G.A.M.
(Groupe d'Acoustique Musicale)
Laboratoire d'Acoustique
Faculté des Sciences
8, rue Cuvier PARIS 5°

Paris, le 5 Mars 1965

BULLETIN N° 10

REUNION DU 25 FEVRIER 1965

Etaient présents :

M. le Professeur SIESTRUNCK, président
M. LEIPP Secrétaire général; Melle CASTELLENGO Secrétaire

puis, par ordre d'arrivée :

M. J.S. LIENARD (Ingénieur Arts et Métiers); Melle Claire SIESTRUNCK (étudiante); M. SAVOURET (Etudiant en Musique); M. GEORGEAIS (Professeur au Lycée La Fontaine); M. ISOIR (organiste); Melle BRETON (Conservatoire); Mme CHARNASSE (C.N.R.S); M. DUPARCQ (Directeur de la Revue Musicale); M. J.J. BERNARD (Maitre de Conférences Faculté des Sciences de Caen); Mme MARTENOT (orthophoniste); M. RUDRAUF (Professeur de Musique); Melle GIGNOUX et Melle CLEMENCEAU (Conservatoire); M. NAWROCKI (UNESCO); M. DEBRAY (Hautbois solo à l'Opéra de Paris); M. BATISSIER (Secrétaire du S.I.E.R.E.); M. DORGEUILLE (Docteur en médecine); Mme STRAUSS (Professeur au Lycée La Fontaine); M. TRAN VAN KHE (CN.R.S., Musique Orientale); M. DUBUC (Assistant au Musée des Arts et Traditions populaires); M. XENAKIS (Compositeur); Melle FLANDRIN (Conservatoire).

Excusés : M. GAUTHIER, Vice Doyen de la Faculté des Sciences; M. CHAILLEY (Directeur de l'Institut de Musicologie), M. DUFOURCQ (Professeur au Conservatoire de Paris); M. CHAVASSE (Ingénieur en Chef, C.N.E.T.); M. COCHEREAU (Directeur du Conservatoire de Nice); M. PHILIPPOT (Chef du Service de Production des Emissions musicales O.R.T.F.); M. MOLES (Faculté des Lettres de Strasbourg); l'A.F.I.M.A. (MM. KLEIN, MAILLOT, JUNCK, MALERNE, BEAUGNIER exposant à la Foire de Francfort); M. BLONDELET (Directeur des Ets Buffet Crampon (à Francfort); M. ACOULON (Directeur de La Soc. THIBOUVILLE LAMY); M. BUGARD (O.R.T.F., Musique Arabe), M. SAINT-GUIRONS (I.B.M.); M. LEBOIS (violoniste), M. MONICHON (Professeur de musique); M. LAFAURIE (Revue du Son), M. TOURTE (Professeur au Conservatoire); M. FAYEULLE (Chef de la fanfare de l'Opéra de Paris); Mme BOREL-MAISONNY (orthophoniste, M. LE ROY (Professeur au conservatoire).

M. LEIPP nous a fait un exposé sur " LES CHAMPS DE LIBERTE DES INSTRUMENTS DE MUSIQUE ", dont il nous donne le compte-rendu suivant :

...../

LES CHAMPS DE LIBERTE DES INSTRUMENTS DE MUSIQUE

ou : QU'EST-CE QU'UN SON MUSICAL ?

1. GENERALITES

La musique est un message. Pour le communiquer à son entourage, le compositeur code son message sous forme de partition écrite, à l'aide de signes : les notes. Mais la musique est faite pour être entendue : elle n'a de sens que dans la mesure où le message est décodé, transformé par l'instrumentiste en réalité tangible, c'est-à-dire en sons musicaux.

Un son musical est d'abord un phénomène vibratoire de l'air, un " objet ", une " forme " que l'on peut décrire de façon exhaustive à l'aide de ses trois dimensions : fréquence, niveau, temps. Un précédent bulletin du GAM a donné toutes informations utiles de ce point de vue (N°4).

Le son musical présente une particularité remarquable, bien connue des musiciens quoique de façon intuitive : c'est un être vivant. En fait, une longue expérience spectrographique nous a montré qu'il n'existe aucun son musical stable ou fixe : tout change, tout bouge, tout évolue continuellement : c'est la définition même de la vie.

Les plus récentes acquisitions de la psycho-physiologie de la perception, de la Théorie de l'Information confirment de plus en plus le bien fondé de la pratique instrumentale, essentiellement basée sur l'exploitation de marges autour de ce que représente une note écrite. L'instrumentiste ne nous sert pas des sons préfabriqués, standardisés; les objets qu'il nous propose sont en nombre limité, il les modèle, les manipule, les organise devant nos yeux. Tout en restant reconnaissables ces objets ne sont jamais tout à fait les mêmes : voilà en quoi consiste la musique traditionnelle. Ainsi, le musicien renouvelle constamment notre intérêt en introduisant des modifications de forme, des fluctuations continuelles. Ces fluctuations sont partiellement erratiques : il est absolument impossible de tenir un son rigoureusement constant en tirant un archet de violon du talon vers la pointe ..... Mais, pour les instrumentistes habiles, elles sont essentiellement volontaires, provoquées dans le but de réaliser des effets donnés.

Erratiques ou non, les fluctuations déforment les objets sonores en agissant soit sur l'une, soit sur plusieurs de leurs dimensions : fréquence, niveau, temps.

...../

Comment, pourquoi et dans quelle mesure l'instrumentiste peut-il agir sur ces trois paramètres ? C'est ce que nous allons examiner maintenant.

2. CHAMP DE LIBERTE DES FREQUENCES

La musique est d'abord modulation de fréquences. La fréquence conditionne deux aspects distincts des sons musicaux : leur hauteur et leur timbre : d'où deux champs de liberté distincts, plus ou moins liés entre eux comme on va voir.

1°) Champ de liberté des hauteurs. Il varie selon le type d'instrument.

a) Instruments à vent. On sait qu'en " forçant le vent ", c'est-à-dire en augmentant la pression de l'air à l'intérieur de la bouche, le son monte. Pour étudier ce problème, il faut un appareil pour mesurer d'une part les pressions dans la bouche et d'autre part les fréquences des signaux rayonnés.

On utilise couramment le manomètre à air libre qui est un simple tube de verre en U que l'on remplit partiellement d'eau colorée; à l'une des branches on raccorde un tube de caoutchouc muni d'une canule qu'on met dans la bouche; quand on souffle le liquide monte d'un côté et descend de l'autre. On mesure la dénivellation en cm, 5, 10 etc.. cm d'eau. Cette méthode est simple, pratique, expéditive; la précision est largement suffisante pour les besoins de la cause; elle est utilisée en facture d'orgues, où la nécessité de mesurer la pression est apparue de bonne heure, dès la fin du 18° siècle (DOM BEDOS).

Pour la fréquence, on peut utiliser le sonomètre à corde classique; mais la précision n'est pas suffisante pour les petits intervalles. Nous utilisons pour celà des appareils électroniques (accordeurs électroniques, stroboconn etc...).

Embouchons simultanément un instrument donné et la canule puis augmentons graduellement la pression jusqu'au point où l'instrument se met à " parler ". On note la pression (fig.1) par exemple 5cm d'eau - et la hauteur de la note correspondante, par exemple do_3, qu'on peut aussi remplacer par sa fréquence, soit 262 Hz). Augmentons le souffle jusqu'à 10 cm d'eau. Le son monte jusqu'à do dièze 3 (25 savarts ou 100 cents). Augmentons encore la pression etc... etc... Finalement on relie entre eux les divers points ainsi déterminés et on obtient la courbe ABCD traduisant la loi de variation de la fréquence en fonction de la pression. Les marges sont comprises entre le point A où le tuyau commence à parler, et le point D où le tuyau se tait.

...../

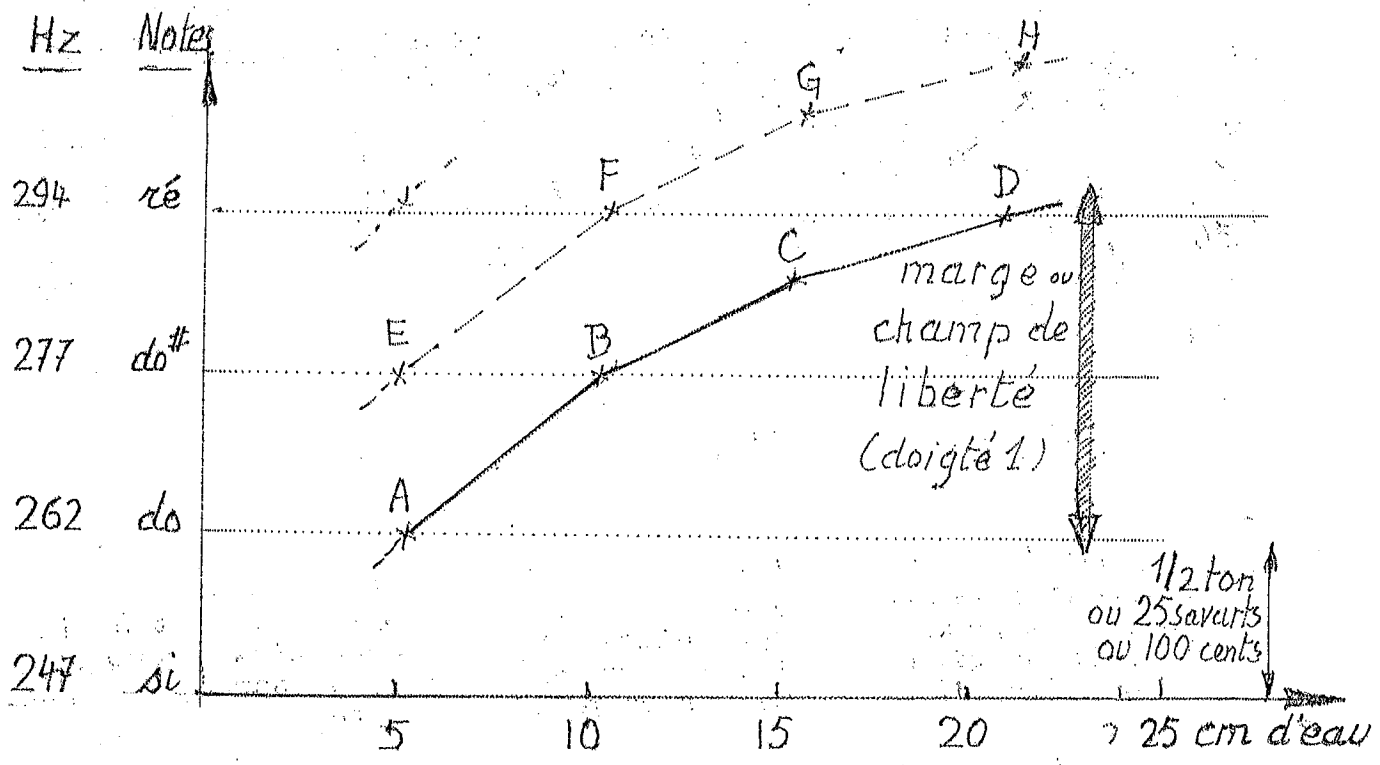


fig. 1

On peut ainsi relever des courbes identiques pour chaque "note" de l'instrument, c'est-à-dire pour chaque combinaison de doigté quand il s'agit d'instruments à trous latéraux (flute, clarinette etc..), pour chaque combinaison de pistons (trompette), pour chaque partiel (octaves ou douzièmes du hautbois, de la clarinette) etc....

Cette représentation est intéressante du point de vue physique; mais ce qui concerne le musicien, ce sont les <u>limites</u> A et D; E et H etc...

Pour mettre en évidence le champ de liberté nous utilisons une autre représentation plus significative (fig.2). On porte en abscisse les notes de l'instrument et, en ordonnée, les écarts à partir de la ligne horizontale (ligne de référence correspondant par exemple à la gamme tempérée, base : la_3 = 440 Hz). On demande au musicien de jouer les diverses notes, en les " forçant " le plus haut possible et en les baissant au maximum. Dans les instruments du type flûte la variation de hauteur est obtenue en recouvrant plus ou moins le trou avec la lèvre, et en forçant le souffle; dans les instruments à anches on force plus ou moins le souffle et on pince plus ou moins l'anche avec les lèvres, etc... Les écarts sont mesurés en savarts

...../

(1/2 ton tempéré = 25 savarts), ou en cents (1/2 ton tempéré = 100 cents).

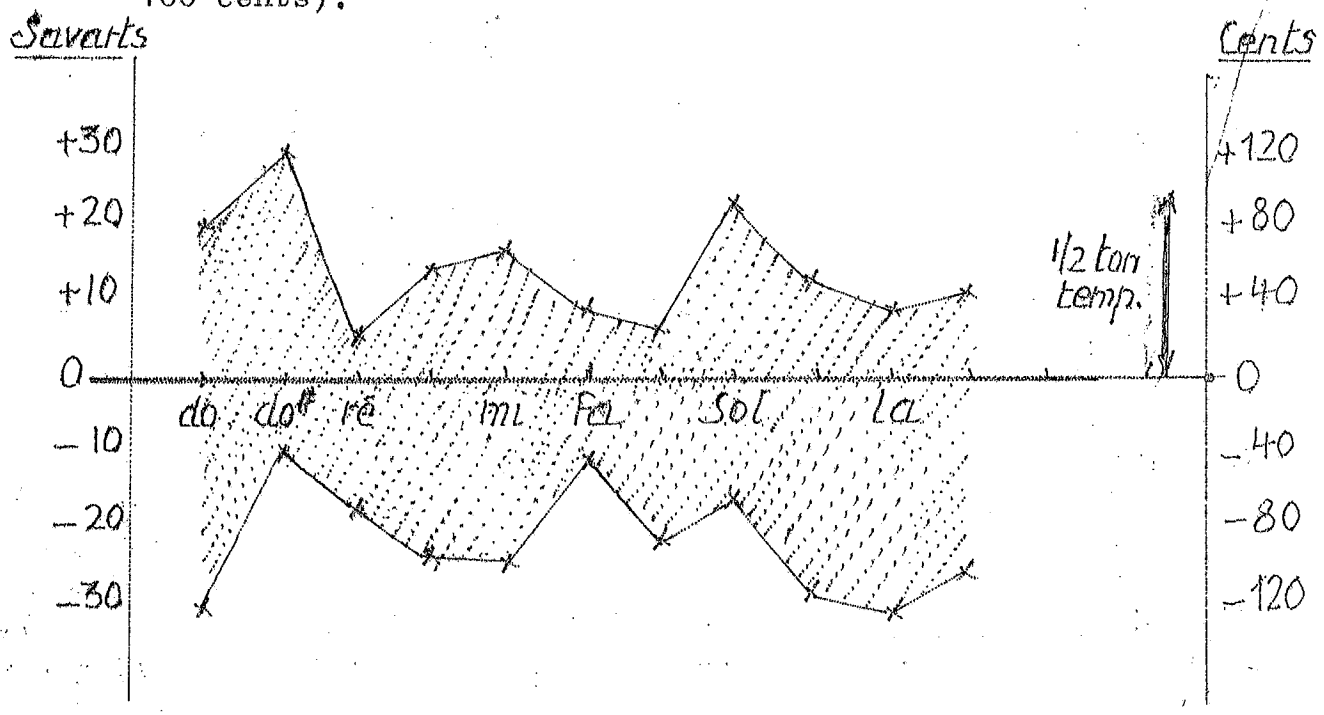


fig. 2

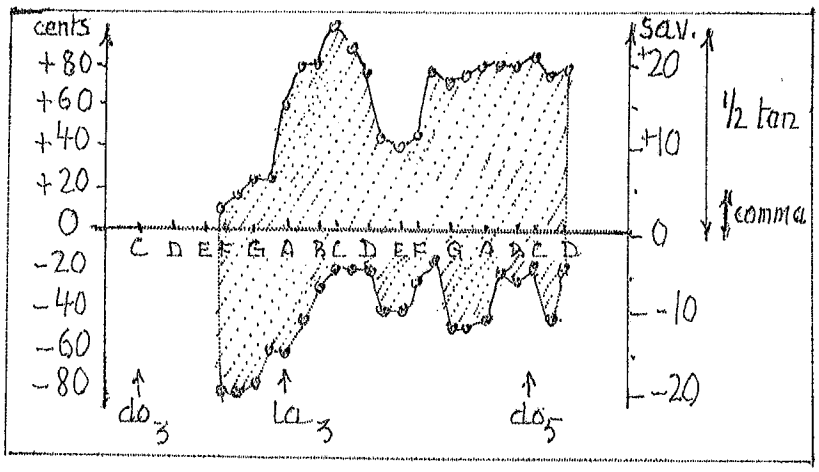
Considérons la première note (do). On peut la monter de 20 savarts et la baisser de 30 savarts comparativement à l'étalon. On inscrit ces deux points et on reprend l'expérience pour la note do dièze. Celle-ci peut monter de + 30 savarts et descendre jusqu'à - 10 savarts et ainsi de suite.

On joint ensuite tous les maximums et tous les minimums. L'espace compris entre les deux limites ainsi définies est le champ de liberté des hauteurs de l'instrument. Le musicien peu faire tout ce qu'il veut à l'intérieur de ce champ. Cependant il existe une hauteur bien définie où le son est le plus facil à produire; d'autre part le timbre varie selon que l'on s'approche de la limite supérieure ou de la limite inférieure. Tim et hauteur sont donc liés dans une certaine mesure; mais on ne peut dire que tel timbre soit bon ou mauvais en soi : c'est une question de contexte musical, d'effet que l'on veut produ

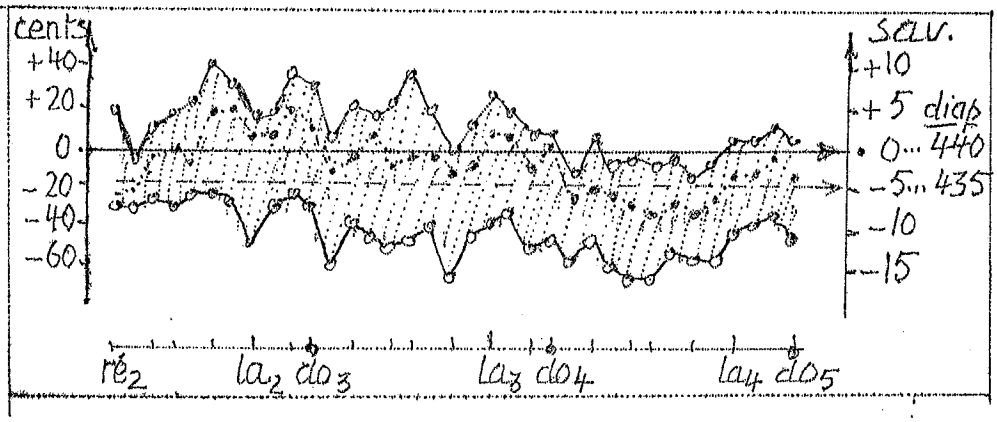
La figure 3 donne les champs de liberté des hauteurs pour p sieurs instruments à vent traditionnels : flûte, clarinette, saxophone, hautbois. La flûte dispose d'un large champ de liberté de l'ordre du demi-ton au moins; celui de la clarinett est nettement plus étroit (ordre de grandeur : un quart de to environ, soit quelques 15 savarts). Le saxophone possède un champ très large vers le grave (voisin du ton, dans certaine

.....

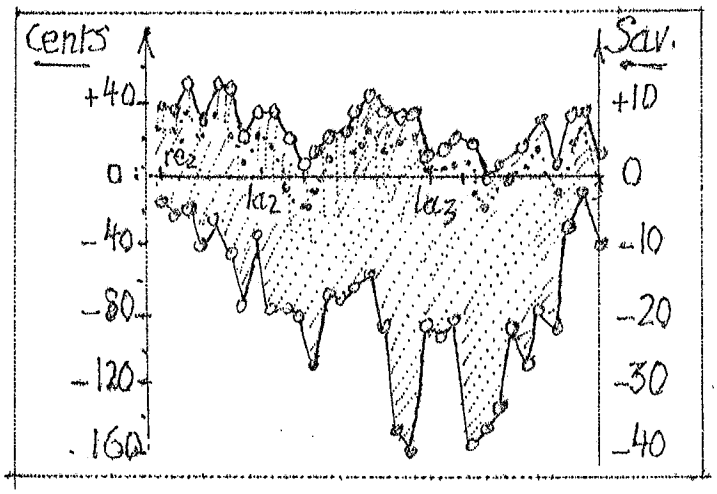
3a Flute traversière



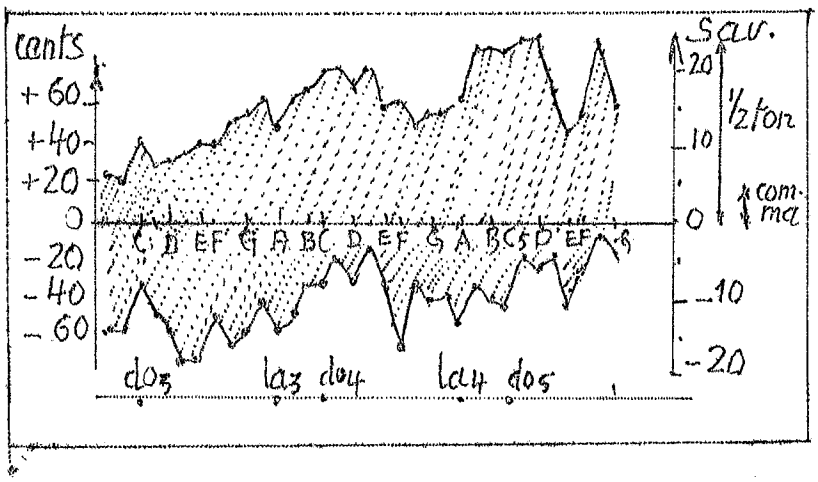
3b Clarinette en sib



3c Saxophone alto en mib



3d Hautbois



régions) et le hautbois dépasse le demi-ton. Pour la clarinette et le saxophone, on a porté une troisième ligne pointillée, correspondant au son jugé le " meilleur " par le musicien, mais nous insistons sur le fait que dans la réalité musicale les mots " bon " - " mauvais " ne signifient rien sans le contexte musical ....

On voit que les champs de liberté, pour les " vents ", sont toujours relativement larges; le musicien peut même parfois passer d'une note à l'autre en continu (glissando des trompettistes de jazz etc..).

Une exception doit être faite pour les instruments à anches libres (orgues à bouche, accordéon). Pour les anches libres, l'expérience montre en effet que le son monte très peu en forçant le vent.

b) Instruments à cordes. On y trouve tous les cas possibles entre le champ de liberté infini et le champ de largeur nulle.

Parmi les premiers on peut citer les instruments à cordes à touche lisse (type violon) avec lesquels par définition, on peut s'écarter d'une note donnée d'un intervalle quelconque (champ infini des hauteurs). La guitare, par contre délimite les tons de façon très stricte, à l'aide des barrettes; mais le guitariste habile sait " jouer " autour de ces valeurs en poussant les cordes latéralement (légère augmentation de tension, donc de hauteur) ou en appuyant la corde très près des barrettes; le champ reste cependant assez étroit (quelques savarts).

Il existe enfin toute une série d'instruments à cordes multiples accordées de façon fixe (harpe, piano) où le champ de liberté des hauteurs est nul.

Comme instruments hors série, on connait le monocorde vietnamien où l'on utilise les partiels de la corde (obtenus par effleurement sur une partie aliquote de la corde); mais corrélativement on peut varier, dans une certaine mesure, la tension de la corde, donc la hauteur de chaque partiel (ce qui permet des effets très particuliers de vibrato et de glissando etc..). Il faut aussi nommer le Koto japonais où l'on agit sur la hauteur de chaque note en appuyant sur la partie de la corde située au-delà du chevalet.

c) Instruments à percussion. La plupart donnent des sons fixes (type xylophone) et par conséquent n'ont aucun champ de liberté des hauteurs. Pour d'autres, (tambours), le son se rapproche d'un bruit et la sensation de hauteur est assez floue. Mais

..../

dans certains modèles de tambour on a prévu une possibilité de réglage de la tension de la peau en cours de jeu. Dans la toumba on peut tendre la peau en y appuyant un coude, ce qui permet de modifier la hauteur d'un intervalle de tierce environ.

En résumé, la plupart des instruments traditionnels, monodiques en particulier, disposent d'un champ de liberté des hauteurs assez large, sans lequel ils deviendraient rapidement lassants à l'audition.

Les conclusions que l'on peut tirer des observations précédentes sont nombreuses :

- Gammes. On soutient couramment l'opinion que " les gammes sont nées sur l'instrument ". En d'autres termes les divers types de gammes seraient déterminés par les propriétés physiques des instruments qui les produisent. Ainsi Van Esbroeck distingue-t-il la gamme citharique qui serait née sur la lyre pour des raisons de technique d'accordage (octaves et quintes justes, sans battements) la gamme syringique, qui serait née de la syrinx (flûte de pan) que l'on accorde en forçant le souffle de manière à faire " quintoyer " le tuyau, ce qui donne des quintes fausses, enfin la gamme salpingique, qui serait née sur la salpinx, la trompette, dont les partiels donnent les " harmoniques naturels ".- L'existence du champ de liberté de ces instruments montre bien qu'il faut se garder de trop simplifier le problème. Il est bien probable que statistiquement les instruments favorisent telle ou telle gamme (notes les plus faciles), mais pour savoir ce que les musiciens font sur un instrument donné, il faut analyser leur musique, puisqu'ils peuvent dévier à loisir et dans de larges proportions des gammes théoriques. En d'autres termes, la gamme n'est pas inscrite dans les instruments de musique : elle est gravée dans la mémoire du musicien. Avec un hautbois ou une clarinette on peut jouer toutes les gammes théoriques que l'on veut puisque le champ de liberté des hauteurs dépasse généralement de loin le quart de ton ....

- Justesse d'un instrument de musique. La question s'est posée de nombreuses fois : qu'est-ce qu'une clarinette, une flûte te .... " justes " ? Etant donné l'existence du champ de liberté des hauteurs, on peut dire qu'un instrument juste c'est celui qui permet de jouer une gamme donnée, dont les notes sont incluses dans le champ de liberté. Exemple : si on désire jouer la gamme tempérée, un instrument est juste, quand il est possible de tracer une ligne horizontale entièrement comprise dans le champ de liberté. C'est le cas du hautbois (fig.3d) par exemple. Mais celà ne veut pas dire que le musicien jouera automaquement juste avec un tel instrument.... La gamme doit d'abord être gravée dans la mémoire de l'exécutant; encore faut-il qu'il soit assez habile pour pouvoir régler ses muscles de façon à

..../

produire ce qui est inscrit dans sa mémoire.

- Diapason. Considérons le cas de la clarinette (fig.3b). Cet instrument est manifestement faux pour la gamme tempérée à base la_3 440 Hz .... puisque certaines notes, trop basses, ne peuvent être " forcées " suffisamment vers le haut (dans l'aigu en particulier). Mais nous pouvons trouver une ligne horizontale passant entièrement dans le champ de liberté 5 savarts en dessous de la ligne de référence précédente : c'est la ligne en traits interrompus. Cette clarinette est donc " juste " mais à un diapason de 440 Hz - 5 savarts (environ 435 Hz). Justesse, diapason et champ de liberté sont donc étroitement liés.

- Intérêt musical d'un instrument. Il est directement fonction de son champ de liberté; mais plus le champ est large, plus l'instrument devient difficile à jouer, car la hauteur des sons est alors subordonnée à l'habileté du musicien et à sa mémoire musicale (capacité de " retenir " les hauteurs relatives).

2°) Champ de liberté des timbres. Prenons un cas simple : celui de l'harmonica à bouche.

On sait qu'en modifiant le volume de la cavité buccale, considérée comme un résonateur, on peut faire varier sa fréquence propre entre 500 et 2000 Hz environ. Or une note d'harmonica comporte de nombreux harmoniques. Si l'un de ces harmoniques vient à coïncider avec la fréquence de la cavité buccale, il est amplifié par résonance. On peut le montrer très facilement :

- on joue une note donnée, par exemple ut_3 260 Hz.
- on diminue graduellement le volume de la cavité buccale lors du jeu, en déplaçant la langue, les mâchoires etc...

On entend alors distinctement émerger, les uns après les autres, les harmoniques 2 (520 Hz) 3 (780 Hz), 4 (1040 Hz) etc.. L'expérience est très facile à faire et nous avons fait le sonagramme du phénomène, montrant bien que ces harmoniques émergent effectivement quand la cavité buccale est " accordée " sur un harmonique donné (fig.4). (Voir page suivante)

Nous avons fait d'autres expériences systématiques avec des instruments où le musicien peut modifier le timbre non seulement en jouant sur la cavité buccale, mais en pinçant plus ou moins l'anche (clarinette, hautbois etc..). Le musicien varie

...../

ainsi continuellement le spectre des notes qu'il joue. C'est à cette seule condition que des notes instrumentales tenues sont musicalement acceptables (exemple : les notes de clarinette solo dans l'Abîme aux Oiseaux de MESSIAEN - Quatuor pour la fin du temps, fig. 5).

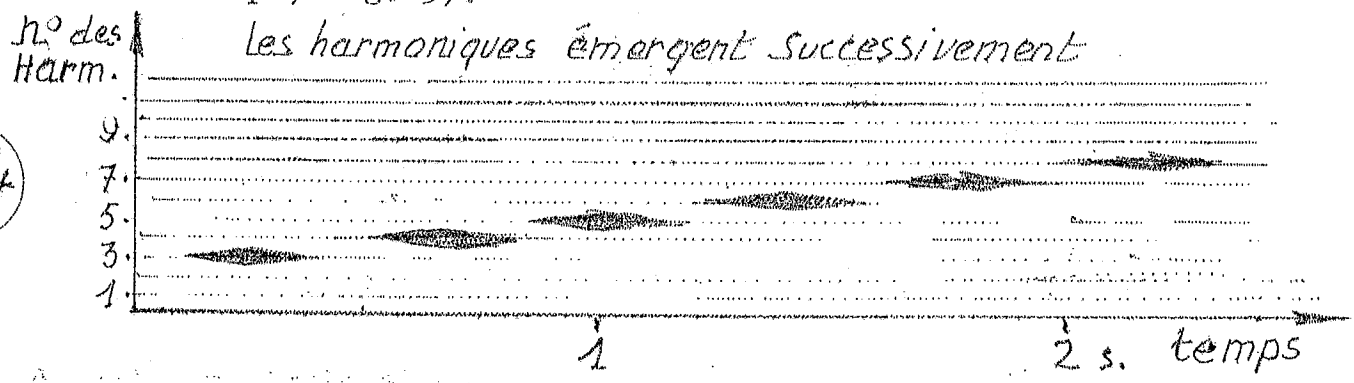


Fig 4

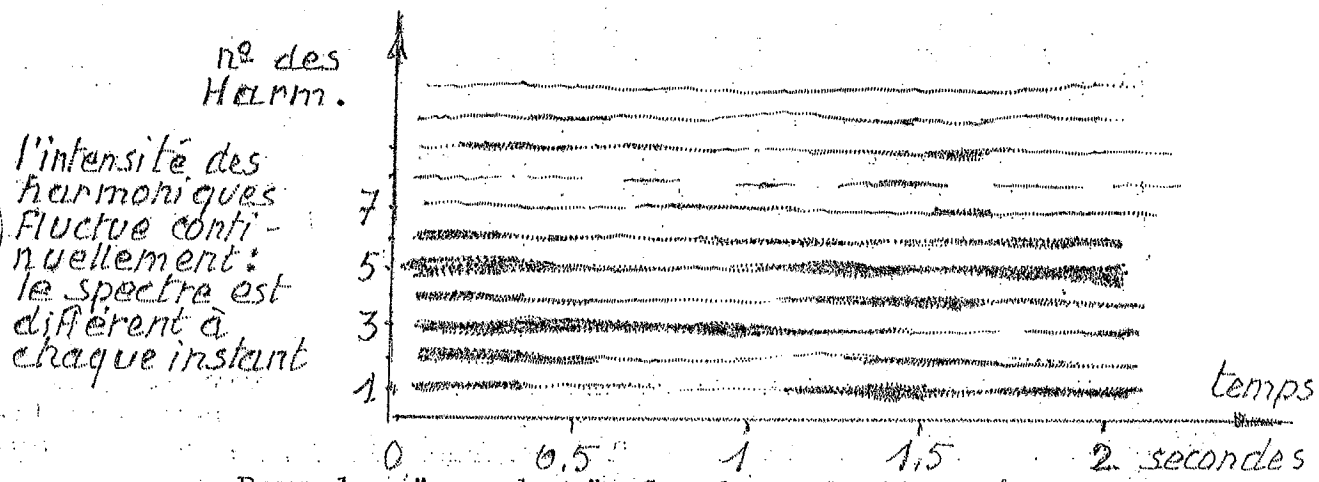


Fig 5

Pour les " cordes ", le champ de liberté des timbres peut être énorme. C'est le cas du violon, où le " toucher " de la main gauche et la technique de la main droite permettent de modifier profondément les spectres. Il est encore assez étendu pour la guitare dont le timbre change selon le mode d'excitation (ongle ou gras du doigt) la distance point d'excitation, chevalet etc... Pour le piano, il est possible de modifier la richesse spectrale en frappant plus ou moins fort (mais le champ de liberté des timbres est alors solidaire du champ de liberté dynamique dont on parlera plus loin). On peut encore en modifier le timbre en jouant sur la rapidité de retour de l'étouffoir. Celui-ci est susceptible de faire émerger un " harmonique " en fin de course, quand il vient se placer sur une partie aliquote de la corde. Exemple : si l'étouffoir touche au 1/3 de la longueur, on entend " résonner " nettement la douzième à la fin de la note.

Le champ de liberté des timbres peut être relevé grâce aux spectrographes (sonagraphe en particulier). Leur étude conduit encore à la conclusion que l'instrument est musicalement d'autant plus intéressant que son champ de liberté des timbres est plus étendu, car il permet alors de produire des effets variés; mais

...../

corrélativement le jeu devient plus difficile, car le musicien devra savoir choisir et réaliser ce qu'il désire. De ce point de vue, le violon reste certainement le " roi des instruments "....

3. CHAMP DE LIBERTE DES NIVEAUX

- Le niveau est l'intensité physique d'un son, mesurée en décibels (dB). On peut facilement comprendre ce qu'est un décibel.

Soit une ligne découpée en segments égaux.

nombre de musiciens	1	10	100	1000	10 000	musiciens
gain de niveau en Bels	0	1	2	3	4	bels
gain en décibels (par rapport à 1 musicien)	0	10	20	30	40	Décibels (dB)

On porte, en haut, une série de nombres obtenue et en multipliant chaque fois le nombre précédent par 10. Ces nombres désignent par exemple le nombre de musiciens. Entre 1 et 10, 10 et 100, 100 et 1000 etc... il y a la même distance.

Sous la ligne on indique, en unités conventionnelles l'augmentation d'intensité, le gain de niveau quand on passe de 1 à 10 de 10 à 100 musiciens etc... L'unité adoptée est généralement le BEL (autant de Bels que de zéros dans le nombre supérieur).

Le Bel est une unité trop grande en pratique; on utilise alors le décibel (1 Bel = 10 dB; 2 Bels = 20 dB etc...).

Que signifie ce tableau ? C'est bien simple. Si 1 musicien joue seul il produit un certain niveau, pris comme base de départ. Que gagne-t-on en niveau si on prend 10 musiciens ? On lit directement en face de 10 musiciens un gain de 10 dB. Avec 100 musiciens on gagne 20 dB etc... On peut évidemment placer toutes les valeurs intermédiaires. Le décibel est une unité pratique parce qu'elle traduit assez bien une propriété générale de nos sens. Tout le monde sait que deux violonistes ne jouent pas deux fois plus fort qu'un seul, mais seulement un peu plus fort; en fait, le gain en dB est égal à log de 2 = environ 0,3 Bels ou 3 décibels : 3 dB, c'est approximativement l'unité de sensation de niveau; entre deux sons voisins de 3 dB nous commençons à sentir une différence d'intensité. On a imaginé d'autres unités le Phone, le Sone etc... qui sont des décibels, mais corrigés en fonction de certaines particularités de l'oreille. Pour fixer les idées, donnons quelques niveaux usuels en décibels :

..../

Le niveau du bruit de fond dans un studio de radiodiffusion est voisin de 35 dB, alors qu'un orchestre, en fortissimo fournit 100 à 105 dB; une cornemuse donne 110 dB à 2 mètres etc...

En fait le problème de la mesure de l'intensité de perception des sons musicaux est très difficile en raison des propriétés compliquées de l'oreille de ce point de vue. En particulier, la sensation de niveau ne dépend pas seulement du niveau physique, mais de la hauteur (fréquence) du son etc... On peut dire en gros qu'un phone est égal à un décibel pour 1000 Hz (ut$_5$ environ). Divers musiciens se sont intéressés à ces problèmes; STOKOWSKI par exemple donne un tableau où le pianissimo est de 20 phones, le mf de 65 phones, le fff de 95 phones.

Chaque instrument de musique possède un champ de liberté de niveaux (une dynamique); par exemple avec un piano on peut passer de la nuance " piano " de quelque 35 dB au fortissimo de 100 dB; on dit alors que la dynamique de l'instrument est de l'ordre de 65 dB. En fait, il faut tenir compte du bruit de fond. Dans un bruit de fond normal d'appartement silencieux (environ 50 dB) la dynamique est plus faible. La dynamique du piano enregistrée sur disque ne dépasse pas 40 dB pour des raisons techniques (le champ de liberté dynamique du piano est plus faible à l'enregistrement qu'en direct).

Les musiciens ont une idée assez précise des champs dynamiques : ils savent bien qu'un instrument de musique est d'autant plus intéressant que son champ dynamique est plus large parce qu'il permet alors un large éventail de nuances d'intensité (expression). De ce point de vue le piano est plus intéressant que le violon et celui-ci plus que le clavecin etc...

4. CHAMP DE LIBERTE DES DUREES

Certains instruments peuvent produire des sons de durée indéfinie (orgue) : leur champ de liberté des durées est infini. Pour d'autres, la durée des notes est liée aux caractéristiques des matériaux et de la structure (amortissement) : c'est le cas du piano dont le champ est de l'ordre de quelques secondes. D'autres instruments enfin produisent des notes très brèves sur la durée desquelles le musicien ne peut pas agir (sinon en jouant dans un local réverbérant qui prolonge le son); par exemple : le xylophone.

Mais le champ de liberté des durées apparait sous un autre aspect qui intéresse beaucoup le musicien : combien de notes un instrument peut-il produire par seconde ? Ce nombre détermine les possibilités de virtuosité .... Plus il est grand plus l'instrument est intéressant.

...../

Dans la réalité on se heurte à des limites irréductibles. C'est d'une part la fréquence (un tuyau de 32 pieds mets un certain temps pour atteindre son régime normal), le perfectionnement des mécanismes (une bonne clarinette est celle où le mécanisme est extrêmement souple et rapide) et enfin les possibilités humaines (durée des réflexes). En explorant les champs de virtuosité nous avons trouvé par exemple 12 à 13 notes/seconde pour le hautbois (M. DEBRAY hautbois solo à l'Opéra de Paris); 14 à 15 notes/seconde pour le saxophone (M. DEFFAYET); 10 à 12 notes/seconde pour la guitare (M. LAGOYA) etc... En fait, pour un nombre supérieur à 10 notes/secondes, une sorte de " fusion " entre les notes voisines commence à se produire et une note manquante ou légèrement fausse n'est plus perçue ; le nombre 10 à 15 correspond aux limites humaines.

On notera que certains instruments de musique ont un champ de virtuosité très variable tout au long de leur étendue, déterminant souvent un style musical particulier. L'orgue est très rapide lorsqu'il s'agit d'une doublette ou d'un sifflet, mais pour les tuyaux graves, les anches en particulier, il n'est souvent possible de jouer que 2 ou 3 notes par seconde.

Une fois encore un instrument de musique est d'autant plus intéressant que son champ de liberté des durées est plus vaste.

5. CONCLUSION GENERALE

Les champs de liberté des instruments de musique conditionnent la " vie interne " des sons musicaux; sans eux la musique serait " mécanique ", lassante et dénuée d'intérêt. Ainsi de nombreux instruments " électroniques " ne possèdent pas de champs de liberté; ils nous amusent quelques instants parce qu'ils apportent des effets ou timbres inhabituels mais nous lassent rapidement ensuite. Si on veut fabriquer des instruments électroniques intéressants, il faut y prévoir des dispositifs permettant de modifier fréquence, niveau et durée au gré du musicien et pas seulement des " vibratos " automatiques. Les instruments deviendront alors nécessairement plus difficiles à jouer ; il ne faut se faire aucune illusion sur les publicités de fabricants d'instruments électroniques à clavier où l'on prétend que " vous apprendrez à jouer du hautbois en quelques minutes si vous savez jouer du piano ".

En résumé, la musique traditionnelle telle que la jouent les instrumenstistes, est un phénomène d'une complexité extrême, voulue par les musiciens et dont on peut montrer qu'elle est un optimum eu égard aux propriétés de l'oreille humaine. Cette complexité résulte de l'exploitation systématique des champs de liberté. Il serait d'ailleurs possible de faire une classification

...../

des instruments de musique en fonction de l'étendue de leurs champs de liberté; on pourrait sûrement en tirer d'intéressantes conclusions, par exemple celles-ci :

- Quand le champ de hauteurs d'un instrument est déficient (piano), on compense ce défaut par une grande étendue (7 octaves et plus) un large champ dynamique, des possibilités polyphoniques etc...

- Quand un instrument possède une faible étendue et une dynamique nulle, malgré un niveau intense (cas de la cornemuse) on donne à l'instrument un champ des durées très large, de la durée infinie à la durée minimale compatible avec les réflexes humains.

- Quand un instrument possède des champs de timbre de dynamique et de hauteur nuls - cas des tuyaux d'orgue - on s'arrange pour compenser ces déficiences par des possibilités combinatoires : on peut alors varier les timbres à l'infini et jouer très largement sur la dynamique.

En fait les instruments traditionnels présentent tous des champs de liberté étendus, c'est pourquoi la bonne musique sera toujours un art difficile.

* * *

DISCUSSION

M. DORGEUILLE Dans les champs de liberté, peut-on dissocier ce qui revient à l'instrument et ce qui dépend des effets de bouche ?

M. LEIPP Celà dépend des instruments et de toute façon c'est très difficile, car le musicien agit simultanément sur plusieurs facteurs. Ainsi le clarinettiste peut modifier la pression dans la bouche, le point d'appui de la lèvre sur l'anche, la force d'appui et l'amortissement de l'anche. On peut toujours délimiter des zones d'influence; exemple 500 à 2000 Hz pour la cavité buccale, 2000 à 3500 Hz pour l'anche etc.. Dans tous les cas la réalité est d'une telle complexité qu'elle ne se laisse pas enfermer dans des calculs élémentaires.

M. GEORGEAIS Existe-t-il des formants et peut-on les définir pour chaque instrument ?

M. LEIPP Tout instrument de musique est composé d'un nombre fini de parties possédant chacune une fréquence de résonance propre qui peut apparaitre dans les spectrogrammes lorsqu'une composante du son a la même fréquence. Nous pensons qu'on a trop simplifié la question : les propriétés d'un instrument ne sont pas la somme des propriétés de ses parties; tout dépend du couplage de ces parties entre elles.

M. GEORGEAIS Ne pensez-vous pas que dans la justesse d'un instrument les phénomènes de résonance et de couplage jouent un rôle important ?

M. LEIPP On peut rechercher ou non la résonance des cordes voisines sur une guitare ou un violon comme effet musical. Ce n'est pas parce qu'il accorde son violon par quintes justes, sans battements, que le violoniste joue la gamme de Pythagore; il joue la gamme qu'il veut.

M. BERNARD Le champ de liberté dépend-il beaucoup de l'instrument ? Existe-t-il des règles ?

M. LEIPP Il existe des conditions physiques contraignantes, variables selon les cas. Le problème est ici celui de la réaction d'un système excitateur sur un tuyau, par exemple.

M. RUDRAUF Le champ de liberté dépend-il de la longueur d'un tuyau dans une flûte à bec ?

M. LEIPP Oui dans une certain mesure comme nous l'avons vérifié au laboratoire.

M. DUPARCQ Peut-on faire varier la hauteur des notes d'une cornemuse en jouant sur la pression ?

...../

M. LEIPP Pratiquement non : la cornemuse parle pour 70 cm d'eau et se tait quand la pression tombe tant soit peu.

M. DORGEUILLE Bien que l'orgue soit un instrument à sons fixes, on différencie cependant très bien deux organistes.

M. DUPARCQ Il en est de même au clavecin : la qualité du jeu dépend de la façon d'attaquer les notes et de les enchainer entre elles. C'est toute la différence entre la musique humaine et la"musique de réfrigérateur".

M. TRAN VAN KHE Il serait intéressant d'étudier les instruments orientaux, car les luthiers les ont conçus de façon à augmenter le plus possible les champs de liberté avec des moyens très simples.

M. LEIPP Nous sommes tout prêts à entreprendre cette étude, plus particulièrement celle du monocorde vietnamien.

M. DEBRAY Avez-vous fait une étude des instruments anciens sous cet aspect ?

M. LEIPP Je pense qu'on peut à peu près tous les assimiler à l'un ou l'autre des instruments que nous venons de voir.

M. DEBRAY Au 18ème siècles, il fallait deux ans pour apprendre à jouer du hautbois; aujourd'hui 15 à 20 ans d'étude sont nécessaires. Plus le musicien travaille son instrument, plus il exploite ses champs de liberté. On se pose toujours la question des ornementations dans la musique ancienne : le compositeur en laissait le choix au musicien qui faisait ce qu'il pouvait.

Mme CHARNASSE Le cornet qui a une très grande variété de timbres est très difficile à jouer; il en est de même du serpent.

M. LEIPP Je voudrais attirer l'attention sur un point important : nous avons relevé la pression dans la bouche d'un clarinettiste qui montait une gamme chromatique. Contrairement à ce qu'on pourrait penser à priori, la pression ne croît pas de façon régulière. A chaque trou correspond une pression donnée. L'instrumentiste grave ainsi dans sa mémoire un schéma de pressions particulier à l'instrument en question. S'il applique ce même schéma à une autre clarinette, il joue faux.

M. DEBRAY Il y a sur le hautbois des notes plus timbrées; on les joue moins fort pour les mettre à égalité avec les notes voisines.

M. SIESTRUNCK En somme, l'existence des champs de liberté, leurs fluctuations probables avec la température et l'humidité, font le malheur des physiciens mais les délices de l'auditeur .....

— ☆ —