

E. LEIPP TRAN VAN KHE

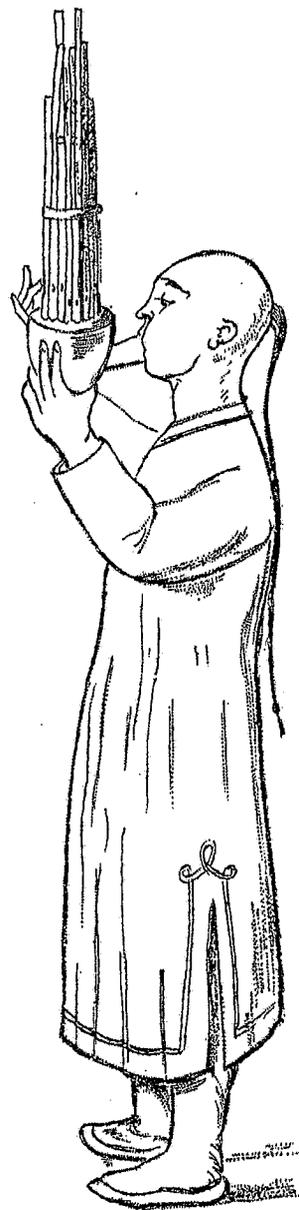
AVEC LE CONCOURS DE
CHENG SHUI CHENG

QUELQUES INSTRUMENTS
TRADITIONNELS CHINOIS

FLÛTES • OCARINA • ORGUE A BOUCHE
VIÈLES A DEUX CORDES • P'IP'A

NOVEMBRE 1969

N° 44



G A M

BULLETIN DU GROUPE D'ACOUSTIQUE MUSICALE
FACULTE DES SCIENCES • PLACE JUSSIEU • TOUR 66 • PARIS 5°

G. A. M.
Groupe d'Acoustique Musicale
Laboratoire d'acoustique
Faculté des Sciences
8 Rue Cuvier - Paris 5°

Paris, le 20 Décembre 1969

BULLETIN N° 44

Adresse Postale
9 Quai Saint Bernard PARIS 5°

QUELQUES INSTRUMENTS TRADITIONNELS CHINOIS
avec E. LEIPP, TRAN VAN KHE et CHENG HUEI CHENG

REUNION du 14 Novembre 1969

Monsieur le Vice Doyen GAUTHIER nous avait honorés de sa présence.

Etaient présents :

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

Puis, par ordre d'arrivée :

M. TRAN VAN KHE (CNRS, Directeur du CEMO); M. J.S. LIENARD (Ingénieur A et M); M. CHENG HUEI CHENG (musicien); M. BORIS (Architecte); Mme HINSCHLER (RAUC); M. GENET VARCIN (chimiste); M. FORET (compositeur); M. LEGUY (Etudiant TELECOM); M. FRANCOIS (Laboratoire d'acoustique EDF); M. RENAUD (Fac. Sciences Paris); Melle BARREAU (Professeur de Musique); M. John WRIGHT (Musicologie, musicien); M. DUPARCQ (Dir. Revue Musicale); M. J.L. VAL (Assistant Chimie); Mme Claude VAL (Assistante Astronomie); M. BERNARD (Maitre de Conférence Fac. Sc. CAEN); M. COSTERE (Musicologue); M. CARCHE-REUX (Maître luthier); Melle C. MORICE (Etudiante); M. BATISSIER (SIEBE); Melle BARILLON (Professeur de musique); M. TROTIER (Etudiant); M. SAVOURET (GRM ORTF); Mme NYEKI (Phonothèque Nationale); M. DUFRESNE (ENS); Mme CHARNASSE (CNRS); M. B. de LENFERNER; M. BATT (Assistant Chimie); M. MUSSON (Schola Cantorum); M. SHCAEFFNER (Musicologue); M. CONDAMINES (Labo. acoustique ORTF); M. SAIEB (musicien); Mme LEIPP; Mlle F. LEIPP (Orthophoniste); Mme Nelly CARON (musicologue); Melle HENRION (Professeur de musique); M. TRAN QUANG HAI (Musée de l'homme); Dr. PERROT; M. FIEDERICH (Facteur de guitares); Dr DORGEYILLE; M. A. TALAMON (CNRS); M. AROM (musicologue); M. DOURNON (Musée de l'Homme); M. POUBLAN (Médecin biologiste); M. BASCHET (Structures Sonores); M. JOUHANEAU (CNRS); M. CHENAUD (Président AFARPT); Mme de LAVANDEYRA (ORIOC); M. DUBUC (Ing. CNAM); M. VALEIX (Etudiant); Mme A. FULIN (CNRS).

Etaient excusés :

Mme SOLA; M. BARBAT; Melle S. HUE; M. HUGONNET; M. P. LIENARD; M. CANAC; M. TOURTE; M. SELMER; M. CHARPEINE; M. BUSNEL; M. GALMICHE; Melle DINVILLE; M.R. LEHMANN; M. GILOTAUX; Michel PHILIPPOT; Melle E. WEBER; M. BOYADJIAN; Mme de CHAMBURE; Mme BOREL MAISONNY; M. JUNCK.

PERIODIQUE : 6 numéros annuels.

Prix de vente : service gratuit

Imprimeur : Laboratoire de Mécanique Physique de la Faculté des Sciences de PARIS.

Nom du Directeur : M. le Professeur SIESTRUNCK.

N° d'inscription à la Commission Paritaire : 46 283

PARTICULARITES ACOUSTIQUES
DE QUELQUES INSTRUMENTS TRADITIONNELS CHINOIS

Flûtes, ocarina, orgues à bouche, vièle à deux cordes, pipa.

I.- INTRODUCTION

Chaque fois que l'occasion se présente d'étudier, avec la collaboration de musiciens authentiques, des instruments traditionnels étrangers, nous sommes remplis d'étonnement et d'admiration devant l'inépuisable esprit d'invention de l'homme, tant pour imaginer des machines à faire des sons musicaux que pour trouver des règles de jeu pour exploiter musicalement les "champs de liberté" de ces machines. Ce fut le cas pour les instruments et la musique du Viet-Nam (avec TRAN VAN KHE), de l'IRAN (avec Dariouche SAFVATE), des Indes (avec RAO, Miss PURI, Sharan RANI, CHAUDURI etc), du Japon (avec M. CASTELLENGO et A. TAMBA), de partout, en ce qui concerne la guimbarde (avec John WRIGHT) (bib. voir les bulletins GAM N°s 12 - 21 - 24 - 25 - 29 - 31 - 39).

Nous avons insisté longuement et à plusieurs reprises sur l'intérêt de ces instruments; mûris dans leur structure par des siècles d'essais et d'erreurs cumulés, ils sont adaptés au mieux aux propriétés, non seulement de l'oreille, mais aussi du cerveau humains. En eux sont inscrits, en dernière analyse, la signification fonctionnelle de tout le système auditif humain. Leur intérêt est donc considérable, non seulement pour le facteur d'instruments de musique en général, mais aussi pour les musiciens occidentaux, les physiciens, les spécialistes de la psycho-physiologie auditive etc., et nous pensons qu'on a négligé à grand tort leur étude, parfois sous le prétexte fallacieux qu'ils sont de structure rudimentaire et que leur intérêt musical est limité. Il s'agit là de faits sur lesquels on change d'avis pour peu que l'on se donne la peine d'approfondir un peu la question. Nous savons maintenant qu'il ne faut se faire aucune illusion quant à la "simplicité" de structure des signes (notes) et des super-signes (oeuvres musicales) rayonnées par ces instruments. Nous savons aussi que la plupart de ces instruments présentent des champs de liberté énormes, que le musicien n'exploite que très partiellement; mais ceci implique ^{justement} des choix préalables, et la possibilité de les matérialiser à l'aide de "programmes" de commande musculaires extrêmement élaborés - et qui nécessitent par conséquent un très long apprentissage, sans lequel on ne peut absolument se faire aucune idée de ce que représentent ces instruments. Bref, l'instrument seul n'a aucune signification; l'acousticien peut tout juste en établir les champs de liberté des hauteurs, du timbre, de la dynamique; et encore... Pour faire un travail intéressant sur ces instruments, le musicien authentique doit être présent; sinon nous ne savons que "gratter", "souffler dedans", mais non en jouer.

On me permettra de citer un cas précis. J'ai fait naguère des recherches assez détaillées sur la guimbarde et publié divers résultats. Mais je n'avais à l'époque pu prendre contact avec aucun joueur authentique et j'en étais réduit à "apprendre moi-même" à partir des documents écrits disponibles. En fait, lorsque John WRIGHT est venu au laboratoire, ^{lui} qui avait appris selon la tradition, avec un maître en l'art, il a fallu tout reviser, tout reprendre à la base. Il a fallu nous rendre à l'évidence : la "machine à faire des sons" n'est rien, musicalement; le musicien, par contre, est la partie capitale car c'est lui qui décide du choix dans le champ de possibles; et c'est ce choix qui est la musique traditionnelle.

Nous nous réjouissons donc chaque fois que nous pouvons nous réunir autour d'instruments de musique qui nous sont étrangers, et que nous avons la chance d'avoir

...../

avec nous, simultanément, les musiciens qui savent s'en servir... Nous remercions donc M. TRAN VAN KHE et M. CHENG HUEI CHENG d'avoir accepté de venir travailler à notre laboratoire pour étudier quelques instruments traditionnels chinois que nous allons présenter.

A vrai dire, ma curiosité avait été attirée de longue date par certains d'entre eux. En 1963, grâce à M. MONICHON, Professeur de musique, j'avais pu voir de près, manipuler, faire des recherches d'acoustique, sur les orgues à bouche, ce qui donna lieu à une publication interne au Laboratoire de Mécanique de la Faculté des Sciences. Malheureusement nous n'avions pas de musicien sous la main qui aurait su en jouer... Il en fut de même pour l'Ocarina, dont les résultats ne furent pas publiés à l'époque : nous n'avions pas trouvé davantage un musicien sachant vraiment jouer de ces instruments.

Nous avons cependant déjà vérifié à l'époque à quel point il fallait se défier des apparences simples de certaines "machines à faire des sons" comme celles dont il va s'agir ici. Mais nous avons été ravis lorsque TRAN VAN KHE nous a proposé une réunion avec CHENG HUEI CHENG : c'était l'occasion de reprendre et de regrouper un certain nombre de résultats que nous avons obtenus naguère et dont nous allons tenter de résumer l'essentiel.

II. - LES FLÛTES CHINOISES

Nous n'insisterons ici que sur quelques points très particuliers, relatifs aux flûtes chinoises : ceux qui en font l'originalité acoustique. Pour les questions de structure générale, de fonctionnement, de signification musicale de ce type d'instruments, nous renvoyons aux bulletins GAM sur le galoubet (n°23), la flûte traversière (35) les paramètres sensibles d'un tuyau d'orgue à bouche (n° 42) où M. CASTEL6 LENG0, qui prépare une thèse sur ces questions, apporte des informations précises.

Tous les peuples du monde ont inventé des flûtes, qui en roseau, qui en terre cuite, en bois ou en métal. Le matériau où la forme du tuyau ne sont pas l'affaire importante ici, si on considère le rendement musical. Ce qui est important, ce qui décide des possibilités musicales, des champs de liberté du timbre, de la hauteur et de l'intensité, c'est le système excitateur. Une classification raisonnable des flûtes devrait donc partir de la description et du fonctionnement des systèmes d'excitation des tuyaux, sur lesquels le musicien peut agir de façon variable selon les caractéristiques de ces systèmes.

Il faut faire une différence capitale de ce point de vue entre une flûte à bec, où la lame d'air est préformée et où le musicien peut uniquement agir sur le débit et les attaques (coups de langue, c'est-à-dire interruption plus ou moins rapide du débit) et les flûtes traversières ou à excitation terminale (type naï, khena, flûtes à encoche etc..). Il est certain, toutes choses égales, que la flûte à bec est la moins intéressante des trois types, précisément parce que le musicien peut agir beaucoup moins sur l'excitation.

CHENG HUEI CHENG nous a présenté deux flûtes chinoises : une flûte traversière et une flûte à encoches.

1°) La flûte traversière. La Chine est un pays de bambou et de roseau; il n'est donc pas étonnant que l'on ait fabriqué ici des flûtes faites de ces matériaux... Le but, on le sait, est d'exciter une colonne d'air en soufflant une lame d'air (formée par les lèvres du musicien) sur l'arête d'un trou pariétal. Cette lame d'air met en route l'onde stationnaire, qui, à son tour, régule synchroniquement

...../

les oscillations de la lame d'air autour du biseau, une fois vers l'extérieur, une fois vers l'intérieur du tuyau. Des visualisations que nous avons pu faire récemment à l'aide de la méthode des interférences optiques au Laboratoire de Mécanique de la Faculté des Sciences, il ressort clairement que, lorsque le tuyau excité est percé de trous latéraux, les phénomènes sont d'une complication inouïe; on voit que chaque trou ouvert (y compris le trou de l'embouchure qui en est le principal), correspond à une source sonore autonome, dont chacune rayonne un signal différent. La somme de ces signaux à distance, constitue le "son de la flûte".

Dans une flûte traversière, le musicien peut exploiter très largement les trois champs de liberté :

- champ des hauteurs. Du point de vue de la hauteur, même avec un instrument simple, sans clefs, le musicien fait absolument ce qu'il veut en soufflant plus ou moins fort, en bouchant plus ou moins chaque trou, en faisant des "fourches" etc.. Il faut insister : il est impossible de préciser la "gamme" d'une flûte... Cela n'a aucun sens, puisque le musicien fait ce qu'il désire. La gamme, c'est le choix des notes qui est inscrit dans la mémoire du musicien, qu'il a appris dans le contexte sociologique où il vit. D'autre part, les "notes" que joue le flûtiste ne sont généralement pas du tout des fréquences fixes; ce sont même souvent des "formes fréquentielles" évolutives qu'il s'évertue à "coudre ensemble". Musicalement, c'est moins la succession des notes qui compte, que la façon, précisément, de les coudre ensemble pour en faire une "superforme", la mélodie. Les "notes" d'une gamme quelconque, sont donc des abstractions théoriques, et il est tout à fait illusoire de vouloir préciser, sans la présence du musicien, quelle "gamme on jouait" sur telle flûte trouvée dans telle tombe égyptienne ou dans telle collection de musée, serait-ce à partir de considérations acoustiques (longueurs des tubes, distances relatives des trous etc...) ou d'essais faits avec des musiciens seraient-ils formés au Conservatoire de Paris ou d'ailleurs.
- champ dynamique. Les essais que nous avons faits montrent que la flûte, entre le pianissimo et le fortissimo peut exploiter un champ dynamique de quelque 30 dB. Les sons très graves sont toujours les plus faibles; les sons aigus, où l'on souffle très fort, véhiculent nécessairement plus d'énergie. Ceci pour des flûtes dont la tessiture commence assez bas, comme nos flûtes d'orchestre européennes; lorsqu'il s'agit de flûtes très courtes, le piccolo, par exemple, les notes les plus graves peuvent évidemment être les plus intenses, selon le cas.
- champ des timbres. Comparativement avec une clarinette, une trompe de chasse etc, la flûte présente des spectres relativement "pauvres" : une dizaine d'harmoniques notables au plus. Il faut préciser le sens de "pauvreté"... cela ne veut absolument pas dire que le son soit musicalement inintéressant; on peut cumuler la richesse dans le grave, et trouver cela "superbe" : nous y reviendrons au sujet de l'ocarina... Les appréciations varient selon les habitudes acquises, dans l'enfance en particulier, et selon les caractéristiques du système auditif de chacun. En général, ce qui est "beau" c'est d'abord ce à quoi on est habitué, que l'on a appris d'abord, qui est "naturel" parce qu'on est "né avec", parce que c'est la référence. Toutes les considérations esthétiques absolues, comme elles sont formulées quelquefois, n'ont donc, nous le savons à présent, qu'un intérêt très limité.

Par contre, nous pouvons toujours faire une analyse systématique des "images sonores" rayonnées par une flûte en jeu normal, préciser le nombre d'harmoniques de tel son, avec leurs intensités relatives; toutes choses qui conditionnent partiellement la sensation de timbre.

Nous dirons donc: "tel timbre est plus riche en harmoniques, avec une prédominance des harmoniques de telle ou telle fréquence"; mais nous nous interdisons de porter un

jugement esthétique sur tel son. Bref, nous savons "photographier" les sons et les décrire par leurs composantes, mais pour dire si tel timbre est "meilleur" ou moins bon que tel autre, il faut connaître le conditionnement musical du sujet qui écoute.

Ceci étant précisé, une particularité remarquable de la flûte traversière que nous a présentée CHENG HUEI CHENG réside dans le fait qu'entre l'embouchure et le trou latéral le plus voisin d'elle, on a percé un autre trou, sur lequel on colle avec la salive une feuille végétale très fine, actuellement remplacée souvent par un simple papier à cigarette. L'effet produit, si on sait "régler" ce papier, est assez extraordinaire. TRAN VAN KHE nous avait déjà signalé le fait avec des flûtes vietnamiennes.

On vérifie, en bouchant ce trou avec le doigt, que la flûte "sonne" alors comme une autre flûte traversière quelconque (fig.1) avec 5 ou 6 harmonique notables et

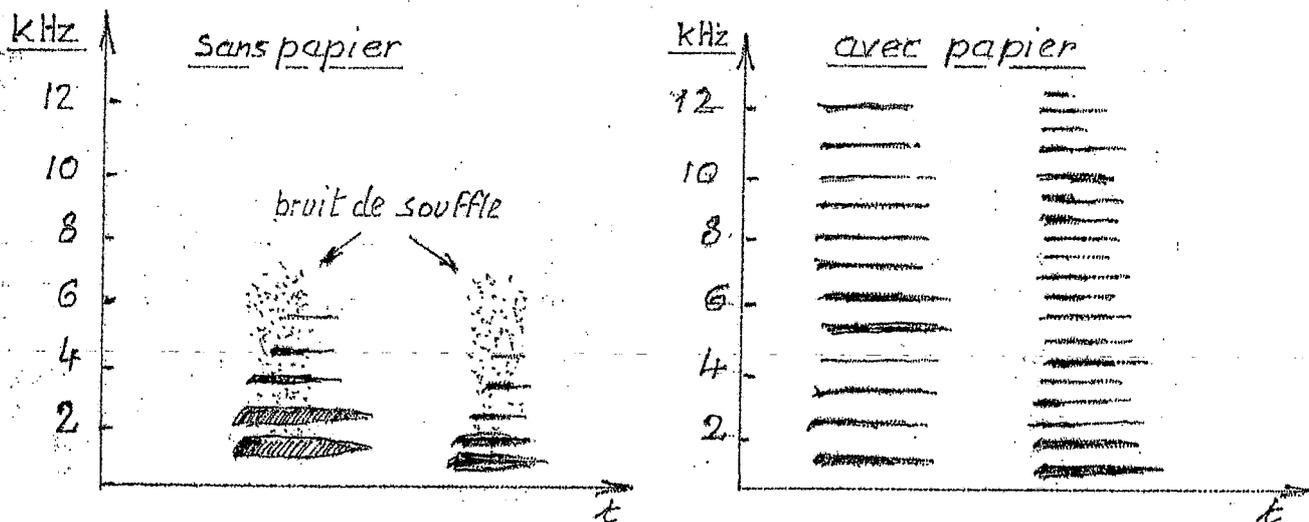


figure 1

un fondamental assez prédominant dans le cas considéré. Mais dès qu'on laisse agir le papier à cigarettes, le son change complètement de nature à l'oreille; il devient "grésillant", clair etc.. Le sonagramme montre de quoi il s'agit : on assiste à une augmentation extraordinaire du nombre d'harmoniques qui passe de 5 à 15 ou 20 et plus selon le cas. Il est évident que la quantité d'énergie reste la même; mais sa répartition est modifiée profondément. Les composantes graves perdent en énergie; celles qui sont dans la zone sensible de l'oreille (500 - 5000 Hz) augmentent et se gonflent; d'où la plus grande sensation d'intensité et le caractère "acidulé" du son. Il s'agit donc proprement d'un "enrichissement" harmonique, et ce point méritait d'être signalé, car nous ne l'avons trouvé que dans les flûtes d'Extrême Orient

La signification acoustique de cette disposition curieuse mériterait une étude spéciale. La feuille de papier est toujours placée entre embouchure et trou latéral ouvert, donc au voisinage d'un ventre de pression; les variations de pression à ce point excitent donc les vibrations de la pellicule, comme dans un mirliton. D'où l'effet particulier. Mais il est évident que ce phénomène réagit sur l'onde stationnaire normale contenue dans le tuyau, et en modifie le fonctionnement. Les réactions sont certainement compliquées et changent avec la situation du premier trou débouché de l'instrument : l'efficacité de la feuille de papier diffère donc selon les notes. Mais on s'arrange pour que l'effet existe sur l'ensemble de l'instrument. Pour atteindre ce résultat, point n'est besoin de mettre le trou avec papier exactement à un ventre de pression, mais au voisinage de celui-ci. En tout cas, cette particularité acoustique méritait d'être signalée, en raison de son originalité.

...../

2°) La flûte à encoche. On connaît divers types de flûtes où l'on souffle sur une arête du tube en dirigeant la lame d'air sur une encoche spécialement aménagée à cet effet. C'est le cas de la KHENA des Indiens d'Amérique du Sud, du chakuhachi japonais, de la flûte à encoche vietnamienne etc... Voici l'instrument chinois.

Historiquement on peut se demander si l'invention du système à encoche n'est pas d'origine chinoise, puisque les Indiens seraient, selon certains, des Chinois ayant autrefois envahi l'Amérique en passant par le Détroit de Behring. On nous a bien signalé des flûtes de ce type en Afrique; mais la question reste posée, et je compte sur TRAN VAN KHE pour y répondre

L'intérêt de la flûte à encoche réside précisément dans la disposition du système excitateur. Le musicien recouvre partiellement l'ouverture supérieure du tuyau, avec sa lèvre inférieure, qui joue le rôle du bouchon dans la flûte à bec. Avec cette différence, importante du point de vue du résultat acoustique, c'est qu'il règle ici à volonté à la fois le pourcentage de la section couverte ainsi que la direction de la lame d'air. Or ceci détermine à la fois (partiellement) la hauteur du son et le timbre. Ce dernier, on le sait, varie selon l'orientation de la lame d'air, selon le rapport entre la "quantité d'air", le "vent" qui passe dans le tuyau, et celle qui est dirigée vers l'extérieur de la bouche. Quand le vent entrant dans le tuyau est prédominant, le timbre devient sourd (moins d'harmoniques); quand le vent sort davantage vers l'extérieur, le son s'enrichit en harmoniques.

Insistons encore une fois sur le fait que l'un n'est pas "bon" et l'autre "mauvais"; ce sont des effets de timbre différents qu'on peut aimer ou non, rechercher systématiquement ou non. Mais dans la flûte à encoche, ce qui est capital, c'est qu'on peut tout faire, si on est habile. Cela signifie que le champ de liberté des timbres d'une flûte à encoches est infiniment supérieur à celui d'une flûte à bec, le musicien possède un choix, et que s'il sait y faire, il saura séduire notre oreille ! Bref, la flûte à encoche, grâce à ses dispositions, est un instrument beaucoup plus riche que la flûte à bec, et en tout état de cause beaucoup plus difficile à jouer, si on veut faire autre chose que de "souffler dedans". Pour s'en rendre compte, il faut par conséquent écouter un virtuose

Il faut répéter, une fois de plus, que les gammes et les styles de musique ne sont pas inscrits sur la flûte à encoche, mais dans la mémoire du musicien, en fonction de son conditionnement dans la société où il vit. Cela signifie que l'auditeur non initié portera nécessairement un jugement erroné sur le contenu esthétique de cette musique de flûte et qu'il faut se défier des jugements trop hâtifs ou trop catégoriques sur ces musiques.

III. - L'OCARINA

Le vent souffle sur le goulot d'une jarre... Si la jarre est grande, le son est grave et inversement. Si, pour une même jarre, le goulot est plus ouvert, le son sera plus aigu qu'avec un goulot étroit. Et voilà l'ocarina !

Il fut inventé, paraît-il, en Chine il y a plus de 3000 ans... Ailleurs aussi sans doute ; on trouve des espèces d'ocarinas chez les Indiens des Andes; il en existe en Europe depuis toujours, sous l'aspect de jouets etc... Les hommes oublient, puis ils réinventent périodiquement ce qui existait ailleurs ou à d'autres moments...

Ainsi en fut-il de notre ocarina, "classique" en Europe, qui fut imaginé par Giuseppe DONATI, à BUDRIO, en Italie, autour des années 1860-1880, et qui s'est perpétuée jusqu'à nos jours sous l'aspect que nous lui connaissons bien. (fig. 2a)

...../

fig.2a) L'ocarina européen

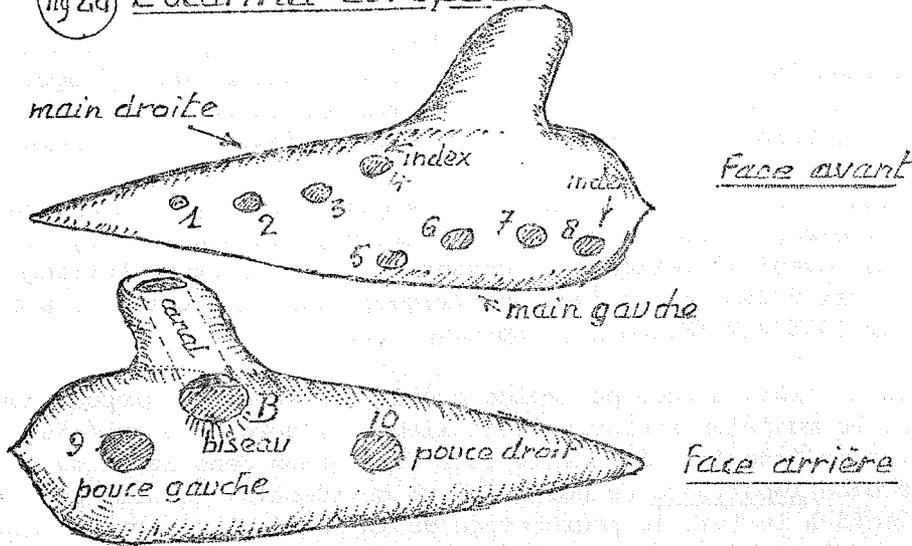
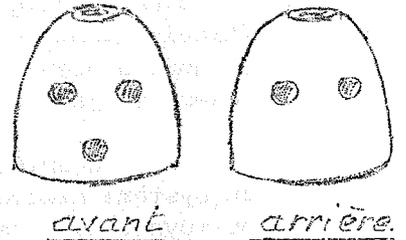


fig.2b) Le hiuen chinois

La Forme est en ogive tronquée. Le nombre de trous varie avec Les modèles.



L'ocarina est un résonateur excité par une embouchure de flûte. La hauteur des notes est fonction du volume de la cavité et de la section totale des trous découverts.

La forme de l'ocarina chinois est différente. Il s'agit ici d'une ogive tronquée, où l'on souffle sur l'ouverture supérieure (fig.2B), dont on retrouve d'ailleurs diverses variantes. Mais comme les principes de fonctionnement acoustiques sont strictement les mêmes pour tous ces instruments, nous allons reprendre les expériences que nous avons faites en 1963, et qui vont nous préciser la signification acoustique de cet instrument.

Il est utile, tout d'abord, de rappeler quelques définitions pour éviter des ambiguïtés et des malentendus.

Les écrits que nous avons consultés à l'époque donnent diverses définitions de l'ocarina et portent des jugements variés sur l'intérêt musical de l'instrument.

Le LAROUSSE MUSICAL dit " ... 8 trous ... correspondant aux notes successives d'une gamme diatonique ... " De ce point de vue, l'ocarina est exactement dans le cas de la flûte : selon la pression du vent, les fourches etc., le musicien fait ce qu'il veut, une gamme diatonique ou une autre, au choix, selon son habileté et selon ce qui est inscrit dans sa mémoire comme représentant l'"idéal".

RIEMANN, dit que l'instrument est "sanft und dumpf", c'est-à-dire "moelleux et sourd" alors que BOUASSE soutient que "le timbre est superbe". Nous y reviendrons.

Curt SACHS dit : "c'est une flûte à bec fermée" (gedackte Schnabelflöte.) et là nous arrivons aux problèmes de terminologie, souvent soulevés déjà à nos réunions.

Une flûte est composée, comme tous les autres instruments, d'un système excitateur et d'un corps sonore, le tuyau. Mais acoustiquement nous savons que dans une flûte, c'est la longueur du tuyau (moyennant corrections) qui détermine la hauteur de la note donnée. Or il est facile de vérifier que la hauteur d'une note d'ocarina n'a strictement rien à voir avec la longueur d'une colonne d'air, mais avec les particularités acoustiques, la fréquence propre d'une cavité. Bref, l'ocarina est un résonateur excité par une embouchure de flûte ou, si on préfère, un "sifflet" dont la hauteur est variable en fonction de la section totale des trous découverts. Ce n'est donc absolument pas une flûte, et il est indispensable de préciser la différence en rappelant un certain nombre de notions et d'expériences susceptibles d'éclairer le débat.

Nous n'insisterons pas sur le système excitateur de l'ocarina; on y trouve, comme dans la flûte à bec, un canal destiné à préformer la lame d'air qui va se briser sur un biseau. Pour les détails de fonctionnement, nous renvoyons au bulletin n° 42 (M. CASTELLENGO : les paramètres sensibles d'un tuyau d'orgue à embouchure de flûte).

Si le système excitateur de l'ocarina n'a en soi rien d'original, il n'en est pas de même du "corps sonore" qui est un "résonateur".

LE "RÉSONATEUR" DE L'OCARINA ET SES PERFORMANCES MUSICALES.

Comme on peut voir sur la figure, il s'agit d'un volume ovoïde de 15 à 20 cm de long et de quelque 3,5 à 5 cm de diamètre. Il existe bien entendu différents modèles, de formes et dimensions variables à l'infini, entre le "mini-ocarina" et la "contre-basse".

Sur la face avant sont disposés 8 trous; sur la face arrière se trouvent le trou d'embouchure et deux gros trous pour les pouces.

Pour les modèles que nous avons étudiés, nous avons mesuré le volume interne, ainsi que la section des divers trous; on verra pourquoi.

Voici à titre d'indication les résultats :

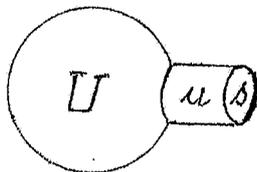
	<u>Modèle A</u>	<u>Modèle B</u>
Volume intérieur	42 cm ³	77 cm ³
Surface du trou B (bouche)	56 mm ²	63 mm ²
Surface des trous 1 à 4	25-31-26-32 mm ²	25-32-32-50 mm ²
Surface des trous 5 à 8	54-34-36-32 mm ²	48-64-54-42 mm ²
Surface des trous 9 et 10	54-65 mm ²	64-78 mm ²
Surface totale des trous (le trou de l'embouchure compris)	445 mm ²	530 mm ²

Ces données vont nous être utiles pour comprendre ce qui se passe dans l'ocarina : elles représentent les variables acoustiques.

Rappelons d'abord ce qu'est un résonateur et précisons le rôle des variables dans la hauteur des sons émis.

Un résonateur classique (dit de HELMHOLTZ) comporte une sphère de volume U, à laquelle on a adapté un ajutage de volume u et de section s.

fig 3a



$$N = \frac{V \cdot s}{2\pi \sqrt{U \cdot u}}$$

V = célérité du son

s : section

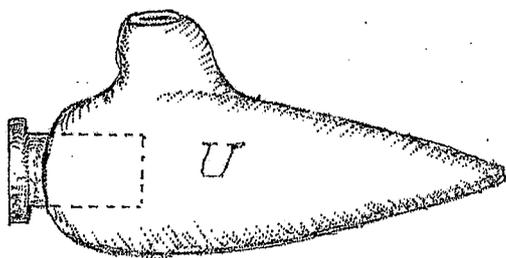
U = volume de la sphère

u = volume de l'ajutage

fig 3b

- 8 -

OCARINA à PISTON



Certains modèles d'ocarina possèdent un "piston d'accord". En enfonçant le piston, le volume "U" du résonateur diminue et la tessiture de l'instrument remonte. La section des trous restant la même, l'instrument se "fausse" nécessairement, mais le musicien corrige les écarts en modifiant le souffle.

En première approximation, la fréquence propre d'un tel système est donnée par la formule ci-dessus. La hauteur du son est donc

- proportionnelle à la section "s"
- inversement proportionnelle à la racine carrée des volumes U et u.

Dans l'ocarina, les volumes sont fixés une fois pour toutes. Cependant, on a imaginé des modèles comportant un "piston d'accord" que l'on enfonce plus ou moins pour modifier le volume U ce qui permet d'accorder l'instrument à un diapason donné. (Fig 3b)

Quoiqu'il en soit, pour "jouer des notes", on découvre des trous. Les méthodes élémentaires indiquent un ordre de doigté similaire à celui d'une flûte à bec : on découvre successivement les trous 1-2-3...8; plus les trous des pouces ensuite.

Mais il est bien évident que si la formule des résonateurs signifia quelque chose, on devrait pouvoir obtenir une note donnée en découvrant n'importe quel trou, pourvu que la section découverte corresponde à la note donnée et reste toujours la même. C'est ce que nous avons vérifié.

On peut montrer qu'en jouant, à pression égale, sur le recouvrement partiel ou la combinatoire de deux ou plusieurs trous, on peut effectivement produire la même note de cent façons différentes. Par conséquent, avec un peu d'habileté, on peut jouer une gamme ascendante (ou descendante) quelconque en commençant par n'importe quel trou et en prenant n'importe quel ordre. C'est ce que nous avons fait entendre.

Les recherches que nous avons faites, ont bien montré qu'en toute rigueur, à surface égale, la situation du trou modifie légèrement la hauteur; l'ocarina n'est pas une sphère, et la formule ci-dessus ne représente donc qu'une approximation.

Quoiqu'il en soit, puisqu'on peut produire la même note de diverses façons, le timbre n'étant d'ailleurs pas identique, il est évident que le jeu de l'instrument devient beaucoup plus difficile qu'on ne pourrait l'imaginer. En effet, le champ de liberté des hauteurs est quasi-infini; celui du timbre de même, à l'intérieur des limites imposées par le type de corps sonore.

Indépendamment de la section découverte, le champ de liberté des hauteurs peut d'ailleurs être élargi encore par modification du "vent" c'est-à-dire de la pression utilisée. Nous avons donc fait un relevé systématique du champ de liberté des hauteurs en fonction des pressions (fig.4).

...../

On porte en abscisse la pression en cm d'eau relevée dans la bouche du musicien à l'aide d'un manomètre à air libre. En ordonnée, on indique les notes de la gamme tempérée avec les petits intervalles en savarts (25 savarts par demi-ton).

Prenons un exemple. Tous les trous bouchés, la note la plus grave, à 2 cm d'eau, est un si bémol₃ (470 Hz).. En forçant le souffle graduellement, le son monte, jusqu'à do dièze₄ (622 Hz) soit de 2 tons et demi, donc d'une quarte... En combinant pression et doigtés on fait évidemment tout ce qu'on veut.

Si on désire par exemple jouer une gamme tempérée, il suffit, en découvrant successivement les trous, de régler la pression de telle manière que l'on obtienne la note requise; ici c'est le cas pour des pressions respectives de 7 cm, 7 cm, 9cm, 6 cm, 4 cm d'eau etc...

Bien entendu, on peut refaire la même gamme tempérée avec un tout autre doigté et les pressions adéquates.

Pour ce qui est du timbre, au lieu des diverses appréciations contradictoires citées plus haut (sourd, superbe etc...) nous préférons une analyse au sonographe, qui nous renseigne sur la structure acoustique des signaux rayonnés, laissant à chacun le choix pour apprécier si les images acoustiques obtenues sont "belles" ou laides... Les spectres de l'ocarina sont pauvres en harmoniques. Presque toute la richesse est accumulée dans le fondamental.... L'harmonique 2 est beaucoup plus faible (10 dB de moins...); le troisième harmonique est encore plus faible de quelque 10 dB que le précédent; puis il reste quelques traces pour les deux ou trois autres harmoniques suivants. Ces analyses montrent qu'on a voulu assimiler à tort le timbre de l'ocarina à celui d'un bourdon d'orgue; dans le bourdon d'orgue on a beaucoup de fondamental et un peu d'harmonique 3; l'harmonique 2 et les autres sont pratiquement inexistantes : c'est le spectre-type d'un bourdon. Ici, dans l'ocarina, l'harmonique 2 est relativement intense et le timbre ne peut donc être celui d'un bourdon (fig.5).

Pour porter un jugement sur la valeur musicale de l'instrument, il faudrait d'abord écouter un virtuose! Nous n'en avons jamais entendu, et il est certain que ce que nous tirons de cet instrument et ce qu'en fait un virtuose n'ont aucune commune mesure. A priori, étant donné ce que nous avons dit des champs de liberté de l'instrument en hauteur et en timbre, l'instrument devrait permettre des effets intéressants. La meilleure preuve en est qu'un virtuose, BERGERET, fit courir le tout Paris des Variétés en 1907 avec un Ocarina. Il savait apparemment s'en servir! Nous n'avons malheureusement pu trouver aucun enregistrement de cet artiste.

L'ocarina chinois comporte parfois 5 trous, parfois plus. Les principes de fonctionnement restent identiques. Cependant du fait que le musicien souffle sur la tranche d'un trou une lame d'air formée par les lèvres, il peut régler peu ou prou l'excitation, c'est-à-dire le timbre, dans la même mesure où un joueur de flûte traversière peut le faire. L'instrument chinois est donc musicalement plus élaboré que l'instrument européen.

En résumé, malgré ses apparences rudimentaires, l'ocarina était intéressant à étudier, car les instruments dont le corps sonore est un résonateur sont rares, et on peut se demander pourquoi! Peut-être est-ce en raison des limites obligées de leur étendue : l'ocarina n'utilise que les fondamentaux, car dans un résonateur les partiels sont généralement très faux, souvent sans aucun rapport musical avec le fondamental. Or on demande généralement à un instrument d'avoir plus que 8 ou 12 notes... En tout cas cet instrument est bien un "monstre" de la lutherie, au même titre d'ailleurs que les orgues à bouche dont il va s'agir maintenant.

IV. LES ORGUES A BOUCHE

A notre connaissance, il n'existe nulle part ailleurs qu'en Extrême Orient d'instruments fonctionnant selon le curieux principe des orgues à bouche chinois, Japonais ou Vietnamiens.

MERSENNE (Livre V, Instruments à vent, proposition XXXV) en parle comme d'un instrument venant des Indes; mais nous pensons qu'alors le mot "Inde" était plutôt synonyme d'"Extrême Orient"! Il donne une figure représentant un KHENE laotien à 12 tuyaux en nous précisant que cette figure lui a été communiquée par un ami. MERSENNE n'a pas vu l'instrument lui-même, et le croquis était suffisant pour comprendre le fonctionnement de l'instrument; en particulier il manque la boîte à vent et les anches sont à nu. Aussi formule-t-il prudemment une hypothèse. "Il semble que les trous FF déterminent l'aigu des sons de chaque chalumeau, quoi que les languettes CP semblables à celle qui est figurée à part EP m'en fasse douter". "Or cet instrument est quasi semblable à nos orgues et peut faire un excellent concert de flûtes, dont un seul homme pourra jouer par le moyen d'une peau semblable à celle de la musette".

En étudiant plus loin le principe de fonctionnement et le rayonnement acoustique de cet instrument, on verra que cet instrument, du point de vue fonctionnement, n'a rien à voir avec les orgues, et qu'on ne peut en faire un concert de flûtes, à moins d'appeler "flûte" un hautbois ou une clarinette. D'autre part, le système boîte à vent - tuyaux des orgues à bouche n'a rien de commun avec celui d'une musette.

Les auteurs modernes ne sont guère plus explicites quant aux principes de fonctionnement, qui font l'originalité de ce type d'instruments. Seul BOUASSE donne une description précise et un croquis correct en coupe (Instruments à vent, Tome 1, p. 146). Mais il ne décrit qu'une variante particulière, un "CHENG, du musée de Toulouse, catalogue "accordéon chinois fonctionnant en soufflant". BOUASSE propose une hypothèse de fonctionnement, qui n'est pas suffisamment générale. Il précise par exemple que "les anches doivent être soigneusement accordées", alors que, nous l'avons vérifié, c'est loin d'être le cas pour certains types d'instruments que nous avons étudiés. Ce sont cependant les observations de BOUASSE qui ont attiré notre attention sur cet instrument bizarre, "pas comme les autres". Pour nos recherches, nous disposions de divers instruments authentiques, relativement anciens (100 ans environ), et dont l'état était suffisant pour se prêter à des expériences significatives. Ces instruments nous ont été aimablement prêtés par M. MONICHON, Professeur de Musique, qui s'intéressait aux orgues à bouche dans la mesure où il s'agit d'instruments à anches libres, qu'on peut considérer comme des ancêtres de l'accordéon. (MONICHON : "Petite histoire de l'accordéon", EGFP, Paris 1958.) Le problème était donc posé, et nous le pensons suffisamment intéressant pour résumer ici l'essentiel de nos observations et résultats.

Les orgues à bouche sont des instruments à anches libres associées à des tuyaux et comportant une boîte à vent commune, dans laquelle on souffle ou aspire. Pour produire une note - ou des notes simultanées - on bouche un petit trou placé sur chaque tuyau, au-dessus de la boîte à vent.

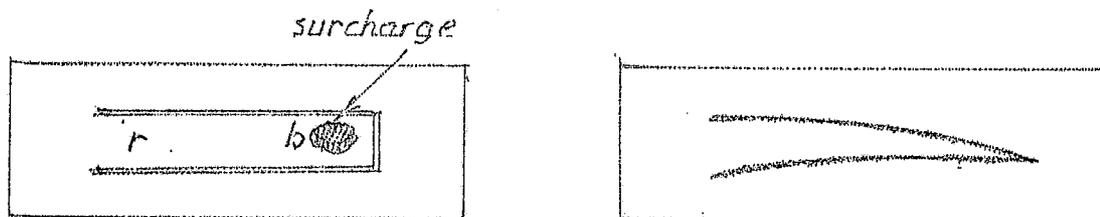
Etudions successivement le système excitateur, le corps sonore, puis l'association excitateur-corps sonore.

1°) LE SYSTEME EXCITATEUR.

Le système excitateur est une anche libre, coplanaire, en laiton, en alliage d'argent, en bambou même.

Ces anches sont réalisées avec une économie de moyens remarquable. On prend une plaquette de métal et on y découpe en deux ou trois coups de canif une "languette" susceptible de vibrer librement de part et d'autre de la plaquette : on a réalisé une anche libre (fig.6). Parfois, lorsque la plaquette est épaisse, on voit, sur la face intérieure de la plaquette, que l'artisan, pour dégager l'anche, a donné deux coups de canif pour chaque bord de l'anche, de façon à faire un "sil-lon". Dans tous les cas, la fente entre languette et plaquette est infime; au repos, il n'y a pratiquement pas de fuite d'air, et lorsqu'on considère les dimensions de ces anches libres, on ne peut qu'être étonné de l'adresse du fabricant.

fig 6



Une plaquette de métal est entaillée du canif, soit rectangulairement, soit en lame de sabre: on a réalisé une anche libre. Une surcharge éventuelle au bout permet de baisser la fréquence propre; un grattage du métal dans la région "r" aboutit au même résultat; un grattage vers b fait monter le son. On peut accorder l'anche que l'on pince pour en contrôler la fréquence propre

Selon les modèles, les plaquettes sont d'épaisseur faible (autour de 10/100° de mm) ou forte (environ 50/100° de mm). Les longueurs des anches varient de même dans de larges proportions selon les cas, de 8 à 20 mm dans les modèles étudiés.

Une telle anche possède une force de rappel élastique qui dépend des modules élastiques du matériau et des dimensions des anches : épaisseur, longueur, largeur. Nous dirons; grosso modo qu'il existe des anches faibles ou des anches fortes.

La "force" des anches détermine directement sa fréquence propre, que l'on peut calculer à l'aide de la formule, connue, des verges encastrées-libres, mais qu'il est plus simple d'enregistrer et de mesurer en pinçant simplement l'anche (avec précaution en raison de sa fragilité).

Pour baisser la fréquence propre d'une anche donnée, on peut gratter du métal de la languette du côté de l'endroit où elle se raccorde avec la plaquette. On peut aussi rajouter à l'extrémité une surcharge, de cire ou de résine par exemple. On peut encore allonger l'anche en continuant les coupures au canif.

Pour "monter" une anche donnée, on peut gratter du métal vers l'extrémité de l'anche ou diminuer la surcharge par grattage, lorsqu'il en existe une.

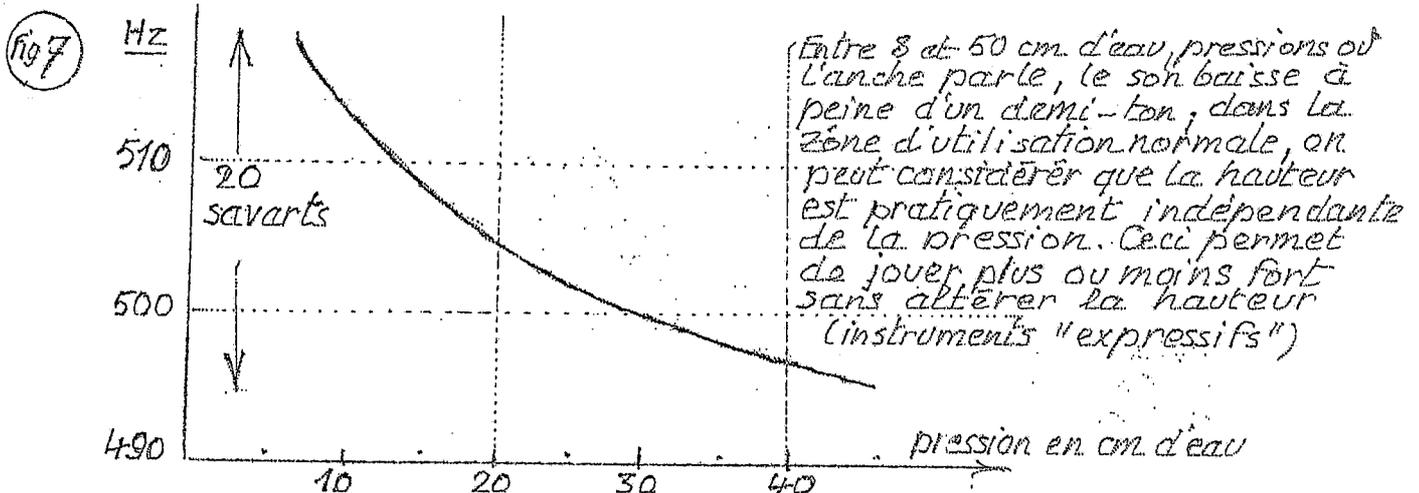
Bref, il est possible de régler dans une très large mesure la fréquence propre d'une anche libre en choisissant le matériau, en jouant sur son épaisseur, sa longueur et sa largeur, en enlevant ici ou là du métal ou du bois, en rapportant et rectifiant les surcharges éventuelles.

On peut bien entendu faire des combinaisons variées pour arriver au même résultat du point de vue de la hauteur du son. Ainsi on obtient par exemple la même

hauteur avec des anches de dimensions tout à fait différentes; mais il va de soi que ni l'intensité, ni le timbre ne seront les mêmes. Le facteur doit donc trouver des compromis afin de réaliser non seulement une "gamme" donnée, mais aussi une certaine homogénéité d'intensité et de timbre entre les différentes notes, d'où dépend la qualité musicale de l'instrument.

L'expérience montre qu'en appliquant une anche libre isolée sur les lèvres, pour peu qu'on règle convenablement le vent et les dimensions de la cavité buccale, il est possible de produire un son entretenu, aussi bien en aspirant qu'en soufflant. Le système est donc pratiquement réversible, quoique l'on note une très légère modification de timbre et de hauteur, sans conséquence en pratique. Nous insistons sur ce point parce que nous avons lu toutes sortes de choses sur la "façon de jouer de l'orgue à bouche". Il est évident que si on excite l'instrument en soufflant, on introduit dans la boîte à vent de l'humidité qui altère rapidement les anches et les empêche de fonctionner. D'où la recommandation de s'en servir par aspiration.

Un point d'importance capitale est à signaler. Nous avons cherché à définir le champ de liberté des hauteurs d'une anche en fonction de la pression (fig.7).

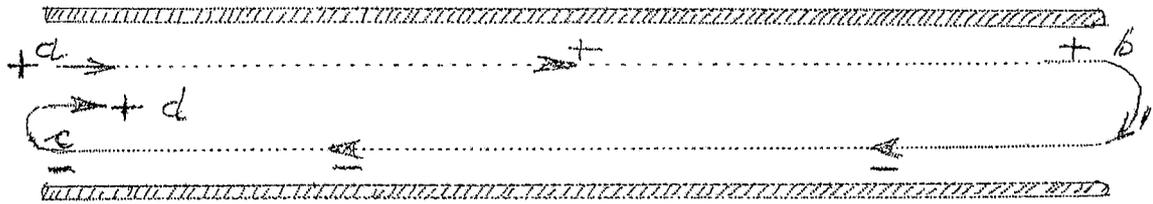


Cet exemple correspond à une anche forte de 17 mm de long et de 45/100^e de mm d'épaisseur environ. On voit immédiatement que la hauteur varie très peu avec la pression, contrairement à ce qui se produit dans les flûtes. En effet, entre le point où l'anche commence à parler (8 cm d'eau dans la bouche) et le point où elle se tait (50 cm d'eau), le son baisse (contrairement aux flûtes) de 518 à 495 Hz environ, soit à peine de 20 savarts ou 4 commas, même pas un demi-ton tempéré ! ... Si on tient compte du fait que le musicien n'utilise jamais les régions marginales des champs de liberté, on peut dire que la hauteur du son d'un orgue à bouche est, à 1 ou deux commas près, pratiquement indépendante de la pression dans le cas du jeu normal. Cette constatation a une grande importance. Nous avons insisté sur le fait qu'on ne peut connaître la "gamme" d'une flûte; mais la chose est pratiquement possible avec un orgue à bouche dans la mesure où l'instrument est resté tel que le facteur l'a réalisé, lames en bon état et non oxydées en particulier.

Si le champ de liberté des hauteurs est quasi nul, il en est de même pour le timbre. De ce point de vue, on peut montrer que la vibration d'une anche libre in situ est dissymétrique. En effet, l'impédance acoustique n'est pas la même sur les deux faces de l'anche; et, souvent, en raison des coupures en biais, l'anche elle-même n'offre pas la même "résistance" mécanique dans un sens que dans l'autre. La vibration de l'anche affecte pour cela l'allure d'une vibration en dents de scie, et l'analyse spectrographique montre effectivement qu'on est en présence d'un spectre riche en harmoniques de tous rangs. Si l'intensité en décibels est faible, en raison des pressions réduites utilisées et des petites dimensions des anches, il

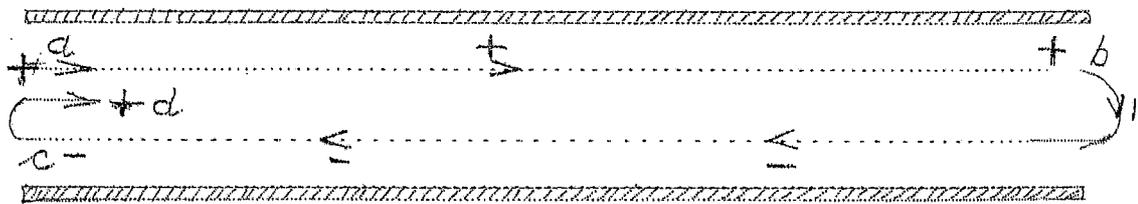
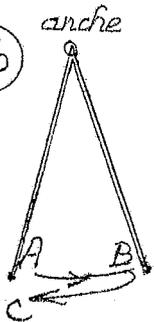
MÉCANISME de FONCTIONNEMENT du tuyau d'orgue à bouche

8a



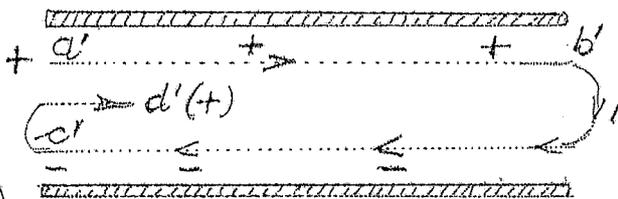
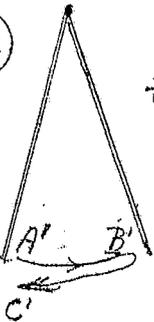
L'onde (compression, +) chemine de (a) vers (b). En se réfléchissant sur le bout ouvert, elle change de signe, devient une dépression (-), revient vers c où elle change encore de signe: le cycle est complet.

8b



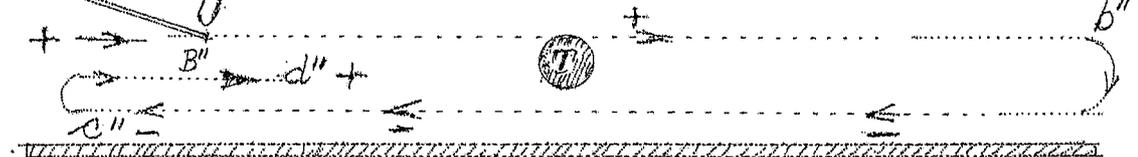
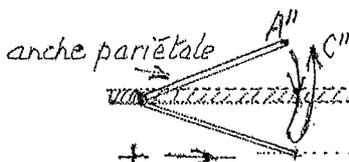
Une anche de même fréquence que le tuyau, est placée à l'extrémité. Elle produit, comme en 8a, une compression en a. Pendant que l'onde parcourt le chemin abc, l'anche balaye le trajet ABC; anche et onde sont synchronisées (en phase): l'entretien est possible.

8c



Au moment où l'anche est en B' et se prépare à revenir vers C', l'onde - (aspiration) arrive en c' et contrarie le mouvement de l'anche: l'entretien est impossible.

8d



Quand le trou I est bouché, on est dans le cas 8b: Le tuyau parle.
 Quand on débouche le trou I, on est dans le cas 8c: L'anche est bloquée et le tuyau se tait.
 C'est le principe de fonctionnement du tuyau des orgues à bouche.

n'en reste pas moins que ces anches sont efficaces sur l'oreille, parce que le facteur s'arrange, empiriquement, pour placer l'énergie acoustique au mieux dans la zone sensible de l'oreille. Ceci permet, avec un minimum de dépense d'énergie, d'émerger dans un bruit de fond ou un contexte "orchestral" importants. Nous avons déjà signalé de nombreuses fois cette "astuce" des fabricants d'instruments traditionnels.

Maintenant que nous possédons quelques données sur le fonctionnement de l'excitateur, étudions le "corps sonore".

- 2°) LE "CORPS SONORE". Il s'agit ici de tuyaux en bambou (ou en métal parfois dans les instruments modernes). Nous n'insisterons pas sur les lois des tuyaux, sauf pour rappeler les quelques points qui importent ici.

Prenons le cas d'un tuyau ouvert aux deux bouts (fig.8a). Envoyons une compression unique (en frappant sur la tranche du tuyau par exemple). Nous représenterons une compression par le signe + et une dépression (aspiration) par le signe - .

On sait que la compression va cheminer de a vers b avec une certaine célérité (environ 340 m/s).

Il est connu qu'en arrivant sur le bout ouvert, l'onde se réfléchit, mais change de signe : elle devient une dépression, qui chemine en sens inverse, jusque vers l'extrémité c. A ce point, elle se réfléchit à nouveau, en changeant encore de signe (elle redevient une onde de compression qui repart vers b). Bref, entre a et c on a une période du phénomène, et s'il n'y avait aucun frottement, l'onde continuerait indéfiniment ainsi, en changeant chaque fois de signe aux extrémités.

Cette simple notion va nous permettre de comprendre le fonctionnement particulier du tuyau d'orgue à bouche qui résulte du couplage anche libre-tuyau.

- 3°) LE COUPLAGE ANCHE LIBRE-TUYAU. Imaginons que nous plaçons vers l'un des bouts ouverts une anche libre (fig.8b) qui, pincée, donne la même note que le tuyau ouvert aux deux bouts lorsqu'on souffle sur une des extrémités. Observons ce qui se passe tout au début de l'établissement du phénomène acoustique dans un tel système couplé.

Amenons l'anche au point A et relâchons-la brusquement. Elle produira, pendant son trajet AB une compression, qui, comme tout à l'heure, va cheminer vers b, et revenir avec changement de signe vers c. Les périodes de l'anche et du tuyau sont les mêmes ici. Pendant que l'onde fait le trajet abc, l'anche sous l'effet de sa force de rappel élastique, fera donc, de son côté, le trajet ABC. Au bout d'une période, on reviendra aux conditions initiales, et on amorcera une deuxième période et ainsi de suite : le système est "accordé", en phase. L'entretien est possible, et s'il n'y avait pas de frottement, le système fonctionnerait indéfiniment.

Reprenons à présent la même anche, mais utilisons un tuyau ouvert aux deux bouts, de longueur deux fois moindre que précédemment (fig.8c).

Pinçons encore l'anche, qui détermine comme précédemment une compression en (a). Mais le tuyau est maintenant deux fois plus court; l'onde mettra donc nécessairement deux fois moins de temps pour revenir en dépression au point c. Pendant que l'anche fait le chemin AB, l'onde parcourt le chemin a' b' c'. Bref, arrivée au point B, l'anche tend à revenir vers A, mais au même moment l'onde de

dépression arrivant en c' contrariera ce mouvement naturel de l'anche qui sera bloquée parce qu'elle est en opposition de phase avec l'onde : le système ne fonctionnera pas !

Dans les orgues à bouche, c'est exactement ce mécanisme qu'on exploite.

On y dispose l'anche latéralement, vers le bout du tuyau, car il faut bien la fixer sur quelque chose ; le problème fondamental n'est modifié en rien : la longueur acoustique du tuyau différera simplement plus ou moins de la longueur métrique. Adaptions à un tuyau de fréquence donnée, une anche qui ait la même fréquence. On se trouve alors dans le cas précédent (fig.8b) : les deux systèmes sont en résonance. Si on excite ce tuyau en soufflant dans l'anche, on produit un son entretenu, le meilleur, le plus intense possible puisque l'anche et le tuyau sont en résonance.

Preçons à présent (fig. 8d) un petit trou à peu près au milieu acoustique du tuyau. Insistons sur le fait que le milieu acoustique n'est pas nécessairement au milieu métrique, si le tuyau est irrégulier, partiellement bouché par un noeud etc... Il est évident que si ce petit trou est débouché, l'anche est bloquée. On est dans le cas 8c, et le système ne fonctionne pas : le tuyau reste muet. C'est tout le secret des orgues à bouche.

Disposons une série de tuyaux de ce genre dans une "boîte à vent commune" en nous arrangeant pour que les petits trous soient en dehors de celle-ci. Il suffit d'aspirer ou de souffler, et de boucher le petit trou de tel ou tel tuyau pour le faire parler. L'intérêt évident de cette disposition, c'est qu'il est possible de produire simultanément plusieurs sons, ce que ne permet aucune flûte, hautbois ou chalumeau...

Dans la réalité, point n'est besoin de prendre un tuyau strictement régulier et ouvert aux deux bouts. On peut toujours l'accorder sur la fréquence pincée de l'anche. D'autre part il suffit de percer le petit trou à peu près au milieu acoustique du tuyau pour que le blocage soit réalisable à volonté. Toute précision est inutile, mais pour que le son soit le plus intense possible, il faut que le tuyau entier, petit trou bouché, soit bien accordé, en "résonance" avec l'anche. On peut bien entendu utiliser un tuyau semi-bouché à un bout. C'est le cas pour divers types d'orgues à bouche où on laisse d'abord un noeud du bambou à l'extrémité située vers l'anche. Pour "accorder le tuyau sur l'anche, il suffit alors de déboucher graduellement le noeud. Le son monte et on arrête le débouchage au moment où l'effet désiré est atteint, ce qu'on vérifie à l'oreille sans aucun calcul. La longueur acoustique d'un tuyau semi-bouché est évidemment située entre celle d'un tuyau ouvert aux deux bouts et d'un tuyau fermé à un bout : elle n'a rien à voir avec la longueur métrique du tuyau.

En résumé, pour fabriquer un tuyau d'orgue à bouche qui fonctionne correctement, on commence par faire une anche qui, pincée, donne une certaine hauteur, la plus voisine possible de la note désirée. Puis on adapte l'anche sur le tuyau et on accorde celui-ci, ce qui peut en pratique se faire de diverses manières :

- on recoupe l'extrémité du tuyau, laissé intentionnellement plus long au départ, jusqu'au point où le rendement sonore (accord anche-tuyau) est atteint. Puis on perce un petit trou approximativement au voisinage du milieu du tuyau.

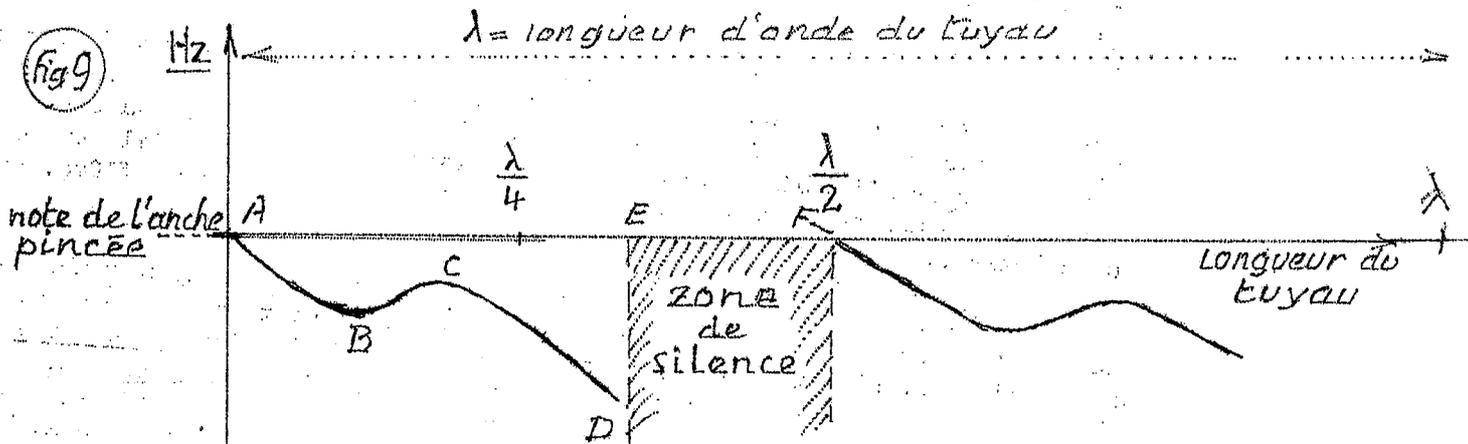
Si pour des raisons esthétiques, on désire laisser un tuyau beaucoup plus long, c'est très facile. On pratique, sur la face cachée du tuyau, des ouvertures oblongues de grande surface et on allonge ces trous graduellement dans la direction de l'anche jusqu'au point où le rendement du tuyau est optimum.

- Si on utilise des tuyaux bouchés à un bout, on débouche graduellement le noeud.

Un point important reste maintenant à préciser : celui de la réaction réciproque entre anche et tuyau.

4^o) LA REACTION ANCHE-TUYAU. Ce problème a été abordé par divers acousticiens (WILLIS, WEBER, BOUASSE etc...) qui donnent généralement des résultats se rapportant au cas particulier sur lequel ils ont expérimenté. L'expérience de base, que nous avons renouvelée devant les personnes présentes à la dernière réunion du GAM, peut être résumée de la façon suivante.

On fixe une anche d'orgue à bouche vers le bout ouvert d'un petit tuyau. Des "rallonges" coulissantes permettent d'allonger graduellement la longueur. Pour une certaine anche, on vérifie que la hauteur du son baisse; puis, à un certain point, correspondant à la longueur de tuyau où l'anche est en opposition de phase avec l'onde, le système se tait. Si on continue à allonger le tuyau, il vient un point où le même phénomène recommence (quand le tuyau a une fréquence à l'octave grave de celle de l'anche). Cette expérience confirme celle de BOUASSE (fig.9); c'est la "zone de silence" qui est exploitée dans l'orgue à bouche.



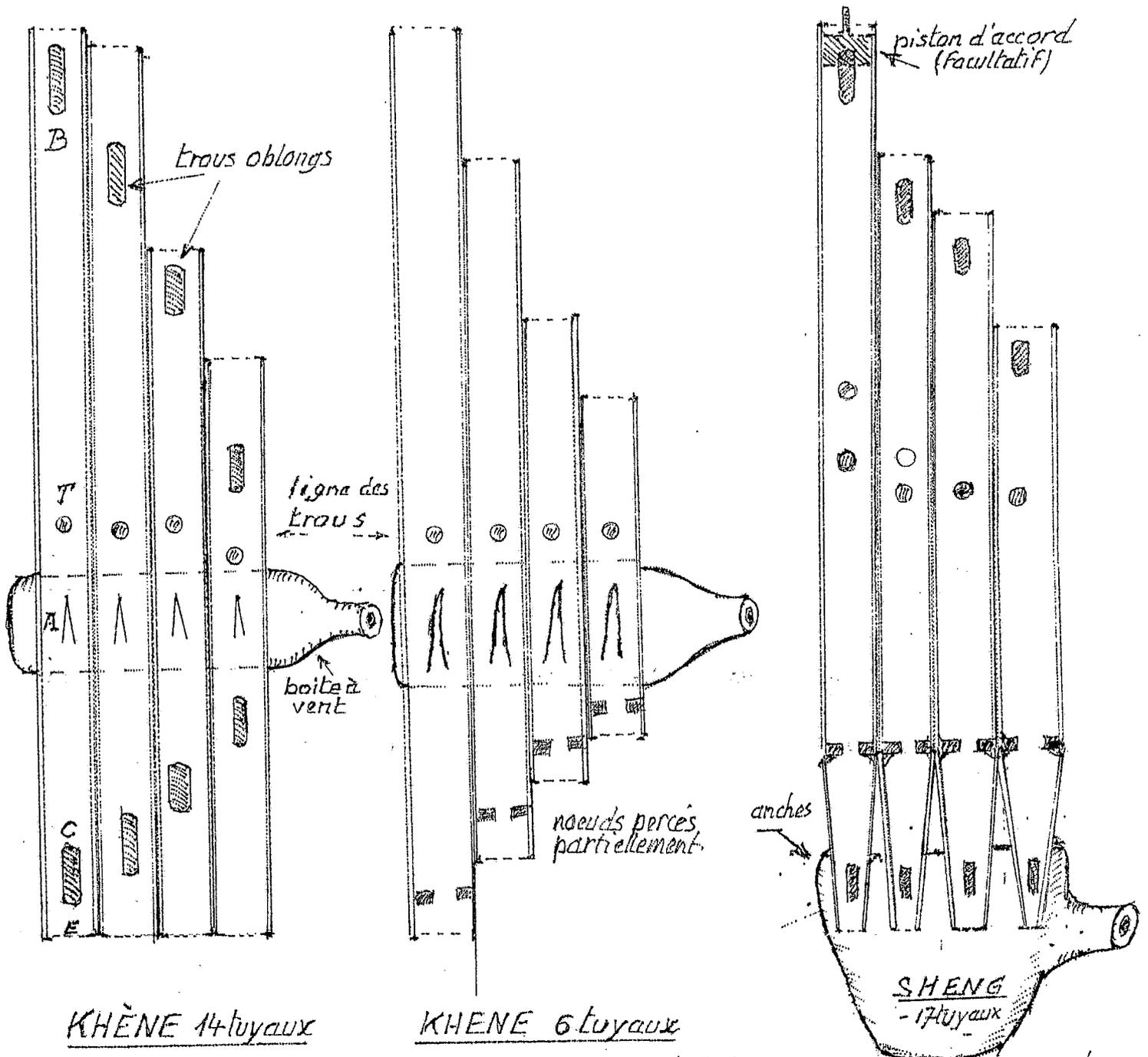
On fixe une anche ayant une certaine fréquence propre sur un tuyau que l'on allonge graduellement: à un certain point l'anche se tait.

Il convient de généraliser l'expérience. En fait deux phénomènes vibratoires sont en présence : celui de l'anche et celui de l'onde. Nous savons déjà que, si l'anche et l'onde sont parfaitement accordés, on a "résonance", donc rendement optimum. Si l'anche et l'onde sont en opposition de phase, le système se tait. Entre ces deux cas se place celui où la fréquence de l'anche est voisine de celle de l'onde. Dans ce cas anche et onde réagissent l'une sur l'autre. Deux cas sont à considérer :

- L'anche est une "anche forte". Elle impose alors sa fréquence au tuyau, qui vibre en vibrations forcées - avec, toutes choses égales, un rendement acoustique inférieur au cas idéal précédent. Dans ce cas, si on recoupe le tuyau très largement, c'est à peine si la hauteur change. En tout cas, le phénomène de blocage de l'anche par un trou disposé au milieu acoustique du tuyau est conservé.
- Si l'anche est très faible, c'est l'onde qui l'emporte et c'est la longueur du tuyau qui décide de la hauteur finale du son perçu. Dans ce cas, l'anche pincée peut avoir une hauteur très différente de la note finale entendue; la note perçue est celle du tuyau.

La force de l'anche, nous l'avons dit, est déterminée par les modules élastiques du matériau et les dimensions de l'anche. La "force" de l'onde dans

TYPES d'ORGUES à BOUCHE (principes). (Hors Texte)



KHÈNE 14 tuyaux

Des trous oblongs (cachés) déterminent la longueur acoustique. Le trou T est au milieu de celle-ci. Les anches sont placées au milieu : elles doivent toutes être dans une même boîte à vent. L'important est qu'elles soient assez loin des petits trous T : condition suffisante pour que le système fonctionne.

KHENE 6 tuyaux

Les anches sont fortes : Les tuyaux sont coupés aux bouts, sans souci de précision, puisque l'anche impose de toutes façons sa fréquence propre. Parfois un noeud semi-ouvert permet de régler la longueur acoustique.

SHENG
- 17 tuyaux

Les tuyaux sont semi-bouchés par la rigole porte-anche. La longueur acoustique est réglée par des trous oblongs. Les anches sont très faibles. Parfois de petits pistons permettent de modifier la section des trous oblongs, donc la longueur acoustique.

Le tuyau dépend de la longueur, du diamètre et de l'état de la surface interne du tuyau. Si le diamètre intérieur est faible et la surface rugueuse, on a de grands frottements; la perte de charge est grande et l'onde faible. Plus l'onde est amortie, plus la réaction de l'anche devient déterminante.

Tous les cas intermédiaires existent dans la réalité; mais le mécanisme de la réaction permet un accordage très fin du tuyau.

Lorsqu'il s'agit d'une anche forte, il faut accorder celle-ci le plus exactement possible sur la fréquence désirée pour le son final. Comme la réaction du tuyau est faible, en modifiant très grossièrement sa longueur acoustique par recoupe ou perçage du noeud, on agit très peu sur la hauteur, d'où une très grande précision de l'accordage.

Avec une anche faible, la réaction du tuyau est déterminante. La moindre modification de la longueur acoustique modifie la hauteur. On peut donc accorder l'anche de façon très grossière, en y collant par exemple une goutte de cire. Mais la longueur du tuyau doit être réglée de façon très précise, par prudentes recoupes du tuyau, retouche légère des trous oblongs de la paroi ou perçage graduel délicat du noeud dans les tuyaux semi-bouchés. Si on est allé trop loin, on peut parfois corriger avec de la cire... mais l'opération est délicate.

Dans les deux cas on peut donc aboutir à un accord très précis; mais de toutes façons, le but à atteindre reste le rendement optimum du tuyau c'est-à-dire l'accord le plus exact possible entre anche et tuyau.

Voici donc le mécanisme de fonctionnement et d'accordage des orgues à bouche éclairci. La description de quelques modèles différents va en être facilitée.

Les orgues à bouche sont essentiellement de deux sortes : le KHENE laotien et le SHENG chinois; les variantes sont nombreuses. [planche hors texte]

5°) LE KHENE LAOTIEN. Nous en avons étudié plusieurs modèles :

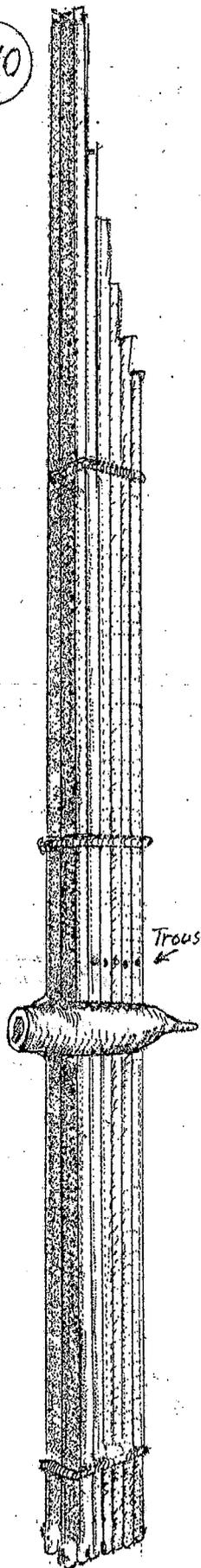
- a) Le Khène à 14 tuyaux, dont l'un est un faux tuyau (fig.10). La longueur varie entre 67 et 91 cm; mais la longueur acoustique est déterminée par des trous oblongs dissimulés entre les deux couches de tuyaux constituant l'instrument. Le diamètre est d'environ 6 mm.

Les anches sont très faibles (longueur à peu près 10 mm; épaisseur 12 à 15/100^e de mm). C'est donc le tuyau qui l'emporte, et la hauteur est réglée finement au moyen des trous oblongs disposés latéralement.

Une boîte à vent commune porte tous les tuyaux, les anches étant bien entendu à l'intérieur de la boîte. Cette boîte à vent considérée comme cavité, joue évidemment un rôle sur le timbre et "colore" le timbre général. Les analyses spectrales ont montré des spectres riches (beaucoup plus que 10 harmoniques) avec des fondamentaux nettement plus faibles que les autres harmoniques, parfois presque inexistantes. Ceci justifie le timbre "clair", un peu nasillard du Khène. L'importance, sinon la prédominance de l'harmonique 3 sur les autres est à noter : le timbre "sonne la quinte"

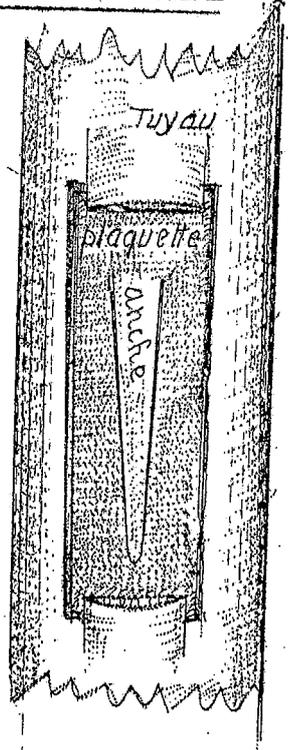
Les petits trous sont disposés de telle façon qu'ils soient faciles à boucher avec les doigts, l'instrument étant tenu entre les paumes des deux mains.

Fig 10

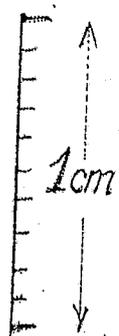


No du Tuyau	Signal rayonné		Anche pincée		Longueur utile en cm	Fréquence calculée en $\sqrt{1/L}$
	Note (écarts en savarts)	Fréquence en Hz	Note	Hz		
1	ré [#] ₄ -11	606	ré ₄ -8	577	27,3	625
2	ré ₄ +2	592	do [#] ₄	560	28	608
3	do ₄ -6	515	si ₃ -2	492	32,5	524
4	do ₄ +5	530	si ₃ +9	506	33	516
5	la [#] ₃ -6	459	la [#] ₃ -8	457	36	473
6	sol ₃ +1	393	fa [#] ₃ +5	374	43,3	393
7	fa ₃ -5	345	mi ₃ -11	322	47,3	360
8	fa ₃ +2	351	mi ₃ +12	339	48	355
9	ré [#] ₃ -5	307	ré ₃ +4	297	54	315
10	ré ₃ -1	293	do [#] ₃ -2	275	57,3	296
11	do ₃ +6	266	si ₂ +6	251	64,5	274
12	la [#] ₂ -5	230	la ₂ -6	217	72,8	234
13	sol ₂	196	fa [#] ₂ -4	183	85,5	199

Détail d'une anche



Une ouverture latérale permet de fixer la plaquette. Les anches sont minuscules: longueur ~ 10 mm; épaisseur: 12-15/100^e de mm.



⑫ GAMME
- écarts en savarts par rapport à la gamme tempérée

- 14 tuyaux, dont 1 muet.
- La longueur acoustique est déterminée par des trous oblongs cachés entre les deux couches de tuyaux.

Comme c'est la longueur du tuyau qui détermine surtout la hauteur du son, la gamme d'origine était probablement très voisine de celle-ci.

La "gamme" désirée par le facteur peut être appréciée assez exactement, l'instrument étant en bon état (fig. 12).

Nous avons fait sur cet instrument toute une série de relevés que fournit le tableau ci-joint (fig. 11). On vérifiera que la note rayonnée normalement par l'instrument est toujours très voisine de la note pincée de l'anche et de la note du tuyau (ouvert aux deux bouts) calculée selon la formule $V/2L$. On notera que l'anche n'est pas placée au bout, mais à une certaine distance de l'extrémité, ce qui n'a aucune importance. Signalons que cet instrument existe en diverses tailles : on en connaît qui ont plus de 3 m de long !

- b) Le Khène à 6 tuyaux (fig. 13a). Ici, les tuyaux ont entre 20 et 46 cm de long; le diamètre varie entre 11 et 22 mm. Il s'agit d'un instrument à anches fortes, coupées en lame de sabre (longueur de 16 à 18 mm; épaisseur entre 42 et 45/100^e de mm). Nous sommes donc dans le deuxième cas : c'est l'anche qui décide de la hauteur. Comme elle est grande et épaisse, on peut facilement en régler la note pincée par grattage, allongement de la coupe etc... Les tuyaux sont coupés assez approximativement à la longueur acoustique correspondant à la fréquence de l'anche. La fréquence du son entendu est très exactement celle de l'anche pincée, alors que la fréquence du tuyau, calculée à partir de la longueur en $V/2L$ ne signifie pas grand chose, car il s'agit ici de tuyaux partiellement bouchés, avec un noeud du bambou vers le bas, que l'on a percé et agrandi jusqu'à ce que le rendement acoustique correct soit obtenu. Le tableau (fig. 13b) donne le détail des relevés.

Ce Khène est moins raffiné que le précédent du point de vue de la lutherie, et son étendue est évidemment très limitée (6 notes). A signaler cependant une particularité curieuse. Le tuyau le plus court porte deux anches placées côte à côte, dont les fréquences pincées diffèrent légèrement; mais elles se synchronisent l'une sur l'autre lors du jeu normal. Le but était sans doute d'obtenir une plus grande intensité.

Nous avons étudié d'autres Khènes de ce type (à anches fortes). Les résultats sont très similaires et le principe de fonctionnement reste toujours le même : ne parlent que les tuyaux où l'on a bouché le petit trou.

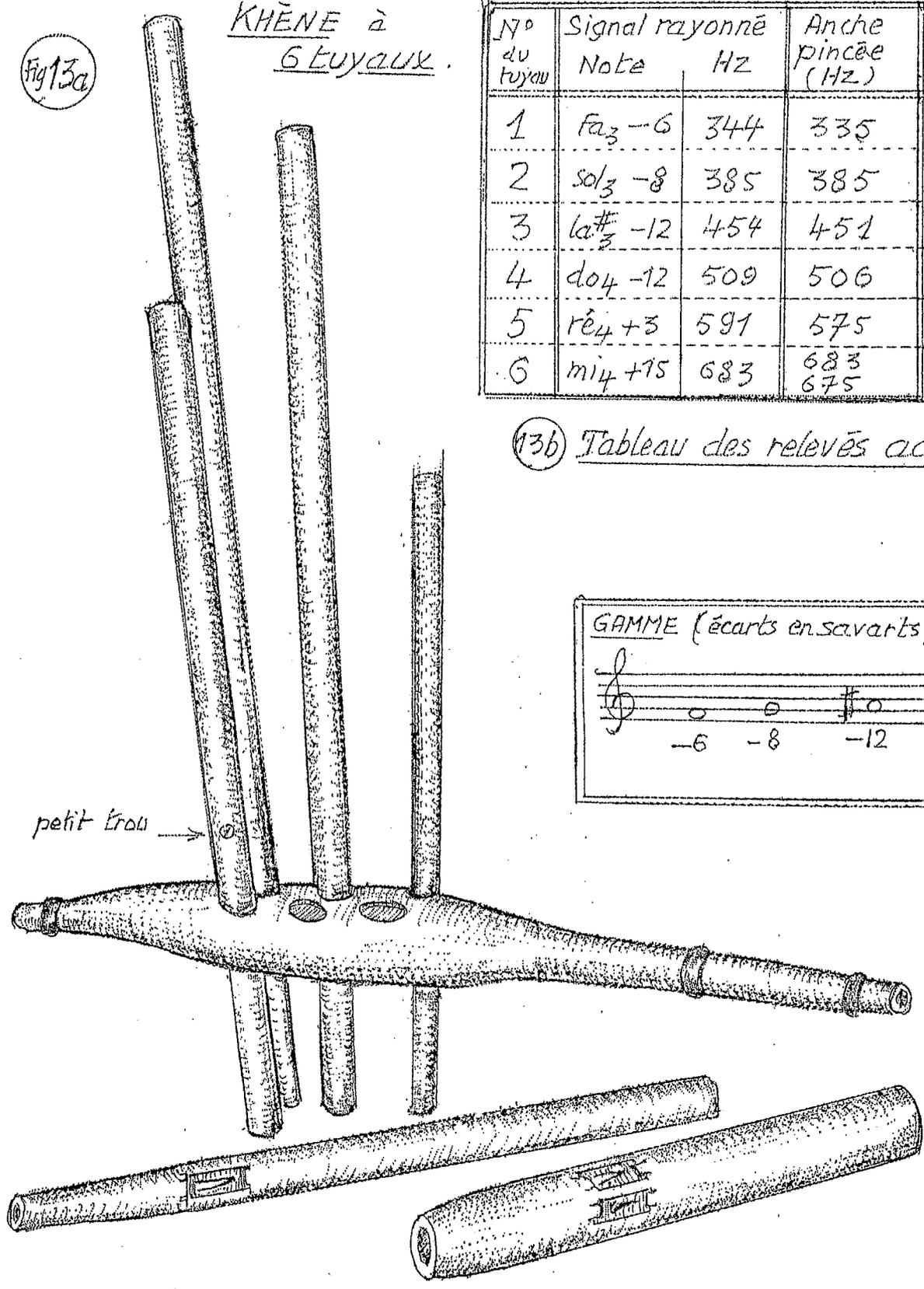
- 6°) LE SHENG CHINOIS (OU CHÔ JAPONAIS) (fig. 14). L'instrument que nous avons étudié avait 17 tuyaux de bambou, répartis en cercle sur le tour du couvercle d'une boîte à vent en forme de vase, comportant un ajutage permettant l'arrivée du vent. 13 tuyaux seulement portent des anches. Les autres sont là soit pour l'esthétique, soit pour des raisons religieuses. 11 tuyaux avaient conservé leur anche, et parmi ceux-ci 5 étaient en parfait état, ayant conservé la petite surcharge terminale de leur anche. Cet instrument est très fragile en fait.

Les anches sont disposées ici à l'extrémité du tuyau, sur une espèce de "rigole" en bois dur; mais le problème fondamental reste inchangé. Le tuyau proprement dit porte, vers le haut, et en arrière, un trou oblong pour accorder la longueur acoustique. Parfois un peu de mastic y est collé pour rectifier cette longueur. Dans certains modèles les tuyaux sont accordés à l'aide d'un petit piston qui permet de régler la section du trou latéral oblong, donc d'accorder finement à volonté.

Dans les tuyaux en bon état, nous avons vérifié que la fréquence de l'anche pincée est assez voisine de celle de la note rayonnée. Par contre si on calcule la fréquence des tuyaux en fonction de leur longueur (les tuyaux étant considérés comme fermés à un bout) on trouve des valeurs très divergentes. Cela montre tout simplement

Fig 13a

KHÈNE à 6 tuyaux.



N° du tuyau	Signal rayonné Note	Hz	Anche pincée (Hz)	longueur utile	Fréq. calculée $\sqrt{2L}$
1	fa ₃ -6	344	335	45,8	374
2	sol ₃ -8	385	385	40	425
3	la [#] ₃ -12	454	451	33,5	508
4	do ₄ -12	509	506	29,3	565
5	rê ₄ +3	591	575	26	652
6	mi ₄ +15	683	683 675	19,7	850

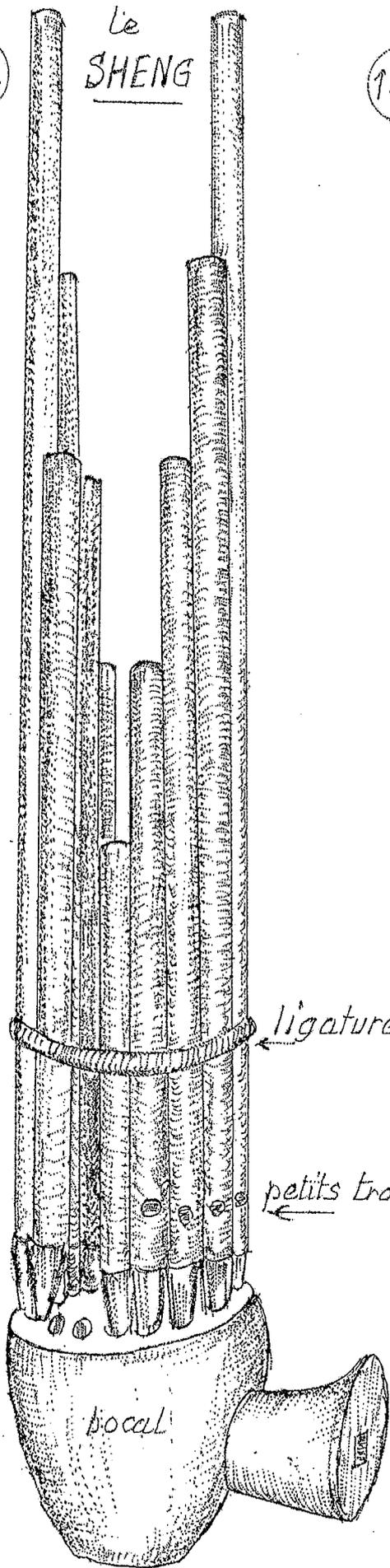
(13b) Tableau des relevés acoustiques



- 6 tuyaux partiellement bouchés vers le bas.
- anches fortes, longueur : de 16 à 18 mm
épaisseur : de 42 à 45/100° de mm.
- c'est l'anche qui impose sa fréquence

14a

Le SHENG



— 17 tuyaux
 — dont 4 faux tuyaux sans anche.

14b

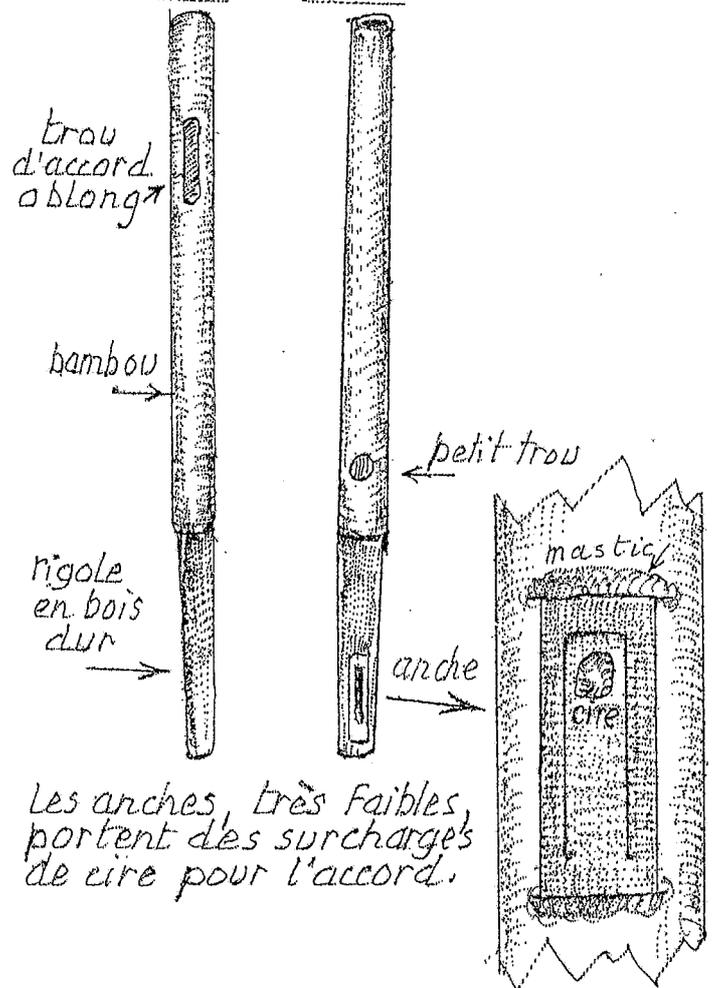
TABLEAU des RELEVÉS ACOUSTIQUES
 des 5 tuyaux restés en bon état

N° du tuyau	Signal rayonné Note	Fréquence Hz	Fréquence anche pincée	Longueur utile (cm)	Fréq. calculée $v = 4L$
1	sol ₄ +9	800	765	12,8	664
2	do ₄ -13	507	497	21,5	396
3	do ₅ -7	1028	1005	11	770
4	la ₄ +10	900	890	12,3	692
5	mi ₅ +8	1340	1336	8,5	1000

* Les écarts par rapport aux notes tempérées sont indiqués en savarts
 Rappel : 1 savart = ∞ 4 cents
 5 savarts = ∞ un comma

TUYAU ISOLÉ

de dos de face



Les anches, très faibles, portent des surcharges de cire pour l'accord.

qu'il ne s'agit en fait ni d'un tuyau ouvert aux deux bouts, ni d'un tuyau fermé à un bout, mais d'un tuyau intermédiaire où la longueur acoustique n'a pas grand chose à voir avec la longueur métrique.

Les anches, très petites (longueur 8 à 11 mm) et très fines (12 à 15/100^e de mm), sont des anches faibles. Le réglage de la longueur acoustique du tuyau est donc très délicat, car c'est lui qui décide de la hauteur en dernière analyse. Dans l'instrument étudié, similaire à celui de CHENG SHUI CHENG, la "résonance" anche-tuyau semble avoir été particulièrement soignée : il s'agit d'un instrument raffiné et soigné, fait certainement par un artisan qui connaissait parfaitement son affaire. Ces anches sont malheureusement très fragiles, et pour peu que l'on ait soufflé dedans inconsiderément, elles sont oxydées. Il est donc difficile de connaître l'accord général (la "gamme") de l'instrument, eu égard à l'état de conservation insuffisant. Le timbre des tuyaux en bon état est très riche; le jeu simultané de plusieurs tuyaux enrichit encore les sons de battements et autres phénomènes compliqués, dont l'effet est très particulier.

Pour finir, résumons par une figure synoptique les diverses variantes d'orgues à bouche (fig.14b).

Les orgues à bouche authentiques sont donc des instruments intéressants à étudier tant du point de vue théorique que musical. Ils fournissent des sons riches, dont l'énergie est bien centrée dans la zone de sensibilité de l'oreille. Ils dénotent une lutherie très raffinée, dont les instruments commerciaux ne donnent souvent qu'une très faible idée; d'autant que ces derniers sont parfois faits en métal, ce qui change nécessairement leur qualité acoustique. On a dit que les orgues à bouche sont les ancêtres de l'accordéon; du point de vue fonctionnement ce n'est exact que dans la mesure où on y utilise des anches libres; mais en fait le principe de fonctionnement est tout à fait différent et original.

V.- LE PIPA

Au cours de la réunion, nous avons parlé d'abord de la vièle à deux cordes. Celle-ci comporte un petit cylindre de bois recouvert de peau de serpent en guise de "table". Un manche en bois traverse la caisse. On a deux cordes accordées à la quinte, entre lesquelles passe la mèche de l'archet. Comme nous avons déjà décrit cet instrument qu'on retrouve strictement identique au Viet Nam et donné des analyses lors de notre réunion sur les instruments Vietnamiens (Bulletin GAM n° 12, Juin 1965), nous n'insistons pas, pour nous consacrer davantage à une "guitare" chinoise très particulière : le PIPA (fig.15) qu'on peut aussi appeler "luth piriforme", en raison de sa forme en poire allongée.

L'instrument que nous a joué CHENG SHUI CHENG a environ un mètre de longueur totale. Les cordes, traditionnellement en boyau, sont en nylon ici (longueur utile 72 cm). La largeur maximum de la table (plate) est de 32 cm. Le fond est en bois foncé très dur et l'instrument est relativement lourd. On ne peut voir sa structure interne, car il ne porte qu'un tout petit trou sur la table (\emptyset environ 1 cm), caché sous le chevalet, dont la forme est très particulière.

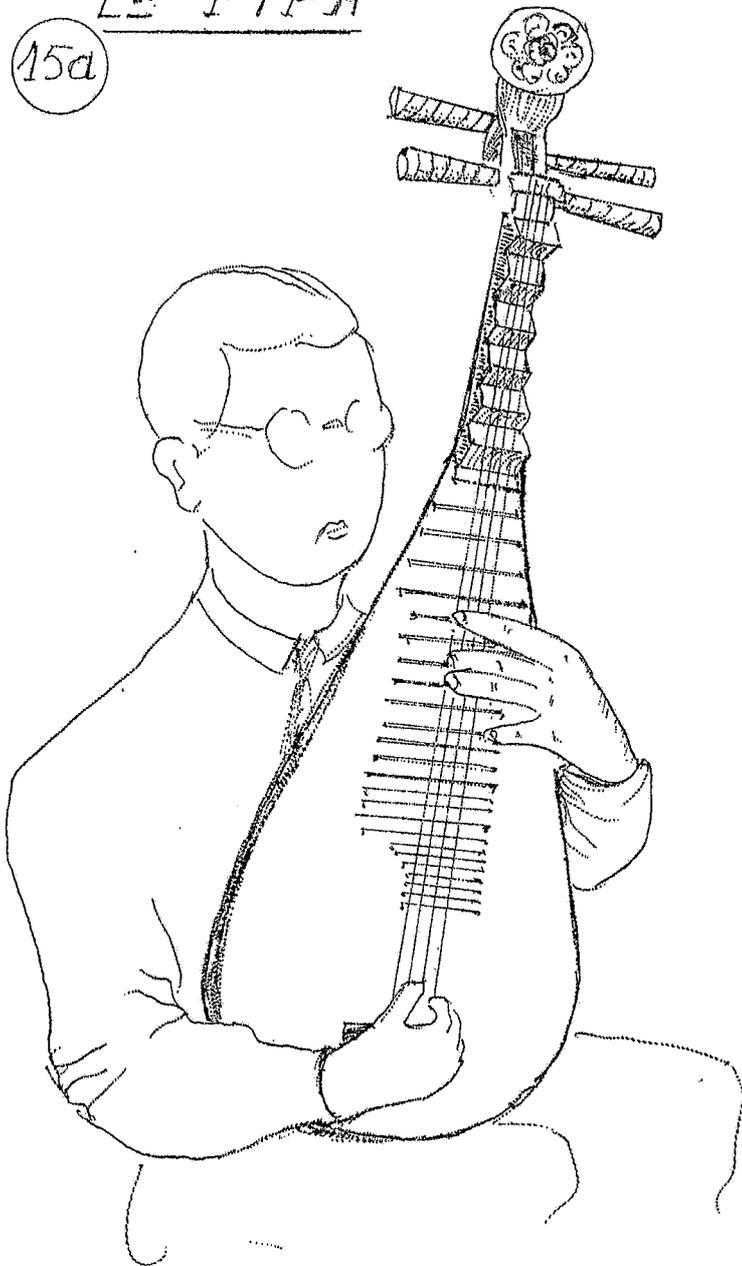
Le système excitateur comprend les 4 cordes, pincées, autrefois, au plectre; ici, avec les doigts et les ongles. Les doigts sont infiniment plus agiles qu'un plectre et le jeu en est très largement modifié ainsi que le rendement acoustique.

L'accord est le suivant : $la_2 - mi_2 - r^*_2 - la_1$.

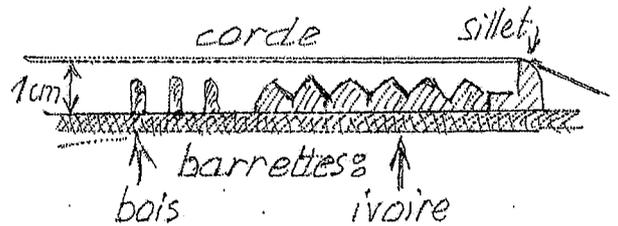
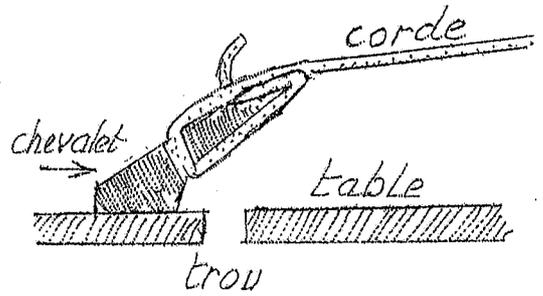
Le manche comporte, vers le chevillier, 6 larges "barrettes" en ivoire, puis des barrettes très fines s'élevant d'environ un centimètre au-dessus de la table sur la-

LE PIP'A

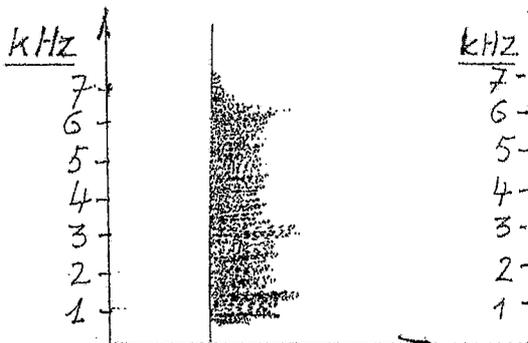
15a



Les cordes, en nylon, ont 72 cm. de long entre le sillet et le chevalet.



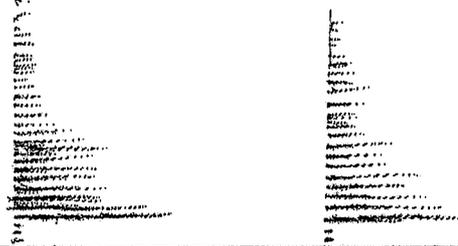
15b COURBE de RÉPONSE



on note un "trou" de 0 à 500 Hz

15c 2 CORDES à VIDE

la₂ grave ~ 110 Hz la₃ aigu ~ 220 Hz



pas de fondamental ni d'harmoniques 2 et 3 Pas de fondamental ni d'harmonique 2 et 3

quelles elles sont collées. Nous avons déjà vu l'intérêt musical de telles dispositions : en appuyant plus ou moins sur la corde, ou en la glissant latéralement on peut "moduler" la hauteur très largement, d'où un champ de liberté des hauteurs quasi-infini, malgré la limitation apparente des barrettes.

Le nombre de barrettes varie selon les instruments. Dans cet instrument, moderne, elles sont manifestement plus nombreuses (25 barrettes étroites)^{que} sur les figures d'instruments anciens que nous avons pu voir. Toutes ces particularités de structure ne sont apparemment pas normalisées dans le pipa, comme c'est le cas chez nous pour le violon ou la guitare classique. On ne peut donc pas affirmer que le pipa que nous avons vu corresponde exactement à ce qu'était l'instrument il y a un siècle ou plus. Mais le principe de fonctionnement et les règles de jeu n'ont sans doute guère changé; sauf qu'on a rajouté des "techniques" modernes, c'est-à-dire des "effets", des modes d'attaque de la corde et des combinaisons de doigtés de la main gauche sur la touche nouveaux.

Acoustiquement ce qui nous a frappé est la dureté des matériaux employés et le grand poids de l'instrument. Cela signifie une "courbe de réponse" très aigüe et un amortissement relativement faible. Nous avons relevé cette courbe de réponse sur le chevalet (fig. 15b) qui confirme ces pronostics : on observe d'importantes pointes de résonance entre 500-600 Hz et 6000 Hz. Dans le grave, il n'y a strictement rien. Ce point est très important. Nous savons bien que la courbe de réponse détermine l'allure des spectres rayonnés. Dans le cas présent, les cordes à vide vont de 110 à 220 Hz; il n'y aura nécessairement pas beaucoup d'énergie spectrale pour les fondamentaux et les premiers harmoniques jusqu'à 6-700 Hz. C'est effectivement ce que la spectrographie systématique a montré (fig. 15c). Le timbre de cet instrument est donc très "clair", trop, même, à notre goût occidental. Mais par contre l'énergie est centrée au mieux dans la zone sensible de l'oreille. Cela signifie que l'instrument est très intense auditivement, ce que l'on vérifie à l'audition. L'instrument "perce" donc en toutes circonstances de bruit de fond ou de contexte orchestral; c'est là une constante de beaucoup d'instrument d'Extrême Orient que nous avons étudiés et qui indique une lutherie extrêmement élaborée et raffinée, malgré les apparences simplistes des machines à fabriquer les sons.

Du point de vue musical, disons quelques mots des champs de liberté qui définissent les "possibles" de l'instrument :

- Le champ de liberté des hauteurs est quasi infini, nous l'avons déjà dit, et ce sur plus de 4 octaves.
- Le champ du timbre est de même quasi infini. Il y a mille façons de pincer la corde, avec l'ongle, le gras du doigt, en touchant près ou loin du chevalet etc... Chaque fois le timbre change; les effets sont donc illimités : mais il faut savoir les réaliser et s'en servir à bon escient

Le champ de l'intensité est assez faible. Mais musicalement nous avons bien que c'est le moins important.

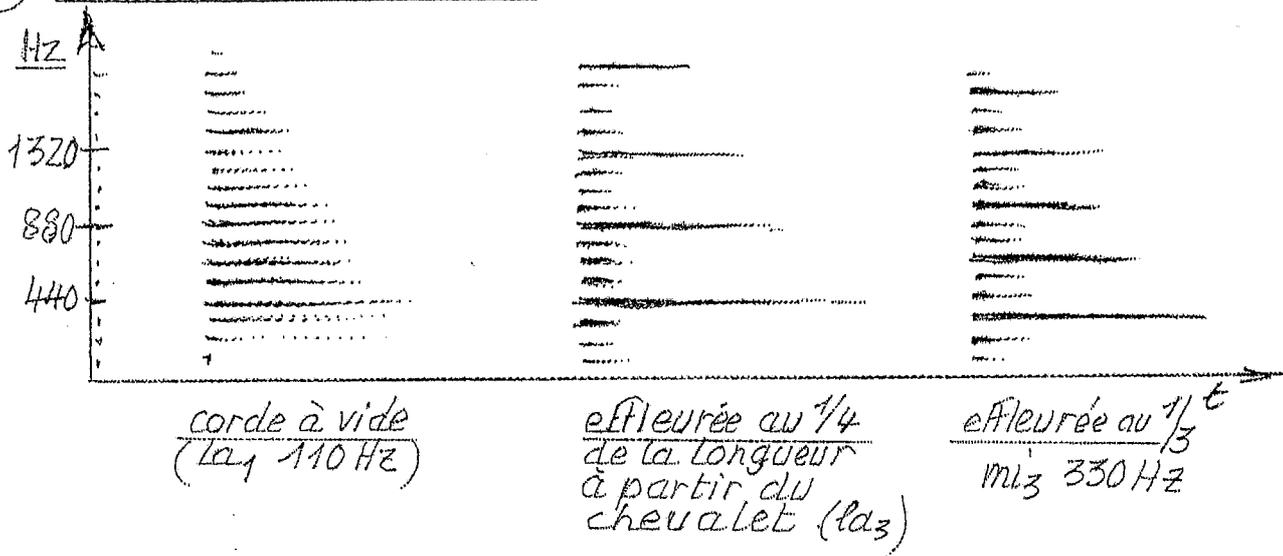
Tel qu'il est, cet instrument est donc très intéressant. L'exploitation des champs de liberté par le musicien nous a rempli d'étonnement, tant par la richesse combinatoire des effets réalisés que par la virtuosité. Malheureusement, un texte écrit ne peut en rendre compte... et nous espérons toujours pouvoir un jour adjoindre aux Bulletins GAM un disque souple portant des échantillons sonores, ce qui permettrait aux lecteurs lointains ou empêchés le jour de la réunion de se faire une idée plus précise de ce que signifient musicalement et acoustiquement de tels instruments.

Le mieux que nous puissions encore faire dans ces conditions est de donner schématiquement quelques exemples de sonagrammes.

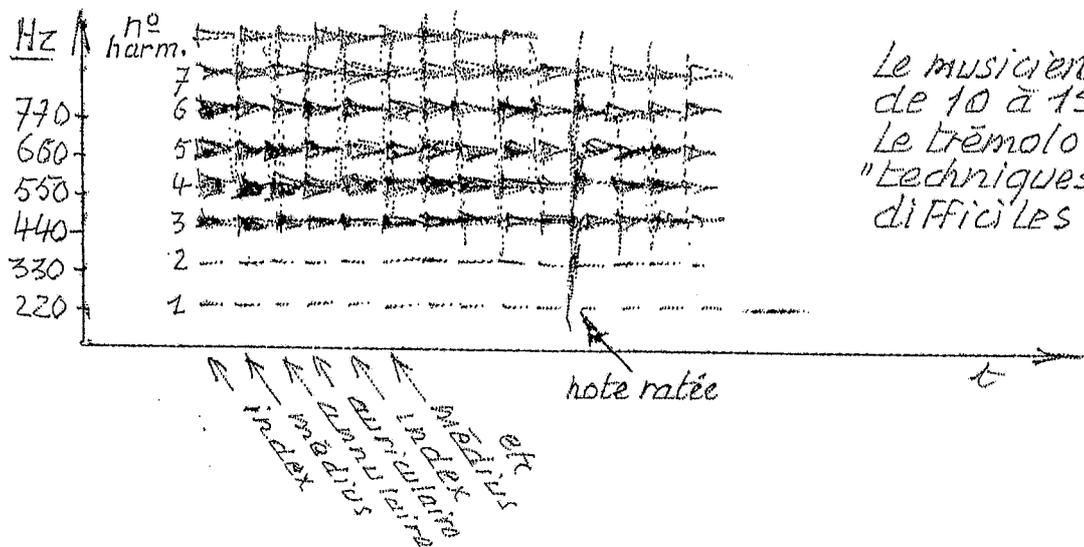
1°) Les 4 cordes à vide. Conformément à la théorie (fig. 15c), on vérifie effectivement qu'entre 0 et 500 Hz environ il n'existe strictement rien dans les spectres. Ainsi le

QUELQUES "TECHNIQUES" du jeu de P'IP'A

16a) HARMONIQUES ÉFFLEURÉS

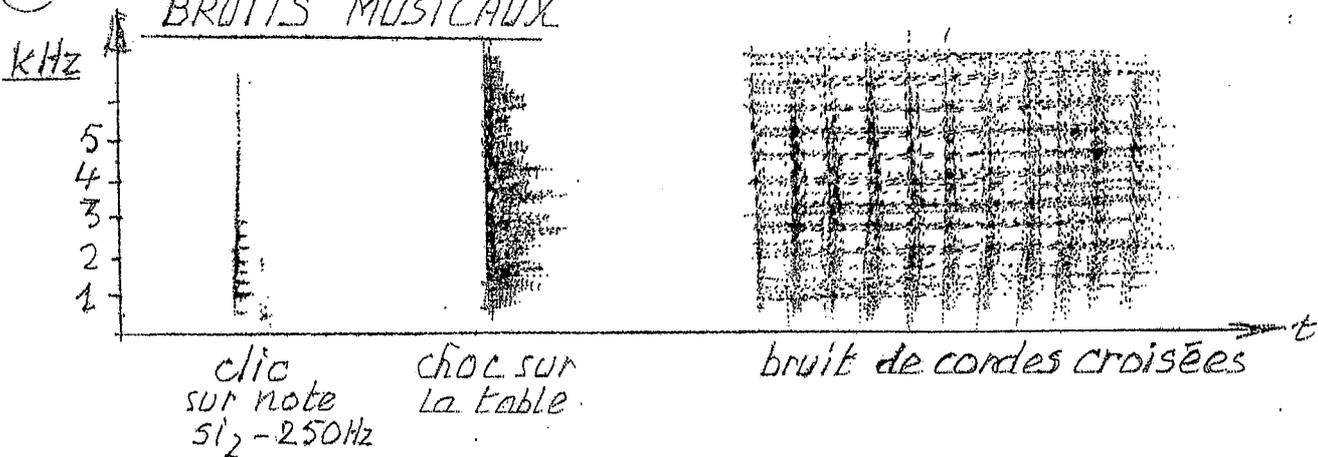


16b) TRÉMOLO



Le musicien pince la corde de 10 à 15 fois par seconde. Le tremolo est une des "techniques" les plus difficiles

16c) BRUITS MUSICAUX



fondamental et l'harmonique 2 sont absents pour la note la plus aigüe (la_2 , 220 Hz). Pour la corde la plus grave (la_1 , 110 Hz) on n'a, de même, ni fondamental, ni harmonique 2, ni harmonique 3 ni même d'harmonique 4. Rappelons que cela n'empêche pas du tout de percevoir la hauteur de la note. Le plus raisonnable est d'admettre que la perception de hauteur n'a rien à voir avec un comptage de la fréquence du fondamental. Il suffit de quelques harmoniques voisins intenses, situés n'importe où, pour percevoir la hauteur; celle-ci représente l'intervalle, la différence des fréquences entre deux harmoniques successifs, qui par définition, est égal au fondamental.

On vérifie encore sur ce sonagramme qu'au-dessus de 4000 Hz il ne reste plus grand chose mais la zone sensible de l'oreille est intégralement couverte. L'allure générale des sons est évidemment celle d'un spectre de corde amortie (type piano, clavecin etc...), où les harmoniques aigus disparaissent les premiers. La durée d'extinction est évidemment fonction de l'amortissement général du système mécanique de l'instrument. Si on ne les étouffe pas, les sons sonnent deux, trois secondes et davantage ici.

- 2°) Sons "harmoniques" effleurés (fig.16a). On effleure la corde en un point qui correspond au découpage de la longueur de corde en parties aliquotes, et on pince la corde. La "hauteur" du son ainsi réalisé correspond au segment de la corde entre le point d'effleurement et le chevalet. Mais le timbre est très particulier. Le sonagramme apporte de la lumière sur ces points. On vérifie que tout au début du pincement et pendant un temps très court (25 à 50 millisecondes) la corde vibre dans son entier, à la fréquence de la corde à vide. Puis vient le son proprement dit, qui est plus aigu évidemment, et qui correspond nécessairement au son du fragment de corde situé entre le point d'effleurement et le chevalet.

Exemple : Si on effleure la corde à vide la_2 , 220 Hz au quart de sa longueur, on entendra pendant 50 millisecondes le son grave de la corde à vide (220 Hz) et, ensuite, le "vrai" son, de fréquence 4×220 Hz, soit 880 Hz (la_4). Le transitoire donne donc à cette note sa couleur spéciale. C'est le même problème que celui de l'"harmonique effleuré" du violon, qu'il serait d'ailleurs préférable d'appeler "partiel effleuré"! Comme dans le violon, on peut aussi provoquer des "harmoniques artificiels effleurés". Un doigt, l'index par exemple, délimite une certaine note en appuyant la corde sur la touche; l'auriculaire, de son côté, effleure la corde en un point correspondant au découpage en parties aliquotes, par 2, 3, 4 etc... Le mécanisme est exactement le même; mais on peut produire ainsi n'importe quelle note en "harmoniques effleurés". Si... on est habile, naturellement, car il faut une grande précision pour le doigt qui effleure la corde, sinon cela ne "sonne" pas. Il faut aussi une grande délicatesse pour pincer la corde, et dans les passages rapides ce n'est pas facile de tout synchroniser correctement !

- 3°) Trémolo (fig. 16b). Il est obtenu en pincant une même corde successivement avec les 4 doigts de la main droite. On s'arrange pour que le découpage temporel soit le plus rigoureux possible. Il faut que la "reprise", après 4 notes (lorsqu'on revient à l'index), se fonde bien avec la "série" précédente. Techniquement cela présente une très grande difficulté. En trémolo, le musicien joue de 15 à 16 notes par seconde, et si on veut une certaine homogénéité de timbre, il faut pincer la corde au mieux au même endroit avec les différents doigts. Selon CHENG HUEI CHENG, il s'agit ici d'une "technique" des plus difficiles, et les analyses que nous avons faites montrent avec quelle maîtrise ce musicien arrive à faire son trémolo.

- 4°) Bruits variés (fig.16c). Une des caractéristiques de la musique de pipa, et à laquelle nous ne sommes guère habitués, sauf en guitare flamenco ou de J'zz, c'est l'exploit-

tafion systématique de "bruits" variés réalisés de diverses manières.

Ainsi, il arrive que le musicien pince la corde et la bloque immédiatement avec un doigt de la main gauche qui effleure la corde. Cela donne un petit "clic" ayant une certaine hauteur, que l'on pourrait, en guitare classique, confondre avec un "raté". Or ce n'est pas cela du tout, comme nous l'avons vérifié.

Un autre effet consiste à donner des chocs en divers points de la table, ce qui rejoint certaines techniques de guitare.

Le plus original et le plus curieux des effets est obtenu en faisant glisser une corde (ou deux, ou trois) sous les (ou "la") cordes suivantes. Lorsqu'on pince celle-ci, cela produit une espèce de "ferraillement", permettant de suggérer, par exemple la guerre en musique descriptive. Tout cela doit être fait très vite bien entendu et demande un long entraînement avant d'être exécuté correctement.

On pourrait multiplier les exemples, car il existe actuellement, pour le pipa, un très grand nombre d'effets particuliers, une centaine en tout. Leur combinatoire permet de réaliser une musique très riche et variée où, même si l'on n'est pas initié, on est obligé d'admirer la rapidité et la précision des gestes...

VI.- CONCLUSIONS GENERALES

Nous avons étudié, sous leur aspect acoustique et musical, divers instruments traditionnels chinois, dont l'"invention" remonte dans la nuit des temps.

Certains d'entre eux, comme l'ocarina et les orgues à bouche, représentent des "monstres" de la lutherie et sont d'un intérêt extraordinaire du point de vue théorique, en raison de leurs particularités originales de fonctionnement.

Nous avons insisté sur le fait qu'il fallait se défier de la simplicité apparente de certains d'entre eux, qui n'avait aucune commune mesure avec les résultats acoustiques et musicaux que peut en tirer un musicien entraîné et habile. Ces instruments possèdent très généralement des champs de liberté très larges, d'où une grande difficulté de jeu, car le musicien est obligé de faire un choix dans le champ des possibles, puis de le réaliser avec précision.

Insistons encore sur l'impossibilité, pour des instruments à vent à trous latéraux et des "cordes" de connaître à partir de l'instrument seul, la gamme est utilisée. La gamme est dans la mémoire des musiciens qui l'ont apprise par voie orale dans le milieu sociologique où ils vivent. C'est justement le drame actuel de nombreuses musiques ethniques, où, du fait de révolutions ou de guerres, les musiciens disparaissent sans laisser d'élèves. L'instrument, en vitrine de musée, ne sert alors plus à rien. L'essentiel est perdu, qui représente parfois des siècles de recherche empirique pour mettre au point des systèmes musicaux très élaborés. Un autre danger, non le moindre, est représenté par le pacifique "transistor". Même les musiciens authentiques des régions les plus reculées finissent par être "conditionnés" aux musiques occidentales. Il suffit qu'ils abandonnent alors leurs instruments traditionnels et "jouent leurs airs" au piano, au violon, à la guitare européens et voilà toutes ces musiques hybrides, d'intérêt discutable et souvent critiquées à juste titre, car ici on a perdu l'essence même des musiques traditionnelles authentiques. Nous avons constamment vérifié - et l'analyse sonographique le confirme - à quel point de raffinement certaines de ces musiques étaient arrivées. Or, il est évident que les structures musicales et le style des musiciens sont directement liés à la structure et au fonctionnement des instruments qui les produisent. Nous espérons avoir montré que certains d'entre eux méritent mieux que l'oubli, sur le plan des arts sonores et

...../

sur laquelle la théorie des instruments de musique. Ils méritent même une attention toute particulière relativement aux mécanismes de perception des phénomènes acoustiques qu'ils éclairent d'un jour singulier pour peu que l'on se donne la peine de se pencher sur eux et de les étudier avec une certaine humilité

o
oo oo
o

DONNEES HISTORIQUES ET MUSICOLOGIQUES SUR QUELQUES INSTRUMENTS
TRADITIONNELS CHINOIS

par TRAN VAN KHE

I.- GENERALITES

Nous avons le plaisir de vous présenter aujourd'hui, grâce à CHENG SHUI CHENG, quelques instruments traditionnels chinois que vous pouvez à la fois voir et entendre. Pour connaître un instrument, il ne suffit pas en effet d'en avoir une description minutieuse, fut-elle accompagnée d'un bon croquis; il faut encore avoir celui qui sait s'en servir selon la tradition !

Il s'agit ici d'une toute petite fraction des nombreux instruments de musique en usage en Chine, puisque Maurice COURANT en a décrit 156 en usage dans l'ancienne CHINE (bib.1). De même, dans les cahiers de recherche publiés par l'Institut de Recherche à PEKIN (bib.2) on trouve 142 planches sur les instruments de musique et 42 pages de textes musicaux. Enfin, un livre publié à TAIPEI par M. HOANG TI LEI conseillé par Prof. UANG TSAI PING (bib.3) donne la description accompagnée de photographies de plus de 60 instruments. Il est donc impossible de vous les présenter tous.

Les anciens Chinois, n'ont pas classé les instruments de musique en "vents", "cordes" etc., mais ont adopté une classification en 8 catégories, selon la prédominance de la matière sonore utilisée pour leur fabrication :

- La pierre. L'instrument type est le lithophone ou phonolithe ou carillon de 16 pierres.
- Le métal. L'instrument type est la cloche ou le carillon de cloches.
- Le bambou. Ce sont les flûtes, (flûte droite, traversière) hautbois.
- La soie. L'instrument type, le plus représentatif des instruments de musique, créé parait-il par l'empereur mythique FOU HSI 3000 ans avant J.C. est le CHIN (ou (KIN). C'est une cithare à 7 cordes.
- Le bois. Tous les instruments à percussion en bois : l'auge en bois, le tigre - dont l'épine dorsale est hérissée de 27 dents et qui sert de râcleur et d'instrument à percussion.
- La peau. On trouve ici tous les tambours; à une peau, à deux peaux, en sablier, etc..
- La calebasse. L'instrument type en est l'orgue à bouche, car le réservoir d'air à l'origine était une calebasse.

...../

- La terre cuite. Le sifflet globuleux en terre cuite appelé aussi "ocarina chinois", le HSIUN.

Nous ne suivrons pas l'ordre de cette classification et nous vous présentons plutôt les instruments en allant du connu vers l'inconnu, du familier vers l'étrange..

Pour chacun d'entre eux, nous vous donnerons quelques indications sur leur origine, sa distribution dans les pays asiatiques, et quelques particularités d'utilisation, la description et les techniques de jeu vous ayant été faite précédemment par M. LEIPP.

II.- LE BAMBOU

a) Flûte traversière (Le Ti). On ignore l'époque de son invention, les divers ouvrages n'étant pas tous d'accord sur ce point. Le Professeur LIANG TSAI PING pense que l'instrument a été créé sous l'Empereur HAN OU-TI (entre 190 et 87 av. J.C.) Maurice COURANT pense que le TI a une origine étrangère puisque, d'après les textes, l'empereur des HAN (LING TI) (167-189 av. J.C.) a apprécié une flûte traversière jouée par les Tartares. En tout cas l'instrument n'a jamais été mentionné ni dans les livres classiques, ni dans les livres canoniques.

On a parlé d'une autre flûte traversière, le TCHI utilisée dans l'antiquité. Donc le TCHI aurait été introduit en Chine sous la dynastie des HAN.

On trouve le même instrument en COREE, sous le nom de TANG CHUK venant de la Chine au XI^e siècle. Mais il existait déjà là une autre flûte, le TAI KEUM qui est plus longue, et dont le trou d'embouchure est énorme; le jeu en est d'ailleurs différent. Pour faire le vibrato, le musicien coréen, fait bouger synchroniquement les bras. ce que ne font jamais les flûtistes chinois et viet-namiens.

Au Japon, on trouve le RYOTEKI du Gagaku, flûte traversière sans "mirliton". On trouve aussi le NÔ KAN de la musique d' NÔ (bib.4 Bulletin GAM sur le NÔ).

Au Vietnam il existe le DICH d'origine chinoise vraisemblablement, puisque le nom de l'instrument s'écrit avec le même idéogramme.

On lit dans le Mémorial de la Musique, le HUE KI (bib.5) que "le son des instruments de bambou éveille une idée d'ensemble. Cette idée d'ensemble appelle celle de convocation ou de réunion. L'idée de convocation ou de réunion porte à rassembler les multitudes et, lorsqu'un prince sage entend le son des flûtes, il pense à ceux de ses officiers qui convoquent le peuple." C'est donc pourquoi nous commençons par les flûtes

Aujourd'hui la flûte traversière est jouée par les musiciens dans la musique de divertissement, comparable à la musique de chambre en occident - Elle est aussi employée au théâtre, dans les passages appelés YA TI, (la flûte élégante). Les YA TI sont des passages musicaux destinés à accompagner un acteur ou une actrice qui mime une scène. On a ainsi le YA TI de la couture, le YA TI de quelqu'un qui ouvre la porte etc...

A l'heure actuelle, la flûte joue un rôle très important dans le théâtre de la Chine du Sud. Comme le KING HOU (vièle à 2 cordes) dans le théâtre de PEKIN.

Dans la musique ancienne, sous la dynastie des T'ANG la flûte occupait une place non moins considérable : dans les orchestres de musique de Cour; ainsi, parmi les 938 musiciens on trouvait 120 flûtes traversières... Sous la dynastie des MING il ne reste que 4 flûtes traversières dans l'orchestre rituel.

...../

b) La flûte droite (le SIAO) qu'il ne faut pas confondre avec le PAI-SIAO qui est une flûte de Pan. C'est une flûte à encoche, antérieure à la flûte traversière dans l'histoire musicale de la Chine. On la trouve déjà dans la période de HAN OU TI. Aujourd'hui la flûte à encoche est moins jouée que la flûte traversière car elle présente plus de difficultés. De nos jours elle est parfois faite de métal (TONG SO). Des modèles similaires existent en COREE, au JAPON (Shakuhachi) et au VIETNAM (TIÊU). La flûte droite faisait partie des grands ensembles instrumentaux traditionnels. Sous la dynastie des MING, au XV^e siècle, l'orchestre qui jouait sur la terrasse comptait 12 Siao sur 96 instruments.

III.- LA TERRE CUITE

Le HSIUN, c'est-à-dire l'"ocarina", est toujours associé à la flûte TCHI; dans le CHE KING, livre canonique de la poésie, on ne trouve aucune indication d'origine. On trouve deux modèles différents :

- le YA HSIUN, grand "ocarina",
- le SONG HSIUN, petit "ocarina"

L'instrument fut introduit en Corée vers le 12^e siècle. Un empereur chinois de la dynastie des SONG, fit cadeau d'une série d'instruments de musique, parmi lesquels se trouvaient des HSIUN. Au VIETNAM, il fut introduit au XV^e siècle, quand les Vietnamiens ont étudié la musique des MING, vers 1431. On n'en trouve aucune trace au Japon. Autrefois l'ocarina faisait partie de la musique rituelle du temple de Confucius; de nos jours il est tombé en désuétude.

IV.- CALEBASSE

On ignore la date de l'invention du SHENG, l'orgue à bouche, mais on l'attribue parfois à l'empereur mythique NEUI KAWA, successeur de FOU HSI. On distingue deux types de SHENG : la PEI SHENG, orgue à bouche du Nord comportant 17 tuyaux; et le NAN SHENG orgue à bouche du Sud, à 13 tuyaux. On ne rencontre pas d'orgue à bouche dans les ensembles coréens. Au Vietnam il est mentionné dans les orchestres de parade avec cérémonies du Sacrifice au Ciel et à la Terre. Au Japon, c'est le SHO de l'orchestre du Gagaku. Le nom de l'instrument s'écrit d'ailleurs avec le même idéogramme. Certains tuyaux dans l'ancien SHENG Chinois comme dans le SHO Japonais sont muets. Leur rôle a été l'objet d'un article du Prof. KISHIBE.

Il ne faut pas confondre le sheng avec le khène laotien, dont les tuyaux dépassent la calebasse de part et d'autre, ni avec l'orgue à bouche des minorités ethniques du Vietnam, le NBOAT. Ici, le tuyau d'embouchure est en forme de pipe.

Le sheng est employé aujourd'hui comme instrument de virtuosité, à la manière de l'harmonica occidental ou comme instrument d'accompagnement de la flûte.

V.- SOIE

- Le CHIN est l'instrument à cordes en soie par excellence de la Chine. C'est une cithare à sept cordes, de très belle sonorité. Actuellement environ une vingtaine de musiciens à TAI PEI et 160 musiciens en Chine populaire savent encore jouer de cet instrument très apprécié mais très difficile à maîtriser : il faut au moins 7 à 8 ans d'apprentissage pour en jouer convenablement.

...../

Les 2 instruments de la classe de " La Soie ", que nous vous présentons aujourd'hui sont des instruments dits des "barbares", c'est-à-dire des "non chinois" ou HOU-CHIN. Ce sont, la vièle à 2 cordes et le Pi'Pa.

- La VIELE. elle fut probablement introduite en Chine sous la période de T'ANG TSAI TONG. Initialement, l'instrument n'avait pas sa forme actuelle; il s'appelait alors le TCHING HOU, utilisé pour accompagner les acteurs du théâtre National de Pékin.

La caisse de résonance, très petite, porte un manche avec deux chevilles. La mèche de l'archet passe entre les deux cordes. Une ligature permet de changer simultanément la hauteur des deux cordes : elle joue le rôle du capotasto en guitare. Un morceau de colophane collé sur la caisse, permet d'enduire la mèche de façon continue.

Dans la tradition vietnamienne, on joue assis par terre; le gros orteil permet d'amortir à volonté le son, de régler le timbre. En Chine, dans la manière moderne de jouer de cet instrument, on met celui-ci sur la cuisse; mais on ne peut alors plus modifier le son.... La position est peut-être plus élégante; mais on perd des effets sonores intéressants.

- Le PIPA. C'est un luth piriforme à 4 cordes en soie. Selon Maurice COURANT, l'origine reste très controversée; le pipa fut introduit ou inventé sous la dynastie de HAN OU TI (190 -87 avant J.C.). Selon d'autres, il aurait été contemporain de la muraille de Chine (III^e siècle avant notre ère). On aurait créé l'instrument pour une princesse chinoise de HAN qui devait se marier avec un prince "barbare", un KHAN de ou Souenu . Obligée de quitter la Chine, on lui fabriqua un pipa, instrument léger, facile à transporter et à jouer à cheval. Selon Maurice COURANT, le nom viendrait de "pi" (mouvement de la main pour pincer la corde vers le bas; et de "pa" pour le mouvement inverse.

M. KISCHIBE n'est pas satisfait de cette explication. L'instrument serait le descendant d'un luth en usage en Asie Centrale, appelé barbat en Perse. Partant de là, il aurait abouti en Chine par l'Inde, puis serait arrivé au Japon sous le nom de BIWA (Bibl.7).

Les anciens pipas avaient quatre "SIANG", 4 petites pièces en ivoire disposées sur le manche près du chevillier et qui ne servaient uniquement que d'ornements, puisqu'elles ne touchaient pas les cordes. La première note utilisée d'une corde, était à la quinte de la corde à vide.

Dans l'instrument moderne ces touches d'ivoire sont arrangées pour être utilisées dans le jeu instrumental; on a augmenté considérablement le nombre de petites touches, de façon à rendre tous les sons distants les uns des autres d'un demi-ton.

Sous la dynastie des T'ANG, les musiciens chinois employaient un très grand plectre, que les Japonais ont conservé pour jouer du BIWA à l'heure actuelle, comme le montrent les peintures de musiciens dans la grotte de TOUEN HOUANG.

Au Vietnam, on utilise un petit plectre, parfois les ongles des 5 doigts de la main droite.

Les cordes traditionnelles de soie ont été remplacées depuis 10 ans, en Chine, par des cordes d'acier. Pour jouer, on porte des ongles de métal. On a ainsi des possibilités de virtuosité, mais au détriment de la douceur du son.

La technique de jeu est d'une grande complication. On utilisait ainsi 22 "techniques" de la main droite (c'est-à-dire 22 effets) et 14 techniques de la main gauche. Dans le jeu moderne, il existe une centaine de "techniques", et l'on cherche

souvent à imiter la mandoline ou la guitare. Cependant, on introduit des fluctuations de hauteur en pressant plus ou moins sur les cordes entre les touches, ou en les poussant latéralement. On utilise beaucoup de "bruits" et des sons "harmoniques" etc.. bref, l'instrument est très riche en possibilités musicales.

Il est certain que le remplacement des cordes en soie par des cordes en métal modifie à la fois le caractère particulier du timbre. L'instrument que vous venez d'entendre est aussi passablement lourd et nous ne pouvons pas dire que sa sonorité corresponde exactement à celle du pipa traditionnel utilisé il y a un siècle. Mais dans l'ensemble on peut tout de même se faire une idée des possibilités musicales et de la virtuosité considérable que permet le pipa lorsqu'il est joué par un musicien ayant longuement travaillé son instrument.

On lit dans le "YUEKI", au sujet des instruments à cordes de soie : "le son des cordes en soie est un son plaintif. Un son plaintif éveille l'amour du devoir. L'amour du devoir porte à prendre une détermination".

Mon devoir, je l'ai accompli en vous présentant les instruments de musique et si je dois prendre une détermination c'est sûrement celle de céder ma place au musicien qui vous interprétera une pièce pour p'ip'â ..

o
oo oo
o

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - COURANT (M). La musique classique des Chinois. Encyclopédie de Lavignac - Tome I - Paris Delagrave 1913 - p. 77 - 241.
- 2 - TCHONG KOUO YIN YUE CHETS'AN K'AD T'OU P'IEN - 8 cahiers de planches représentant les instruments de musique. Pékin Fév. 1954-1959 (de 20 à 30 planches pour chaque cahier).
- 3 - CHINESE MUSICAL INSTRUMENTS - Tai' Pei 1960.- 80 photographies d'instruments.
- 4 - TAMBA (A), CASTELLENGO (M). - La Musique du théâtre Nô - Bulletin GAM N° 39 - Janvier 1969 - Edition interne Faculté des Sciences PARIS.
- 5 - MEMORIAL DE LA MUSIQUE YUE KI (in LI KI, Mémorial des Rites - traduit et annoté par le Père Séraphin le Couvreur) pp. 45 - 112.
- 6 - KISHIBE (S), THAYNOR (Léo M.). - On the four renknoun Pipes of the Sho (Mouth organ) used in Ancient Japanese Court Music. in Tôyô orgaku kenkyu. Journal of the Society for Research in Asiatic Music N° 9 March 1951 - pp. 26-53.
- 7 - KISHIBE (S) - The origin of the Pipa. The transaction of the Asiatic Society of Japan. Second Series, Vol. XIX; Tokyo Déc. 1940 - pp. 259-301.