

1. REUNION DU 28 FEVRIER 1964

Etaient présents :

M. le Professeur SIESTRUNCK, Président.
 M. LEIPP, Secrétaire général, Melle CASTELLENGO secrétaire.

puis, par ordre d'arrivée :

Melle GUIBERTEAU, Melle CLEMENCEAU, Melle GIGNOUX, Mme ROLAND,
 M. SAVOURET, M. KLEIN, facteur de pianos, représentant l'Association Française des Facteurs d'Instruments de Musique, M. DUCLOS, Professeur au Conservatoire, Chef des chœurs de l'Opéra;
 Mme AUSSOLEIL de l'Opéra, M. J.S. LIENARD, M. DUBUC, M. FRISCHNECHT, Mme MOREAU, M. BLONDELET (représentant la Société BUFFET CRAMPON), M. JUNCK (Ets PIERRET), M. DORGEUILLE, M. RISSET, Melle CORNIC, M. CHAVASSE (Ingénieur en Chef des Télécommunications (CNET) Mme MARCEL DUBOIS Maître de recherches au C.N.R.S, Chef du Service d'Ethnomusicologie du Musée de l'homme, M. DUSSAUT, professeur au Conservatoire National de Musique de Paris, M. MONICHON, M. CARINI, M. CHARLES.

Etaient excusés : M. GAUTHIER, Vice Doyen de la Faculté des Sciences, Melle COURTIN Inspectrice Générale, Mme de CHAMBURE Conservatrice du Musée instrumental du Conservatoire, Mme CHARNASSE, M. ACOULON Directeur des Ets THIBOUVILLE-LAMY (instruments de musique).

2. COMPTE-RENDU DE LA SEANCE par M. LEIPP qui a fait un exposé sur le problème du diapason.

Le mot " diapason " revêt des sens variés selon les professions qui l'emploient; notre propos est ici le diapason des musiciens, c'est-à-dire la fréquence de référence pour accorder les instruments en musique d'ensemble. Cette fréquence voisine de 440 Hz, actuellement, est désignée par la note la_3 (la_1 en Allemagne, la_4 aux USA).

On dispute sur ce problème depuis des siècles et il ne semble pas résolu. Il est nécessaire de le reprendre, et pour le poser clairement, il est bon au préalable de considérer son aspect historique, puis son aspect scientifique et musical.

...../

A - HISTORIQUE

Le problème du diapason s'est posé dès l'apparition de la musique d'ensemble. Deux documents ont retenu particulièrement mon attention, parmi ceux que j'ai étudiés :

- a) L'EPITOME MUSICAL des sons et accords ès voix humaines, flutes d'allemand, flutes à neuf trous, violes, violons de PHILIBERT JAMBE DE FER imprimé à LYON en 1556. Prenons le cas du quatuor, qui comprenait violon, alto, ténor et basse. Le violon tendait sa 4ème corde, la plus grave, (qu'on appelait " SOL") jusqu'au point où l'instrument "sonne" agréablement; puis il accordait les autres cordes par quinte pythagoriciennes comme de nos jours. L'alto et le ténor accordaient leur 3ème corde à l'unisson du SOL du violon; puis la basse en faisait autant pour sa première corde. En somme, on s'accordait les uns sur les autres en prenant comme base, non la fréquence du SOL mais le rendement sonore des instruments (ce qui était raisonnable, car il est facile de montrer qu'un violon ne sonne bien que pour une tension de cordes bien définie). Il n'y avait à proprement parler pas de problème de diapason.
- b) LE SYNTAGMA de Michel Praetorius, imprimé à Wolfenbüttel (Saxe) en 1618. Tout un chapitre y est consacré au " vrai ton des orgues et autres instruments, et comme il est tantôt plus haut, tantôt plus bas en divers lieux et pays ".

J'attache une grande importance à ce document parce que l'auteur, musicien et théoricien, sait de quoi il parle et en parle avec précision. Voici quelques extraits significatifs :

..... " Les anciens, ne faisant pas de musique d'ensemble, accordèrent leurs instruments de façon variable.....

..... Plus un instrument de type donné comme chalumeau et violon est accordé haut, plus il sonne clair.....

..... Mai le " ton de chapelle " (chorton) chez les anciens était plus bas d'un ton, ce que l'on peut encore vérifier actuellement sur les orgues anciens et autres instruments à vent; et il fut monté d'année en année jusqu'au point où il en est actuellement.... où certains se permettent de monter encore le diapason d'un demi-ton.....

..... Le ton habituel d'après lequel sont accordés presque tous nos orgues en Saxe est apprécié comme étant le plus commode par les instrumentistes : vents et cordes. Le ton de chapelle, cependant plus bas d'un ton entier, est utilisé exclusivement dans les églises, imposé par les chantres qui éprouvent des ennuis quand le diapason est trop élevé; ils évitent ainsi les difficultés et enrrouements consécutifs à un ton trop élevé. On ferait donc bien d'accorder les orgues un ton plus bas, ce qui est impossible en Allemagne où les orgues sont accordés au ton d'orchestre. En Angleterre et en Hollande on accorde les instruments une tierce mineure plus bas, ainsi qu'en

.... /

Italie.... "

On peut tirer de ce texte la conclusion qu'avant 1618 c'était l'anarchie, du point de vue qui nous intéresse; après 1618 le diapason variait dans une large mesure (tierce) d'un pays à l'autre, et à l'intérieur d'un même pays on utilisait des diapasons différent de plus d'un ton; d'autre part on se plaignait de leur montée constante. En bref, le problème du diapason se posait d'une façon encore plus aigüe que de nos jours.

Dans le même ouvrage on trouve, un peu plus loin, un passage sur lequel il est nécessaire d'insister :

..... " mais actuellement l'accord du ton d'orchestre pour orgues est l'UT de 8 pieds, appelé Aequal par les facteurs d'orgue ..."

Ce point mérite de retenir notre attention.

A défaut de posséder un étalon de temps précis et des techniques d'enregistrement des vibrations, on n'avait en 1600 qu'un seul moyen de définir une hauteur, c'est-à-dire une fréquence. Les facteurs d'orgues avaient appris empiriquement que la hauteur d'un son donné par un tuyau était fonction de sa longueur. Les organiers européens, qui étaient tous plus ou moins les élèves ou les maîtres les uns des autres et avaient une tradition commune héritée de Byzance, savaient aussi que la fréquence d'un tuyau dépendait dans une large mesure de la forme du tuyau et du type d'excitation. La forme d'un tuyau à bouche peut faire varier la hauteur de plus de 15 % (plus d'un ton); quant au type d'excitation il est plus important encore (la longueur d'un tuyau à anche peut être arbitraire quand l'anche impose sa fréquence propre...) Aussi, pour accorder un orgue les facteurs avaient-ils pris l'habitude (qu'ils ont conservée) de faire la partition sur le jeu appelé " present " (tuyau ouvert dont le rapport longueur sur diamètre est actuellement d'environ 1/11). On appelait alors UT les tuyaux dont la longueur, dans ce jeu, était égale à l'unité métrique en usage, soit le " pied ". Cette unité duodécimale est particulièrement pratique en lutherie parce qu'elle se subdivise en 2, 3, 4, 6 parts entières; avec 8 et 9 on obtient des rapports simples etc.. Mais c'est précisément là le point intéressant : la longueur du " pied " officiel variait d'un pays à un autre... et on conçoit aisément que la fréquence d'un UT d'un pied varierait comme le " pied " lui même. C'est pourquoi j'ai recherché les unités métriques anciennes dans les divers pays susceptibles de nous intéresser musicalement. Pour un pied on trouve ainsi :

PRUSSE	31,39 cm	WURTEMBERG	28,65 cm	ANGLETERRE	30,48 cm
BAVIERE	29,19 cm	BADE	30 cm	FRANCE	32,48 cm
<u>SAXE</u>	28,32 cm	AUTRICHE	31,61 cm	HOLLANDE	28,40 cm

En Italie on utilisait la coudée de 35,57 cm.

...../

Comme pour un jeu de tuyaux à bouche, à température donnée, la longueur est proportionnelle à la fréquence, on peut trouver facilement l'intervalle entre les divers diapasons ; il suffit de prendre l'intervalle entre les longueurs du pied en chaque endroit. Exemple :

Angleterre-Saxe : $30,48 : 28,32 = 32$ savarts = 128 cents (le diapason saxon était plus haut d'un ton).

France-Saxe : $32,48 : 28,32 = 60$ savarts = 240 cents; (le diapason français était plus bas d'un ton $1/4$).

Italie-Saxe : $35,57 : 28,32 = 98$ savarts = 392 cents (le ton italien était plus bas de presque une tierce majeure...) conformément à ce qu'en dit Praetorius).

Conséquence ; dès que les musiciens et la musique écrite se sont mis à circuler, il devait rapidement se poser des problèmes quasi insolubles..... et la situation semble avoir duré bien longtemps.... Quelques exemples tirés des travaux d'ELLIS et de PASQUALINI donnent une idée de la situation entre 1700 et 1938 (fig.1 ; quelques mesures en France; fig.2 ; à l'Opéra de Paris). Bien qu'on puisse émettre des doutes sur la précision des mesures (sauf dans le cas où il reste un diapason à fourches d'époque et d'origine connues) on observe une ascension continue, malgré les efforts déployés depuis le premier Congrès international de Stuttgart en 1834, qui avait fixé la limite à 440 Hz. Tandis que l'ISO (International Standardizing Organisation Londres 1938) conservait cette norme, le diapason restait à 435 Hz en France (Commission LISSAJOUS-HALEVY, CNAM, 1859) jusqu'au moment où l'AFNOR (Association Française de Normalisation) entérina la norme de 440 de l'ISO, en y rajoutant la précision ; 440 Hz à 20 degrés centigrades. Dès 1938 la station de TSF allemande Deutschlandsende émettait un LA normal de 440 Hz; la station américaine ondes courtes WWV en faisait autant; le central téléphonique de Berne donnait 440 Hz sur appel; on commença à introduire dans les salles de concert les diapasons électroniques (au Royal Festival Hall de Londres, pendant les entr'actes le diapason électronique permet aux musiciens de se réaccorder.). En bref, tout le monde semble d'accord pour normaliser le diapason et stopper sa montée, - dont les chanteurs sont les premières victimes lorsqu'il s'agit d'exécuter certaines oeuvres anciennes.

Il serait intéressant de savoir où en est actuellement le diapason. Fluctue-t-il largement autour d'une valeur moyenne ? monte-t-il encore ? Dans quelle mesure et pourquoi continue-t-il à monter etc... ? Je pense qu'il sera nécessaire de refaire des mesures sur place dans les diverses conditions mais au préalable il faut absolument poser le problème physique avec ses incidences musicales.

...../

B - ASPECTS PHYSIQUES ET MUSICAUX DU PROBLEME.

Recherchons d'abord les causes possibles de la montée du diapason. D'abord, il est bien connu que le bruit de fond augmente continuellement dans notre civilisation actuelle. Or le bruit de fond absorbe une partie des spectres des sons musicaux. Si cette partie est considérable pour un instrument donné, l'instrument disparaît de l'usage - à moins qu'il ne se prête à l'amplification électrique. Quelquefois l'instrument peut s'adapter au bruit de fond; la recette était connue de Praetorius : il suffit de monter le diapason. On gagne alors sur deux tableaux :

- on se rapproche de la zone sensible de l'oreille (pointe maximum autour de 2000 Hz) tant par la tessiture que par les spectres.

- on obtient un " brillant " plus grand, permettant d'émerger mieux sur le bruit de fond. Ce brillant se traduit, comme nous l'avons montré par des travaux d'analyse du son, par un enrichissement des spectres, surtout autour de la zone sensible de l'oreille.

Ceci n'explique pas la " montée " constante que pratiquent les musiciens eux-mêmes, alors qu'elle est pour eux une cause de gêne et d'ennuis... Mais s'agit-il toujours d'une " montée " ? Ne serait-ce pas plutôt de larges fluctuations ? Essayons de voir ce qu'il en est.

La vitesse du son dans l'air augmente avec la température selon des lois bien connues. Or la fréquence de la note donnée par un tuyau est fonction de la vitesse du son (en gros : $V/2L$ pour les tuyaux ouverts, $V/4L$ pour les tuyaux fermés; L étant la longueur). Le calcul théorique de la montée (intervalles exprimés en savarts et cents) correspondant à des variations de température de 0°C à 40°C aboutit aux résultats indiqués par le graphique (fig.3) : le son monte d'un demi-ton pour une variation de 35°C environ. C'est le cas, approximativement, pour les tuyaux d'un orgue où l'on insuffle de l'air ambiant. Pour les instruments qui utilisent le souffle humain, les écarts sont plus faibles et varient d'un type d'instrument à l'autre.

Des travaux faits au Laboratoire d'Acoustique sur les modifications de température à l'intérieur des instruments lors du jeu normal (fig.4, pour une clarinette par exemple) ont montré que la température ne se stabilise qu'au bout de 3 à 4 minutes; pendant toute cette période il est évident que la clarinette ne peut être " juste " dans des conditions d'excitation identiques. Lorsque la température est stabilisée, elle est de 37°C dans le bec et de 21°C au pavillon. La montée moyenne est donc nécessairement moindre qu'avec un tuyau d'orgue (ce que l'on vérifie aisément). Quand la température ambiante varie (après stabilisation), tous les instruments se désaccordent - mais de façon différente, selon les dimensions de leur " colon-

ne d'air ", la nature du matériau etc... Comment, dans la pratique, les musiciens réagissent-ils à ce " faussement " généralisé ? Eh bien, on le sait, la musique est faite de compromis ! Le pianiste ne peut rien faire, les violons s'accordent et se réaccordent à loisir, le trompette tire un peu sur ses trois coulisses; le trombone allonge un peu ses positions etc... Tout finit par s'arranger, sauf pour les instruments à trous latéraux.

Prenons un exemple bien défini : un tuyau qui donne le la_3 , 440 Hz à zéro degré. Perçons un trou au milieu : nous aurons l'octave (la_4 , 880 Hz).

Rebouchons le trou et montons la température à 35°C. Le " la_3 " monte en gros d'un demi-ton. Nous pouvons alors allonger le tuyau par un bout (en imaginant une coulisse) jusqu'au point où le tuyau donne 440 Hz à 35°C. Mais il est évident alors que le trou ne sera plus au milieu : l'octave sonnera faux. Or c'est tout le problème qui est ainsi posé.

Si un instrument à trous (clarinette, flûte, saxophone, etc..) est juste pour une température donnée, il ne l'est plus, pour le même diapason, si la température varie. Le flutiste aura toujours la possibilité de tirer sur le piston d'accord terminal, le clarinettiste de prendre un autre barillet ou de tirer sur le bec : ils accorderont bien correctement le la_3 , mais les autres trous seront d'autant plus faux qu'ils s'écartent de celui qui correspond au la_3 .

Comme les températures aux lieux d'exécution varient d'un pays à l'autre, d'une salle à l'autre et dans une même salle entre le début et la fin d'audition, on voit que le problème est théoriquement insoluble.

Dans la pratique, les musiciens ne peuvent pas changer d'instrument chaque fois que la température varie; ils s'arrangent au mieux en jouant sur ce que nous appelons le " champ de liberté " de l'instrument.

Prenons une clarinette (fig.5) : Le musicien peut jouer une note donnée plus ou moins haut ou bas en pinçant ou en relâchant l'anche. On relève les extrêmes pour chaque note : c'est le " champ de liberté des hauteurs " à l'intérieur duquel le musicien peut faire tout ce qu'il veut. Il dispose donc d'une marge (qui peut dépasser le ton entier...). Mais l'expérience montre que le timbre du son n'est " bon " que dans des limites très étroites (autour de la ligne pointillée qui correspond au jeu " normal " du musicien). Autrement dit, on peut corriger la hauteur dans une certaine mesure, mais le timbre s'altère, et le musicien n'est plus à l'aise pour jouer normalement dans les passages rapides.

...../

CONCLUSION. A cause des instruments à trous latéraux le problème du diapason se pose de la façon suivante :

- Ou bien on normalise la fréquence du diapason (à 440 Hz par exemple). Si la température s'écarte de celle pour laquelle les instruments à trous ont été construits, ils joueront faux, à moins que le musicien ne dispose de deux instruments de longueur légèrement différente (luxe coûteux....)
- Ou bien on adopte un diapason variable avec la température. Il n'y aura plus de problème de justesse pour les instruments à trous. Il suffirait alors de normaliser la perce de ces instruments à la fabrication et de les garantir " justes " à 20°C pour 440 Hz. Il ne faudra alors pas s'étonner de la forte dispersion des mesures que l'on peut constater sur le diapason à partir des émissions radiodiffusées, où la température ambiante est inconnue, et accuser les musiciens de " monter le diapason ". En fin de compte c'est la solution raisonnable, et la meilleure preuve c'est que les musiciens s'adaptent aux fluctuations de température de cette manière.

La présence parmi nous de physiciens, de théoriciens, de musiciens, de facteurs d'instruments, de musicologues rendra certainement la discussion qui va suivre très fructueuse.

o
o o

COMPTE-RENDU DE LA DISCUSSION par Melle CASTELLENGO.

Pour plus de clarté nous présentons les interventions en les regroupant selon trois catégories : l'avis des musiciens, celui des facteurs d'instruments et le point de vue physique et théorique.

1°) POINT DE VUE DES MUSICIENS

M. DUCLOS, LES CHANTEURS. Certaines oeuvres deviennent très difficile à exécuter par suite de la montée du diapason; ainsi dans la IX^e symphonie avec chœurs de Beethoven l'ensemble de la tessiture vocale est dans un registre élevé et demande un effort soutenu qui devient d'autant plus pénible que le diapason monte. Dernièrement Pierre BOULEZ a pris l'initiative de baisser le diapason pour la représentation de WOZZECK, mais ce n'est pas toujours possible. Personnellement je me trouve dans l'obligation d'accorder les pianos au diapason d'orchestre pour faire travailler les chœurs.

M. LEIPP : LES INSTRUMENTISTES. De nombreux instrumentistes sont appelés à se déplacer et à jouer dans des conditions de température très variables (TEL AVIV, AMSTERDAM, ROME...) Ils jouent faux ou à un autre diapason. (cf Compte-rendu de l'exposé).

.... /

AUDITEURS. Pour les musiciens qui ont l'oreille absolue, il est très désagréable d'entendre la musique dans un ton différent de la partition. M. DUCLOS donne l'exemple d'un enregistrement américain de DAPHNIS ET CHLOE un demi-ton au dessus. M. DUSSAUT cite la suite en Ré de BACH qu'il entendait en Ré dièse etc.....

PROBLEME DE LA MUSIQUE ANCIENNE. On retrouve le problème des chanteurs. Dans la Flûte Enchantée, par exemple, la Reine de la Nuit monte jusqu'au FA 5; or on connaît la fréquence du diapason qu'utilisait MOZART : 421 Hz; soit 80 cents en dessous de 440 (presque un demi-ton).

M. DUSSAUT rapporte que M. ENEL, luthier, avait des difficultés pour monter les cordes des violons anciens au diapason actuel. On ne joue plus la Symphonie avec orgue de SAINT SAENS car l'orgue est trop bas.

Donc, les musiciens se plaignent. M. DUSSAUT dit que tous demandent l'abaissement du diapason, comme en témoigne une pétition qu'il a fait signer par les musiciens des conservatoires de Paris, de province, de l'Opéra de Paris en 1950. Mais ils n'y peuvent rien, car on leur met entre les mains des instruments trop hauts.

2°) LES FACTEURS D'INSTRUMENTS

Les facteurs d'instruments présents n'ont pas de préférence pour tel ou tel diapason; ils font ce qu'exigent les clients, c'est-à-dire les musiciens. Ils ont souvent des problèmes techniques difficiles pour satisfaire les demandes variées.

M. KLEIN (pianos). 80 % des usagers demandent l'accord à 440 Hz. Avec les instruments actuels à cadre en fer, les marges de résistance permettent des fluctuations d'accord allant de 435 à 450 Hz. M. LEIPP précise que pour un piano supportant une tension totale de cordes d'environ 10 000 Kg l'augmentation de tension correspondante est de l'ordre de 700 Kg seulement.

M. BLONDELET (Clarinettes, bassons, hautbois). Les américains nous demandent des instruments accordés strictement à 440 Hz pour 20°C; ce sont des usagers français qui nous réclament des diapasons allant de 443 à 445 Hz....

M. JUNCK (Saxophones). La majorité de nos instruments est exportée en Amérique, mais nous devons parfois satisfaire des demandes particulières, comme cette commande de saxophones soprano pour la Suisse, s'adressant à des musiciens qui jouent à des températures plus basses; il a fallu raccourcir l'instrument de plus de 5 mm pour les accorder au diapason de 440. S'il est relativement facile de modifier la perce des instruments en bois comme la clarinette, cela n'est pas possible pour des cuivres à moins de changer l'outillage, dont le prix est très élevé.

...../

Les facteurs d'instruments ne demanderaient pas mieux que de s'en tenir à un diapason donné pour une température donnée; en principe : 440 Hz pour 20°C. Mais pourquoi les musiciens ne le respectent-ils pas ? Qui est chargé en France de faire respecter le diapason et lequel ?

3°) PHYSICIENS et THEORICIENS

M. DUSSAUT : Les musiciens n'acceptent pas 440 Hz, comme ils n'ont pas accepté 435 Hz, car ce ne sont pas des " nombres logiques ". Seul le nombre 432 satisfierait l'esprit : il est divisible par 2 et par 3, il permet d'exprimer en nombres entiers les fréquences d'une gamme majeure en partant de SOL 3, 384; de plus on conserve l'UT 4, 512 des physiciens (512 = 2⁹). Cette proposition a été acceptée à l'unanimité par l'Académie des Sciences et des Beaux Arts en juillet 1952. Une lettre de M. DANDELLOT exprime le voeu que tous les musiciens adoptent ce diapason. Donc il faut commencer par baisser le diapason à 432 Hz.

A la suite de l'intervention de M. DUSSAUT on peut se demander qui pourrait effectivement faire respecter une telle décision.

Officiellement, quel est le diapason ?

- 435 selon M. DUSSAUT, le dernier décret gouvernemental date de 1859 (Commission Lissajous-Halévy, CNAM).
- 440 selon M. CHAVASSE (qui présida en France, la réunion préparatoire de l'ISO de Londres (1939). Lors de cette réunion M. RABAUD, sûr de n'obtenir aucune satisfaction s'il demandait 435, accepta à contre-cœur 440. La décision de 1939 est internationale. Elle s'appuie sur des mesures statistiques faites d'après des retransmissions radiophoniques qui n'influent en rien sur la fréquence. Le seul organisme officiel en France est l'AFNOR (correspondante de l'ISO) qui a adopté 440 Hz à 20°C.

Quelle est la valeur de telles décisions ? (Congrès, décrets gouvernementaux etc...) puisqu'elles ne sont pas respectées, en pratique ?

CONCLUSIONS

M. SIESTRUNCK : " Tout le monde ne demande pas mieux que de se mettre d'accord mais c'est bien difficile. Une seule chose est à retenir parce qu'elle est fondamentale : le malheur des chanteurs. Dans les pays tempérés où l'on a un répertoire de musique classique, il faut une normalisation qui permette d'assurer l'existence d'un individu qui vit de sa voix et qui la cultive : il faut imposer une fréquence au début du concert. Les musiciens appelés à se déplacer peuvent prendre des ins-

...../

truments normaux et les jouer tels quels sous les différents climats. La retransmission d'un tel concert choquera peut-être l'oreille absolue de quelques musiciens, mais c'est une solution raisonnable.

Il faut adopter une fréquence de base avec une certaine souplesse, car en pratique on " fluctue autour ".

M. CHAVASSE. Le seul organisme officiel pour imposer une telle fréquence est l'AFNOR. Il faut donc reprendre la question en tenant compte des tentatives d'organisation qui ont été faites depuis trente ans.

M. DUSSAUT. Il faut commencer par baisser le diapason.

M. LEIPP. Tout le monde serait d'accord en principe mais il faut voir en pratique ce que l'on fait et ce que l'on peut faire.

Donc entreprendre une étude:

- sur le hautbois que l'on porte généralement pour responsable de la montée du diapason.
- sur les fluctuations du diapason en fonction de la température dans les représentations actuelles à Paris (Opéra, Conservatoire, Concerts....)

Cette réunion ne se proposait pas pour but de résoudre la question, mais, l'ayant reposée, de susciter des études qui permettront peut-être, sur la base des résultats obtenus, de trouver à l'avenir une solution satisfaisante.

