

E. LEIPP

REFLEXIONS ET EXPÉRIENCES SUR LA CLARINETTE



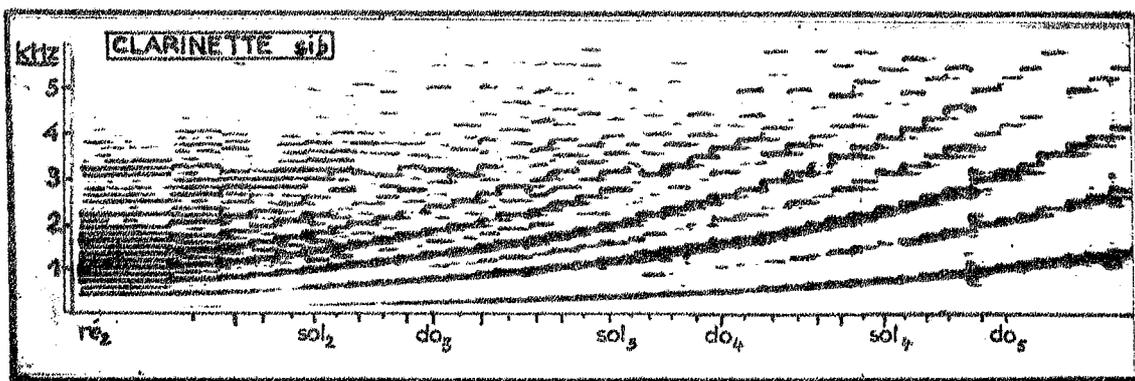
J. M. HEINRICH

Etude botanique de l'anche de roseau



N° 71

Déc. 1973



GAM

BULLETIN DU GROUPE d'ACOUSTIQUE MUSICALE
UNIVERSITÉ PARIS VI - TOUR 66 - 4 PLACE JUSSIEU. PARIS 5^e.

- REFLEXIONS ET EXPERIENCES SUR LA CLARINETTE
par E. LEIPP
- LE PROBLEME BOTANIQUE DES ANCHES
par J.M. HEINRICH

REUNION DU 11 JANVIER 1974

Etaient présents :

M. le Professeur SIESTRUNCK, Président.
M. LEIPP Secrétaire Général; Melle CASTELLENGO Secrétaire.

Puis, par ordre d'arrivée :

M. J.M. HEINRICH (bassoniste); M. Eric VIVIE (Maître es mathématiques); M. BARJON (flûtiste); M. LEROY (Professeur au Conservatoire); M. ANCIEN (Professeur au Conservatoire Royal de Bruxelles); M. MOIROUD (Ingénieur du son); M. PAVARD (assistant en Automatique); M. GEUENS (RTB); M. THEVET (Prof. Conservatoire de Versailles); M. BESNAINOU (Electronicien); M. Alain LEQUEUX (Architecte); Melle DINVILLE (orthophoniste); M. DUMIELLE (étudiant); M. BLANCHET (Etudiant musicologie); M. KREHM (étudiant musique, clarinette); M. LELOUX (Maître modulateur honoraire RTB); Mme BOREL MAISONNY (orthophoniste); M. CARRE; M. ANDRE (Sté COUESNON); M. VERGER; M. le Dr POUBLAN (Médecin biologiste); M. EYMARD; M. SCHNECK; Melle CHIRON (institutrice); M. J.L. MASSON; M. LANCINO; M. R. GUERIN; Mme STRAUS (Professeur Lycée La Fontaine); M. RIALLAND; M. BATAISSIER (Secrétaire général SIERE); M. ETZOLD (Université de RHODE ISLAND); M. Jean SELMER (Fabricant d'instruments de musique); M. VIGNOUILLE (pour M. FAYEULLE : Opéra de Paris); M. JOUHANNEAU (Collège de France); M. VENDRYES; M. KERGOMARD (polytechnicien : CNRS); M. KOPFF (CEPTB); M. MULLETTIN (Maitre-Assistant Université de Paris VII); M. J.J. BERNARD (Directeur de l'UER de Mécanique); M. DUPREY (architecte); Melle ROUSSIAU (étudiante); M. SOLE (Ingénieur électronique); M. René LE ROY (Professeur au Conservatoire); Melle BARRE (Etudiante); M. CHABREL; M. MARCHUTZ (musicien); M. J. LEGUY (Ingénieur acousticien); M. J.J. DUPARCQ (Directeur Revue Musicale); M. LEGROS (Ingénieur); M. GEAY (Musicien); Mme de CHAMBURE (Conseillère du Musée instrumental du Conservatoire de Paris); M. TRAN VAN KHE (Directeur de Recherche au CNRS); M. LANGEVIN (Université Paris VII); Mme A. FULIN (Université de Vincennes); M. DEMARS (Professeur); Mme CHAUVIN; M. VELLAY; M. CIVATTE (violoniste); Melle HASSAN Etudiante ethnomusicologie); M. CEHEN (Preneur de son RTB, Prof. INSAS); Dr CLAVIE; M. FISCHMANN (Etudiant musicologie); M. SAIEB (musicien).

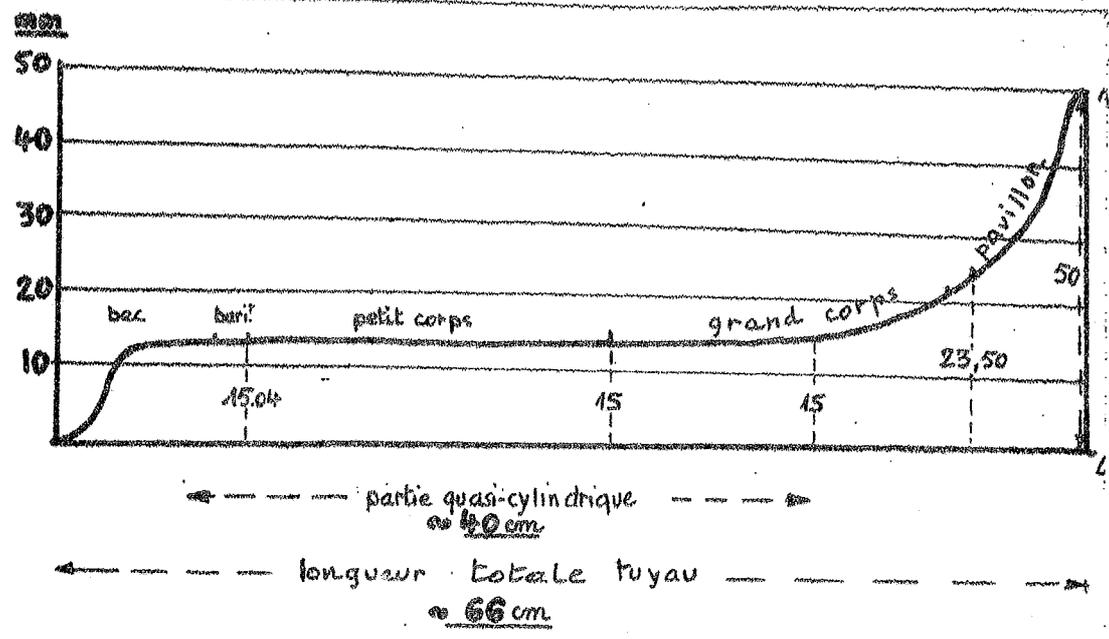
Etaient excusés : M. MABILAT; M. MASSIN; M. GILOTAUX; M. FAYEULLE; M. KLEIN; M. CASSAN; M. PFEIFFER; Mme SOLA; M. J. DEWEVRE; M. GROS; Melle Sylvie HUE; M. CHENAUD; Mme Nelly CARON; M. DUBUC; M. DUCASSE; M. MARILLEAU; M. LARACINE; M. OLIVERES; M. Félix MARGUE; M. SIMANE; Mme KADRI; M. FRANCOIS; Melle Edith Weber; M. PUJOLLE.

P.S. : Nous avons le plaisir de vous annoncer que M. J.J. BERNARD, un fidèle de la première heure au GAM... vient d'être nommé Directeur de l'UER de MECANIQUE (dont le Laboratoire d'Acoustique dépend, comme vous savez...)

PERIODIQUE : 6 numéros annuels. N° d'Inscription à la Commission Paritaire : N°46283.
Imprimeur : Laboratoire de Mécanique de l'Université de PARIS VI
Nom du Directeur : M. le Professeur SIESTRUNCK.

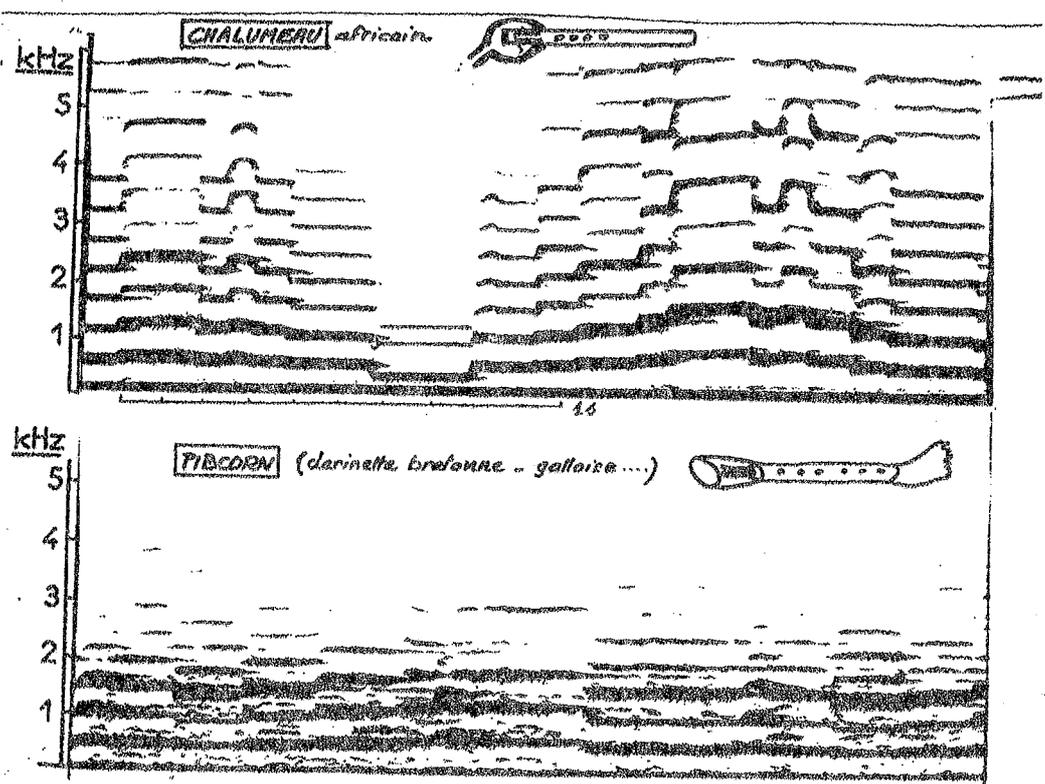
(A)

FORME INTÉRIÈRE de la CLARINETTE



Il est difficile d'appeler cela un "cylindre"...

(B)



SPECTROGRAPHIE de deux "clarinettes" (jeu normal)

Anches battantes... tuyaux quasi-cylindriques :
 L'absence d'harmoniques 2-4-6... est
 un mythe. Il y a loin de la théorie des
 tuyaux cylindriques aux instruments de
 musique....

EXPERIENCES ET REFLEXIONS SUR LA CLARINETTE

par E. LEIPP

I.- INTRODUCTION

a) DEFINITION :

En moins de deux siècles, la clarinette s'est taillée une place de choix en musique. Elle représente actuellement le plus parfait, le mieux stéréotypé, le plus achevé de la famille des instruments à vent à anche battante; son étendue, sa richesse sonore, ses possibilités d'expression et de virtuosité en font un véritable archétype et justifient son universalité d'emploi dans le monde entier et dans tous les types de musique.

Une assez longue expérience nous ayant montré que dans la littérature organologique, historique et ethnique, on donnait le nom de " flûte ", de " hautbois ", de " clarinette " à des instruments les plus variés, il apparaît comme indispensable de définir ce que nous appelons " clarinette ". Ce mot désigne une famille d'instruments caractérisés par un " timbre " particulier qui est, de toute évidence, lié à la forme interne de l'instrument et au système d'excitation de la colonne d'air; bref aux principes de fonctionnement acoustiques.

Il convient ici de réagir contre un certain nombre de définitions simplistes que l'on a données de la clarinette et qui induisent à des idées erronées. Ainsi continue-t-on à lire des descriptions de ce genre :

- " La clarinette est un instrument cylindrique avec une embouchure à anche simple " (Nederveen).
- " La clarinette est l'exemple le plus simple de la production de vibrations dans une colonne d'air par une anche battante (Backus).
- " La plus grande partie de l'énergie réside dans le fondamental " (Olson).
- " La clarinette a un tuyau cylindrique dont les fréquences propres de résonance correspondent au troisième, cinquième, septième etc... harmoniques du fondamental " puis, ailleurs : " La clarinette se distingue des autres instruments de l'orchestre en ce que les harmoniques pairs manquent" (Helmholtz).

D'une façon générale, on nous affirme que la clarinette est un instrument à anche battante simple (ce qui est légitime) - à tuyau cylindrique (ce qui l'est beaucoup moins) - fermé à un bout (on se demande alors comment l'air comprimé des poumons peut entrer dans le tuyau...) - et qui ne produit pas d'harmoniques pairs.

Nous avons fait un relevé précis du diamètre du tuyau de la clarinette (Fig. A). Appeler un tel tuyau un " cylindre " est manifestement abusif, et on ne peut s'étonner que les considérations théoriques et les calculs faits sur des cylindres ne puissent se raccorder avec la réalité de la " clarinette "... Quant à " l'énergie contenue essentiellement dans le fondamental ", et à l'inexistence des harmoniques pairs, il suffit de faire une analyse systématique des sons sur toute l'étendue de l'instrument, pour constater que ces affirmations sont des vues de l'esprit (fig. B). On trouvera plus loin une figure montrant la spectrographie générale de la clarinette, jouée normalement du bas en haut, et justifiant ce que disent les musiciens à propos des " registres ", mais non les affirmations et définitions mentionnées plus haut. Dans le registre grave, le fondamental est inexistant.... dans le registre aigu, l'harmonique 2 - 4 - 6 etc... sont présents avec des intensités parfois supérieures à celles des fondamentaux.

Tout ceci montre la nécessité absolue de donner une définition précise de ce qu'est une clarinette, avant d'en parler ! Voici quelques propositions :

" La clarinette est un instrument de musique et non un instrument de physique : c'est une machine à faire des sons utilisables en musique. Le système excitateur en est une anche battante simple; le tuyau a une forme évasée, quasi-cylindrique sur les 2/3 de sa longueur seulement.

La clarinette fournit une famille de sons dont chaque membre a une forme différente; mais la famille " clarinette " est différenciable des " familles de sons " d'autres instruments.

La structure spectrale de chaque son est largement variable au gré du musicien ".

Comme on voit, il n'est même pas affirmé que la clarinette quinte... Nous avons eu entre les mains des instruments à anche battante simple à tuyau beaucoup plus cylindrique que notre clarinette et qui octaviaient - pour des raisons qui restent à définir

En raccourci, voici une définition réaliste qui se raccorde effectivement avec ce que les musiciens (dont il faut tout de même tenir compte...) entendent par " clarinette ".

" La clarinette est un instrument à vent à anche battante simple et à tuyau évasé, qui produit une riche famille de sons musicaux, reconnaissable parmi d'autres familles de sons instrumentaux ".

Cette définition nous conduit à reprendre rapidement quelques points d'histoire, non pas pour " faire de la musicologie ", mais pour bien préciser la signification du mot " clarinette ".

b) QUELQUES POINTS D'HISTOIRE :

Mon intention n'est pas ici de faire l'historique de la clarinette, mais de relever divers points ayant une importance acoustique précise.

On a trouvé dans les tombes égyptiennes d'il y a 5000 ans des instruments à tuyau de roseau quasi-cylindriques et possédant une anche soulevée à même le roseau à l'aide d'un coup de canif, et qui est, en fait, une anche battante. Ce type d'instruments s'est perpétué jusqu'à nos jours. Enfant, je fabriquais de tradition, de tels instruments avec une paille d'avoine ou une branche de sureau. Cela s'est fait partout dans le monde, et depuis toujours... On jouait quelques notes pour s'amuser ou danser : sans préoccupations acoustiques ou métaphysiques... L'extrémité entière du tuyau est introduire dans la bouche; l'anche n'est pas au contact avec les lèvres : elle vibre librement dans la cavité buccale. Un cheveu est parfois coincé sous l'anche vers le point de jonction avec le tuyau, (Zummara arabe); cela permet à l'anche de fonctionner correctement moyennant un réglage simple. L'étendue de ces instruments est nécessairement faible. Parfois le musicien embouche et joue simultanément deux tuyaux presque identiques, (dont les sons battent ou grincent entre eux...): il couvre alors les trous homologues avec le même doigt. D'autre fois, le tuyau mélodique est doublé d'un long tuyau donnant un " bourdon " tenu (argoul). Dans tous les cas, il s'agit de clarinettes dans le sens de notre définition.

Ce type d'instruments s'est perpétué tel quel dans de nombreux pays; en France, MERSENNE (Fig.1) donne une image très claire d'un instrument similaire à trois trous : le chalumeau, dont la faible étendue limita l'emploi aux bergers. Pour devenir un véritable instrument de musique possédant une grande étendue il fallait inventer une cléterie.

Fig 1 MERSENNE

les Chalumeaux à vin,
ou plusieurs tons, & leur usage.

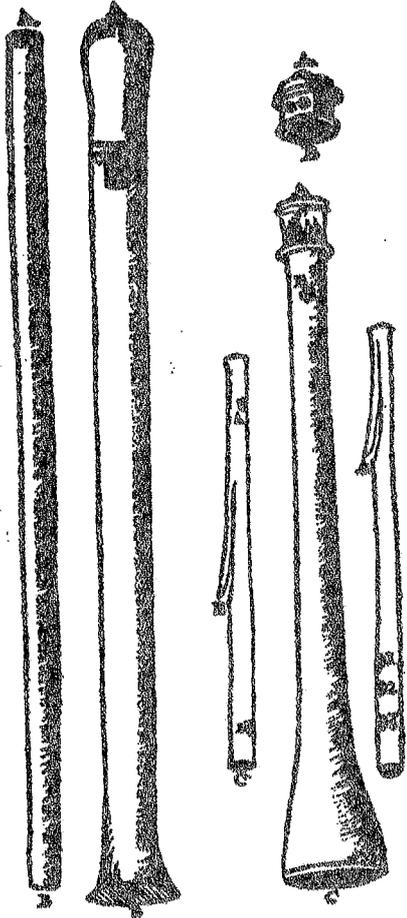
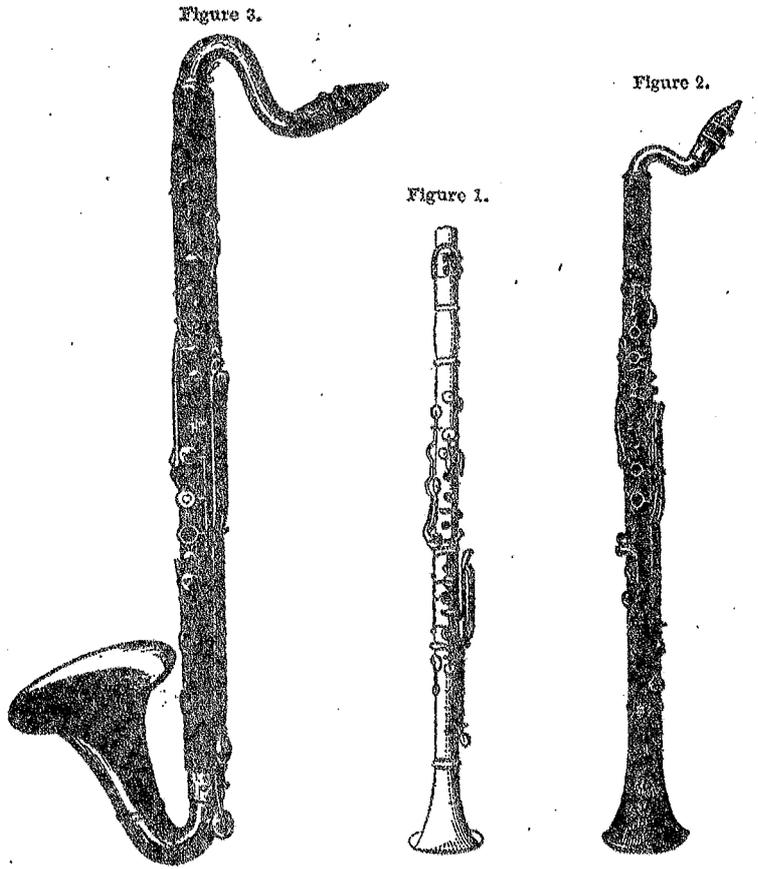


Fig 2 LA CLARINETTE à 13 CLEFS
(Mahillon)



Détail de CLÉTERIE

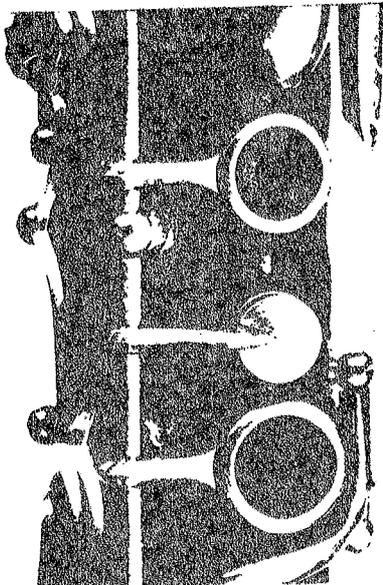
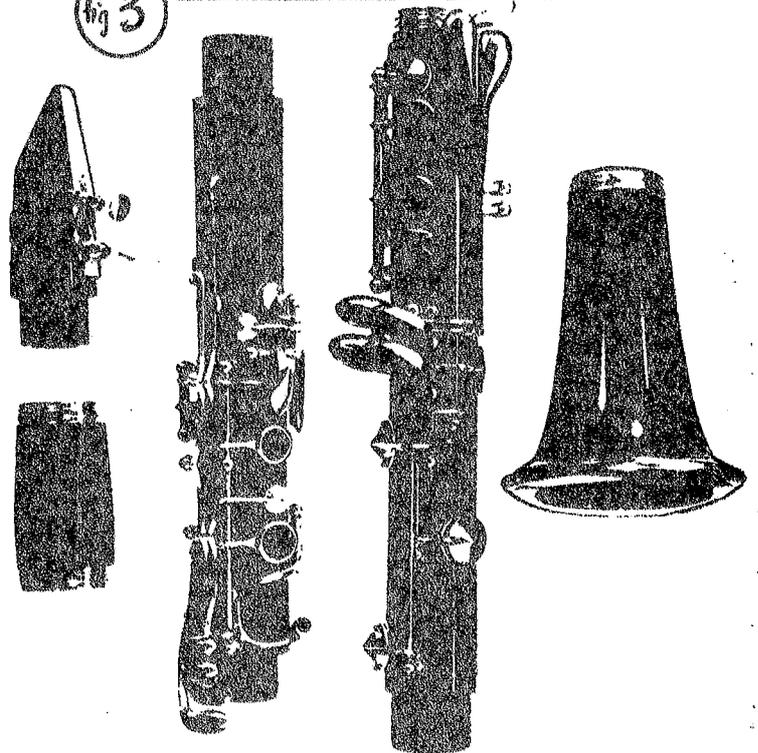


Fig 3 LA CLARINETTE MODERNE



L'histoire de notre clarinette commence avec DENNER, en 1690, à NUREMBERG. Musicalement l'instrument s'avéra tellement intéressant que de très nombreux facteurs s'ingénierent à inventer et à perfectionner graduellement une cléterie qui étendra petit à petit les performances musicales de l'instrument et suscitera une importante littérature. D'Allemagne, l'invention passa d'abord en Belgique où Joseph FABER écrivit une MESSE dès 1720. En France, ce n'est qu'en 1751 que la clarinette entra à l'OPERA avec l'"ACATHE ET CEPHYSE" de RAMEAU. (Voir Musique et Radio; Nov. Déc. 1973).

Qu'était exactement la clarinette à cette époque et comment en jouait-on ? Quelles sonorités et quels effets sonores recherchait-on ? Nous n'en saurons jamais rien. On sait simplement qu'en France, le bec était embouché l'anche au-dessus, contrairement à ce qui se passait ailleurs; et il n'est pas douteux que les "sonorités" étaient alors très différentes de celles qu'on recherchait ailleurs....

Quoiqu'il en soit, la clarinette présentait dès lors tant de qualités qu'elle remplaça rapidement le "clarino", couramment utilisée du temps de BACH(1685-1750....), en raison de la similitude de timbre et de ses avantages extraordinaires. Rappelons que la "clarino" était la "trôpette de Bach", un instrument à embouchure de cor ressemblant tout à fait à notre trompe de chasse, mais portant en divers points bien étudiés, des trous latéraux permettant de monter très haut et de jouer des échelles complètes avec cet instrument. La clarino était difficile à jouer et donnait une sonorité très irrégulière et déficiente sur beaucoup de notes. On possède un portrait du trompettiste préféré de BACH, portant cette trompette sous son bras!

La clarinette venait à point pour remplacer cet instrument déficient dont elle était capable de jouer les partitions..... Des clarinettes et des facteurs habiles perfectionnèrent l'instrument de façon continue, et les noms seraient trop nombreux à citer de ceux dont les efforts allaient donner notre clarinette actuelle. Citons cependant BARTHOLD, Xavier LEFEVRE, SIMIOT (qui trouva le moyen d'éviter les inconvénients du bouchage par la salive du trou de quintoiement).

L'instrument se normalisa graduellement, et les fabricants français sont mondialement connus pour faire le meilleur en ce domaine (BUFFET-CRAMPON; SELMER, LEBLANC, et beaucoup d'autres, comme MALERNE, dont les noms sont moins connus mais dont la fabrication est de qualité comparable).

En 1839 L.A. BUFFET exposé à Paris une clarinette qui réalisa véritablement la mutation entre le chalumeau et notre clarinette actuelle. Cette clarinette était construite avec une cléterie à anneaux mobiles, du type de ce que BOEHM avait imaginé pour la flûte. On appela improprement par la suite cet instrument "clarinette de BOEHM" ! Cette cléterie permettait de jouer plus sûr, plus vite, mieux, de réaliser aisément des effets quasiment impossibles auparavant (trilles sur certaines notes, etc...). Bien entendu, elle eut du mal à s'imposer car il fallait réapprendre la technique de jeu; on comprend qu'un virtuose ayant mis des années et des années pour maîtriser un instrument répugne à changer de technique de jeu ! Les réactions furent identiques du côté des fabricants d'instruments qui durent aussi changer complètement leur technique et leur outillage. La question est clairement posée par MAHILLON dans son traité "Eléments d'acoustique musicale et instrumentale" (Bruxelles 1874).

L'instrument joué du temps de MAHILLON était la clarinette à 13 clefs (fig.2), et MAHILLON, ne l'oublions pas, était fabricant de clarinettes - ce qui explique ses réactions. Il dit :

" Les virtuoses sur la clarinette à 13 clefs sont nombreux; leur nom brille dans les annales de l'art musical à l'égal des plus grands artistes . Les virtuoses sur la clarinette de BOEHM, où sont-ils ? Il y en a certainement, mais leur nombre est assez restreint pour qu'il soit permis de les compter aisément."

.... " Nous ne faisons pas de l'art une question de mécanique; surmontons les difficultés d'un instrument par le travail, et nous produirons des artistes sérieux, dont le

...../

talent sera à la hauteur des exigences de la musique moderne ".

Cette citation se passe de commentaire et devrait nous inciter, à la prudence lorsque nous portons des jugements "futurologiques" sur les instruments de musique d'invention récente, ordinateur compris

Bréf, la "clarinette de BOEHM" (fig.3) existait il y a cent ans et son rôle va devenir important. MIMART (1927, Encyclopédie LAVIGNAC) précise cependant que " D'après ce que nous savons de l'ancienne façon de jouer de la clarinette, on peut conclure que le son actuel des clarinettes ne ressemble plus du tout à celui qu'obtenaient les instruments du commencement du 19° siècle ". Mais, parallèlement il cite BERLIOZ pour justifier ce qu'on disait et pensait encore de la clarinette en 1927.... :

" Selon Berlioz, la clarinette est un instrument épique, comme les cors et les trompettes; sa voix est celle de l'héroïque amour.... Si les masses d'instruments de cuivre dans les musiques militaires éveillent l'idée d'une troupe guerrière, couverte d'armures étincelantes, la voix des clarinettes, entendue en même temps, semble représenter les amantes que le bruit des armes exalte. Ce caractère fièrement passionné appartient principalement à la clarinette en si bémol qui est par excellence l'instrument des virtuoses.... La sonorité est tout à tour creuse, mordante, caverneuse, menaçante, terrifiante même. Le " clairon " possède une force, un éclat et une chaleur incomparables ".

Le conditionnement musical socio-culturel du siècle passé a manifestement motivé ces images, qui ne sont certainement plus guère dans la mémoire des musiciens actuels... Mais une chose est certaine; la description de la " sonorité ", ci-dessus, recouvre bien des aspects acoustiques tout à fait précis, que nous savons à présent mettre en parallèle et justifier avec la spectrographie sonographique.... Nous allons bien le voir plus loin.

II. TOUR D'HORIZON HISTORIQUE SUR LES RECHERCHES ACOUSTIQUES RELATIVES A LA CLARINETTE

Si la clarinette a séduit de bonne heure les musiciens, il en a été de même pour les acousticiens....

HELMHOLTZ, dans son célèbre traité (Die Lehre der Tonempfindung; 6° édition, 1896) ne disposait guère que de son oreille et de ses " résonateurs " pour étudier le timbre de la clarinette. Il dit, en substance :

" Ainsi, dans le son de la clarinette, je n'ai trouvé que des harmoniques impaires, nets jusqu'au septième, alors que les sons des instruments à tuyaux coniques contiennent aussi les harmoniques paires. Je n'ai pas eu l'occasion d'étudier les autres particularités sonores des divers instruments à tuyaux cylindriques. C'est là un champ de recherches fort vaste, car le timbre dépend largement de la façon d'attaquer les sons; le même instrument, lorsqu'il a des trous latéraux, possède des timbres variés selon les notes, ce que l'on observe particulièrement dans les " bois ". L'ouverture latérale d'un trou n'a pas exactement le même effet qu'on aurait en coupant le tuyau au même point; la réflexion d'une onde ne se produit pas de la même façon au niveau d'un trou latéral qu'au niveau d'un trou terminal de tuyau. Les partiels d'un tel tuyau délimité par un trou latéral, s'écarteront notablement de la pureté harmonique, et ceci aura une influence nette sur le timbre ".

Comme on le voit, HELMHOLTZ avait des idées théoriques simplistes sur les tuyaux comme tous ses contemporains. Il reste très évasif quant à la composition spectrale des

sons de clarinette. Aussi bien ses " résonateurs " ne permettaient-ils pas d'aller bien loin.

Mais entre temps, l'électro-acoustique nous a apporté des moyens et des méthodes de recherches plus efficaces. Les recherches récentes sur la clarinette ont cependant trop souvent été faites par des spécialistes de l'électro-acoustique qui, pour analyser le rayonnement de la clarinette utilisent les méthodes et appareillages, adéquats pour tester des amplificateurs ou des chaînes hi-fi ou des haut-parleurs, mais non un instrument de musique! Dans ces méthodes on cherche surtout à faire des " mesures " précises, des relevés de " courbes de réponse ", de la spectrographie en Hz/dB etc... Ces méthodes sont manifestement inutilisables ici, et il nous semble opportun de dire pour quoi : cela évitera à des chercheurs de s'engager dans des voies sans issue par la suite.

Les méthodes que nous incrimons sont des méthodes de physique; les ayant utilisées moi-même (et abandonnées) naguère à propos des instruments à cordes ou à vent, je puis en parler en connaissance de cause.

La physique est basée sur la reproductibilité des phénomènes. S'il n'y a pas reproductibilité, il est impossible de définir des lois. D'où l'idée de faire des analyses en normalisant l'excitation à l'aide de souffleries variées. Mais ce faisant on n'étudie que des artefacts n'ayant avec la réalité du rayonnement des instruments en jeu normal que des rapports très lointains... On obtient bien sûr des " mesures " et des " spectres " très précis qui satisfont le physicien, mais qui ne signifient rien. En effet, l'expérience montre que le musicien, en jouant sur le système d'excitation (force du vent, pincement des lèvres, disposition de la langue etc...) peut modifier très largement l'intensité, le spectre, les attaques. C'est ce qu'il fait effectivement dans son jeu normal, où l'on observe des fluctuations continues de ces variables de la " sonorité ". Mais ces fluctuations ne sont pas des " défauts " venant de l'incapacité des exécutants, comme certains non-musiciens le pensent. Ces fluctuations sont volontaires, et nous savons désormais que ce sont justement ces fluctuations des " êtres sonores " qui sont d'importance fondamentale dans la perception esthétique de la musique. Ce sont elles qui font la différence entre les " sons de clarinette " " morts " des orgues électroniques et les sons de clarinette " naturels "... Bref, l'important, musicalement, c'est beaucoup plus ce qui se passe dans et autour de la bouche du clarinettiste que ce qui est physiquement inscrit dans le tuyau de la clarinette. L'instrument doit seulement laisser au musicien des " champs de liberté " en hauteur, timbre, intensité, bien étudiés, exploitables au mieux pour " faire de la musique "... Définir musicalement une clarinette, ce n'est donc pas faire des " mesures " sur le tuyau ou l'anche, mais définir les champs de liberté disponibles. A ce propos voici quelques réflexions destinées à mettre en lumière ce qu'il ne faut vraiment plus faire si on se propose de comprendre ce qu'est une clarinette.

On a construit en divers pays, depuis quelques décennies des " accordeurs électroniques " variés, d'une précision dépassant largement le pouvoir séparateur de l'oreille. On pensait alors faire oeuvre scientifique - parce que précise - en " mesurant " la " justesse " d'un instrument au centième de demi-ton près, et en utilisant l'une ou l'autre des méthodes suivantes :

- a) On installe le clarinettiste devant l'accordeur, et on lui demande de jouer une gamme. On mesure alors rigoureusement la fréquence du fondamental de ces notes et on établit des diagrammes. On vérifie aisément que ceux-ci n'ont aucune signification pratique, et ce pour plusieurs raisons dont voici les principales. D'abord, la sensation de hauteur est fonction du timbre et de l'intensité des sons. Si le musicien joue tel son avec tel ou tel timbre ou telle ou telle intensité, il modifie systématiquement la fréquence fondamentale (à son insu); donc la mesure du fondamental n'a guère de sens. Ceci est surtout vrai lorsqu'il s'agit des registres extrêmes !

D'autre part, il est aisé de vérifier que le musicien est capable de modifier largement la hauteur du son par le vent ou le pincement des lèvres. Dans ces condi-

tions, où bien il regarde simultanément l'écran et s'il est habile et entraîné, amène sans difficulté la note à la fréquence qu'il veut... Ou bien, il ne regarde pas l'écran, et ce que l'on mesure (si le musicien est habile !) c'est la " gamme idéale " qu'il a " dans la tête " ; on ne " mesure " pas la justesse de la clarinette mais celle du musicien. Enfin, il faut rappeler que le musicien ne joue pas des gammes mais de la musique. Pour tous les instruments à sons variables, les bons musiciens ne jouent jamais... la même note à la même hauteur; selon le contexte, ils " font de l'attraction ", élargissent ou rétrécissent les intervalles etc... Bref, en procédant comme ci-dessus, on ne mesure pas la " justesse " de la clarinette, mais le conditionnement du musicien à une échelle et son habileté professionnelle

J'ai perdu beaucoup de temps autrefois à faire des mesures de ce genre; j'en parle uniquement pour inciter les futurs chercheurs à ne pas aller dans cette direction, totalement infructueuse. Nous y reviendrons avec des exemples plus loin.

- b) On remplace le musicien par une soufflerie. Puisque dans le cas précédent c'est le musicien qui est le " gèneur ", supprimons-le... Imaginons une soufflerie très sophistiquée permettant de simuler (théoriquement) ce que fait le musicien : on insuffle de l'air réchauffé, de l'humidité; on applique un tampon sur l'anche avec une certaine force etc... Si la méthode est très intéressante pour observer certains phénomènes physiques qui ont lieu dans la clarinette (par exemple le mécanisme de fonctionnement de l'anche), elle est tout à fait inadéquate pour savoir ce que rayonne acoustiquement une clarinette en jeu normal, pour savoir si la clarinette est " bonne " ou " mauvaise ". Faire de la spectrographie précise dans ces conditions est une pure illusion. Il est impossible de supprimer l'homme, qu'il faut indispensablement considérer comme partie intégrante de la " clarinette ". Ceci implique qu'il faut abandonner la notion de précision métrologique au profit de celle d'allure des phénomènes. La seule chose que l'on puisse définir physiquement dans une clarinette, ce sont les champs de liberté, les champs des " possibles ". Pour cela il faut nécessairement faire jouer l'instrument par un musicien. Il n'est pas question actuellement de simuler vraiment ce que fait le clarinettiste : il faudrait pour cela d'abord savoir ce qu'il fait exactement. Or personne n'en sait rien, même pas le musicien, qui est incapable d'analyser avec précision les mouvements qu'il fait.

Beaucoup de chercheurs (j'en suis) ont perdu beaucoup de temps à faire de la recherche métrologique précise, et on continue à en perdre... D'aucuns pensent naïvement que l'ordinateur est là pour trancher les problèmes de ce genre, si compliqués soient-ils. C'est tout à fait exact. Mais pour cela il faut lui fournir les données, et celles-ci on ne les possède pas. A ne considérer que le problème limité de la physique des tuyaux, tout reste à faire ou à reprendre. A fortiori lorsqu'on veut définir avec précision les données anatomo-physiologiques du jeu de la clarinette, qu'il est impossible d'éluder si on se propose de comprendre ce qu'est une clarinette,

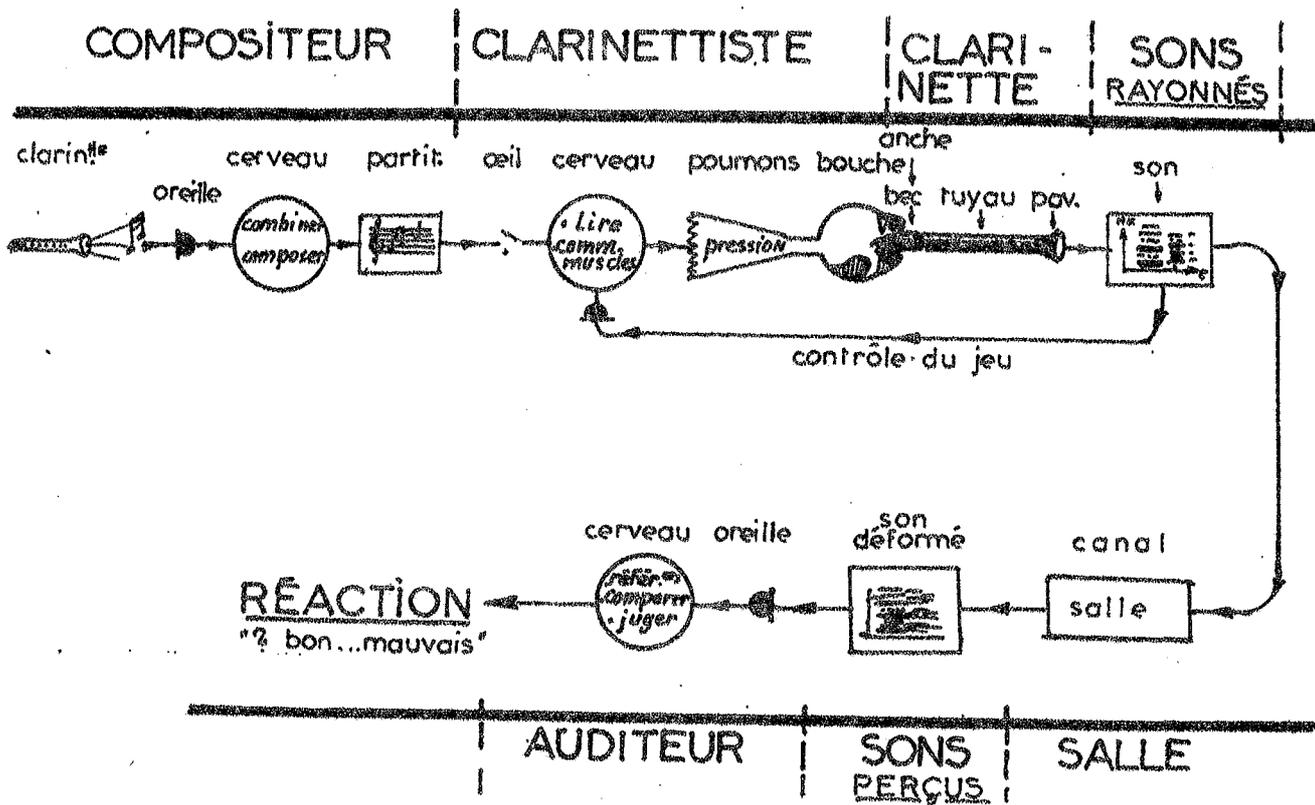
En conclusion, la clarinette n'est pas un instrument de physique, mais un instrument de musique; il faut donc l'étudier en tant que tel en la plaçant dans son contexte normal. Bref, la clarinette n'est pas un bout de bois percé de trous, portant un bec et une anche libre. C'est cela si on veut, mais avec tout ce qu'il y a autour et que nous avons jeûnement tenté de saisir lors de nos recherches sur cet instrument.

III. QUELQUES RECHERCHES PERSONNELLES ET LEURS RESULTATS

Grâce aux membres du l'AFIMA (Association Française de Fabricants d'instruments et d'accessoires) j'ai pu faire autrefois des recherches assez poussées sur la clarinette, les bords, les anches, le jeu. M. MALERNE, fabricant de clarinettes à LA COUTURE-BOUSSEY, faisait partie de ce groupe. Un clarinettiste extraordinaire, M. GILLOT, clarinette solo

fig 4

LA "CHAÎNE" CLARINETTE ...



Le phénomène: "musique de clarinette" implique un grand nombre de maillons dont la combinatoire détermine la réaction du "récepteur" normal: l'auditeur humain. Il est impossible de comprendre la réaction finale en étudiant un maillon isolé, d'où les limites de la physique de l'instrument et la vanité de la métrologie précise qui tente souvent les chercheurs....

de la Garde Nationale, avait à l'époque, accepté de " subir " les expériences que je lui faisais faire. Par la suite, ces recherches furent développées grâce à la collaboration de la maison BUFFET-CRAMPON (Directeur M. BLONDELET) qui nous offrit toutes les possibilités nécessaires.

Une grande partie de ces recherches ont été faites il y a plus de dix ans, à une époque où je ne disposais que de la doctrine de recherche et des appareillages, classiques alors. Les résultats ne sont cependant pas toujours dénués d'intérêt.

Je ne retiendrai ici que quelques unes de mes expériences celles qui me semblent présenter un intérêt d'actualité, ou celles, négatives, qui ne m'en ont pas moins permis d'avoir une vue d'ensemble claire du problème " clarinette ". Disons d'abord quelques mots du problème d'ensemble de la " chaîne " clarinette

1°) LA " CHAÎNE " CLARINETTE ET SES VARIABLES (fig. 4)

Entre l'idée musicale, qui a germé dans le cerveau d'un compositeur et la réaction de celui qui reçoit le message, sont intercalées de très nombreuses variables qui déterminent, par leurs effets conjugués et leurs interractions, la réaction finale de l'auditeur normal. Il en est ainsi de tout phénomène musical, et on sait que chaque " maillon " de la " chaîne " des variables joue son rôle, et " distord " plus ou moins le " message ". Pour composer une pièce pour clarinette, il faut bien entendu d'abord que le compositeur ait entendu des sons de clarinette et les ait mémorisés; comment autrement pourrait-il en faire de la combinatoire ? Le compositeur est déjà trahi par la partition qui n'est qu'un " programme de mouvements " destiné au clarinettiste, programme qui est fortement codé et que l'instrumentiste doit savoir décoder, tant du point de vue de ce qui est explicitement indiqué sur la partition que ce qu'elle suppose implicitement, et qui est convenu tacitement entre compositeur et interprète dans la mesure où ils ont été formés à la même école. De toutes façons, la partition ne peut ni contenir toute l'information du message, ni fournir toutes les indications nécessaires pour matérialiser exhaustivement l'idée originelle : le clarinettiste va " interpréter " la partition à sa façon.

Quand le clarinettiste a la partition devant les yeux, il envoie des ordres à un grand nombre de muscles qui vont travailler synchroniquement et de façon très compliquée : régulation du débit et de la pression d'air, réglage de la cavité buccale, appui des lèvres sur le bec et l'anche, régulation du point d'appui, place des doigts etc... Il résulte de tout cela un phénomène acoustique qui suit deux directions. Une partie du son retourne vers l'oreille de l'exécutant, qui peut ainsi, par feed-back, réguler son jeu, corriger les imprécisions musculaires grâce au contrôle très fin de l'oreille. Mais l'oreille du musicien n'est pas nécessairement la même que celle de l'auditeur; et de toutes façons elle est placée tout autrement : l'auditeur n'entend pas ce que joue l'instrumentiste ! Dans de bonnes conditions, cependant, le clarinettiste sait ce qu'il faut faire pour satisfaire l'auditeur

La deuxième partie du son se propage dans un canal. Celui-ci, dans le cas ordinaire, est une salle. Ce peut être aussi un tourne-disques, un magnétophone, un poste radio, la " télé ", ou amplis et haut-parleurs déforment peu ou prou le signal rayonné par l'instrument. Le son plus ou moins altéré entre enfin dans l'oreille de l'auditeur. Ce dernier porte un certain jugement qui est fonction, d'autre part, du milieu socio-culturel où il a vécu jusqu'alors... Pour un même signal acoustique, la réaction du récepteur humain peut être différente du tout au tout, et on touche du doigt la difficulté majeure, inhérente à tous les problèmes musicaux. En physique, un même phénomène produit toujours physiquement les mêmes résultats; en musique, un même phénomène physique produit les effets les plus variés, voir contradictoires et opposés, selon l'individu qui capte le phénomène physique.

Dans cette chaîne est localisé la clarinette-instrument, la "machine" à sons, dont est responsable le facteur...

Il est bien inutile de vouloir étudier isolément cette "machine" puisque, par définition elle est faite pour faire réagir l'auditeur normal, et que la réaction est fonction de toutes les autres variables ci-dessus ! Nous avons étudié quelques-unes d'entre elles, et voici, à présent, les résultats de nos investigations sur divers points de cette chaîne.

2°) LE SYSTEME AUDITIF HUMAIN

Nous avons exposé ailleurs notre façon non orthodoxe de voir ce problème. Le système auditif n'est pas un laboratoire de métrologie, mais un centre d'acquisition et de traitement d'"images acoustiques". Insistons encore sur le fait que ce système n'est pas normalisé. Les performances individuelles de l'oreille de chacun varient à l'extrême, ainsi d'ailleurs que le contenu de ce qui a été stocké en mémoire, de ce qui a été appris, inconsciemment ou systématiquement. Cette vue des choses permet dès le départ d'affirmer que l'on ne fabriquera jamais une clarinette susceptible de satisfaire tout le monde du point de vue timbre, intensité, ou justesse. Un instrument de musique devrait en principe être fait "sur mesure", en fonction de l'oreille du musicien et de l'auditeur, qu'il faudrait donc connaître (audiogrammes). Mais en fabrication d'instruments de musique on ne peut faire de "sur mesure". On peut tout de même satisfaire une majorité d'usagers par la réalisation d'un instrument "optimal", compte tenu du fait que le musicien dispose de larges champs de liberté.

Pour ce qui est du conditionnement, du stock mémoriel, il n'est pas douteux que ce qui est "bon", c'est ce qui est conforme aux usages, ce à quoi on est habitué dans l'environnement sonore où l'on a vécu. Si nous écoutions un clarinet-tiste de 1800 nous serions sûrement très déçus parce que les "goûts" ont changé. Comme le système auditif intervient trois fois dans notre "chaîne", on imagine facilement à quel point un jugement sur de la musique de clarinette est relatif... tant en ce qui concerne les "sonorités" que le style de jeu, c'est-à-dire de la façon d'enchaîner le sons ! Il n'est certes pas inutiles d'insister sur ce point. Mais venons-en à la clarinette proprement dite, à la machine à faire des sons et à son fonctionnement.

3°) LA " SOUFFLERIE "

Pour produire des sons il faut de l'énergie. Ici, elle est fournie par l'air comprimé des poumons. Ceux-ci, on le sait ont une capacité de 4,5 litres environ en inspiration forcée, dont 3,5 litres à peu près sont utilisables en pratique. Pour avoir une idée du débit minimal possible, nous avons demandé à un clarinettiste de tenir le plus longtemps possible, en pianissimo, une note donnée. On a trouvé quelque 45 secondes, ce qui donne, dans ce cas particulier un débit de 5 litres/seconde environ, et permet de se faire une idée précise de l'énergie disponible, quand on sait que celle-ci est fonction du produit du débit par la pression.

Pour avoir un ordre de grandeur des pressions en présence, nous avons imaginé et fait réaliser au Laboratoire de Mécanique des bocs permettant de capter, à l'aide de manomètres à air libre, la pression dans la bouche du clarinettiste et dans le bec (fig.5). Relevons par exemple lors de l'exécution d'une gamme chromatique et mezzo forte (jeu normal) les variations de pression en présence (fig.6). On donne ici deux relevés, réalisés par la même musicien, avec la même clarinette, mais avec des bocs différents. Les conclusions à tirer de ce diagramme sont du plus haut intérêt.

D'abord, on vérifie que dans tous les cas, il n'y a pas de variation systématique, "logique", continue de pression. Le clarinettiste était habitué à un bec

Fig 5 BECS EXPERIMENTAUX

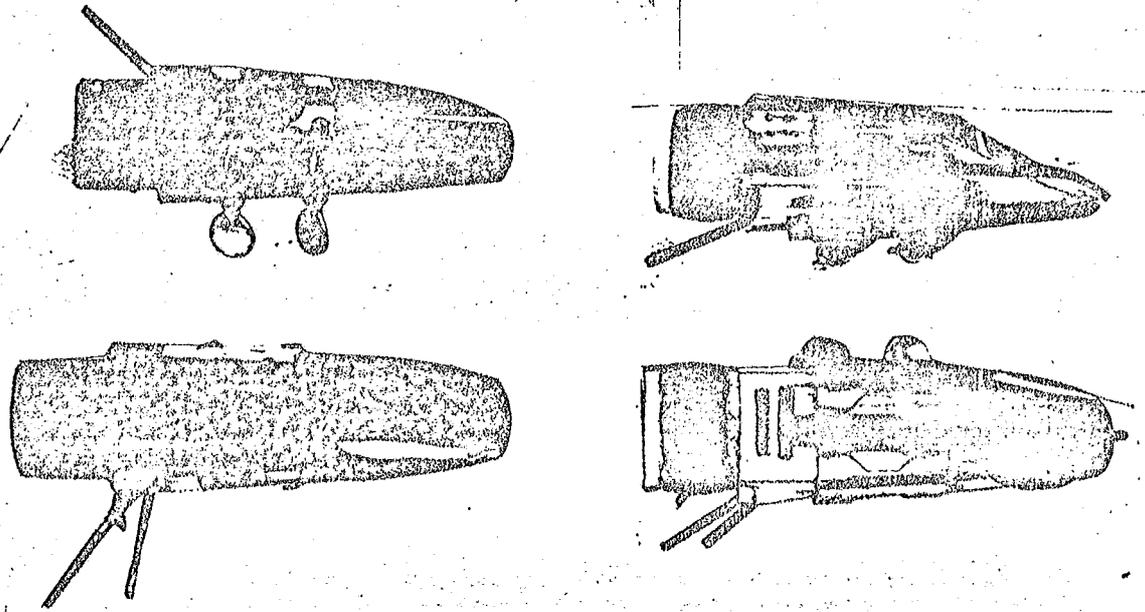
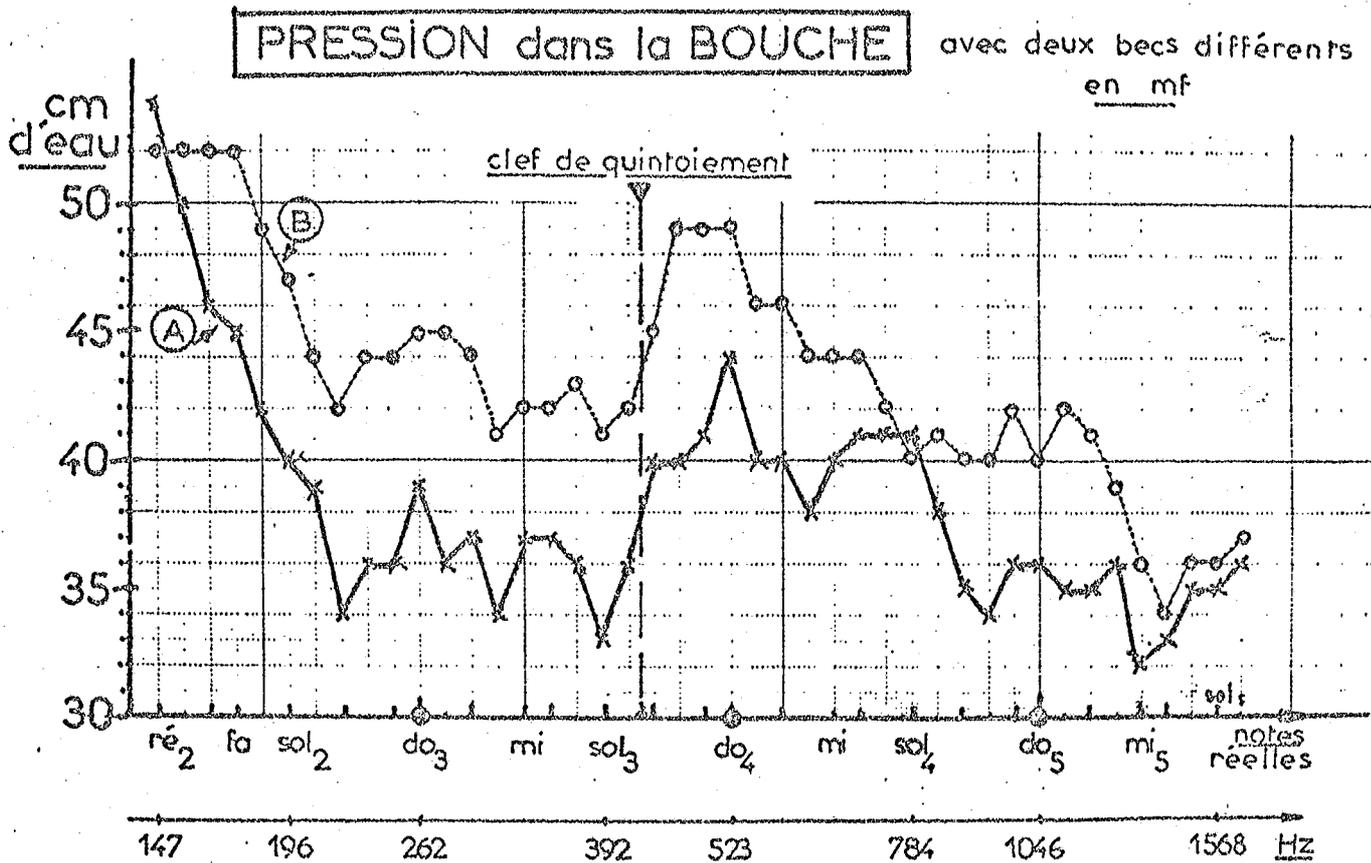


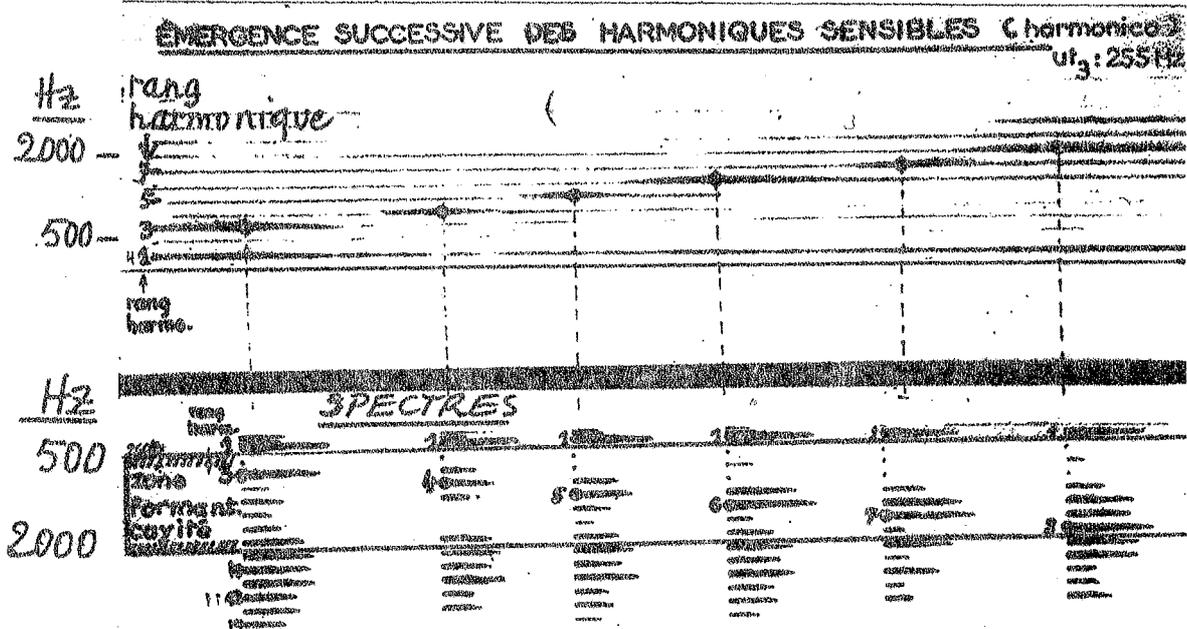
Fig 6 RELEVÉ DE PRESSION DANS LA BOUCHE



L'instrument ne peut être "juste" qu'avec un bec et un diagramme de pression donnés.

Fig 7

RÉSONANCES DE LA CAVITÉ BUCCALE



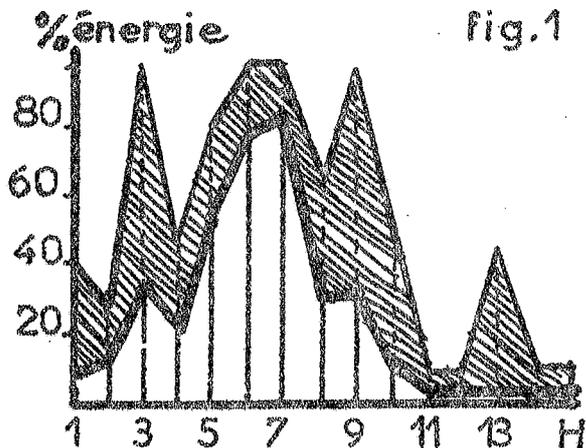
La "zone sensible" de la "bouche" se situe entre 500 et 2000 Hz environ

Fig 8

CHAMP de LIBERTÉ du TIMBRE (LEIPP - Ica Copenhague 1962)

Exemple: Nous avons demandé à un clarinettiste de répéter la même note (RE 2, 147 Hz) en modifiant le timbre le plus possible par des effets de bouche. Les sons obtenus ainsi furent analysés à l'aide d'un spectrographe à bande étroite. On porte en abscisse les numéros des harmoniques, en ordonnée, le % d'énergie par rapport à l'harmonique prédominant.

CHAMP de LIBERTÉ du TIMBRE



On a représenté (fig I) les spectres extrêmes, entre lesquels le musicien peut faire fluctuer les courbes enveloppe. Des relevés identiques faits sur l'ensemble des notes de l'instrument, montrent que la part du musicien, dans la répartition de l'énergie à l'intérieur des spectres est importante et oscille de 30 à 70%. Le rôle des effets de bouche est donc déterminant. Nous avons observé, cependant, que le musicien englobe dans le terme "effets de bouche" toute une série de paramètres distincts, d'importance variable, mais dont aucun n'est indifférent. Ces paramètres sont:

- le volume de la cavité buccale
- la situation du point d'appui sur l'anche
- la force d'appui de la lèvre inférieure
- la surface de contact lèvre-anche
- la pression à l'intérieur de la bouche.

donné . Il s'est construit en mémoire, ^(il a appris par coeur...) le diagramme de pressions (A) pour lequel il s'est entraîné longuement. Il est clair qu'en mezzo forte, pour jouer juste et avec un timbre optimal la note la_2 , il sait qu'il doit réaliser une pression de 34 cm d'eau; mais pour jouer le do_4 , il lui faut 44 cm d'eau.... S'il ne respecte pas ces pressions à cette intensité, il jouera faux....

S'il change de bec (anche comprise) tout cela est changé. Si on lui en laisse le temps, il corrigera à l'oreille et jouera juste; mais le diagramme de pression n'est alors plus le même. Il n'est même pas parallèle

Conclusion : Si le clarinettiste doit jouer cet instrument avec le deuxième bec (B) et qu'il n'ait pas eu le temps de réapprendre le diagramme de pressions correspondant, il jouera faux; il dira alors : "cet instrument est faux". Mais le même instrument sera considéré comme juste par un autre clarinettiste qui se sera longuement entraîné avec le bec (B). Est " bon ", d'abord ce à quoi nous sommes habitués..

4°) LA CAVITE BUCCALE.

Comme l'anche vibre dans la cavité buccale, il est évident que celle-ci réagira sur l'anche et jouera un rôle important dans le signal rayonné. Nous avons fait naguère une étude systématique de ce problème, et les résultats ont été présentés au Congrès International d'Acoustique de Copenhague (1962). On peut résumer la question ainsi. La cavité buccale est un résonateur. Si on l'excite avec un son riche en harmoniques, ce résonateur " gonflera " l'harmonique du son qui correspond à sa fréquence propre de résonance. Comme on peut régler cette fréquence par agrandissement et rétrécissement, ou par réglage des sections des ouvertures en présence, on conçoit que le musicien puisse moduler de cette façon le timbre de l'instrument joué, et ce dans une large mesure. La figure 7 montre la région fréquentielle où la cavité buccale intervient (entre 500 et 2000 Hz environ). La figure 8 montre les effets des variations de la cavité buccale sur le spectre d'une note tenue ($ré_2$, 147 Hz). La cavité buccale, conjointement d'ailleurs avec le jeu des lèvres sur l'anche, détermine ainsi un champ de liberté considérable du timbre : certains harmoniques voient leur pourcentage d'énergie plus que doublé ! ... Nous avons montré en son temps, des relevés de variations réelles du timbre de clarinette dans une note tenue extraite d'une oeuvre de MESSIAEN (l'Abîme aux Oiseaux). Ces variations sont énormes et montrent à quel point il est vains de parler de " spectre " de la clarinette. Cet instrument permet, pour chaque note, une variété absolument infinie de timbres et de répartitions d'énergie spectrale.... Incidemment cela montre que si une clarinette a un " beau timbre ", ce n'est pas uniquement le tuyau en bois qui est en cause !

A proprement parler, il est assez difficile de cliver le rôle de la cavité buccale de celui des autres variables jouant sur le timbre: place et pincement des lèvres, particularités physiques de l'anche, du bec, de l'instrument etc.. Nous avons suggéré de faire une séance de ciné-radiographie avec Mme BOREL MAISONNY, comme nous l'avons déjà fait pour d'autres instruments (flûte, guimbarde etc...), où nous avons été extrêmement surpris de voir la " gymnastique ", invraisemblable de complication, de la cavité buccale et pharyngienne lors du jeu instrumental. Or c'est justement ces mouvements qui déterminent les " mouvements " spectraux, la vie des sons.

5°) LE SYSTEME EXCITATEUR : ANCHE-BEC

Il constitue un " robinet " spécial, dont la loi d'ouverture-fermeture conditionne l'allure spectrale, c'est-à-dire, dans une certaine mesure, le timbre des sons rayonnés.

L'anche de roseau traditionnelle (dont voici deux profils (fig.9), possède des propriétés physiques très particulières; le modules élastiques et la structure botanique, donc physique, sont très différents selon les endroits et la direction considérés. J.M. HEINRICH nous entretiendra plus loin de ses recherches en ce domaine. On retiendra - et nous avons longuement expérimenté sur ce point autrefois - qu'il est impossible de remplacer le roseau par un autre matériau, synthétique par exemple si on veut conserver le même bec. Celui-ci, en effet, s'est élaboré empiriquement, pour donner un résultat optimal en fonction des propriétés du roseau; si on veut utiliser un autre matériau pour les anches, il faut nécessairement changer la forme du bec pour obtenir un résultat correct... et, par contre coup, la façon de jouer.... C'est là une difficulté majeure, qui empêchera toujours l'adoption instantanée d'une " nouveauté " relative à une partie fonctionnelle d'un instrument de musique.

Pour le bec, nous avons vu plus haut pourquoi les clarinettes répugnent d'en changer.... On a bien réussi, chez les fabricants de bec, un optimum fonctionnel qui est très semblable d'un fabricant à l'autre; mais des différences de dimensions minimales peuvent avoir des effets acoustiques considérables et obliger le musicien de réapprendre toute une gymnastique musculaire.... Ainsi on a proposé des modifications presque invisibles à l'œil, comme par exemple le bec à table légèrement déprimée dont parle MIMART (fig.10). Il est clair que dans ce cas, un appui de la lèvre fera ressortir le bout de l'anche, ce qui est le contraire avec l'anche et le bec ordinaires (A'C') : toute la technique des lèvres en est changée : il faut réapprendre à jouer de la clarinette....

L'expérience ayant montré que le moindre rétrécissement dans le bec pouvait avoir des conséquences désastreuses pour la justesse, nous avons voulu voir ce qu'il en était. Dans ce but, nous avons donc introduit une petite rondelle, que nous avons disposée en divers points à l'intérieur du bec, comme on peut voir sur la figure (b,c,d) et mesuré l'effet de faussement du son pour diverses notes (fa_4 , la_3 , fa_3 , si_3 , fa_2). Les relevés montrent que pour certaines notes le " faussement " peut devenir considérable. Le la_3 , par exemple, se fausse de 26 savarts soit d'un demi-ton; par contre d'autres notes se faussent très peu, quelle que soit la position de la rondelle.

Conclusion : Dans certaines conditions dues au bec, l'instrument devient absolument faux et injouable, et on comprend toutes les difficultés de fabrication d'un " bon " bec.

Bref, le système excitateur est vraiment le " moteur " de la clarinette; son rôle est déterminant tant du point de vue timbre que justesse. Si on considère le système couplé complet (anche + bec) on vérifie par exemple que la fréquence propre d'un tel système, quand on l'excite par souffle, varie avec la pression et le débit. Nous avons fait un relevé systématique pour une anche battante métallique (fig.11). On vérifie que la montée dépasse l'octave. Rappelons de ce point de vue que l'anche libre ne monte pratiquement pas avec la pression (d'où son utilisation dans l'accordéon : voir GAM " ACCORDEON "). Mais avec une anche amortie en roseau, le clarinettes fait ce qu'il veut dans une large mesure en modifiant la place et la force d'appui des lèvres. Il ne faut se faire aucune illusion quant à la simplicité des phénomènes qui ont lieu au niveau de la bouche du clarinettes en jeu normal. On comprend aussi pourquoi il n'a aucune envie de changer de bec à la légère. Les résultats peuvent être désastreux : voici un exemple de ce point de vue (fig.12). Le clarinettes a changé de bec sur une même clarinette, à laquelle il était par ailleurs habitué. On vérifie qu'en jeu normal, il " joue plus haut " avec le bec habituel, qu'il joue " faux " avec l'autre - étant entendu qu'il pourrait se réentraîner à jouer juste avec le bec inhabituel, à condition de réapprendre et d'y mettre le temps. Les écarts sont de l'ordre de 5 savarts par endroits, soit un bon comma, ce qui est loin d'être négligeable.....

Fig 9) PROFILS d'ANCHES de CLARINETTE

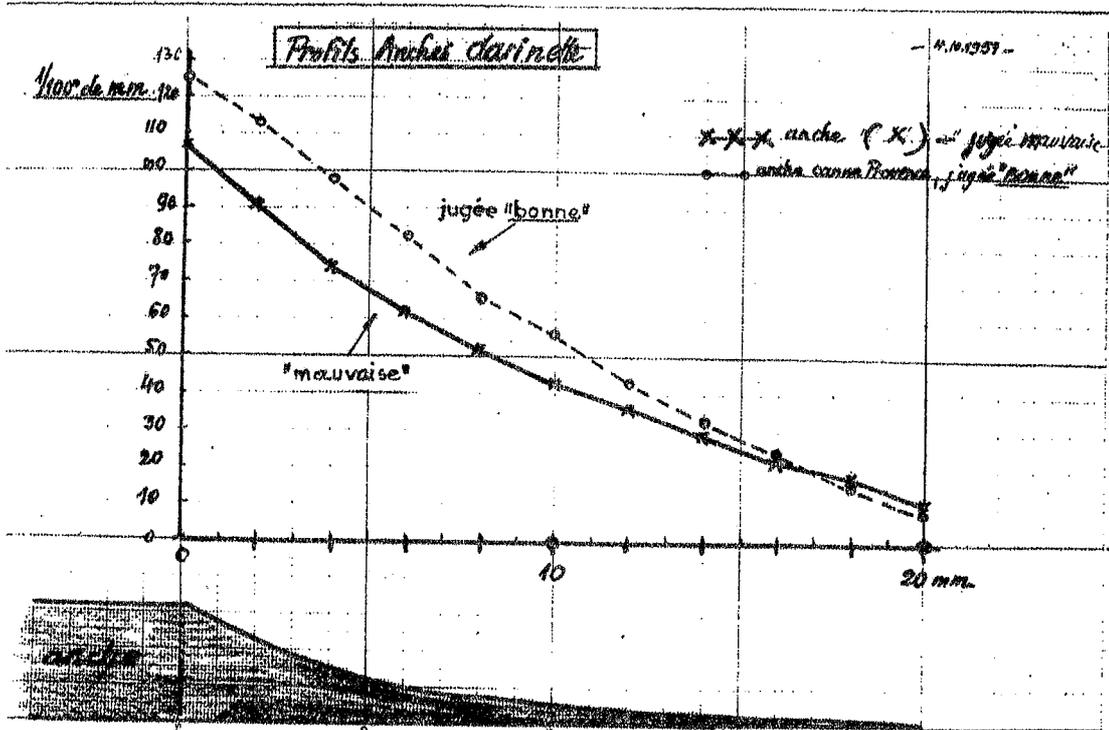
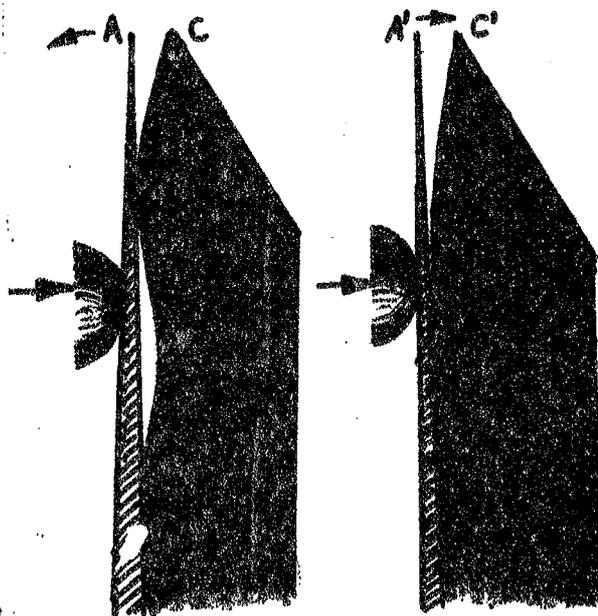


Fig 10)

PROFIL DE TABLES DE BECS

(schémas)

Les effets de l'appui de la lèvre sont très différents ; La "sonorité" n'est pas la même.



MINART

6°) LE TUYAU (fig.13)

Voici un croquis coté donnant les dimensions internes du tuyau proprement dit. On ne peut vraiment parler de tuyau " cylindrique ", en toute rigueur. On peut d'ailleurs se demander pourquoi on continue à faire des tuyaux de section aussi compliquée et " illogique ". Les raisons en sont multiples et compliquées : il faut tenir compte de l'écartement des doigts, des cheminées, des réactions du " bout mort " de l'instrument (partie du tuyau située en dessous des trous bouchés). Le tuyau est un compromis, établi empiriquement, à la suite de longs tâtonnements expérimentaux qui ont abouti à un optimum fonctionnel où il n'est en fait plus possible de rien changer. Si telle note n'est pas très " bonne ", on pourrait bien la " corriger ", et les facteurs le savent; mais en faisant cette correction, on abîme plusieurs autres notes...

Entre le corps du haut et le bec, on intercale un " barillet ", dont MIMART dit qu'il est destiné à " remettre l'instrument au diapason lorsque celui-ci s'est élevé sous l'influence de la température ambiante et aussi de celle de l'exécutant ". C'est partiellement vrai; mais il est bien évident qu'en allongeant tant soit peu le corps au barillet, on détruit l'équilibre de justesse : les diverses notes se faussent inégalement. Le rôle du barillet est sans doute multiple. Il y a, par exemple le problème des fentes : remplacer un barillet est moins onéreux que remplacer le corps du haut !

Au bas du grand corps de l'instrument on adapte depuis toujours un pavillon au sujet duquel les avis sont les plus variés. MAHILLON dit : " le pavillon est absolument inutile; il sert à une seule note, la plus grave ". On relèvera la contradiction : si le pavillon est absolument inutile, on ne peut pas ajouter qu'il sert à quelque chose pour la note grave.... Plus loin MAHILLON ajoute : " Remarquez cependant ce que c'est que la routine et l'habitude de voir une chose faite toujours de la même manière; aujourd'hui une clarinette sans pavillon ne serait pas une clarinette, par la raison qu'il n'en a jamais existé ainsi, il doit être considéré comme impossible d'en construire une semblable ".

BOUASSE, de son côté (Instruments à vent) dit : " MAHILLON prétend l'évasement inutile. MEISSNER voit dans l'évasement la cause du timbre caractéristique : conciliez comme il vous plaira ces opinions contradictoires ".

Bref, HIPPOCRATE dit oui, GALIEN dit non et nous avons voulu en avoir le coeur net.

Dans ce but, nous avons calculé la " rallonge " cylindrique, acoustiquement analogue du pavillon et qu'il faut mettre à la place de celui-ci pour aboutir à une longueur acoustique identique à celle de la clarinette avec son pavillon. Munie de cette " rallonge ", la clarinette sans pavillon est d'abord testée du point de vue justesse; on vérifie que celle-ci est correcte. On fait ensuite jouer successivement une gamme chromatique ascendante avec pavillon normal, avec rallonge, puis encore avec un pavillon percé latéralement de façon très large. On tire les sonagrammes correspondants (fig.14). Leur dépouillement est clair : MAHILLON avait raison. Avec pavillon ou rallonge, tout est assez similaire, sauf la note la plus grave, qui, sans pavillon est manifestement plus pauvre en harmoniques. Bref l'instrument dans le grave, est plus homogène avec son pavillon normal. Ceci montre une fois de plus que la tradition, en facture instrumentale, lorsqu'elle représente une somme d'observations et d'essais empiriques faites très souvent par des gens intelligents, est difficile à jeter au rebut...

Pour ceux qui sont davantage familiarisés avec le dépouillement des spectres classiques en Hz/dB, voici les spectres des trois premières notes de la clarinette, comparativement avec et sans pavillon (fig.15). La courbe enveloppe représente la note avec pavillon; il est clair que le spectre de la note la plus basse est déficient sans pavillon.//

Une observation curieuse : avec le pavillon percé (fig.14) les spectres sont beaucoup plus riches. C'est certain. Mais cela ne veut pas dire que " riche " corresponde à " bon " dans notre façon actuelle d'apprécier la sonorité de la clarinette. En fait, les fondamentaux sont plus " maigres " ici : le son a " moins de corps ... ".

On pourrait épiloguer longuement sur cette question de pavillon. L'expérience montre que si l'on remplace le pavillon par la " rallonge " à l'insu des auditeurs, personne ne proteste... Il suffit d'ailleurs de s'habituer à cette note un peu plus " faible ", et sans doute le musicien est-il le seul à percevoir une différence.

7°) LE COUPLAGE SYSTEME EXCITATEUR-TUYAU .

Toute la théorie reste à faire. Le problème des anches est un des plus compliqués qui soient, dans la mesure où on ne sait pas définir les données présentes dans le système d'excitation lors du jeu normal de l'instrument. On retiendra cependant quelques idées générales, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler ailleurs. Nous avons ici un système anche-bec qui détermine un phénomène vibratoire quasi-périodique. Ce dernier va amorcer dans le tuyau un phénomène d'une autre nature, une onde stationnaire, qui se manifeste au " fond " d'un tuyau " fermé " (ici au voisinage de l'anche) par des variations de pression. Selon les rapports anche-tuyau, et en particulier selon la longueur du tuyau et le degré d'amortissement de l'onde qui s'y trouve, on observera des réactions variables de l'onde sur l'anche. Si l'anche est très faible, c'est le tuyau qui décide de la hauteur du son par sa longueur. Si l'anche est très forte, très raide, elle va obliger plus ou moins l'onde stationnaire du tuyau à se " mettre à son pas " et c'est alors l'anche qui décide de la hauteur du son.

Dans la pratique, il n'y a pas de cas " pur " de ce point de vue. Anche et tuyau réagissent toujours plus ou moins l'un sur l'autre, et comme on peut modifier aux lèvres les propriétés physiques de l'anche en cours de jeu, on dispose ainsi d'un " champ de liberté " des hauteurs.

Nous avons lancé il y a fort longtemps cette notion de champ de liberté des hauteurs en raison de son importance (1960). Pour le relever, on demande au musicien de jouer chaque note de trois façons différentes : d'abord à la manière où la note lui semble avoir la meilleure " sonorité " (détermination de la " meilleure note "). Puis on lui demande de forcer la note le plus haut possible par des effets de pression et de lèvres conjugués; enfin on demande de " relâcher " la note le plus bas possible. Lorsqu'on a relevé les limites de hauteur possibles pour chaque note, on a défini le champ de liberté de la clarinette (fig.16). Ce relevé représente le champ des possibles en hauteur de notes. En fait, à l'intérieur de ce champ de liberté, le musicien fait ce qu'il veut s'il est habile - ce qu'il peut s'il ne l'est pas. Une clarinette peut être considérée comme " juste " si on trouve la possibilité de tracer une ligne horizontale quelque part, qui soit entièrement contenue dans ce champ de liberté. Si cela est impossible, la clarinette est " fautive " : on ne peut matériellement jouer juste, quel qu'habile qu'on soit. Sauf à changer le bec, le barillet... Dans le cas de la figure 16, avec le bec et le barillet utilisés, la clarinette est fautive : certaines notes ne peuvent être atteintes, dans l'aigu en particulier. Si on baisse la ligne horizontale (le " diapason "), ces notes aiguës peuvent être rattrapées; mais alors certaines notes vont se fausser irrémédiablement dans le grave. Le champ de liberté est le seul moyen de " mesurer la justesse " d'une clarinette - et aussi de connaître son " diapason ", qui est la fréquence de la ligne horizontale passant au mieux dans le champ de liberté des hauteurs.

Fig 11

RÉTRÉCISSEMENT LOCAL du BEC

Selon la place du rétrécissement, Les notes se faussent diversément. Le rôle du bec est considérable.

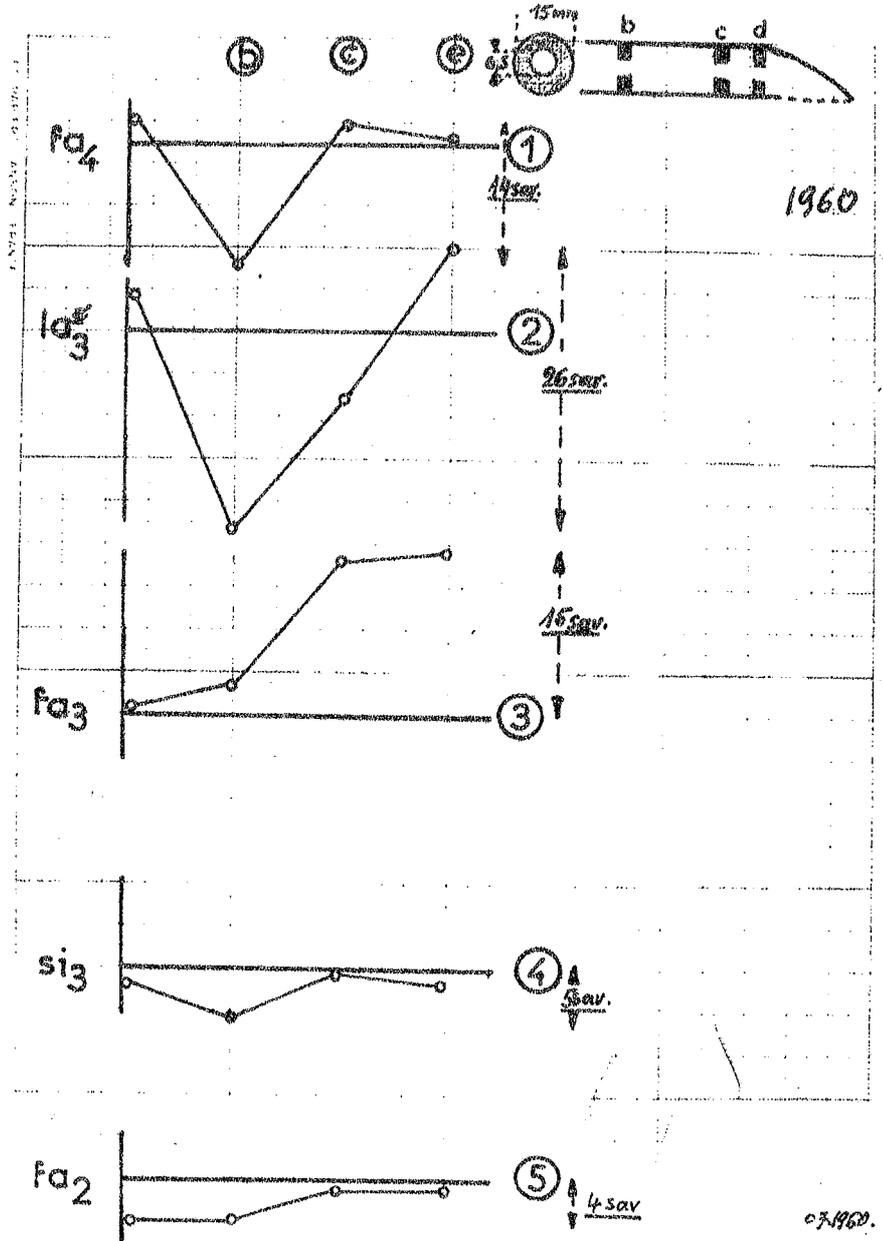
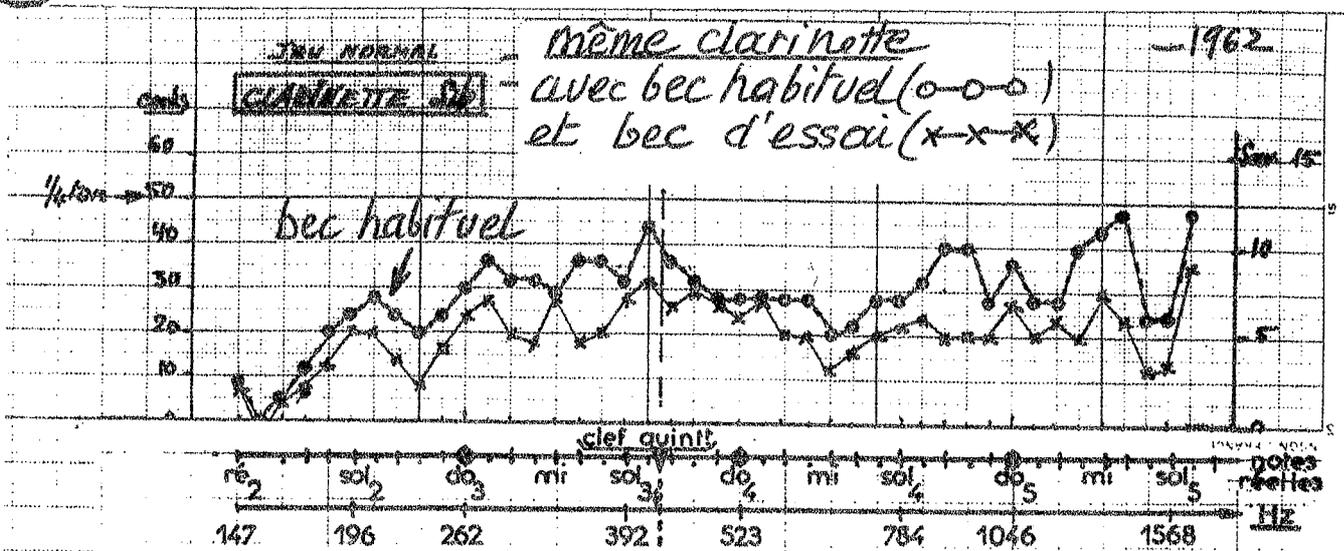


Fig 12 RÔLE du BEC



Des comparaisons avec les champs de liberté d'autres instruments montrent que celui de la clarinette (1/2 ton environ) est nettement plus étroit que celui du saxophone (1 ton environ) par exemple... Cela signifie que la clarinette est (relativement) plus "facile" à jouer juste que le saxophone.

8°) SPECTROGRAPHIE SONAGRAPHIQUE

Lorsqu'on prend comme sujet l'étude des sons réels, en cours de jeu, l'expérience montre que ceux-ci sont "vivants". Les harmoniques évoluent continuellement et de façon compliquée, comme tout ce qui vit! La figure 17 en montre un bon exemple.

Entre les sons en pianissimo et en fortissimo il existe une différence considérable. Les sonagrammes montrent bien cette différence qui, en fait, consiste en un supplément important d'harmoniques pour les sons intenses - qui sont donc corrélativement plus "riches", plus timbrés (fig. 18).

Un autre point où nous avons voulu voir clair est celui des "registres" de la clarinette. Les praticiens distinguent depuis toujours 3 (ou 4) registres : le grave, le médium (ou transition) et l'aigu (éventuellement le suraigu).

Cette distinction est parfaitement justifiée comme nous l'a montré la spectrographie systématique sur plusieurs instruments. Les auteurs ne sont pas toujours exactement d'accord sur les limites exactes entre le registre grave et le médium. Ceci est justifié par le fait qu'effectivement les limites ne sont pas très franches. Par contre, pour tout le monde, le registre aigu (apparition de l'harmonique 2), commence au point où la clef de quintolement entre en jeu. En tout cas on vérifie (fig.19) que :

- le chalumeau a un registre particulier, un timbre spécial, caractérisé par un fondamental très faible, un harmonique 2 quasi inexistant, un harmonique 3 intense, le 4 inexistant, le 5 à nouveau intense. Au-dessus, les choses sont moins systématiques. Mais on voit à quoi correspond la sonorité "creuse" (sans fondamental...) du chalumeau ...

- entre le do_3 (réel) et le sol_3 , le fondamental apparaît graduellement : c'est le registre de transition.

- après le la_3 (utilisation de la clef de quintolement), le fondamental devient intense. L'harmonique 2 devient de plus en plus intense : le son est plus clair : c'est le registre "clairon".

- dans l'aigu et le suraigu l'harmonique 2 est aussi intense en moyenne que le fondamental (au dessus de do_5) et les harmoniques paires et impairs coexistent...

Tout cela est parfaitement conforme à ce que les praticiens ont repéré depuis longtemps "à l'oreille". L'existence de "registres" à caractères auditifs et musicaux divers, est justement à la base de l'intérêt musical de la clarinette. Vouloir "égaliser" les timbres des divers registres représente musicalement une hérésie : c'est vouloir supprimer les registres d'un orgue, c'est-à-dire la variété de timbres....

9°) LE PROBLEME DE LA TEMPERATURE.

La clarinette, "froide" au début d'une exécution, est fautive. C'est une constatation courante, et le musicien a beaucoup de mal à corriger aux lèvres les notes fautes. Le réchauffement graduel dépend bien entendu de la température ambiante, de celle de l'air insufflé dans le tuyau et du contact des mains.

Nous avons voulu savoir ce qu'il en était. Pour cela nous avons monté quatre thermomètres en des points définis de l'instrument, entre le haut et le bas. La fig. 20 montre les dispositions.

L'instrument a été joué ensuite au mieux, sans interruption, et on a relevé les températures aux divers points ainsi que leurs variations, que le diagramme met en évidence.

Les conclusions sont claires. Le haut se réchauffe évidemment plus vite et davantage que le bas. La température ne se stabilise qu'après quelque 5 minutes de jeu.... A ce moment-là il existe, entre le haut et le bas, un écart de quelque 10°C. Si on veut bien se rappeler que la célérité du son augmente rapidement avec la température (10 savarts environ pour une montée de 10°C, soit près d'un quart de ton), on ne peut être surpris des ennuis des clarinettes quand leur instrument est froid. On pourrait bien régler l'instrument de façon qu'il soit juste au départ; mais alors il serait complètement faux au bout de 5 minutes lorsque la température est stabilisée. C'est donc un problème insoluble et qui crée bien des ennuis aux clarinettes, surtout si on leur demande de jouer à l'extérieur, par basse température.

Nous avons fait une expérience pour montrer l'importance de l'écart, en exposant une clarinette à un froid de - 8°C pendant cinq minutes (fig. 21). On mesure alors la chute de la hauteur pour une note donnée (ici ré₂ et do₃) en relevant les champs de liberté. Cette chute est énorme, voisine d'un demi-ton pour ré₂ et de plus d'un quart de ton pour do₃. L'instrument n'est pas encore revenu à son état normal après 20 minutes de jeu.... Et, bien entendu les notes se sont faussées inégalement : l'instrument est absolument injouable pendant plus d'un quart d'heure !

10°) POUVOIR DIRECTIONNEL ET FILTRAGE PAR LA DISTANCE.

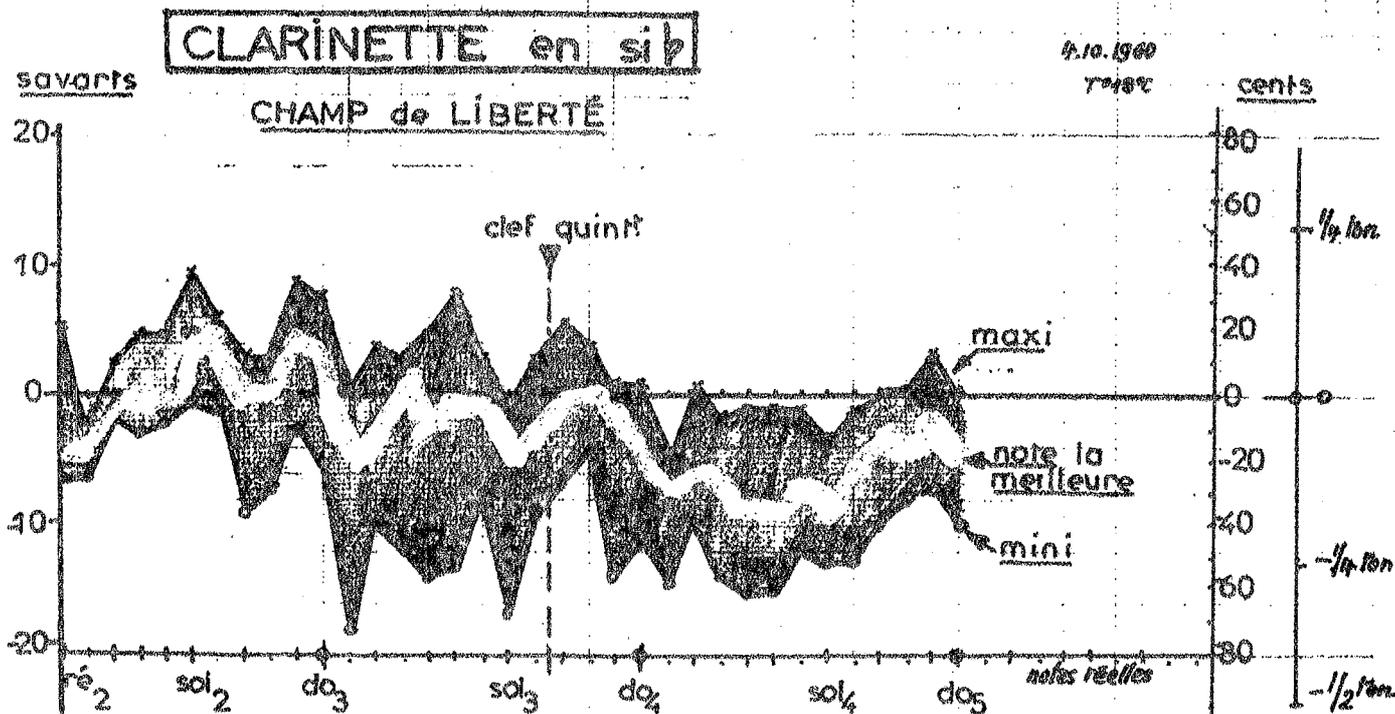
On a préconisé l'utilisation des méthodes en chambre sourde chères aux spécialistes des tests de haut-parleurs et des microphones, pour définir le pouvoir directionnel des instruments. On obtient ainsi des diagrammes directionnels très précis, mais qui sont malheureusement dépouillés de signification pratique pour des raisons faciles à comprendre. On utilise des sons artificiels (pratique contre laquelle nous nous élevons depuis longtemps), et on obtient ainsi des résultats qui ne sont absolument pas raccordables avec les observations réelles, dans une salle, où les réflexions des parois changent tout. D'autre part, il faut bien admettre qu'un clarinettes change de position en cours de jeu ! De toutes façons son instrument, tel qu'il est tenu lors du jeu normal, (le clarinettes étant à sa place normale d'orchestre ou à sa place de soliste) ne rayonne pas les mêmes signaux qu'une soufflerie artificielle. Enfin, la réverbération, de toutes façons, brouille tout dans une salle normale, rajoute du " flou ", ce qui est généralement bénéfique si la réverbération n'est pas exagérée. La figure 22 montre un exemple de ce que devient la même musique de clarinette respectivement dans un local " sec " et un local réverbérant : elle " sonne " en fait tout à fait autrement ! et la méthode sonographique, comme d'habitude, nous fournit l'allure des phénomènes et leur raccordement avec les effets perçus, la précision n'ayant de toutes façons que faire ici.

11°) LES MATERIAUX

Les anches se font traditionnellement en roseau. On a essayé divers " ersatz " sans grand succès : plexiglass, fibre de verre plastifiée etc... On en revient constamment au roseau. C'est normal : le bec de la clarinette est conçu pour ce matériau. Changer de matériau, implique un changement de bec - et de technique de jeu.

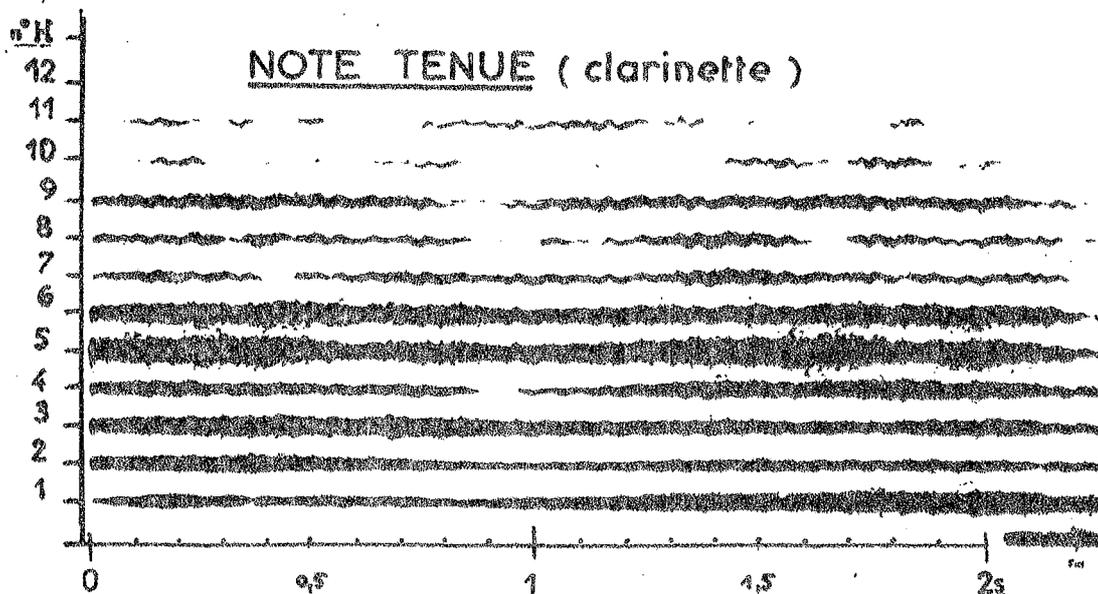
...../

Fig 16 LE CHAMP de LIBERTÉ DES HAUTEURS



Pour des notes musicalement utilisables, le champ de liberté est d'environ $1/4$ de ton. Cette clarinette n'est pas "juste": on ne peut pas "monter" assez les sons aigus....

Fig 17 FLUCTUATIONS SPECTRALES



Le son est "vivant".....

Fig 18 Jeu normal - pianissimo et Fortissimo

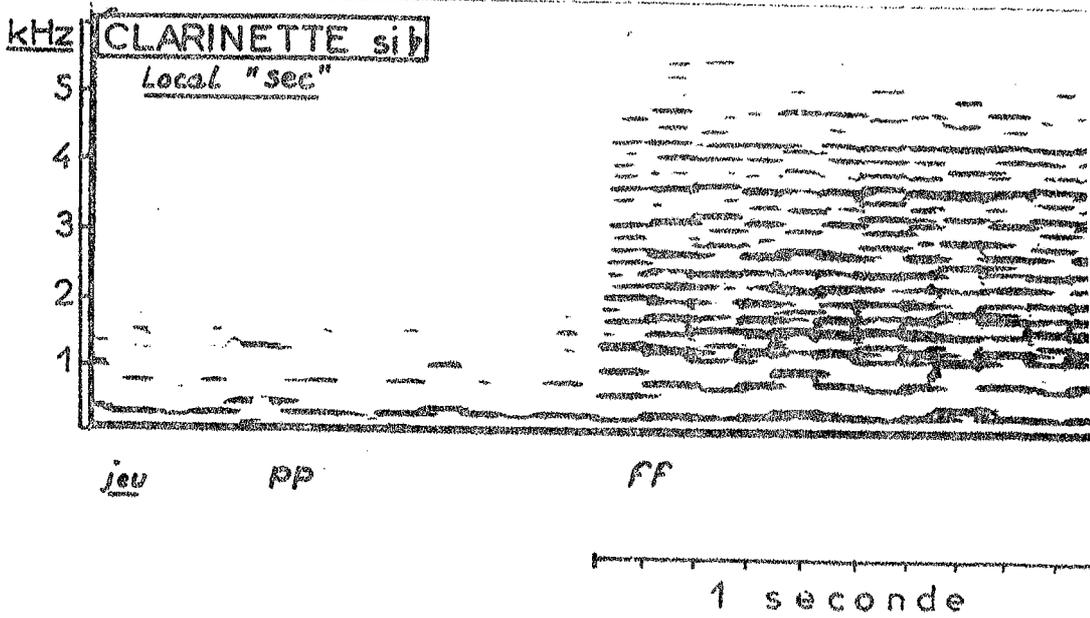


Fig 19 GAMME CHROMATIQUE ASCENDANTE & REGISTRES

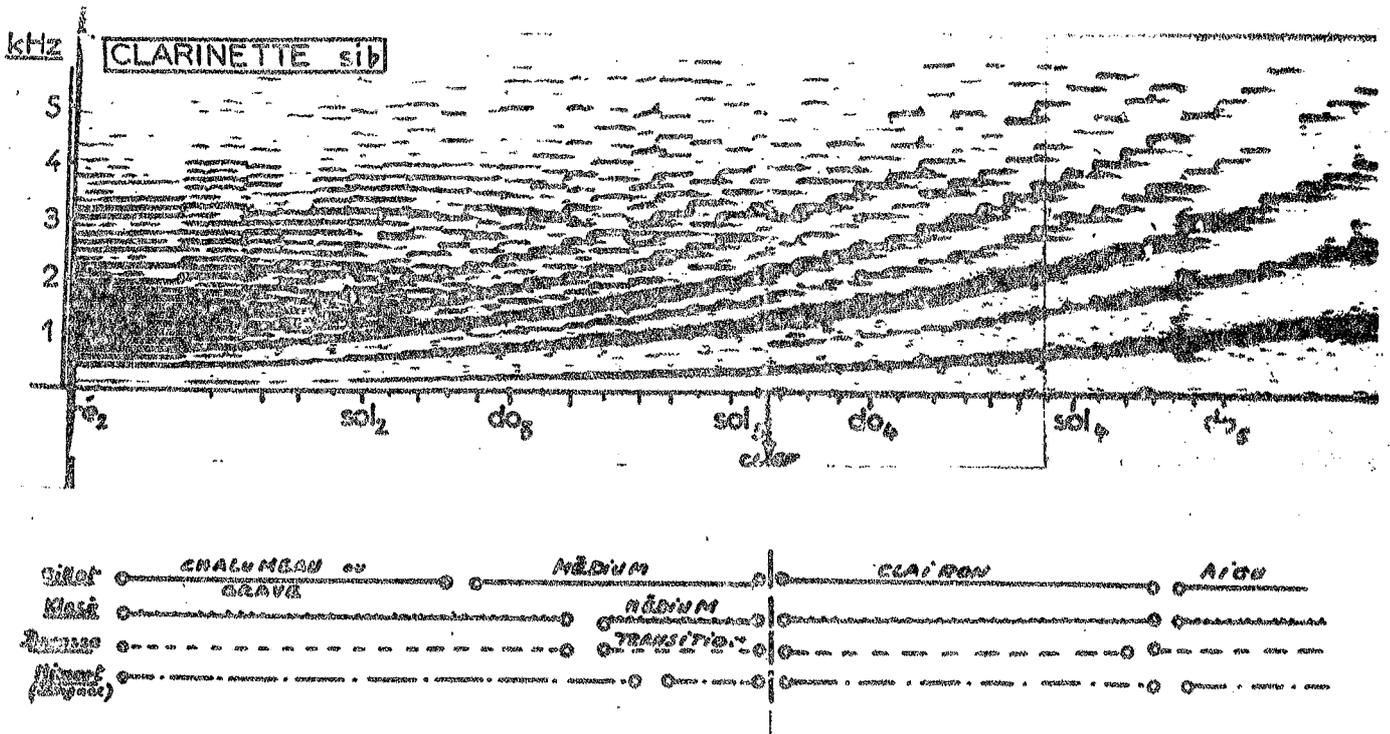
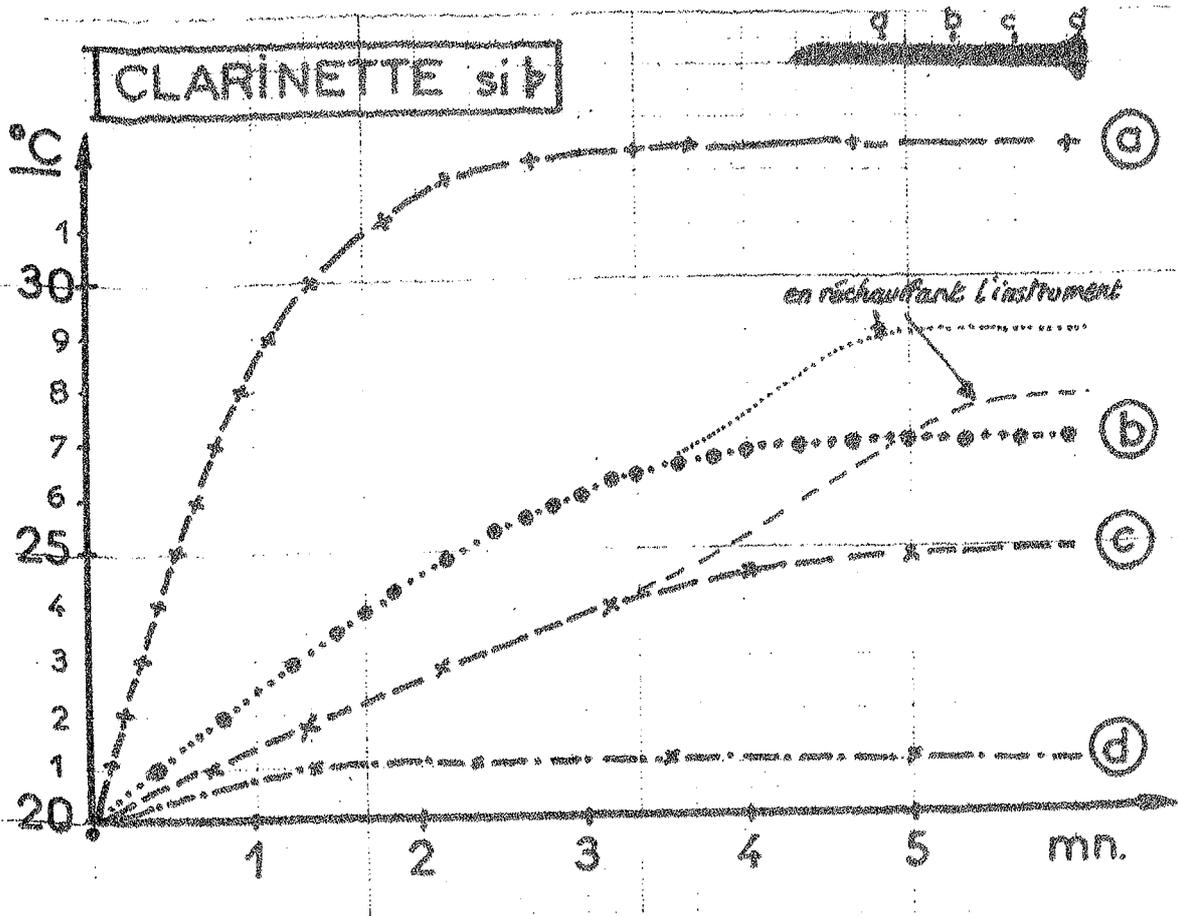


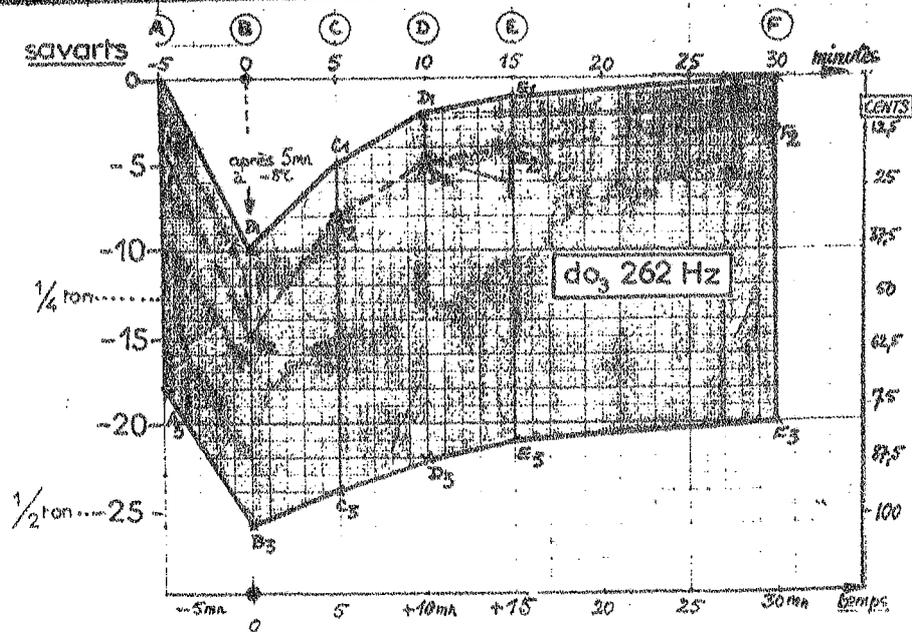
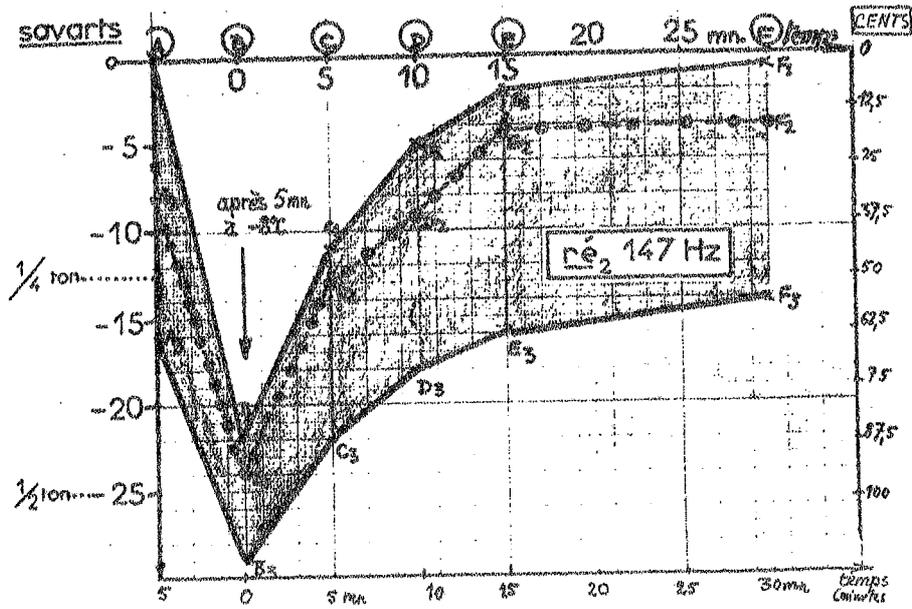
Fig 20

RÉCHAUFFEMENT de la CLARINETTE



On a disposé des thermomètres en divers points de l'instrument qui fut ensuite joué normalement. La montée de la température est évidemment différente selon l'endroit. La température n'est stabilisée qu'au bout de 5 minutes environ. Au début, l'instrument "froid" est faux; le clarinettiste est obligé de corriger aux lèvres...

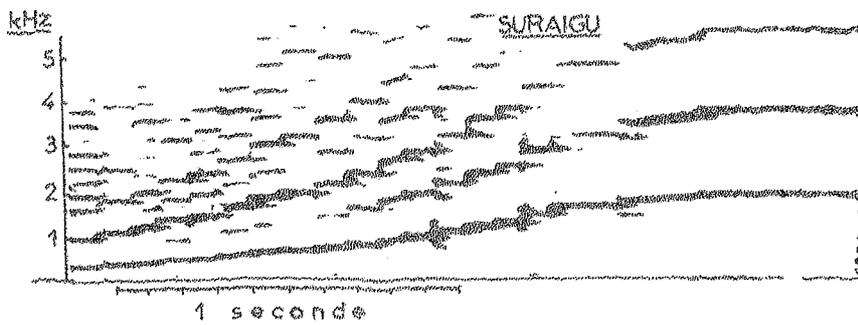
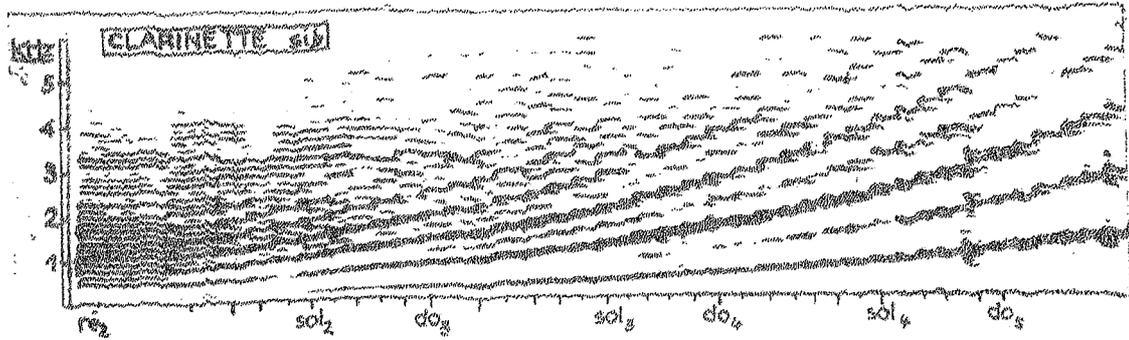
(F) 21 REFROIDISSEMENT BRUSQUE d'une clarinette



Ou a relevé les champs de liberté (et la "meilleure" note) de diverses notes d'une clarinette après exposition à $-8^\circ C$ pendant 5 minutes. Le faussement est énorme ($\frac{1}{2}$ ton environ) et l'instrument n'a pas retrouvé son équilibre avant ou moins 15 minutes...

Fig 22

CLARINETTE et ACOUSTIQUE DES SALLES



Une gamme chromatique jouée en local "sec"
 Un local réverbérant rend les sons plus flous
 efface les petits défauts etc

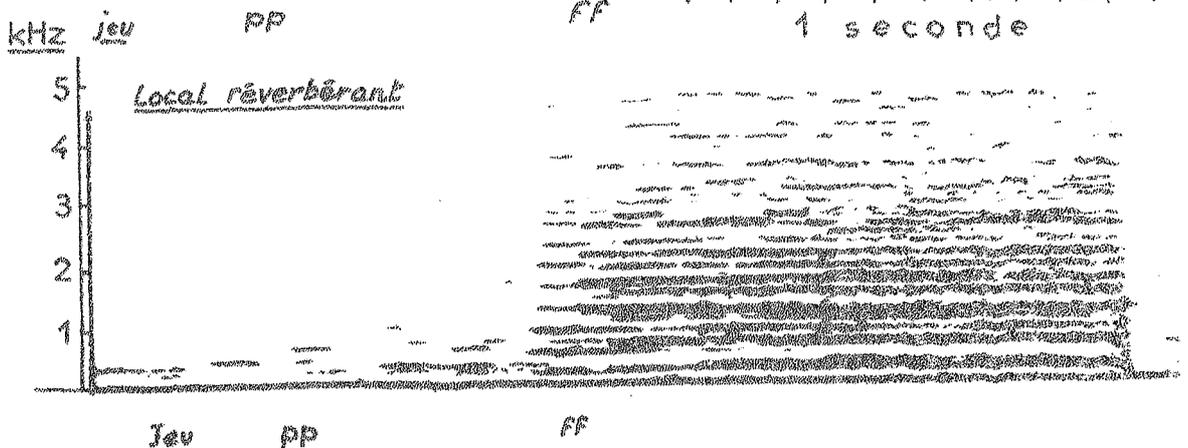
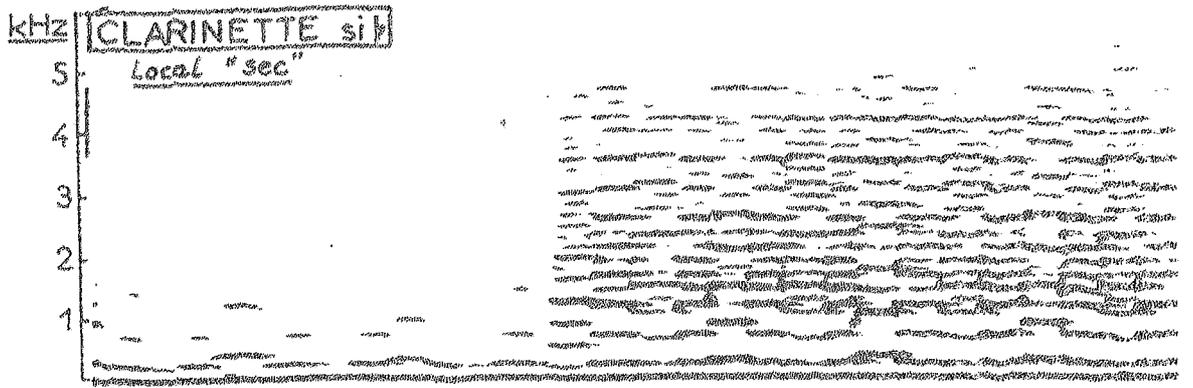
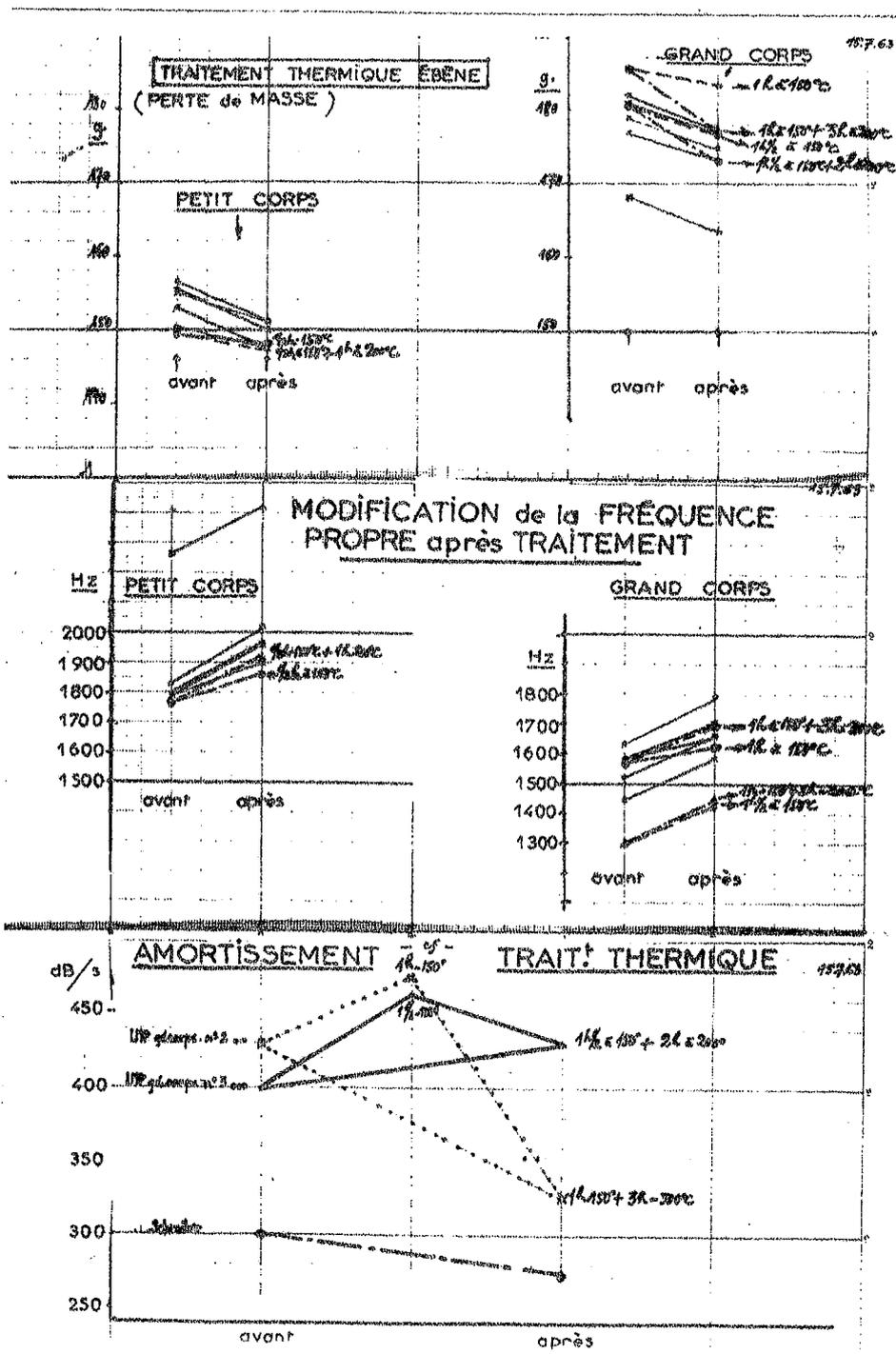


Fig 23 TRAITEMENT THERMIQUE DE L'EBENE



La masse volumique baisse, ce qui est évident.
 La fréquence propre augmente. L'amortissement varie différemment selon les bois....

Les becs sont en bois, en buis, en poirier, en cristal même... mais le plus souvent en ébonite, matériau stable, que l'on peut travailler au tour etc...

Les corps et pavillons sont en ébène. C'est un bois d'importation qu'il faut faire venir, stocker pour séchage etc... Le déchet est considérable et le bois coûte cher. De plus il a des inconvénients : il se fend assez facilement. On a essayé maintes fois de le remplacer. Sous l'impulsion de M. SIESTRUNCK, des essais variés d'imprégnation de bois ordinaires par la mélamine ont été faits au Laboratoire de Mécanique. Il fut même construit une clarinette en bois fossile... De même ont été faits des essais de traitement thermique de l'ébène, où furent soigneusement relevées les modifications de masse volumique, de fréquence propre (traduisant les modifications des modules élastiques), de l'amortissement. La durée des traitements variait entre 1/2 heure et 2 heures (fig.23).

Tous ces essais posent de graves problèmes de réalisation industrielle : installations coûteuses, incertitude des résultats, nécessité de changer l'outillage (la mélamine " mange " les outils ordinaires !)

En d'autres lieux (U.S.A.) on a tenté de faire des clarinettes en matière plastique moulée. Mais le moulage de tuyaux aussi compliqués que celui de la clarinette pose des problèmes difficiles; en particulier le démoulage est suivi de déformations des perces. Actuellement, la belle clarinette reste la clarinette en ébène, matériau éprouvé, mais de prix élevé, malheureusement.

12°) AUTRES ESSAIS

Nous avons développé divers essais pour voir s'il n'était pas possible d'amplifier électriquement la clarinette, comme on l'a fait pour la guitare électrique. Malheureusement le problème n'est pas ici, de même nature. En effet, quand on dispose un microphone capteur en un point de la colonne d'air, non seulement on risque de fausser l'instrument, mais encore on n'enregistre et n'amplifie que le phénomène local, au voisinage du point de fixation du microphone. Or l'expérience montre que la " sonorité " ainsi réalisée n'a plus la qualité requises, et, de plus beaucoup de notes sonnent mal : on perd les qualités musicales de la clarinette. Finalement le bénéfice de l'amplification électrique s'avère mince : le son gagne en quantité, mais non en qualité !

IV. CONCLUSIONS

Nous avons tenté de poser l'ensemble du problème " clarinette " tel qu'il nous est apparu à travers un assez grand nombre de recherches personnelles sur ce sujet. Nous avons vu qu'on ne peut le restreindre à l'étude de l'instrument proprement dit, du tuyau en bois muni de son anche et de son bec... La clarinette actuelle est un aboutissement technologique et musical; en 200 ans elle est devenue un instrument " classique ". Rappelons que ce mot signifie, un instrument arrivé au terme de son évolution, et auquel on ne peut plus rien ajouter (cela ne sert à rien), et rien enlever (cela détruit tout).

La pérennité de la clarinette a les mêmes raisons profondes que celle du violon : c'est un instrument riche en possibilités, présentant des champs de liberté énormes sur une étendue considérable, difficile à bien jouer, par conséquent, mais capable de s'adapter aux types de musique les plus variés, entre la musique populaire, l'oeuvre lyrique, l'opéra, le jazz, les musiques contemporaines, la popmusic etc.... Cet instrument est aussi séduisant pour l'acousticien que pour le musicien, mais il reste bien mystérieux pour l'un et pour l'autre. En tout cas, la théorie de la clarinette reste à faire, et celui qui s'y attaquera devra commencer par étudier la,

pratique des fabricants et des joueurs de clarinette avec beaucoup d'humilité : l'expérience empirique de générations de praticiens signifie bien quelque chose du point de vue physique, et la technique a toujours devancé la science, de plusieurs siècles en général. Puisse ce petit travail inciter les " scientifiques " attirés par la clarinette à approfondir les aspects théoriques soulevés par cet instrument, passionnant à plus d'un titre.

E. LEIPP

8 Janvier 1973

LE PROBLEME DE L'ANCHE : ASPECT BOTANIQUE ET

MICROSTRUCTURAL

par J.M. HEINRICH

- Prix de la Fondation de la Vocation -

PLAN :

I. - INTRODUCTION

II. - GENERALITES SUR LE ROSEAU

III. - STRUCTURE " EVOLUTIVE " DES DICOTYLEDONES; STRUCTURE " FIXE " DES MONOCOTYLEDONES (roseau)

A. Les tissus

B. Origine et disposition des tissus; faisceaux libéro-ligneux ouverts, faisceaux libéro-ligneux fermés

C. Evolution structurale chez les dicotylédones, comparaison avec les monocotylédones.

IV. - LES PRINCIPALES VARIATIONS DE TRAME DANS UN ENTRE-NOEUD d'ARUNDO DONAX (L).

A. Le stéréome de Schwendener; la première variation : transversale

B. La deuxième variation : axiale

C. La troisième variation : circulaire. Structures droites et structures gauches.

V. - SYNTHESE ET CONCLUSION.

□
□ □

I. -- INTRODUCTION

Le rôle de l'anche d'une clarinette, ou bien d'un hautbois, n'est pas sans rappeler un peu la fonction de la soupape d'admission dans un moteur à explosion. La mission de l'anche est de donner à un débit gazeux une constitution périodique, comme celle de la soupape est de livrer passage à un instant opportun du fonctionnement du moteur.

Dans un moteur, la synchronisation pose peu de problèmes (...) puisque le couplage soupape-mouvement du moteur est parfait et se fait par un mécanisme. Dans une clarinette, le couplage existe et est beaucoup plus souple; le "mécanisme" est l'utilisation astucieuse de l'élasticité(1) de l'air par le facteur d'instruments. Pour "parler", le tuyau a besoin d'être excité par des bouffées gazeuses et c'est le travail de l'anche de les produire au bon moment et à la bonne fréquence; la colonne d'air du tuyau étant excitée, celui-ci devient alors le siège d'un mécanisme acoustique "fort" (et combien complexe) qui réagit fortement sur l'anche et lui dicte son mouvement (l'admission). Les facteurs réalisent anches et instruments tels que ces conditions soient réalisées.

Voici donc l'anche considérée comme une valve; or, valve et tuyau ne sont pas couplés d'une manière très rigide, bien que le premier partenaire de ce couplage soit considéré comme "faible", le deuxième comme "fort". Sans compliquer, et sans entrer dans les considérations de "champ de liberté", disons que le musicien agit sur l'anche (la valve) en la pinçant avec ses lèvres dans un but

- dynamique, afin de présenter au tuyau une anche de raideur adéquate pour obtenir la justesse et l'intensité désirées,
- esthétique, afin de régler la loi d'ouverture et de fermeture en fonction du temps (par période donnée).

Cette loi influera sur le timbre émis par le tuyau.

De la même manière, si l'on veut, le mouvement d'ouverture ou de fermeture d'une soupape de moteur est déterminé par le profil particulier de la came qu'on peut doter de la forme qu'on veut et obtenir une ouverture rapide, lente, longue, etc... etc... etc... De même pour la fermeture, si le ressort de rappel est inadapté celle-ci devient problématique.

Le rôle de l'anche et de ses propriétés mécaniques est donc très important. Pour le musicien le problème est de jouer juste et avec un beau son (et si possible facilement!). L'anche joue un rôle de clé dans la réalisation de cet idéal. Mais chaque musicien a son idéal sonore personnel; ses possibilités physiques et les anches en roseau sont très différentes les unes des autres, de qualité inconstante au fil des jours et ne servent guère longtemps.

On comprend aisément les tracas des musiciens et leurs recherches incessantes ainsi que les soucis des facteurs d'anches. Les tentatives de remplacement restent sans succès convaincants, le roseau contribue toujours à une part si importante de la palette sonore orchestrale.

Les anches font l'objet de recherches de-ci de-là et il semble bien qu'on étudie de trop près ! (La technologie passe avant le matériau). Avant même de nous demander quelles sont les propriétés mécaniques si particulières du roseau, pourquoi une anche est "bonne" ou "mauvaise", nous avons préféré poser la question :

...../

(1) Ce terme est employé pour ne pas rompre cette explication imagée; en réalité il faudrait parler d'adaptation d'impédances, etc...

Qu'est ce que le roseau ? Comment est-il fait ? (1)

Depuis la musique et la facture d'anches, il fallait devenir botaniste, par la force des choses. C'est ainsi qu'une étude nullement spéculative a donné une vue d'ensemble sur le monde végétal et a mis en lumière quelques propriétés importantes et intéressantes.

Si une synthèse et un aspect nouveau du problème des anches se précise, c'est à notre surprise et bien à notre insu.

Il aurait été pratique d'étudier les ouvrages de botanique, de prélever les éléments nécessaires et de les appliquer ensuite. C'est impossible car le roseau a des propriétés anatomiques curieuses de sorte que parallèlement au problème musical et mécanique la recherche botanique pure s'impose.

Le but général de notre démarche, nous y avons été conduits, est l'étude des variations de trame dans un entre-noeud d'*Arundo donax* et l'établissement du modèle mécanique du matériau.

D'autre part il n'est pas possible de présenter ce compte-rendu d'activité, combien résumé, sans exprimer d'emblée les plus vifs remerciements à Monsieur E. LEIPP, Monsieur le Professeur SIESTRUNCK pour avoir manifesté beaucoup de bienveillance et d'intérêt lors des premiers balbutiements de ces recherches. Toute ma gratitude également à la Fondation de la Vocation dont la bourse a permis d'instrumenter le laboratoire-atelier mulhousien.

II.- GENERALITES SUR LE ROSEAU

Il existe plusieurs espèces de roseau, celle dont la tige ligneuse fournit le matériau pour les anches des instruments à vent de l'orchestre, est la canne de Provence en langage botanique : *Arundo donax* (L).

Ce nom peut paraître rébarbatif au non initié mais il existe en botanique des classifications et des règles de nomenclature extrêmement importantes. Nous ne pouvons développer ici ces questions (2), ni définir ce que l'on entend par genre, espèce, etc..

Il est toutefois capital de savoir que le roseau (phanérofame angiosperme) est une MONOCOTYLEDONE. Aussi la structure de sa tige, si solide soit-elle, n'a-t-elle rien de commun avec celle des bois courants qui sont fournis par les dicotylédones (feuillus) ou les gymnospermes (résineux). Des précisions sont données au paragraphe suivant.

Le roseau est une graminée, comme le blé, le maïs, la canne à sucre, etc... il présente l'allure caractéristique de ces plantes dont l'importance économique est du reste primordiale. L'*arundo donax* est la plus haute graminée d'Europe et peut dépasser la hauteur de 6 mètres. Sa tige creuse (chaume) se fragmente en segments, les entre-noeuds, limités intérieurement par des diaphragmes pleins les noeuds. A ce niveau s'insèrent les feuilles dont la morphologie et les répercussions structurales sur la tige sont l'un des thèmes de nos recherches (par. III C).

.... /

(1) Note humoristique : La réponse à cette question a été donnée récemment, le plus sérieusement du monde, par un bassoniste professionnel. Nous citons : " le roseau ? C'est du roseau ! Il n'y a rien à trouver ".

(2) Sur l'incitation de Monsieur ANCIEN a lieu cette année le 14 mars, la journée de l'anche simple. A cet effet, au Conservatoire Royal de Bruxelles où se déroulera cette journée, un cours simple et explicite sera fait pour les musiciens.

Le roseau possède en outre une longue tige souterraine (rhizome) qui donne chaque année les pousses aériennes (qui vivent plusieurs années); pour cette raison le roseau apparaît en touffe. (Pour les précisions sur les ramifications voir par. III C). Au cours de la floraison en automne, la tige se coiffe d'un grand panache (panicule).

Nous ne pouvons détailler ici ni l'anatomie florale (quoique intéressante) ni la géographie et l'écologie du roseau mais précisons que les spécimens les plus aptes à la facture d'anches poussent dans le midi de la France entre Fréjus et Hyères. Une seule manufacture, à COGNOLIN (*), a daigné nous ouvrir ses portes (1), montrer ses ateliers et donner quelques explications. Les roseaux sont coupés l'hiver de la deuxième année de croissance puis rassemblés en gerbes verticales et laissés ainsi pendant deux ans; après cette période on élimine les noeuds en sciant la canne en segments qui sont calibrés et séchés de manière naturelle pendant 4 ans encore. D'autres manufactures sèchent artificiellement et c'est là déjà tout un problème. Ensuite débute la fabrication. Les entre-noeuds du bas de la plante sont les plus gros et servent pour les anches de clarinette; puis en montant vers le sommet on se sert successivement pour le basson, le cor anglais, le hautbois. Les facteurs ont beaucoup de flair et d'expérience (comme les luthiers) pour la sélection de leurs plantes. Ne pas leur faire confiance serait absurde. Cependant, malgré une bonne qualité globale des roseaux les déboires restent nombreux.

La raison en est que, d'après nous, le problème des anches est un problème de microarchitecture, végétale et de micromécanique extrêmement fine et qu'une théorie mécaniste du roseau n'a pas encore existé.

Les bambous ne sont pas à confondre avec les roseaux. La plupart des personnes non initiées qui voient une anche prennent le matériau pour du bambou. Si on ne fait pas d'anche en bambou, c'est parce que la structure de ce végétal, très semblable à celle du roseau, est beaucoup plus dense. Il existe quarante genres et cinq cents espèces de bambou dont certains atteignent la hauteur de quarante mètres. On en trouve même à tige carrée. Ces plantes sont comme le roseau des graminées qui présentent cependant comme exceptions des feuilles à pétiole, des ramifications d'emblée et une anatomie florale quelque peu différente.

Les bambous ont de curieux caractères qui méritent une discussion lors d'un G.A.M. consacré au roseau et ses applications en facture d'anches.

III.- STRUCTURE " EVOLUTIVE " DES DICOTYLEDONES; STRUCTURE " FIXE " DES MONOCOTYLEDONES (ROSEAU)

A. Les tissus

Ce travail de botanique se fait avec une arrière-pensée toujours présente : la mise en évidence des propriétés mécaniques du roseau. Le plan suivi est dicté par cette idée, autrement il paraîtrait bizarre pour un botaniste.

Les musiciens pourraient se demander si le roseau, vivant plusieurs années, montre des accroissements annuels comme cela se fait pour les arbres et arbrisseaux (les cercles concentriques visibles sur la coupe du tronc). La réponse est des plus

...../

(1) La recherche scientifique en facture d'anches fait autant sourire certains que la recherche en lutherie; les fabricants d'anches ont la manie de cacher leurs machines.

(*) le cas échéant, si on peut citer la firme, c'est PRESTINI.

formelles : NON ! Pourquoi (1) ?

C'est précisément en montrant la différence si fondamentale entre les bois courants (érable, pin etc...) et le roseau que les qualités de ce dernier s'affirment dans toute leur évidence. Précisons tout d'abord les principaux éléments rencontrés dans une tige.

La tige d'une plante a essentiellement trois fonctions :

- la conduction des liquides
- le soutien de la plante
- le stockage des substances de réserve.

Ces rôles sont assurés respectivement par des tissus dont la disposition générale et l'évolution sont bien réglés, et ceci différemment selon la classe (2) du végétal. Ces ensembles de cellules, quels sont-ils ?

a) Pour la circulation des liquides il faut distinguer deux courants :

- un courant ascendant de sève brute (eau + sels minéraux) allant de la racine vers les feuilles. Cette circulation est assurée par le XYLEME primaire ou le " BOIS " secondaire. Le bois, en botanique, est donc un " tissu " conduisant la sève brute. L'évolution de la structure des dicotylédones finit par produire un cylindre de bois et c'est dans ce pachyte que travaillent les divers artisans du bois. Une table, une chaise sont effectivement en bois (plus un peu de parenchyme); une anche n'est pas en bois, botaniquement parlant. Nous le montrerons par la suite.
- les feuilles étant de véritables laboratoires de chimie, les substances qui y sont élaborées retournent dans la tige pour y être stockées, d'autres matières sont éliminées, etc... Ce courant soit descendant soit en direction des régions en croissance, se fait par le LIBER; le liquide s'appelle la sève élaborée. Les premiers micrographes voyaient ce tissu sous l'aspect de feuilletts, autour du tronc des arbres, d'où ce nom de liber.

b) Le soutien de la plante est assuré par un tissu mécanique que Schwendener appelle vers 1870 le STEROME. De nature collenchymateuse ou sclérenchymateuse ce tissu peut survenir en divers points, suivant les besoins; le plus souvent au sein même de tissus qui ont un rôle organique vital pour la plante et ne sont pas résistants.

c) Le stockage des substances de réserve est assuré par le PARENCHYME, ou tissu de base; très simplement disons que celui-ci occupe l'espace compris entre l'épiderme et les éléments conducteurs (bois-liber).

Tout ceci, exposé sans détails histologiques, vaut d'un point de vue très global.

B. Origine des tissus; faisceaux libéro-ligneux ouverts et faisceaux libéro-ligneux fermés .

Comme on ne pourrait s'exprimer plus clairement ni plus rapidement, nous nous

...../

(1) Amicalement, donnons le en mille : aucun facteur d'anches ne répondrait à la question

(2) Monocotylédones ou dicotylédones.

permettons de citer quelques lignes d'un ouvrage de M. L. GENEVES (1)

" Les tissus de la plante dérivent de l'activité de certains groupes cellulaires qui sont le siège de divisions répétées et que l'on nomme méristèmes. A l'extrémité des tiges et des racines se trouvent les méristèmes primaires, desquels proviennent tous les autres types de tissus. D'autres méristèmes, dits secondaires, n'apparaissent qu'après, dans les tissus déjà différenciés. Ils ne produisent que certains types tissulaires tels que des tissus protecteurs (subér) (2), parenchymateux (phel-loderme) (3) ou conducteurs (phloème (4) secondaire, xylème secondaire ou bois) ".

La tige de la plantule est parcourue dans le sens de sa longueur par des cordons issus du méristème primaire; on trouve dans ces formations tubulaires une partie " bois " située vers l'intérieur de la tige et une partie liber située vers l'extérieur. La juxtaposition des deux éléments fait qualifier ces faisceaux libéro-ligneux de " collatéraux ".

Il en existe deux types :

- chez les dicotylédones, donc la plantule des futurs arbres, on rencontre le type " ouvert ". On y décèle entre le bois et le liber une assise de cellules appelée CAMBIUM. C'est le futur méristème secondaire, origine des tissus secondaires (Pl. I, A2).
- chez les monocotylédones (roseau) on trouve le type collatéral " fermé ". Bois et liber sont également juxtaposés mais il n'y a pas de cambium. L'ensemble est même entouré par une forte gaine de sclérenchyme (Pl. I, B2).

C. Evolution structurale chez les dicotylédones, comparaison avec les monocotylédones

a) Cas des dicotylédones

Les tissus primaires étant achevés le cambium entre en activité. Plusieurs modalités sont possibles mais le résultat sera l'apparition d'un anneau cambial continu (Pl. I, A3); il produit du bois secondaire vers l'intérieur de la tige, du liber secondaire vers l'extérieur. L'activité cambiale est cyclique au rythme des saisons, d'où les accroissements annuels (Pl. I, A4 = 1ère Année, A5 = 4ème année). Nous ne pouvons digresser davantage.

- b) Cas des monocotylédones (roseau) : pas de cambium donc pas d'accroissement secondaires. Les cellules des tissus primaires gardent quelque temps leur faculté de division puis l'anatomie définitive est atteinte. Un roseau, lors de son premier été a atteint son compte de cellules (5) même si sa tige est tendre à se laisser écraser au doigt; ce qui se passe ensuite est la lignification, c'est-à-dire l'incrustation des parois cellulaires et la solidification de la construction.

Par contre la croissance intercalaire (primaire !) du roseau est très forte.

Des zones méristématiques secondaires intercalaires, restes du méristème primaire subsistent au bas des entre-nœuds. Ces derniers, grâce à l'activité de ces zones

.../

(1) L. GENEVES Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris : " Manipulations de botanique ". Dunod, Paris 1962.

(2) Le liège - (3) Le parenchyme de l'écorce - (4) Autre terme pour liber

(5) sans parler des ramifications.

de croissance, peuvent s'allonger de 20 - 50 fois leur longueur initiale !

c) Comparaison

1. A l'état primaire :

- Chez les dicotylédones les faisceaux libéro-ligneux " ouverts " sont disposés en cercle en vue de l'évolution ultérieure (Pl. I, A1). A l'état primaire (passager!) une telle construction n'a que quelques millimètres de diamètre et se casse au doigt !
- Chez les monocotylédones les faisceaux libéro-ligneux " fermés ", sans cambium, sont entourés par du sclérenchyme (dilatation impossible). La disposition des faisceaux est dite " sans ordre apparent ", ce qui ne joue aucun rôle car il n'y a pas d'évolution ultérieure (Pl. I, B1).

2. A l'état " adulte " :

- chez les dicotylédones la structure est passée à l'état secondaire. Les éléments primaires, écrasés par les formations secondaires, ont pratiquement disparu. On trouve une construction secondaire formée d'un cylindre de bois entourée par un manchon de liber (Pl. I, A5). Sous le générique " bois " on trouve de nombreux types de cellules étagées verticalement; le tout est parcouru transversalement par des rayons de parenchyme.
- chez les monocotylédones : la structure primaire subsiste toujours et s'est figée; il n'y a qu'une solidification par durcissement des parois cellulaires.

Il n'y a pas de formations transversales. Les cellules du tissu de base s'étagent avec une étonnante régularité, comme des briques. La course des faisceaux est sensiblement droite; ceux-ci étant tous entourés d'une forte gaine de sclérenchyme on comprend la remarquable élasticité de flexion (dans le sens de la course des faisceaux) ainsi que l'anisotropie d'un tel édifice.

Ce que les musiciens appellent les " fibres " ce sont les faisceaux libéro-ligneux entiers visibles à l'œil nu. Il est vrai qu'ils sont entourés de fibres de sclérenchyme mais celles-ci sont invisibles à l'œil nu. Les faisceaux, ensembles complexes, contiennent entre autre du bois. Botaniquement parlant, " enlever du bois " en grattant une anche voudrait dire évider chacun des faisceaux conducteurs en lui extirpant sa partie bois..

Une anche n'est pas en bois; c'est surtout du parenchyme (tissu de base) parcouru par des faisceaux libéro-ligneux. Alors que chez les dicotylédones le liber (secondaire) entoure le tronc il se trouve (au stade toujours primaire) enfoui en cordons dans les profondeurs de la tige, chez le roseau et les monocotylédones.

IV.- LES PRINCIPALES VARIATIONS DE TRAME DANS UN ENTRE-NOEUD D'ARUNDO DONAX (L)

Première variation : transversale; le stéréome de Schwendener.

Ce botaniste allemand a remarqué que la fonction de soutien est assurée avec une efficacité optimale par un emploi de matériau minimal, mais judicieusement disposé. Dans les plantes les principes de la résistance des matériaux sont remarquablement appliqués.

On sait que lors de la flexion plane d'une poutre il existe au sein de la pièce une bande de matière qui ne subit ni raccourcissement ni allongement : c'est la fibre neutre. Mais de part et d'autre de cette couche les contraintes au sein du matériau augmentent lors de la flexion; il y a allongement quand on s'éloigne du centre de courbure et raccourcissement quand on se rapproche de ce centre.

Pour construire une poutre résistant bien à la flexion une solution économique consiste à répartir la matière allouée aussi loin que possible de la fibre neutre qui elle n'est soumise à aucune contrainte; il est donc illogique d'y concentrer de la matière. Un procédé bien connu est le profil en I qui consiste à placer deux bandes de matériau, reliées transversalement entre elles, à une bonne distance de la fibre neutre.

De tels procédés, et de bien plus subtils encore, se trouvent effectivement dans la nature. Schwendener a appelé l'armature des organes des plantes le STEREOOME, les éléments isolés les stéréides. Parallèlement, dans le corps, humain, les os seraient des stéréides et le squelette entier le stéréome. Suivant la taille de la plante, etc..., on rencontre de nombreux systèmes mécaniques (24!). Grâce au stéréome une tige d'avoine (très proche parent du roseau) de 3 millimètres de diamètre peut se courber jusqu'à terre sous l'effet du vent d'une direction quelconque et puis se relever sans casser, malgré la lourde panicule qu'elle porte.

Le stéréome du roseau. On note que :

- la matière est loin de la fibre neutre : la tige est creuse.
- la trame cellulaire se densifie au fur et à mesure qu'on se rapproche de l'intérieur vers la périphérie de la tige. Les cellules de parenchyme se font de plus en plus petites mais plus nombreuses et leurs parois s'épaississent graduellement; les gaines des faisceaux deviennent plus fortes et finalement la tige est comme " blindée " par une très solide gaine périphérique de sclérenchyme.

Commentaire.

(1)

Déjà avant Schwendener le batoniste français Desfontaines faisait la remarque suivante :

" D'après la structure interne des tiges les végétaux se partagent en deux grandes classes :

- 1) Ceux qui n'ont pas de couches concentriques distinctes, dont la solidité décroît de la circonférence vers le centre, ou la moelle est interposée entre les faisceaux fibreux, sans prolongement, médullaire en rayons divergents, les MONOCOTYLEDONS.
- 2) Ceux qui ont des couches concentriques distinctes, dont la solidité décroît du centre vers la circonférence (2); où la moelle est renfermée dans un canal longitudinal avec des prolongements médullaires en rayons divergents : les DICOTYLEDONS."

Remarquable ! Qu'on se rappelle le par. III C. Or, Desfontaines et Schwendener c'est presque une solution du problème des anches. Nous proposons le raisonnement

...../

(1) L.R. DESFONTAINES 1750-1833

(2) Parce que le bois de coeur est duraminisé et que l'aubier reste vivant.

quivant : la tige du roseau fournit un matériau dont les propriétés mécaniques (1) sont soumis à une variation centrifuge, croissant à partir de l'axe vertical de la tige. Cette variation existe toujours mais la nature est capricieuse et ne répétera jamais deux fois la même chose, d'autant plus que les facteurs écologiques sont nombreux influents et variables.

La fonction type admet forcément des " limites de solidité " mais entre lesquelles de très nombreuses possibilités se rencontrent et se caractérisent par :

- la position de la courbe de composition par rapport aux limites (système globalement "fort" - "moyen" - "frêle")
- l'amplitude de la variation et sa forme.

Le roseau admet donc une loi de composition mécanique.

Un exemple simplissime montre ce qu'on entend par là. Supposons qu'on présente à un botaniste une coupe microscopique et que celui-ci nous la décrive de la manière suivante : il y a une couche de sclérenchyme et une couche de parenchyme; nous répondrons soit ! nous le savons mais nous sommes aussi mécaniciens et pour nous cette coupe est UN BILAME . Une anche de hautbois pourtant bien menue est déjà au moins un TRILAME . Nous ne pouvons encore discuter l'application pratique de cette première loi car d'autres variations existent et surajoutent leurs effets.

Deuxième variation : axiale.

La croissance intercalaire du roseau a été évoquée au paragraphe précédent. Elle a pour effet une variation de trame de bas en haut de l'entre-noeud. Cette variation est bien entendu moins forte que la précédente mais suffisante pour se répercuter sur la qualité des anches. Approximativement la loi est décroissante de bas en haut, mais les éléments qui interviennent sont nombreux; les travaux sont en cours.

Troisième variation : circulaire. Structures droites, structures gauches.

Ce point nous amène à la recherche botanique pure, et non plus seulement à décaler et mesurer des variations d'épaisseur de gainé de sclérenchyme, etc...

Comme en cristallographie on distingue par exemple du quartz droit et du quartz gauche il existe chez le roseau des entre-noeuds de construction "droite" et des entre-noeuds "gauches"! Jusqu'à présent c'est la plus grande surprise réservée par nos investigations.

- Quelques précisions morphologiques préliminaires :

Comme de coutume chez les graminées, la feuille du roseau est engainante et prend naissance au niveau d'un noeud. La gaine est fendue (bien sûr du côté opposé au limbe), entoure la tige sur une grande longueur, parfois même une partie de l'entre-noeud supérieur, puis le limbe se détache de la gaine à angle droit avec celle-ci et s'écarte de la tige.

En botanique la disposition des feuilles sur la tige fait l'objet d'une étude spéciale, celle de la phyllo taxis. Chez les graminées, disent les manuels,

...../

(1) En bref la " solidité ".

la disposition est "opposée distique". Pour comprendre cet arrangement supposons la tige coupée diamétralement en deux par un plan vertical (Pl. I, B3). Tous les axes longitudinaux du limbe des feuilles se trouvent en principe dans ce plan;

Exemple : un premier limbe, terminant la feuille issue du premier noeud, est situé d'un côté de la tige; l'entre-noeud suivant; le limbe de la feuille est situé exactement du côté opposé; un troisième au-dessus du premier, un quatrième au-dessus du deuxième, etc... (en phyllotaxie : angle de divergence $1/2$ soit 180 degrés, présence de deux orthostiches).

D'autre part le roseau a la curieuse habitude de se ramifier (fait rare chez les graminées), la deuxième année seulement, alors que les bourgeons axillaires sont visibles derrière les feuilles la première année déjà. Bourgeons axillaires et ramifications se rencontrent en disposition opposée distique.

Mais en considérant la naissance ou l'insertion basale des feuilles le problème devient plus complexe.

- Expérience :

Un kg de roseau destiné à la facture d'anches de basson comprenait 46 tubes. Une technique a été mise au point et permet d'obtenir une coupe totale de toute la section d'un tube. En plus, un réactif approprié donne un excellent contraste en microscopie.

46 coupes ont été ainsi préparées, numérotées, (ainsi que leur pièce d'origine) et rassemblées sur un plateau en vue d'être étudiées successivement, les unes immédiatement après les autres. En voici le motif : les botanistes disent que chez les monocotylédones les faisceaux sont disposés " sans ordre apparent (1)". J'en ai douté dans le cas du roseau et ai soupçonné une variation circulaire de trame en pensant que si elle existe, une coupe ne la montrera pas " avec des pointillés en caractères gras et des chiffres romains "... mais un échantillon sera peut être plus " explicite " que d'autres et va " trahir " l'arrangement.

Les coupes, au fil des soirées, ont été étudiées, observées, scrutées, réétudiées et le résultat ne se fit pas attendre : la variation existe bel et bien !

Les coupes étaient toujours disposées " place du bourgeon axillaire par devant " donc le plan vertical contenant les limbes foliaires passe entre les deux yeux de l'observateur. De fil en aiguille un curieux massif de faisceaux a été localisé et ultérieurement on trouve que 24 échantillons le montrent à droite du plan foliaire, 20 échantillons à gauche. Nous ne précisons pas ici la position exacte.

On cherche " la cause " lorsque sous un microprojecteur un tube de roseau montre à sa base un fin réseau d'ombres. Il s'agit des marques de la gaine foliaire qui se sont imprimées dans la tige lorsque celle-ci était encore tendre. Ces travées ont ensuite durci et restent indélébiles; elles ont une course oblique et se croisent non pas dans le plan foliaire mais de " côté ". Des insertions foliaires entières sont alors étudiées et on établit qu'il existe deux systèmes, un droit et un gauche; en plus on observe un dispositif de régulation d'une ingéniosité surprenante qui fait que, si asymétrique que soit le départ de la feuille, les limbes se retrouvent dans même plan vertical.

La largeur de la gaine est supérieure au périmètre de la tige, le départ de la feuille est donc une spirale. La planche II A et B montre une vue plane

...../

(1) ce qui laisse supposer prudemment la possibilité d'un ordre.

des deux systèmes.

Le reste allait de soi : associer le " massif fasciculaire " et sa position au fait que l'entre-noeud porte une feuille droite ou gauche. Sans une seule erreur, et il était parfois difficile de se prononcer, il était possible de dire à la seule vue de la coupe si le segment étudié portait une feuille droite ou gauche. Nous ne pouvons nous étendre ici sur l'interprétation. Le contrôle était possible grâce aux travées (Résultat : 200D,266). Le massif fasciculaire mis à part, une variation (circulaire) très générale de trame existe en outre et fait l'objet d'une analyse géométrique assidue.

Lorsque les faisceaux de la feuille pénètrent dans la tige ils sont forcément disposés en spirale droite ou gauche selon le cas. Or géométriquement le massif de faisceaux qui est à l'origine de la découverte n'a rien à voir avec cette spirale foliaire. Celle-ci est d'ailleurs visible, à part, et les faisceaux foliaires changent même d'anatomie en pénétrant dans la tige !

Il doit y avoir une raison profonde dans l'existence d'entre-noeuds droits et d'entre-noeuds gauches. Sur une même tige ceux-ci se succèdent alternativement : D - G - D - G - D - G etc... De temps à autre se produit une erreur et plusieurs droits ou plusieurs gauches se suivent ! (planche II C : superposition plane de l'image d'une insertion foliaire droite et d'une consécutive gauche en disposition opposée distique; la figure globale admet une symétrie droite. Planche II D : idem pour deux C ou deux G ; l'image n'admet qu'une symétrie point. De nombreuses considérations géométriques sont possible.) Nous arrêtons là ces descriptions qui n'en sont qu'à leur début.

- Conséquences pratiques : Un tube de roseau divisé habituellement en trois parties, dans le sens de la largeur, suivant 3 rayons, ne donnera pas trois anches pareilles et il y a certainement un choix intéressant possible. Les expériences sont déjà intéressantes.
- D'autres variations morphologiques et structurales existent et sont décelées. Nous n'avons pas parlé de la composition chimique des parois cellulaires. Elle est également variable. Conjointement aux idées directrices exposées ici très brièvement, les divers autres points font également l'objet de recherches.

V.- SYNTHESE ET CONCLUSION

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, la tige d'Arundo donax fournit un matériau dont la structure n'est que très partiellement aléatoire. Les propriétés mécaniques varient dans 3 directions et il en résulte une loi de composition mécanique du matériau.

Approximativement, cette loi peut être trouvée individuellement et permet de qualifier le matériau.

A la lumière de ce fait, qu'est-ce que gratter une anche ? Nous proposons le thème suivant :

- " Pour un instrumentiste donné, un champ de liberté choisi, la détermination du profil d'une anche est la recherche d'un compromis entre 3 groupes de facteurs :
 - la réaction du tuyau, bec, etc...
 - les facultés d'amortissement lippal de l'instrumentiste
 - la loi de composition mécanique du roseau dans ses conditions d'emploi.

...../

C'est, si l'on veut, une " triade ".

Comme il existe des milliers de lois de composition les difficultés s'expliquent d'elles mêmes. Suivant cette loi de composition la " triade " sera pleinement possible, partiellement réalisable ou même impossible malgré l'habileté du musicien.

Quel est le rôle du profil de l'anche ? C'est, pour revenir à notre image de l'introduction, de donner à l'anche-valve les propriétés mécaniques telles que le fonctionnement de ce système soit " correct " pour un musicien et un instrument donnés.

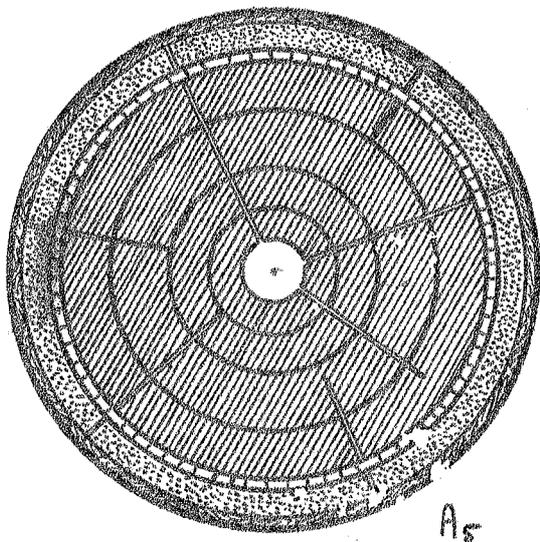
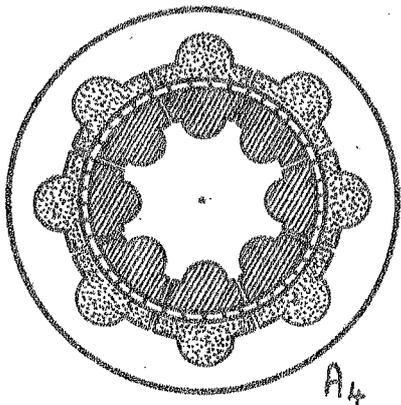
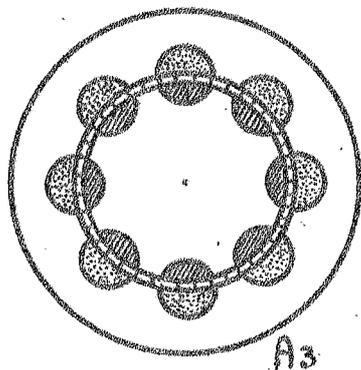
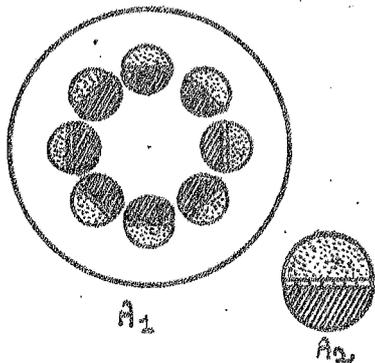
Pour la partie mécanique les travaux se poursuivent aussi en association avec les efforts de Daniel Bariaux (v. GAM N° 70) de l'Université Libre de Bruxelles. Le champ embrassé par ces recherches est immense et nous montrons bien dans cette étude l'indispensable pluridisciplinarité de l'acoustique musicale.

Voulant aller au fond des choses, nous nous garderons de parler prématurément d'applications pratiques, ces travaux étant du reste extrêmement méticuleux.

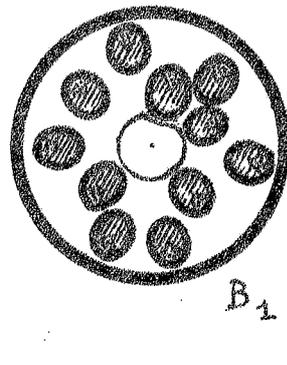
Janvier 1974

M. HEINRICH.

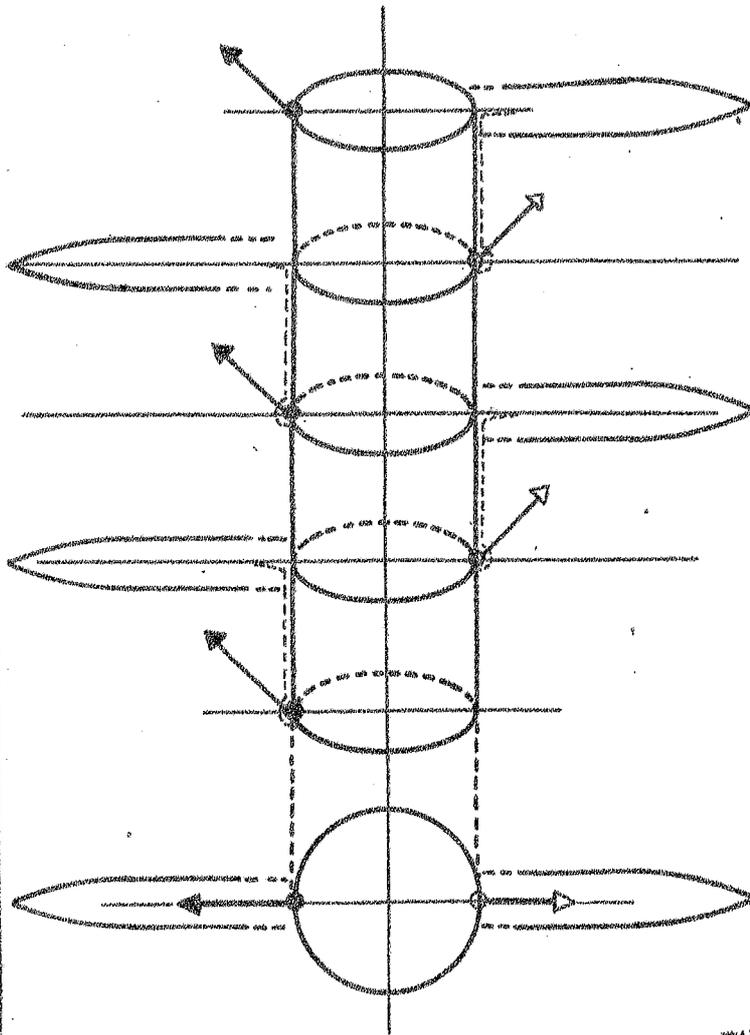
I. Dicotylédones. Evolution.



B. Monocotylédones



B3. *Arundo donax* (L). Phyllotaxie; 1^{er} aspect partiel.



LEGENDE

○ parenchyme

● bois

◐ liber

○ bourgeons axillaires

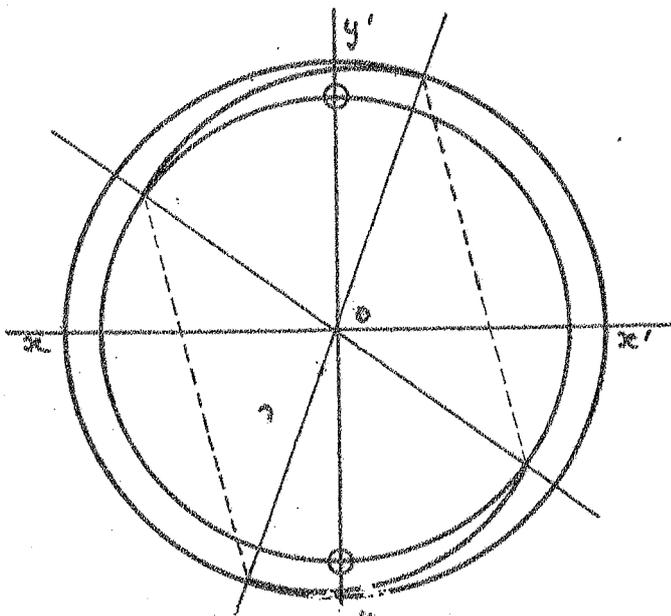
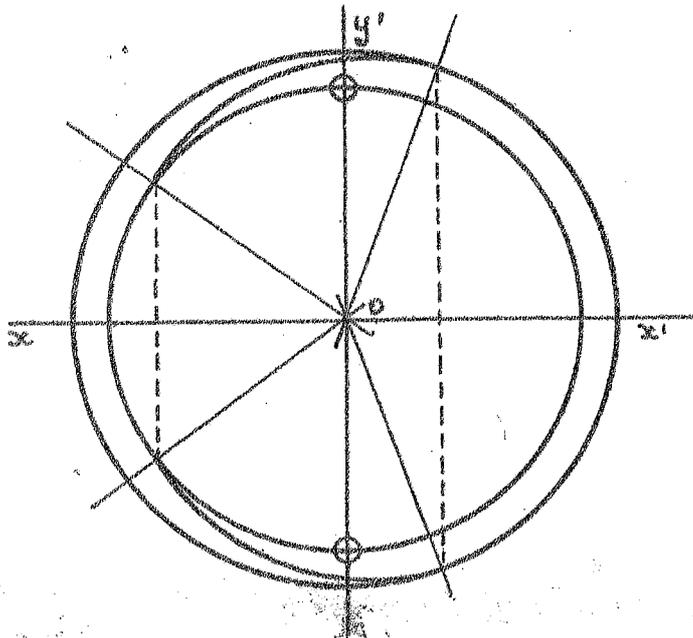
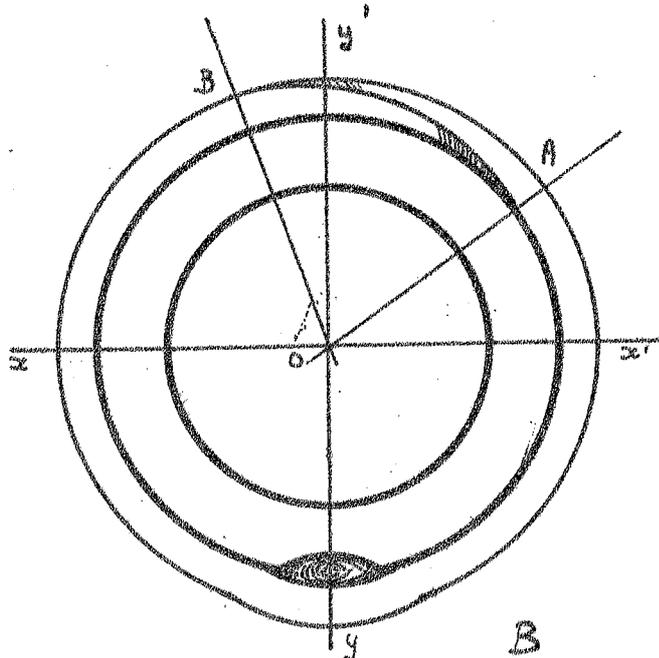
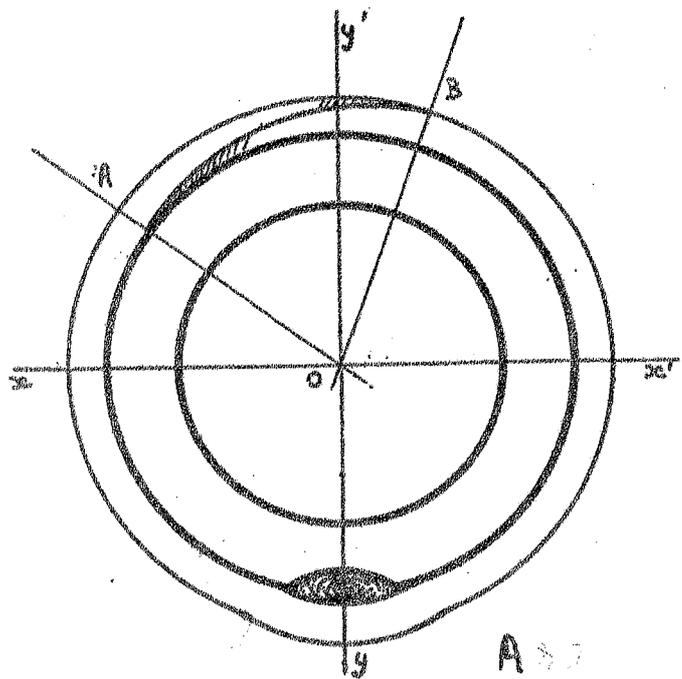
▬ cambium

▬ ecorce

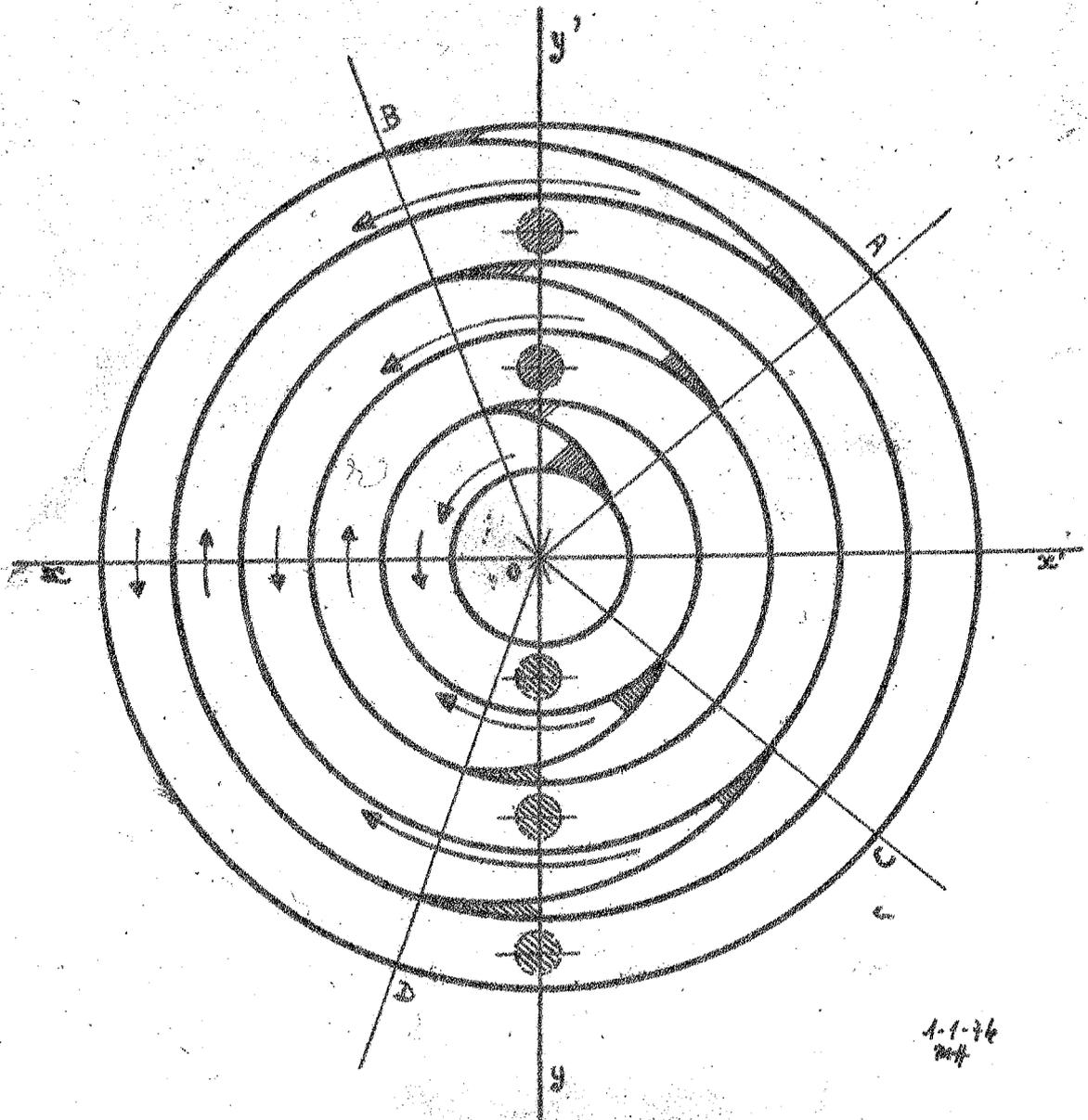
→ ramifiéat.

Phyllotaxie de L'Arundo donax

2° aspect partiel : L'insertion foliaire ; représentation plane



Succession des insertions foliaires de l'Arundo donax
et alignement des bourgeons axillaires.
— Représentation plane —



1-1-76
MH

B I B L I O G R A P H I E

relative à mes publications personnelles sur le sujet, essentiellement (on trouvera à la fin de l'exposé de M. BARIAUX la bibliographie générale).

- 1°) LEIPP (E) : L'EMPLOI DU SONAGRAPHE DANS LA DETERMINATION DE LA QUALITE DES INSTRUMENTS A CORDES .
Annales Télécomm. T. 14; 5-6 (1959) p.p. 135 sequ.
- 2°) METHODE OBJECTIVE D'APPRECIATION DES QUALITES D'UN INSTRUMENT DE MUSIQUE (Collab. A. MOLES) ICA STUTTGART
Comptes-Rendus Elsevier T. 2, p. 752.
- 3°) OBJEKTIVE BESTIMMUNG DER KLANGQUALITAT BEI EINEM SAITENINSTRUMENT.
Elektronische Rundschau Berlin (1960) p. 409).
- 4°) AKUSTIK UND MUSIKINSTRUMENTE Gravesaner Blätter n° 22 (1961) p.111. sequ.
- 5°) LA CAVITE BUCCALE, PARAMETRE SENSIBLE DES SPECTRES RAYONNES PAR LES INSTRUMENTS A VENT.
Comptes-Rendus ICA Copenhague (1961) p. 51
- 6°) LA CAVITE BUCCALE ET SON ROLE DANS LES INSTRUMENTS A VENT.
Das Musikinstrument n° 12 (1962) Francfort.
- 7°) LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET LA FACTURE DES CLARINETTES
Das Musikinstrument n° 12 (1962) Francfort.
- 8°) LES MESURES ET LEUR SIGNIFICATION EN ACOUSTIQUE MUSICALE
Annales Téléc. T. 19 - n° 9-10 (1972) p. 190 sequ.
- 9°) ETUDE ACOUSTIQUE DE LA GUIMBARDE.
Acustica Vol. 13 - n° 6 (1963) p. 382 sequ.
- 10°) WAS IST EIN KLARINETTENKLANG?
Das Musikinstrument N° 8 - Oct. 1966. Francfort.
- 11°) UN TEST DE CLARINETTES - Das Musikinstrument - Oct. 1964
Francfort.
- 12°) LES CHAMPS DE LIBERTE DES INSTRUMENTS DE MUSIQUE.
Bulletin du GAM N° 10. Paris 1965.
- 13°) ACOUSTIQUE ET MUSIQUE.
chez MASSON, Paris 1971.

o
o o

Voici quelques ouvrages historiques intéressants à lire :

- a) MAHILLON (V.C.) - Eléments d'acoustique musicale et instrumentale.
Bruxelles 1874.
- b) HELMHOLTZ (H) - Die Lehre der Tonempfindungen - Braunschweig, 1896.
- c) OLSON (H) - Music - Physis and Engineering. Dover. London 1967.

Cette réunion fut l'occasion de poser en public et devant de nombreux musiciens, une question importante : à quoi reconnaît-on la clarinette lorsqu'elle joue de la musique? La question est beaucoup plus difficile à préciser qu'il n'apparaît à première vue. Un son isolé de clarinette dans le registre aigu est aussi bien attribué au hautbois ou à d'autres instruments; dans le médium il y a souvent des ambiguïtés... A quoi reconnaît-on vraiment la clarinette? On a fait écouter un échantillon sonore : un air roumain joué au TARAGOT, instrument comportant un bec et une anche de clarinette et un corps évasé de façon plus conique que la clarinette. Les réponses sont très divergentes : 10 personnes reconnaissent le saxophone : 10 la clarinette, 10 sont troublées etc... L'expérience est très démonstrative. Pour les connaisseurs, ils se repèrent parce qu'ils ont reconnu qu'il s'agit de musique roumaine et qu'ils ont par conséquent été rapidement orientés.... Plusieurs réponses ont montré que les auditeurs pensaient à un instrument hybride, entre la clarinette et le saxophone. Bref, lorsqu'on ne connaît pas un instrument, on cherche à le classer en fonction de sa "sonorité", par analogie avec des instruments connus. Une chose est sûre : le style de jeu joue un rôle considérable dans la reconnaissance du timbre.... C'est sans doute dans le registre grave que la clarinette se reconnaît le plus aisément; la spectrographie montre en effet qu'ici la clarinette possède des " traits " caractéristiques qui lui sont assez propres et qu'on retrouve rarement dans d'autres instruments. L'étendue très large de la clarinette permet aussi incidemment de " signe de reconnaissance "...

Après le Taragot, on a fait entendre également une autre clarinette - plus exactement le PIBCORN, bien connu en Angleterre (Anglesey) et en Bretagne - où elle est appelée : " clarinette bretonne". Cet instrument répond assez bien à la définition de la clarinette; sauf que l'anche n'est pas touchée par les lèvres; elle vibre dans un " bocal " constitué par une corne; une autre corne d'animal termine l'instrument à l'extrémité opposée. Ici la sonorité se rapproche de l'aigu de notre clarinette et la spectrographie montre bien l'existence d'harmoniques pairs importants, parfois plus intenses que le fondamental - comme dans l'aigu de la clarinette. L'audition de musique de danse jouée au Pibcorn a bien pu orienter ceux qui ont reconnu le type de musique populaire bretonne; mais l'unanimité ne s'est pas davantage faite sur le Pibcorn, et s'il fallait considérer cet instrument comme une " clarinette " du point de vue de la sonorité.

En conclusion, on ne reconnaît vraiment la clarinette que si on la connaît bien, si on l'a entendue souvent et si elle est jouée normalement, sur toute son étendue. La " sonorité " clarinette est bien un concept global, impliquant non par l'existence d'un " spectre " caractéristique, mais d'une famille de sons que l'on a l'habitude de rencontrer ensemble et qui se distingue par des traits variés des autres familles de sons instrumentaux.

DISCUSSION

M. ANCION : Vous avez dit que la clarinette est apparue la première fois à Paris en 1751, avec RAMEAU; or ZOROASTRE date de 1749

M. LEIPP : J'aurais du dire que la clarinette a été entendue la première fois à Paris, à l'OPERA, en 1951, ce qui est effectivement plus correct. Mais de toutes façons, la clarinette apparaît en France bien après son entrée en Belgique....

M. LEGUY : Le cromorne est finalement une " clarinette " puisqu'il a un tuyau quasi cylindrique sur pratiquement toute la longueur; cependant il a une anche double, et la perce est plus fine. Ce serait alors plutôt la chalemie qui se rapprocherait le mieux de la clarinette; mais ici on a une anche double que les lèvres ne touchent pas

M. LEIPP : Je pense de toutes façons difficile de comparer le cromorne à la clarinette; sa taille (rapport diamètre sur longueur) est effectivement beaucoup plus fine que celle de la clarinette; il y a un autre élément qui doit être important : l'amortissement de l'onde stationnaire dans le tuyau; dans la clarinette on

...../

DISCUSSION (suite)

M. LEIPP (suite) : on réalise en général une surface interne polie comme un miroir... dans le cromorne je doute qu'il en soit ainsi !

Anche simple, anche double.... Un instrument est un tout, et aucune partie n'est entièrement déterminante. Je me rappelle que nous avons fabriqué un petit bec genre clarinette, qui s'adaptait sur le hautbois. Le hautbois devenait beaucoup plus facile à jouer ; mais le timbre était fortement altéré, et l'instrument ne couvrait plus l'étendue totale aussi bien ; on avait des notes " faibles " et mauvaises

M. Alain LEQUEUX : Je signale qu'à l'orgue, on imite la clarinette en réalisant un cromorne (d'orgue) de grosse taille.....

M. LEIPP : De toutes façons la " clarinette " d'orgue n'a acoustiquement que des rapports très lointains avec notre instrument ; l'anche en métal à elle seule change tout. Je me demande même pourquoi on a appelé ce jeu d'orgue " clarinette " : il me semble qu'il n'y a pas beaucoup d'analogie avec la vraie clarinette. Une intéressante étude resterait à faire.

M. GEAY : A propos du capteur microphonique et de l'amplification électrique de la clarinette, je signale que nous avons essayé d'adapter un micro de contact sur une flûte ; on entend ici surtout des bruits de cléterie. D'autre part, nous avons fait des essais avec des tuyaux plus ou moins gros, qui nous ont montré qu'à partir d'un certain diamètre du tuyau l'instrument ne marchait plus.

M. LEIPP : Il n'est pas douteux qu'il existe, sous-jacents à tous ces problèmes des aspects théoriques qu'il faudrait étudier une bonne fois. Beaucoup d'aspects paradoxaux disparaîtraient, qu'il s'agisse de la clarinette ou d'autres instruments. Mais la théorie de la clarinette reste à faire : non celle de tuyaux cylindriques ou coniques, mais celle d'instruments réels. On ne peut finalement qu'admirer les praticiens qui ont élaboré les instruments traditionnels ; si la science acoustique n'est actuellement pas capable de dire aux fabricants ce qu'ils doivent faire, elle pourrait commencer par étudier - avec humilité - ce que font les praticiens, et chercher à le comprendre. De telles recherches, à n'en pas douter, seraient précieuses.....