tempérament de son orgue.

Mais NIVERS, dans son troisième livre d'orgue, paru en 1675, se met à employer couramment le RE#. F. COUPERIN l'emploie aussi dans ses deux messes pour orgue parues en 1690; il y emploie aussi le LA $\flat$ . N. de GRIGNY fait de même en 1711. D'autres vont jusqu'au LA# et au RE $\flat$ . On peut donc penser que, peu à peu, on retouche le tempérament des orgues en France baissant un peu les bémols pour qu'ils puissent servir de dièses, montant un peu les derniers dièses pour qu'ils puissent servir de bémols.

### LES TEMPERAMENTS DE TRANSITION DU 18<sup>e</sup> SIECLE.

En Allemagne, l'évolution commence plus tôt et va plus vite. Non seulement elle est visible dans la musique, mais dès 1681 WERCKMEISTER propose de nouveaux tempéraments qui élargissent considérablement le champ des tonalités possibles. NEIDHART, dès 1706, propose des solutions encore plus proches du tempérament égal, et pour finir le tempérament égal lui-même. De nombreuses autres propositions sont faites [9].

En France, J.-J. ROUSSEAU décrit en 1767 dans son "Dictionnaire de musique" un tempérament préconisé par RAMEAU : "On commence par l'UT et l'on affaiblit les 4 premières quintes en montant jusqu'à ce que le quatrième MI fasse la tierce majeure bien juste avec le premier UT.

En continuant d'accorder par quintes, dès qu'on est arrivé sur les dièses, on renforce un peu les quintes, quoique les tierces en souffrent : et quand on est arrivé au SOL#, on s'arrête; ce SOL# doit faire avec le MI une tierce majeure juste, ou du moins souffrable. On reprend l'UT et l'on accorde les quintes au grave; savoir FA, SI $\flat$ , etc., faibles d'abord, puis les renforçant par degrés, jusqu'à ce qu'on soit parvenu au RE $\flat$ , lequel, pris comme UT#, doit faire quinte avec le SOL#. Les dernières quintes se trouveront un peu fortes, de même que les tierces majeures."

Ce texte de ROUSSEAU n'est pas parfaitement clair, sauf en ce qui concerne l'accord des 4 premières quintes, qui se fait à peu près comme dans le tempérament à tons moyens. Pour le reste, il laisse une grande latitude à celui qui fait la partition; celle-ci peut être plus ou moins loin du tempérament à tons moyens suivant qu'on renforce plus ou moins vite les quintes suivantes.

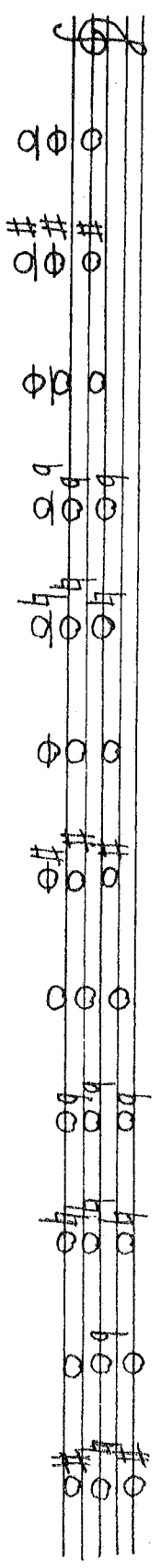
En 1771, KIRNBERGER, qui avait été élève de J.-S. BACH de 1739 à 1741, publie un traité de musique dans lequel il affirme avoir mis l'enseignement de son maître, ce qui est confirmé par FORKEL, par d'autres élèves et par les fils de BACH eux-mêmes [9]. Dans ce traité, il décrit deux formules de tempérament inégal, auxquelles s'ajoutera par la suite une troisième.

En 1779, dans une lettre à FORKEL, KIRNBERGER qualifie le tempérament égal de très mauvais. Il n'a donc pas appris de BACH à la réaliser sur un clavecin, et l'on peut se demander si BACH a vraiment été partisan du tempérament égal tel que



Fig.8

Battements des quintes et quartes (L43 = 440)



Interval	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Mésotonique	2,45	2,6	2,75	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	—	4,1	4,4	4,6			
Werckmeister II	2,7	0	3,0	0	0	0	0	4,0	0	0	0	0	5,0		
Kirnberger II	0	0	5,5	0	0	0	1,4	0	0	8,2	0	0			
Kirnberger III	1,8	0	3,5	0	0	0	1,4	3,4	0	4,5	0	0			
Egal	0,9	0,95	1,0	1,05	1,1	1,2	1,25	1,35	1,4	1,5	1,6	1,7			



En 1596, le Chinois CHE-TSAI-YU donne une méthode graphique pour faire ce calcul. En 1692, le Japonais NAKANE trouve la valeur 0,94 qui est une bonne approximation du rapport inverse.

Mais en Orient ces calculs restèrent purement spéculatifs et l'on ne réalisa pas musicalement la gamme tempérée égale à 12 sons [12].

En Occident, MERSENNE donne en 1636 [4] un calcul très précis des intervalles de la gamme tempérée égale. "Livre premier des instruments à cordes - Proposition XIV : Expliquer un autre Monochorde qui sert pour diviser le manche du Luth, de la Viole, du Cistre et de tous les autres instruments à manches touchés en 9, 10 ou 12 demy-tons esgaux, et pour faire le Diapason des Orgues". Les nombres que publie MERSENNE et que "Monsieur BEAUGRAND très excellent Géomètre a pris la peine de supputer" définissent les intervalles du tempérament égal avec une précision supérieure à celle que donne une table de logarithmes courante (fig. 9).

Mais malgré l'allusion du titre de la proposition aux orgues, MERSENNE destine surtout ces chiffres à la division du manche des instruments à cordes, luths et violes, qui déjà à cette époque étaient, au moins théoriquement, au tempérament égal. Au livre second, Proposition I, MERSENNE décrit le "tempérament" du luth et des autres instruments à manche, qui "consiste en 12 demi-tons égaux" - "Plusieurs facteurs d'instruments divisent la longueur du Luth, ou de la corde à vuide en 18 parties, dont la 17<sup>e</sup> fait la première touche ...."

Ce rapport 18/17 correspond à un intervalle à peine plus petit que le demi-ton tempéré égal. Compte tenu de la pression du doigt augmentant la tension de la corde, le tempérament égal devait être dans la pratique approximativement réalisé sur chaque corde.

A la proposition XI du livre second, MERSENNE explique "la manière d'accorder le Luth" : chaque corde à vide est accordée à l'unisson d'une note touchée sur une corde plus grave; les intervalles entre cordes à vide sont donc aussi tempérés.

PRAETORIUS [3] confirme qu'à cette époque la division du manche de la viole de gambe et du luth donnait des demi-tons égaux (chapitre XL).

Mais, concernant les instruments à clavier, on lit dans MERSENNE (Livre troisième, première proposition) : "... l'épinette a celà d'excellent qu'un seul homme fait toutes les parties d'un concert, ce qu'elle a de commun avec l'orgue et le luth; mais ses accord et ses sons approchent plus près de la juste proportion de l'harmonie qu'ils ne le font sur le luth ....". Et dans les "Nouvelles observations...." (7<sup>e</sup> observation) : "... on est contraint de faire tous les demi-tons égaux sur la Viole, le Luth, etc... pour jouer toutes sortes de pièces dessus. Mais je ne sçache personne que le sieur GALLE, qui ayt accomodé cet accord à l'Orgue et à l'Epinette... les Quintes sont si peu diminuées, qu'il n'est pas quasi possible de les distinguer d'avec les justes : n'y ayant que les Tierces majeures trop fortes d'un peu plus que d'un demy comma; ce qui blesse l'oreille de nos Praticiens, qui ne l'ont pas accoustumée à cet accord... Les demi-tons égaux ont aussi esté jugés trop petits pour faire les cadences agréables, lesquelles on fait de MI à FA : de là vient qu'elles ne sont pas agréables sur les demi-tons mineurs (chromatiques) de l'Epinette... Il est certain que l'Orgue et l'Epinette estans tempérées selon le manche des Luths et des Violes, les concerts qui en réussiront, paroistront plus justes, à raison de la convenance de leurs accord. Mais nos Praticiens ne sont pas d'avis de changer l'accord de l'Epinette, pour la contraindre à l'accord du Luth, de peur de quitter la perfection de leurs Tierces, et de leurs demi-tons, qui font l'une des plus grandes beautés et variétés de la Musique".

Au 18<sup>e</sup> siècle, on trouve encore des appréciations du même genre sur le tempérament égal : DOM BEDOS [6] et ROUSSEAU [13] lui reprochent la dureté des

tierces majeures; en outre ROUSSEAU en 1767, KIRNBERGER en 1771, et encore BRUDER en 1829 [11] lui reprochent de rendre toutes les tonalités semblables, alors que les tempéraments inégaux en usage au 18<sup>e</sup> siècle leur donnaient une "énergique variété" (ROUSSEAU).

L'opinion traditionnelle selon laquelle J.S. BACH se serait définitivement prononcé pour le tempérament égal remonte aux écrits de MARPURG, qui avait été peu de temps élève de KIRNBERGER. Elle a été combattue par des élèves de BACH et par son fils Carl Philipp Emmanuel 9 .

Par contre, on sait que RAMEAU était finalement devenu partisan du tempérament égal, ce que ROUSSEAU lui a vivement reproché [13] .

Le tempérament égal ne s'est donc introduit que peu à peu, sa réalisation sur les instruments à clavier se heurtant d'autre part à des difficultés pratiques. Il faut accorder les quintes presque justes, à peine réduites, mais comment contrôler les tierces majeures, qui sont loin de la valeur théoriquement juste ? Les battements des tierces du tempérament égal sont trop rapides pour être comptés (10,5 par seconde pour DO3 - MI3, 14 pour FA3 - LA3). Il faut apprécier ces tierces au sentiment, donc les avoir déjà entendues souvent.

KELLETAT [9] cite, d'après des auteurs du 18<sup>e</sup> siècle, des essais malheureux d'accord d'orgues au tempérament égal. Trouvant impossible de le réaliser à l'oreille, on utilisait des "machines à tempérer", pour la plupart basées sur le principe du monocorde (On a encore inventé de telles machines au 19<sup>e</sup> siècle).

En Allemagne - et aussi en France - il y a eu jusqu'à la fin du 18<sup>e</sup> siècle des orgues au tempérament à tons moyens ou à des tempéraments de transition, et J.-S. BACH a dû jouer jusqu'à la fin de sa vie sur de tels instruments.

En Angleterre, le tempérament égal s'est généralisé encore plus tard : à l'époque de l'exposition universelle de 1851, toutes les orgues de Londres étaient au tempérament ancien [9] .

Il est certain qu'au 18<sup>e</sup> siècle un grand nombre de tempéraments ont été simultanément en usage, chacun adapté à la musique qu'on voulait faire, quand on avait le choix. Au sujet du tempérament inégal qu'il attribue aux Silbermann, BRUDER écrit (en 1829) : " Ce tempérament est le meilleur, surtout pour des orgues de village, dont on se sert pour accompagner les chants " [11] .

Et déjà en 1732 NEIDHART recommandait d'accorder la tierce DO-MI avec  $\frac{3}{12}$  de comma pythagoricien de plus que la valeur juste dans un orgue de village,  $\frac{4}{12}$  de plus dans une petite ville,  $\frac{5}{12}$  de plus dans une grande ville ! [9] .

En fait, les subtilités des tempéraments réellement employés devaient différer quelque peu de celles des tempéraments calculés par les théoriciens, la réalisation exacte de certains de ceux-ci étant aussi difficile, sinon plus, que celle du tempérament égal.

Facile, au contraire, eut été la réalisation exacte de "tempéraments" tels que ceux proposés par MATTHESON, EULER et KEPLER, qui sont des généralisations de la gamme naturelle. Mais, de même que les gammes parfaites de MERSENNE auxquelles ils ressemblent, ils n'ont probablement jamais été utilisés.

Fig.10

P.117

Musical score for P.117, measures 1-5. The score is written on two staves (treble and bass clefs). Measure 1 contains a whole note chord in the bass clef and a dotted quarter note in the treble clef. Measure 2 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. Measure 3 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. Measure 4 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. Measure 5 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. A dashed line connects the first note of measure 1 to the first note of measure 5.

Musical score for P.117, measures 6-8. The score is written on two staves (treble and bass clefs). Measure 6 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. Measure 7 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. Measure 8 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. A dashed line connects the first note of measure 6 to the first note of measure 8.

P.118

10

Musical score for P.118, measures 9-15. The score is written on two staves (treble and bass clefs). Measure 9 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. Measure 10 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. Measure 11 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. Measure 12 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. Measure 13 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. Measure 14 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. Measure 15 contains a quarter note in the bass clef and a quarter note in the treble clef. A dashed line connects the first note of measure 9 to the first note of measure 15.



LES GAMMES PARFAITES NON TEMPEREES

MERSENNE [4] disserte longuement sur ces gammes, obtenues en accordant par quintes et tierces majeures justes. Le soi-disant "tempérament naturel" que nous avons décrit en est un exemple, mais il est inutilisable pour un instrument à sons fixes ayant 12 sons par octave. Il faut ajouter des touches supplémentaires pour avoir des intervalles justes dans un nombre suffisant de tonalités. Au "Livre Sixième des Orgues, Propositions XXII et XXIII", MERSENNE calcule des échelles et décrit des claviers "parfaits" à 16, 18, 26 et 31 degrés ou touches par octave.

Il ne semble pas que de tels claviers aient été réalisés en France. Mais PRAETORIUS [3] raconte, au chapitre XL - "Clavicymbalum Universale, seu perfectum", avoir vu à Prague chez Carl LUYTON un clavecin, construit 30 ans auparavant à Vienne, dont toutes les touches hautes étaient doublées, et qui avait en outre une touche supplémentaire entre MI et FA, et une entre SI et DO; en tout 19 touches par octave. L'accord, que PRAETORIUS ne décrit pas en détail, était probablement fait par quintes et tierces justes; dans le cas d'un accord à tons moyens, 16 touches par octave auraient suffi pour jouer dans tous les tons.

PRAETORIUS ajoute qu'on lui a signalé l'existence d'instruments du même genre en Italie. Dans un recueil de musique pour clavier d'Ascanio Mayone, publié à Naples en 1609, on trouve, avec de nombreuses pièces manifestement destinées à des instruments au tempérament à tons moyens, deux "Toccata per il Cimbalo Cromatico" qui modulent, l'une en employant des bémols jusqu'au RE $\flat$ , l'autre des dièses jusqu'à LA $\sharp$  et même MI $\sharp$  et SI $\sharp$ . Les passages comportant ces dièses ou bémols exceptionnels sont écrits en valeurs longues : blanches ou isolément noires (dans l'édition moderne), alors que dans les tonalités courantes les traits en doubles et triples croches abondent. Très probablement ces pages sont destinées à un instrument à grand nombre de touches par octave, où les touches supplémentaires utilisées dans les tonalités éloignées ne permettaient pas la même virtuosité que les touches normales (fig. 10).

Enfin on pourrait citer comme application des gammes parfaites l'accord des accordéons diatoniques du 19<sup>e</sup>, et même sans doute du début du 20<sup>e</sup> siècles, qui était fait par quintes et tierces justes, ce qui était sans inconvénient étant donné le nombre limité de tonalités et d'accords possibles sur ces instruments. Nous avons pu constater ce fait lors d'une récente séance du GAM consacrée à l'accordéon.

LE TEMPERAMENT EN 1972

Le tempérament égal est d'un usage général pour les instruments à clavier depuis plus d'un siècle du moins en principe, car en réalité de petites inégalités s'introduisent souvent dans sa réalisation. Il semble satisfaire tout le monde, ou presque.

Mais des facteurs d'orgues français comme Robert BOISSEAU et Philippe HARTMANN s'intéressent depuis longtemps aux tempéraments anciens et cherchent à les remettre en pratique. Leurs premières réalisations dans ce domaine ont parfois été aussi mal accueillies, même par des musicologues en renom, que le furent deux ou trois siècles plus tôt les premiers essais de tempérament égal, tant est grande pour tous la force de l'habitude.

Mais d'autres réalisations ont suivi et il commence maintenant à y avoir un renouveau d'intérêt pour ces tempéraments, comme il y en a un pour les instruments anciens et la musique ancienne.

...../

Des clavecinistes accordent volontiers leur instrument à un tempérament inégal convenant à la musique qu'ils vont jouer; ils ont toute liberté pour le faire et cela ne pose pas de problème.

Pour l'orgue, c'est évidemment plus délicat. Les instruments anciens ont généralement été mis au tempérament égal au 19<sup>e</sup> siècle, et lors d'une restauration ou remise en état il est rarement possible de reconnaître le tempérament d'origine. Il faut choisir, et le choix sera quasi définitif car une modification fréquente de la partition endommagerait vite les tuyaux.

Plusieurs orgues anciens ont été ainsi remis à un tempérament inégal. Les orgues de Dole (RIEPP, 18<sup>e</sup> siècle), St Jean-de-Losne (BOILLOT, 1768), Souvigny (CLICQUOT, 1783) ont été accordés au tempérament de ROUSSEAU par Philippe HARTMANN. L'orgue de Gimont (Godefroy SCHMIT, 1772) a été mis au tempérament de DOM BEDOS par Patrice BELLET; celui de Houdan (CLICQUOT, 1735) vient d'être restauré et mis à ce même tempérament par MM. BOISSEAU.

Parmi les orgues de SILBERMANN restaurés récemment en Alsace, ont été mis au tempérament décrit par BRUDER en 1829 [11], ceux de Molsheim et de Mulhouse, par Alfred KERN, celui de Soultz, par la maison SCHWENKEDEL.

Citons enfin l'orgue ancien de Malaucène, remis à un tempérament inégal par Alain SALS et un orgue neuf récemment terminé à Angers par J.-G. KOENIG, où une partition inégale a été réalisée en collaboration avec l'organiste André ISOIR. Le relevé fait de cette partition par Melle CASTELLENGO montre qu'il s'agit d'une variante originale de la formule décrite par ROUSSEAU.

A l'étranger, citons d'abord l'orgue de la chapelle de l'Université de Salamanca, qui a conservé son tempérament du 17<sup>e</sup> siècle (renseignement dû à Francis CHAPELET).

En Allemagne, dès 1921, le Prof. W. GURLITT faisait construire à l'Université de Fribourg par le facteur d'orgues WALCKER un instrument neuf dit "orgue de Praetorius", accordé au tempérament à tons moyens. Il y a actuellement en Allemagne plusieurs instruments au tempérament à tons moyens ou à celui de KIRNBERGER. Le tempérament n° II de WERCKMEISTER est employé lors de restauration par des facteurs d'orgues comme von BECKERATH et AHREND et BRUNZEMA. Il a été employé aux Etats-Unis pour un orgue neuf par le facteur d'orgues BROMBAUGH.

L'orgue d'Innsbruck dont nous avons parlé plus haut a été restauré par AHREND et BRUNZEMA, celui de Muri par METZLER, qui a aussi restauré les deux autres orgues de cette église.

Signalons enfin qu'il existe des disques enregistrés sur les orgues suivantes, accordés à un tempérament inégal:

Souvigny, Gimont, Houdan; Frederiksborg; Muri; Trujillo, Covarrubias (Espagne); plusieurs de ces disques ont eu des Grands Prix.

Les enregistrements de clavecins à un tempérament inégal sont de plus en plus fréquents. Signalons un enregistrement en cours de parution de l'intégrale de l'oeuvre pour clavecin de F. COUPERIN.

Un disque réalisé il y a une dizaine d'années par M. Jacques CHAILLEY, intitulé "Les intervalles de la musique ancienne", avec des exemples de divers tempéraments au clavecin, est malheureusement épuisé.

QUELQUES CONCLUSIONS

Le problème de l'accord des instruments à sons fixes est insoluble si l'on veut tout avoir : justesse mélodique des petits intervalles, justesse harmonique des quintes et des tierces, possibilité de jouer dans tous les tons. Les divers tempéraments sont des solutions de compromis, satisfaisant partiellement et plus ou moins bien chacune de ces exigences, et ne convenant tout-à-fait qu'à la musique de l'époque à laquelle on les a pratiqués sur les instruments.

Il n'existe pas de "tempérament à tout jouer", pas plus qu'il ne peut y avoir, pour ce qui est de la composition et de l'harmonisation des jeux, un véritable "orgue à tout jouer", et pas plus qu'il ne peut y avoir un instrument à cordes et à clavier qui soit à la fois piano, clavecin, épinette, virginal et clavicorde.

Jouer des oeuvres anciennes sur un orgue moderne conçu pour l'interprétation de la littérature de caractère symphonique du 19<sup>e</sup> et du 20<sup>e</sup> siècles, et accordé bien entendu au tempérament égal, c'est parfois faire de l'archéologie plus que de la musique.

Au contraire, sur un instrument réunissant certaines conditions - et un tempérament approprié en est souvent une importante, aussi bien pour l'orgue que pour le clavecin - ces oeuvres retrouvent vie et intérêt, même pour nos oreilles du 20<sup>e</sup> siècle.

BIBLIOGRAPHIE

1. Karl BORMANN - Die gotische Orgel zu Halberstadt.  
Berlin, 1966.
2. Les traités d'Henri-ARNAUT de ZWOLLE.  
- Manuscrit B.N. Latin 7295  
- Edition française par G. LE CERF et E.-R. LABANDE, Paris, 1932.
3. Michael PRAETORIUS - Syntagmatis Musici Tomus Secundus de Organographia.  
Wolfenbüttel, 1619.
4. Marin MERSENNE - Harmonie Universelle, Vol.3, Paris, 1636.
5. Jean DENIS - Traité de l'accord de l'espionette, Paris, 1650.  
Réédition par Alan CURTIS, New-York, 1967.
6. DOM BEDOS DE CELLES - L'art du facteur d'orgues, Paris, 1766-1778.
7. J.-M. BOUROT et J.-A. VILLARD - Le tempérament mésotonique et la partition  
de Dom Bédos de Celles.  
Revue du son, Septembre 1965 (voir aussi : L'Orgue - 1968, n° 126).
8. B. BILLETER - Die Silbermann - Stimmungen.  
Archiv für Musikwissenschaft, Avril 1970.
9. H. KELLETAT - Zur musikalischen Temperatur, insbesondere bei J.-S.BACH -  
KASSEL, 1960.
10. W. LOTTERMOSER - Die Temperierung nach G. Silbermann.  
Das Musikinstrument, Novembre 1965.
11. K. BORMANN - Orgel - und Spieluhrenbau.  
Aufzeichnungen des Orgel - und Musikwerkmachers  
Ignaz Bruder von 1829, Zurich, 1968.
12. Ouvrages appartenant à Monsieur TAMBA, à qui nous devons ces renseignements.
13. J.-J. ROUSSEAU - Dictionnaire de musique, Amsterdam, 1767.  
Article : Tempérament.

## DISCUSSION RESUMEE PAR M. LEGROS

M. LEIPP - L'exposé de M. LEGROS a été pour moi l'occasion de toucher enfin le "tempérament au doigt, à l'état pur, grâce au CANTOR. Une chose me frappe. Quand M. LEGROS présente des échantillons, gammes ou intervalles, je distingue très bien les différences entre les divers accordages. Mais quand il joue de la musique, je suis perplexe : j'écoute la musique et le reste passe presque inaperçu. La raison en est sans doute à chercher dans le fait que je ne suis pas un musicien de clavier. La réalité du problème du tempérament est peut-être celle des facteurs d'orgues. Ceux-ci sont obligés de choisir, un tempérament, de faire quelque chose dont le compositeur s'arrange ensuite au mieux. Nous avons parmi nous des facteurs d'orgue j'aimerais que M. HARTMANN par exemple nous dise ce qu'il en pense.

M. GUIRAUD - L'accord à tons moyens avec tierces exactes n'est-il pas dû au fait que dans les orgues il y a des rangs de tierces et des cornets contenant la tierce ?

M. LEGROS - C'est fort possible, mais il vaudrait mieux poser la question à un facteur d'orgues.

M. HARTMANN - M. BOISSEAU serait aussi qualifié que moi pour répondre... Nous faisons maintenant des instruments qui font souffrir les musiciens, parce que ceux-ci font beaucoup d'abstractions au clavier. Il y a déjà un siècle et demi qu'on a pris la route de 12 demi-tons égaux dans un but de spéculation... Tout cela fait plaisir aux musiciens sur le papier; du papier c'est passé dans l'oreille et dans l'enseignement, et maintenant le demi-ton égal est devenu une sujétion mentale; c'est très grave, c'est presque une lésion du cerveau. M. CHAILLEY en parle admirablement dans son communiqué au colloque de Marseille; en quatre pages il décrit de façon remarquable l'état de l'oreille moderne.

Nous constructeurs d'instruments, ce qui nous intéresse, c'est d'abord d'avoir un métier viable à notre époque, et nous sommes obligés de lâcher un peu les musiciens : ou du moins ce sont eux qui lâchent nos instruments, parce qu'ils écrivent sur le papier. L'auditeur moyen, lui, tant qu'il n'a pas compris le message interne d'une pièce bien structurée, écoute surtout une couleur. C'est le problème de l'orgue : dans la mesure où nous pouvons donner une satisfaction élémentaire à une oreille non avertie, nous rejoignons une vieille tradition instrumentale, et çà nous plonge en plein Moyen-Age.

M. LEGROS nous a parlé de ce divorce au Moyen-Age entre la tradition monodique et les impératifs que la polyphonie a amenés en matière d'harmonie. Au fond, l'harmonie n'est vraiment devenue consciente qu'au 16<sup>e</sup> siècle. Avant, l'écriture était surtout horizontale et il y a eu une époque sur laquelle beaucoup de recherches seraient à faire : c'est celle où il y a eu à la fois des usages modaux monodiques, et le début des contraintes harmoniques.

ZARLINO est allé trop loin dans le sens de l'harmonie; du point de vue mélodique, c'est une catastrophe; la mélodie a beaucoup pâti de l'abandon du système de Pythagore. Ces deux notions ont dû coexister au moins un siècle; il n'est pas possible qu'on soit passé brutalement de l'une à l'autre.

Mais les instruments devaient opter. Je pense que la plupart des instruments étaient accordables; on en a encore un témoignage avec BACH, qui avait plusieurs clavecins qu'il accordait sans arrêt; je suppose que chacun était accordé différemment. Je pense qu'en plein 18<sup>e</sup> siècle on pouvait se permettre d'accorder au

...../

tempérament égal; il n'y avait pas grand inconvénient à cela si l'on avait d'autres instruments sur lesquels on pouvait faire de la musique agréable à l'oreille.

Mais les soucis scholastiques propres au si. le dernier ont conduit à codifier les choses : on a abandonné froidement tout ce qui faisait plaisir à l'oreille, c'est devenu une abstraction et nous en sommes là. Voilà pourquoi nous, facteurs d'instruments, essayons maintenant de plaire davantage à un public qu'aux musiciens.

M. GEAY - Il y aurait une étude très intéressante à faire sur les modifications de l'accord des instruments au fur et à mesure de l'évolution de l'écriture musicale et de la disparition des modes.

M. LEGROS - C'est la période sur laquelle je n'ai pas suffisamment de données, ce passage de la gamme pythagoricienne à quintes justes à une gamme où les tierces sont justes.

M. LEIPP - Il serait peut être intéressant de dire un mot du luth. Le tempérament a dû poser quelques problèmes épineux aux luthistes !

M. BESNAINOU - Il y a un problème; je m'en aperçois depuis quelque temps : je n'arrive pas à accorder mon instrument, je dois constamment le réaccorder. Il y a certaines quintes et certaines tierces qui sont impossibles à jouer. Je me suis posé des questions; j'ai voulu déplacer les frettes; celles-ci sont mobiles, on peut ainsi rattraper les erreurs. En fait, je crois que ce système de frettes mobiles permettait de réaccorder l'instrument en fonction des modes.

M. LEGROS - D'après MERSENNE et PRAETORIUS, au début du 17<sup>e</sup> siècle et peut-être déjà au 16<sup>e</sup>, on accordait en principe les luths au tempérament égal.

M. VAL - Ce n'est pas possible sur un luth; on peut faire quelque chose qui s'en rapproche, mais pas un tempérament strictement égal.

Dans son petit Traité de l'accord de l'épinette, Jean DENIS critique un homme qu'il ne nomme pas, mais qui, dit-il, se croyait fort savant et a voulu nous apprendre à accorder au tempérament égal. et DENIS ajoute : c'est abominable; cet homme là est peut-être un fort bon mathématicien, mais il n'a vraiment rien dans l'oreille. Pour le goût de l'époque, c'était quelque chose de révoltant.

M. LEGROS - C'est ce qu'on trouve aussi dans MERSENNE, DOM BEDOS, ROUSSEAU, et même certains auteurs du début du 19<sup>e</sup> siècle.

M. LEIPP - Ne serait-ce pas le piano qui nous a rendus plus indifférents à ces choses là ? En effet, la notion de précision en "hauteur" devient assez floue avec des sons percutés, surtout lorsqu'un son est produit par trois cordes dont chacune est nécessairement désaccordée un peu avec la voisine, en pratique.

M. VAL - Il y a aussi la transformation de l'esthétique : à mesure que la musique se complique, par exemple à l'époque de BACH, on arrive à ne plus faire toutes ces petites différences. On ne les entend plus : il y a beaucoup de notes; elles perdent de leur importance.

M. FORTASSIER - Jamais le système pythagoricien n'a été abandonné. Il est employé par les chanteurs et les violonistes, et il y a une tolérance de l'oreille qui fait qu'on peut entendre un piano et un violon ensemble. Mais quelquefois il y a une discordance; il faut que l'un s'accorde sur l'autre, c'est assez difficile.

M. LEIPP - On continue à répéter que les violonistes jouent la gamme de Pythagore .

Je crois que c'est une plaisanterie. En tout cas personne n'a fait un travail statistique sérieux sur ce point.

M. FORTASSIER - C'est indéniable : quand ils jouent REb, SI, DO, ils font un REb très bas, un SI très haut, pour serrer au maximum ce que les Grecs appelaient le pycnon. Autrement il n'y a pas de musique expressive.

A l'orchestre non plus, les cordes ne jouent pas tempéré.

M. LEIPP - Il est difficile de simplifier les choses quand on passe à la pratique où tout est toujours très compliqué. Les instruments à sons fixes sont ce qu'ils sont au moment du jeu; les musiciens habiles s'arrangent pour que ce qu'ils font ne sonne pas faux par rapport aux voisins !!

Mlle CASTELLENGO - Dès que plusieurs instruments jouent à l'unisson, il y a une bande floue à l'intérieur de laquelle chacun fait ce qu'il veut.

M. GEAY - L'augmentation de l'effectif de l'orchestre est une des raisons de l'abandon des tempéraments inégaux; vous avez 10 violonistes qui jouent chacun faux; ensemble cela donne une espèce de moyenne et chacun entend ce qu'il veut.

M. LEIPP - Les musiciens d'autrefois pensaient leurs problèmes autrement que nous. A cause de leur conditionnement du moment ils étaient attentifs à certaines choses qui nous échappent souvent de nos jours !

M. FORTASSIER - Il y a une certaine tolérance de l'oreille, et même une tolérance de la nature : dans l'UT grave du violoncelle par exemple, vous entendez très bien le Sib du piano tempéré résonner, alors qu'il est faux par rapport à l'harmonique exact.

M. LEIPP - La seule personne qui à ma connaissance ait fait des travaux systématiques avec un nombre de sujets suffisant est VAN ESBROECK, avec son orgue expérimental. Il avait fait des tests avec un millier de personnes, leur faisant entendre de petites mélodies et des passages harmoniques. Ses conclusions sont résumées dans un livre qui est ici \*. La plupart des sujets préfèrent le tempéré égal, auquel nous sommes conditionnés, notre musique occidentale actuelle ayant pour base le piano. Seuls les violonistes et certains autres manifestaient des tendances un peu différentes.

Il faudrait encore préciser qu'il est difficile de raisonner dans l'abstrait, à partir de fréquences ! En effet, les intervalles ne sonnent pas de la même façon dans le grave et dans l'aigu. D'autre part, par un accord donné, le nombre de battements double lorsqu'on monte d'une octave; esthétiquement l'effet produit par un tempérament donné n'est donc pas le même, dans le grave et dans l'aigu ! C'est un problème de "consonance" ! On m'a posé récemment la question : qu'est-ce que la consonance ? Je n'ai pu répondre qu'une chose : c'est ce qui sonne bien ensemble.

M. FORTASSIER - Ce n'est pas exact : l'accord de dominante sonne très bien ensemble, et il est classé parmi les dissonants.

M. LEIPP - Tout dépend finalement des individus, des oeuvres où c'est placé, du contexte musical, du timbre, de la tessiture. C'est compliqué.

M. GEAY - Au sujet du problème de l'accord, j'étais à la séance de présentation du Cantor. Quand Mlle CASTELLENGO nous a fait entendre de la musique ancienne, suivant la gamme qu'on jouait, la sonorité du Cantar se rapprochait d'un autre type

...../

\* G. VAN ESBROECK et F. MONTFORT - " Qu'est-ce que jouer juste ?"  
Edition Lumière - 1946. BRUXELLES

d'orgue ancien avec les mêmes sons électroniques, ce qui est étonnant. Au sujet des chanteurs, j'ai l'impression que ceux-ci s'accordent suivant l'accompagnement qu'on leur fait.

M. FORTASSIER - Mais si l'on cherche l'expression on va vers le pythagoricien.

M. GOUÉLOU - Qu'est ce qui permet de constater cette tendance à chanter ou jouer pythagoricien ? Et peut-on expliquer ce phénomène : après avoir employé plusieurs systèmes tempérés différents pour aboutir à un tempérament égal sur lequel on s'est fixé, on trouve encore des violonistes et des chanteurs qui reviennent à un autre système ?

M. LEIPP - Le violon s'accorde par quintes justes, donc suivant la gamme de Pythagore. Mais cela ne veut pas dire qu'il joue la gamme de Pythagore en jeu normal. Les bons violonistes évitent souvent les cordes à vide; est ce pour une question de timbre, ou de hauteur des notes ? Tout ce que je puis dire, c'est qu'à l'époque où je jouais au violon des sonates avec piano, j'avais beaucoup de mal à jouer "juste", ce qui montrerait statistiquement que le violoniste " n'entend " pas la même gamme que le pianiste. Celui-ci n'a de toutes façons pas le choix !

Melle CASTELLENGO - C'est le problème que M. LEGROS a soulevé : c'est l'antinomie entre la justesse mélodique et la justesse harmonique.

M. X. - Pourquoi le système pythagoricien est-il plus expressif ?

M. FORTASSIER - Parce que si l'on veut être expressif, il faut que LAB soit plus près de SOL que de LA, parce qu'il y a une attraction qui joue. Nous ne sentons qu'un harmonique dans la voix : la quinte. Quand l'homme primitif a fait un deuxième son, c'était l'octave, un troisième, c'était la quinte; de là il a fait la quinte suivante, etc... et est arrivé au pentatonique.

M. HARTMANN - Cela a été dit par M. LEGROS : c'est parce que les rapports les plus simples sont les meilleurs pour nous.

M. LEIPP - Cette affaire des rapports simples relève de la théorie ! Lorsque deux sons sont accordés "juste", sans battements, ils ne sont pas nécessairement les plus "beaux" ou les plus désirés esthétiquement. L'expérience montre au contraire que des battements lents donnent de la "vie" aux sons... Ne serait-ce pas cela que recherchent les accordeurs habiles ?

M. HARTMANN - Quand nous accordons des instruments, nous le faisons harmoniquement; il n'est plus question de mélodie. Notre souffrance à nous est que nous savons que pour faire une belle couleur sonore il faut que nous rompions avec le système pythagoricien. Le clavier est confiné depuis trois siècles dans un système harmonique.

Il faut se rendre compte que ce n'est pas un système universel, et que par exemple dans les musiques orientales les rapports simples priment.

Nous Européens luttons contre le système à 12 demi-tons égaux : nous exagérons nos intervalles parce que nous avons peur de ces demi-tons égaux dans bien des cas. Nous faisons une autre fausseté pour corriger; mais nous n'avons pas actuellement un milieu qui nous permette de faire des intervalles vraiment justes.

Les Orientaux l'ont encore. Quand nous trouvons qu'ils chantent faux, en réalité ils chantent juste; c'est nous qui sommes faux.

M. GEAY - Pourquoi est-ce nous qui sommes faux ? Pourquoi ce complexe d'infériorité face aux Orientaux ? Qu'ils utilisent les gammes dont ils ont besoin, et nous celles dont nous avons besoin.

...../



M. LEIPP - Nous avons travaillé ici avec beaucoup de musiciens orientaux, des joueurs de toutes sortes d'instruments. Nous leur avons posé des questions sur leurs gammes, leurs échelles, leurs tempéraments, leurs intervalles ... Le joueur de vina, RAO, nous a dit : " J'utilise telle gamme, la voici. Mais quand je joue, je n'utilise pas des "notes", mais des formulettes qui tournent autour de chaque note ". Où est alors la note vraie ?

C'est parce que nous avons eu des contacts avec de nombreux musiciens orientaux, grâce à TRAN VAN KHE que je suis moins affirmatif que M. HARTMANN.

M. HARTMANN - Ils sont conscients à mon avis de divisions justes; c'est à l'usage qu'ils en prennent à leur aise.

M. VAL - Les questions de tempérament, que M. LEGROS a tenté de rationaliser, ne se posaient pas de cette façon aux époques où l'on a utilisé les divers tempéraments. C'est une question d'esthétique. Nous disons : historiquement, il s'est passé telle ou telle chose; mais c'est un peu sans intérêt et sans objet. On ne trouvera jamais le faisceau de raisons qui convergent et qui fait qu'au 18<sup>e</sup> siècle les gens écoutaient de la musique avec un extrême plaisir. Malheureusement, en écoutant la musique du 18<sup>e</sup> siècle telle qu'on l'interprète de nos jours, nous nous disons : ce n'est pas mal, mais pas aussi bien que ce que nous faisons nous mêmes.

Il est très intéressant, quand on a beaucoup d'imagination, de lire les textes anciens sur la musique; on y insiste sur beaucoup de choses qui nous sont incompréhensibles. Il y a des éléments subjectifs qui ne peuvent se rationaliser.

Un détail : ce n'est pas par hasard que juste à l'époque où l'on a commencé à utiliser notre tempérament moderne, le vibrato continu s'est aussi généralisé.

M. LEIPP - Le vibrato arrange bien les choses. On y balaie continuellement toute une région fréquentielle. Il y a tout dans le vibrato ! Et tous les musiciens exploitent cet effet sur leurs instruments quand la chose est possible ! Il est certain que le vibrato satisfait tout le monde en permettant à chacun d'entendre la hauteur qu'il veut. De plus, le vibrato permet d'éviter les grincements tels qu'ils se produisent avec des notes rigoureusement stables comme celles du CANTOR.

En fait, tout est compliqué. Il faudrait définir ce qui est "beau" .... Or il nous apparaît de plus en plus clairement que c'est d'abord ce à quoi nous sommes conditionnés par notre environnement sonore !

M. DUPARCQ - Le tempérament inégal explique peut-être la couleur qu'on attribuait aux tonalités.

M. LEIPP - C'est certain ! En tempéré égal, il n'y a qu'une sensation esthétique unique quelle que soit la tonalité utilisée. En non tempéré on a douze esthétiques différentes !

M. LEGROS. A ce point de vue, les tempéraments de transition du 18<sup>e</sup> siècle donnent beaucoup plus de variété dans les différentes tonalités, que le tempérament à tous moyens, où il y a 8 accords majeurs et 9 accords mineurs semblables.

M. LEIPP - On a peut-être beaucoup perdu en musique avec le tempérament égal.

M. DUPARCQ - Le diapason était très fluctuant au 18<sup>e</sup> siècle : une tierce d'écart de l'orgue d'église au clavecin, et même de région à région. Quand des musiciens se rencontraient, comment faisaient-ils quand ils avaient un accord tempéré sur leur instrument et qu'ils se trouvaient avec un autre accord tempéré à partir de LA ou de SI b ?

...../

M. LEIPP - Melle CASTELLENGO pourrait vous répondre pour la flûte.

Melle CASTELLENGO - Pour la flûte, le problème du tempérament ne se pose pas puisqu'on peut varier la hauteur dans une assez large mesure en modifiant l'embouchure. Pour modifier le diapason, les musiciens changeaient le corps intermédiaire de de l'instrument ou changeaient de flûte ! Mais vous parlez de deux instruments à sons fixes, lesquels ?

M. DUPARCO - Par exemple on mettait facilement un clavecin à l'église.

M. LEGROS - C'était pour remplacer l'orgue qui n'était pas dans le ton des autres instruments. Le "ton de chapelle" était différent du "ton de chambre" ou du "ton d'orchestre".

M. LINDOW - En Allemagne, il y avait dans les orgues des registres spéciaux ou "Kammerton" pour jouer avec l'orchestre, et qu'on ne pouvait pas jouer avec les autres.

M. LEIPP - PRAETORIUS indique sans ambiguïté qu'il y a les deux.

M. VAL - Les RUCKERS, les fameux facteurs de clavecins, ont dû leur célébrité à l'invention du deuxième clavier, qui a eu pour seul intérêt à l'origine d'être un clavier transpositeur. C'est par la suite que le deuxième clavier a été utilisé comme à l'orgue.

M. FORTASSIER - Sait-on à quelle hauteur il était par rapport au premier ?

M. VAL - Certains prétendent la quarte, d'autre la quinte ou autre chose; je ne sais pas.

M. GEAY - Cela permettrait de jouer des intervalles impossibles dans le tempérament, en partant d'une autre fondamentale.

M. LEIPP - J'insiste : si on adopte un tempérament égal, toutes les tonalités sont pareilles. Avec un tempérament inégal, quand on module, on change vraiment quelque chose dans la nature de la musique.

M. VAL - C'est pourquoi, au risque de faire périr une légende, il est plus agréable de s'imaginer que BACH jouait le Clavecin bien tempéré sur un système qui n'était pas tempéré égal.

M. LEIPP - C'est fort probable. Les musiciens ont une oreille, ils sont habiles, ils recherchent toujours des possibilités donnant le maximum d'effets avec les mêmes choses.

M. FORTASSIER - Jamais BACH n'a parlé du "clavecin" bien tempéré; il dit "Das wohltemperierte klavier". Il pense à un clavier, pas seulement à un clavecin; c'est valable pour l'orgue aussi.

M. VAL - De toutes façons, quand il dit tempéré, ce n'est pas tempéré égal.

M. LEIPP - Finalement "bien tempéré" voudrait dire qu'on peut jouer, au mieux, dans toutes les tonalités. Il s'agit d'un compromis !

M. FORTASSIER - Et qu'on n'ôte pas aux tonalités extrêmes leur caractère plus ou moins barbare. Rien à voir avec les 12 demi-tons de Schönberg ou du chromatisme Wagnérien.

M. LEIPP - Pourquoi ne pas admettre que tel compositeur désire, à telle occasion, produire une sensation de malaise chez l'auditeur, un effet désagréable ?

M. DUPARCO - Cela pose tout de même un problème. L'ultime fugue du 1er livre du Clavecin bien tempéré comporte tous les demi-tons; mieux, il y a un SI# enharmonique d'un DO bécarré et tous les demi-tons sont rangés rigoureusement les uns à côté des autres. Les demi-tons de quelle gamme ?

M. GEAY - Il y a aussi les modulations enharmoniques de RAMEAU.

M. LEGROS - La pièce de ROSSI que je vous ai fait entendre, et qui est strictement en tempérament à tous moyens comporte aussi tous les demi-tons de la gamme.

M. FORTASSIER - Pour RAMEAU, il y a le fameux trio du Parques qu'on n'a jamais joué à l'Opéra que sous sa direction; avec un autre les gens jouaient faux.

M. ANSELM - Dans les pièces d'orgue de BACH, ou les cantates et les passions, on voit nettement l'usage de certaines tonalités. Les passages tragiques sont en SI mineur par exemple. D'autre part, dans le choral d'orgue du recueil de LEIPZIG "Innocent Agneau de Dieu" il y a une grande descente chromatique qui module dans tous les tons; en tempérament inégal l'effet est incroyable ! De même pour la fantaisie en SOL Mineur ou pour le choral "La chute d'Adam". On sent nettement l'utilisation volontaire de certains intervalles.

M. GEAY - Les modulations enharmoniques ont plus de signification comme cela. Mais en ce qui concerne les 12 demi-tons de WAGNER, on peut se demander s'il n'y a pas une question psychologique pour le musicien qui, lorsqu'il joue et passe d'un ton en dièses à un ton en bémols, se met à exprimer autrement la musique. Lorsque je joue des intervalles au piano, suivant la façon dont je les harmonise, je ne les entends pas de la même nature.

M. FORTASSIER - Il y a une différence entre LA b et SOL# à cause des attractions. On modifie un peu la mesure, on fait un peu de rubato ....

C'est dans ce sens que le violoniste peut s'aligner sur le piano, mais le piano peut aussi s'aligner.

M. LEIPP - Le piano "mal tempéré" peut jouer de l'attraction... en se jouant en certaines tonalités !

M. LINDOW - Au piano, on n'a pas la même impression quand on joue en FA# que quand on joue en DO. Cela ne devrait pas être en tempérament égal, et pourtant l'exécutant a l'impression de faire autre chose; donc tout cela est très psychologique.

M. LEIPP - Je ne pense pas que ce soit uniquement psychologique : le timbre des notes de piano voisines n'est pas le même : un dièse sonne autrement que la note naturelle voisine.

M. GEAY - L'attitude d'un interprète qui lit des tonalités en bémols ou en dièses n'est pas la même.

M. LEIPP - Il faudrait peut être préciser que les accordeurs de piano n'accordent en fait pas du tout tempéré. J'ai fait beaucoup de relevés : il y a des écarts jusqu'à un demi-ton dans le grave et le suraigu : on touche ici un problème de perception de la hauteur.

M. GEAY - Quelqu'un a dit que WAGNER paraissait épouvantable aux gens au début, parce que n'étant pas habitués à ce système de modulations enharmoniques les musiciens étaient perdus et jouaient faux.

M. LEGROS - C'est DANIELOU : WAGNER composait au piano et quand on passait à l'orchestre les musiciens jouaient non tempéré égal parce qu'ils n'en avaient pas encore

...../

l'habitude et cela sonnait de façon épouvantable.

M. GEAY - C'est un peu le même problème dans la musique contemporaine actuellement. Quand on ne joue que les notes, c'est épouvantable. C'est tout le problème de la musique. Au bout de 20 ans, quand on est habitué à pratiquer une musique, que ce soit WAGNER ou BOULEZ, elle prend une signification parce qu'on ne joue plus simplement les notes; on commence à jouer faux, en fait.

M. ANSELM - En ce qui concerne le problème de la réalisation des différents tempéraments sur les instruments à clavier comme l'orgue et le clavecin, il y a une énorme influence de l'acoustique et de l'attaque de l'instrument. Nous avons réalisé le même tempérament suivant DOM BEDOS sur deux clavecins : on entendait quelque chose de différent sur chaque instrument.

M. LEIPP - On retrouve encore la question de perception de la hauteur des sons. Le même son joué plus fort, plus faible, avec un timbre plus riche ou plus pauvre, etc... ne sonne pas à la même hauteur !

M. ANSELM - Quand on accorde à l'orgue et au clavecin, l'effet des attaques est très sensible.

M. LEIPP - L'attaque fait partie du timbre, donc de la hauteur !

M. ANSELM - Si l'on fait le même tempérament sur un prestant et sur un jeu d'anche, on a des choses différentes. Il n'y a pas d'attaque dans le Cantor, et c'est ce que je regrette. L'attaque de chaque note du Cantor est réglable et reste fixe dès que le réglage est fait. Sur un orgue classique, mécanique, on peut agir peu ou prou de façon différente sur la soupape et l'attaque n'est jamais la même, contrairement au Cantor !

M. J. MERLET - Je pense que la musique est avant tout un plaisir qu'on se fait, un plaisir sensuel. Pourquoi les tempéraments étaient-ils variés ? Le local était variable, l'oreille aussi, le goût du moment. On est en pleine relativité.

M. LEIPP - Le facteur d'orgues ne peut pas aisément faire du "sur mesure". Il faut qu'il choisisse, et qu'il fasse quelque chose de satisfaisant pour la majorité des cas et des gens ....

M. HARTMANN - C'est-à-dire qu'actuellement les facteurs n'ont pas le choix. Ce sont les musiciens qui leur demandent simplement le tempérament égal. Comment arriver à sortir de l'aberration dans laquelle les musiciens se démènent depuis un siècle ? C'est à nous de prendre nos risques; personne ne nous a jamais demandé de faire des tempéraments inégaux. Lorsqu'il y a une douzaine d'années j'ai essayé, croyez-moi ....!

M. LEGROS - M. HARTMANN a construit chez moi un orgue de salon. Quand le moment a été venu de l'accorder, il m'a demandé ce que je voulais comme tempérament. J'ai répondu : égal. Il m'a fait un tempérament inégal, et j'en ai été très content, après avoir mis un peu de temps à m'y habituer.

M. HARTMANN - Et c'est pour cela que vous avez parlé aujourd'hui, d'ailleurs !

M. LEGROS - C'est exact, sans vous je ne serais pas ici !

M. J. MERLET - Pour les facteurs d'orgues, il y a toujours eu un risque. DOM BEDOS dit qu'il y a une différence entre le luthier et le facteur d'orgues. Le luthier fait le violon, mais c'est le violoniste qui fait le son. Tandis que le facteur d'orgue fait le son; c'est une chose assez extraordinaire. La responsabilité et le danger - si danger il y a - sont pour le facteur d'orgues.

...../

M. GEAY - Ne pensez-vous pas que l'attitude saine est de choisir le tempérament dont on a besoin pour faire une certaine musique ?

M. LEIPP - Nous ne répondrons certes pas à toutes les questions soulevées par le "tempérament" car elles sont innombrables. Mais je remercie vivement M. LEGROS de nous avoir fait toucher du doigt celles qui se rapportent à nos instruments à clavier européens, orgue en particulier. Je le remercie aussi d'avoir accepté de perdre beaucoup de temps pour préparer, au CANTOR, les échantillons sonores qu'il nous a présentés et qui ont convaincu tout le monde, je pense, que le problème du tempérament n'est pas une vue de l'esprit ....