

Charles Besnainou

LE LUTH

février
1973



n° 72

GAM

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

LES LUTHS

par Ch. BESNAINOU

0 - UN " CERTAIN LUTH "

Présenter aujourd'hui le luth comporte certaines difficultés sinon quelques incertitudes, dans la mesure où il s'agit de redécouvrir un instrument qui a subi une éclipse quasi totale de près de deux siècles.

Période durant laquelle les notions musicales, les archétypes esthétiques se sont profondément modifiés. Les archétypes qui sont aujourd'hui le fond social et culturel de notre société constituent un filtre au travers duquel nous sommes contraints de regarder un passé qui, à de multiples égards, n'est pas immédiatement accessible à notre expérience culturelle.

Tout le monde sait reconnaître un violon, distinguer une guitare d'une harpe, un piano d'un clavecin, et même saisir les finesses qui leur sont propres. Cela devient une toute autre chose dès qu'il s'agit d'une culture qui n'est pas la nôtre. Pour prendre un exemple, la musique indienne a développé des procédés qui pour nous sont considérés comme des parasites à éliminer : Le sitar indien a des cordes qui frisent !

Pour le sujet qui nous intéresse la difficulté peut sembler moindre à cause de l'apparente continuité historique.

De fait, l'éclipse du luth indique implicitement une rupture.

Pour donner un exemple, considérons les problèmes de la notation musicale, donc de l'interprétation. Des recherches récentes montrent que la notation musicale (17° - 18° siècle) ne peut être comprise qu'à la lumière de ce qui se pratiquait, c'est-à-dire qui se transmettait oralement. Par exemple : une succession de croches doivent être jouées avec des durées inégales, alors que la notation les indique égales (1). Imaginez le déchiffrage d'un tango par quelqu'un qui n'en a jamais entendu !

Nous avons donc dû, dans notre approche du luth, passer nécessairement par des phases qui correspondaient au conditionnement du moment. Une majorité de luthistes ont d'abord été guitaristes et, tant du point de vue technique que du point de vue sonore, ils ont été amenés à traiter le luth comme une guitare; l'instrument était une guitare à cordes doubles complétées de quelques basses supplémentaires avec des cordes de guitare (de 7 à 9 kilos de tension!). Il est symptomatique que nombre d'entre eux considèrent qu'il faut augmenter la tension des cordes pour être entendus dans de grandes salles (2)

Les luthiers eux-mêmes construisaient encore récemment des luths qui, du point de vue de la facture, des barrages, du timbre, étaient très proches de la guitare.

...../

(1) Antoine GEOFFROY DECHAUME : " Les secrets de la musique ancienne ; ENGRAMELLE : " L'art de la tonotechnie " - Paris 1775 .

(2) Le luth et sa musique, Colloque CNRS 1957 : Thomas BINKLEY : "... le problème est de construire des instruments capable d'être entendus dans de grandes salles " ... Julian BREM : " d'employer la construction traditionnelle et de l'améliorer en augmentant la tension des cordes." (p.34)

Bien vite (assez lentement tout de même, puisque nos premiers essais de facture remontent à 1963) des considérations techniques : résistance à la déformation, de jeu et d'interprétation nous amenèrent à chercher dans d'autres directions.

Le titre de ce paragraphe, un " certain luth ", signifie qu'aujourd'hui encore subsistent des divergences d'appréciations pour caractériser l'instrument dans ses grandes lignes.

Il faut ici donner la méthode avec laquelle nous avons essayé d'aborder le sujet.

- 1°) des preuves internes c'est-à-dire subjectives que nous nous sommes forgées à la lumière de notre connaissance et de la pratique de la musique du luth. Par exemple : dans la musique élisabéthaine pour Chant et Luth nous avons pensé que l'instrument devait avoir des basses qui chantainet comme des traits de violes sans toutefois couvrir le dessus qui devait être très clair pour l'intelligibilité du contrepoint(3).
- 2°) des preuves externes, c'est-à-dire celles concernant les documents originaux, les instructions des maîtres du luth, les instruments originaux, etc....
- 3°) la construction d'instruments pour permettre le raccordement des deux points précédents.
- 4°) études acoustiques des résultats obtenus.

Pour se faire une idée écoutons trois enregistrements :

- 1) Guitare - SEGOVIA
- 2) Luth - Julian BPEAM
- 3) Luth - Walter GERWIG

Les ressemblances et la différences sont manifestes, encore faut-il les voir ?

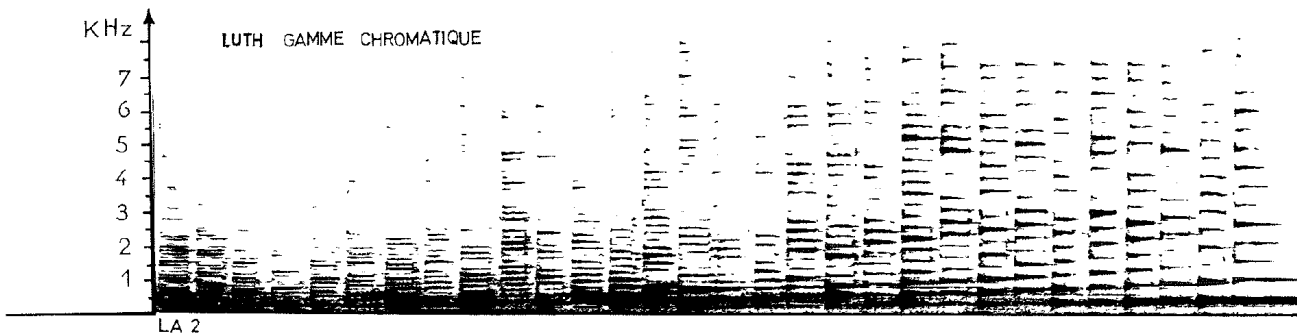
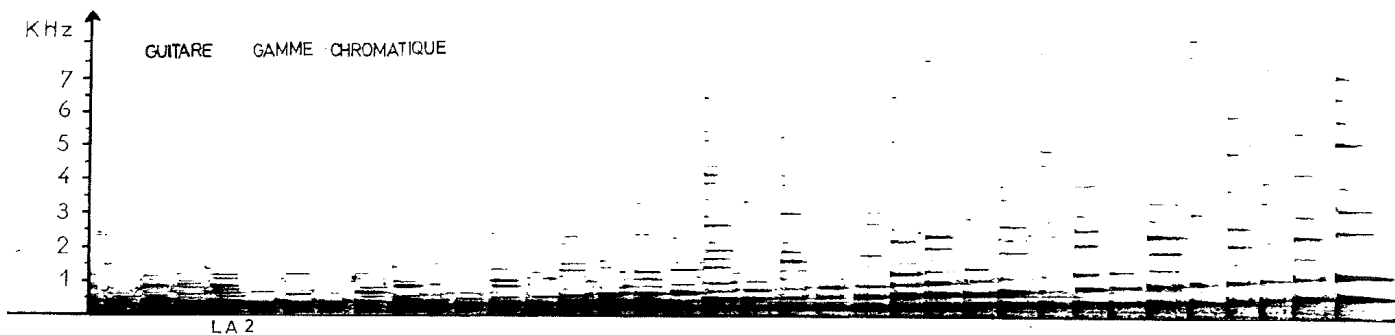
Pour cela nous avons réalisé lessonagrammes de deux instruments de bonne qualité, une guitare et un luth baroque sur lesquels nous avons joué des gammes chromatiques (fig.1).

L'analyse de ces sonagrammes montre une richesse beaucoup plus grande en harmoniques sur toute l'étendue du diapason pour le luth, alors que pour la guitare le son ne comporte pas ou peu d'énergie au-delà de 8000 Hz; en particulier le fondamental est plus intense pour la guitare que pour le luth.

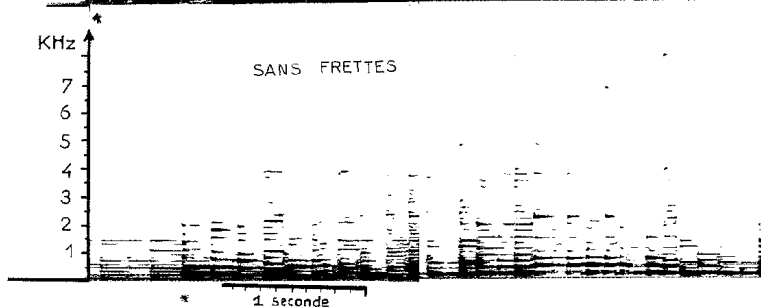
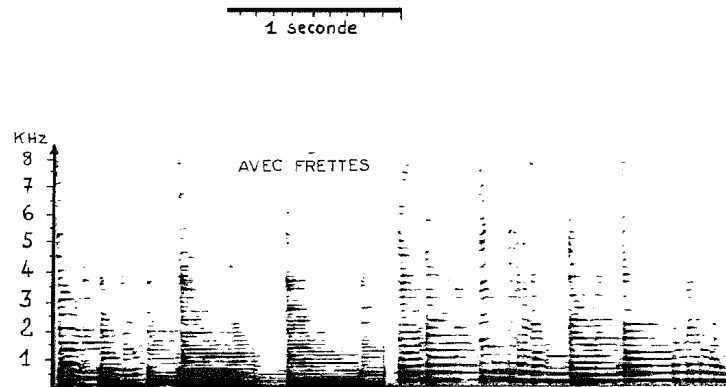
Ces différences constatées sur les sonagrammes nous ont conduit à faire l'expérience suivante : filtrer une bande magnétique de luth à 8000 Hz, puis faire successivement écouter la bande filtrée et la bande non filtrée. Dans la majorité des cas, même pour des professionnels, il y a confusion : le luth filtré à 8000 Hz est pris pour la guitare.

Dans cette expérience il a été tenu compte du morceau choisi. Dans notre exemple il s'agissait du Prélude N° 1 pour le Violoncelle de J.S. BACH, pièce connue des guitaristes et des luthistes. En effet si nous avions choisi une pièce typiquement

(3) Dans la préparation de ce GAM nous avons eu l'occasion de confronter ce point de vue avec celui de J. BREAM dans " le luth et sa musique ". "La principale beauté du luth réside dans le caractère soutenu des sons, la continuité de ces lignes mélodiques, comme c'est le cas dans tant de fantaisies et de ricercari, où il importe que la sonorité des cordes se rapproche le plus possible des voix humaines" (p. 34)



① Gammes chromatique
guitare, luth



1^{er} Accord dit "Viel Ton"

2^e Accord d'Adrien Le Roy par bémol: par bémol: par bémol:

3^e Accord employé par Anthoine Francisque (luth à 9 cordes)

4^e Accord dit "à cordes avallées" employé par Francisque, Bissard, etc.

5^e Accord employé par Mace

6^e Accord "Nouveau ou extraordinaire"

7^e Ton de la Chèvre

8^e Accord de Perrine, Baron: par bémol par bémol: le même que l'accord nouveau, ex 6^e

9 Accords pour la famille des Luttes allemands (d'après Mahillon)

Petit Luth octave ou Petit Luth soprano Luth soprano Laute Base Grosse 8^e Laute Grand Luth octave

② Les frettes donnent des transitoires d'attaque plus nets

③ Différents accords d'après L. de la Laurencie

du luth nous aurions semé quelques doutes.

Nous verrons plus loin que l'on peut penser de cette supercherie à propos des familles de timbres propres aux instruments d'une époque, en opérant de la même façon avec le clavecin, le piano ou avec la viole, le violoncelle.

1. - LES SOURCES

Une première difficulté surgit dans la découverte du luth : ce sont les documents eux-mêmes. En effet parmi les milliers, peut-être les millions d'instruments qui ont été fabriqués il ne reste aujourd'hui, dispersés dans les musées et les collections qu'un nombre désespérément faible de luths. E. POLHMAN (4) dans son catalogue de tous les instruments répertoriés arrive au faible chiffre de 230. Même si ce chiffre devait être doublé ou triplé par de nouvelles découvertes, l'échantillonnage reste très faible, et cela d'autant que les luths ont évolué de 5 choeurs jusqu'à 14 choeurs et que, naturellement, il y a peu d'unité entre eux.

Il faut donc faire les remarques suivantes :

- les instruments qui nous sont parvenus sont ils représentatifs ? On peut imaginer qu'ils ont survécu en raison de leurs piètres qualités musicales. N'étant pas joués ils ont eu moins à souffrir des transports, des coups etc.... Et même dans ces conditions la majorité, sinon la quasi-totalité, ne sont plus en état d'être joués.
- Les restaurations ont-elles été correctement effectuées ? On peut immédiatement répondre par la négative pour quantités de restaurations du 19° et du 20° siècle, en particulier à propos des chevalets. Certaines ont fait de véritables ravages comme cette transformation d'un Tieffenbrucker en guitare " vieux parois ". Sans oublier les restaurations d'époques : Thomas MACE (5) vers 1670 avait un Laux MELLER monté avec 13 choeurs, il est peu probable qu'ils fussent tous d'origine sachant que le luth de MELLER à la Renaissance ne comportait que 6 ou 7 choeurs; la table d'origine avec son barrage a-t-elle résisté ? (On peut faire confiance à Thomas MACE, lui qui conseille à tout luthiste de savoir détablir son instrument, pour révision générale au moins une fois par an.

2. - LES ORIGINES HISTORIQUES

Les instruments de musique à cordes pincées et à caisse plus ou moins piriforme sont vieux comme le monde; on en a relevé l'existence en Assyrie et en Egypte il y a bientôt trois millénaires.... Le nom du luth est donné d'une façon générale à tous les instruments de cette famille. Mais il n'en reste pas moins que pour les occidentaux, le terme de luth appelle un cas particulier : celui de l'instrument utilisé en Europe à partir du 13° et du 14° siècle.

L'ancêtre direct de notre luth est manifestement le oûd arabe connu depuis le 7° siècle.

...../

-
- (4) E. POLHMAN : Laute, Theorbe, chitarronne,
Die Lauten Instrumente, ihr musik und litteratur von 1500 bis zur Gegenwart
Ed. ERES - LILIENTHAL - BREMEN (1971).
- (5) Thomas MACE " Musick's Monument " 1676 Réédition Fac-Similé C.N.R.S. 1966.

Il est tout à fait probable que l'introduction du oud s'est faite à l'époque des invasions arabes, et c'est sans doute tel qu'il était alors (5 choeurs) qu'il fut adopté en Espagne, en France puis dans toute l'Europe. Pour s'en convaincre, une abondante iconographie nous montre des musiciens jouant sur des luths qui ne s'éloignent pas du tout du oud.

A l'origine, l'instrument semble avoir été adopté dans la configuration orientale, c'est-à-dire avec une touche étroite sans frettes et joué avec un plectre. Il faut dire battu par un " frappeur " : c'est l'exacte traduction du mot plectre en arabe. Cette technique de jeu met en évidence le style percussif de l'instrument. Aujourd'hui encore les musiciens parlent de " Bam " pour définir la sonorité de l'instrument dans le registre grave. Le oud convient admirablement pour la musique monodique, la touche lisse permet une variété extraordinaires d'ornements.

L'instrument européen va petit à petit se séparer du oud sous diverses influences.

- 1°) La mise en place de frettes confère à l'instrument des sons fixes, tout en donnant une plus grande clarté au timbre; ceci répondant aux nouveaux critères esthétiques qui préparent la polyphonie. La clarté du timbre rend plus intelligibles les voix, condition très importante dans le jeu polyphonique. Il est évident que cette évolution s'est faite au détriment de la possibilité de varier les hauteurs.

Pour mettre en lumière ces faits nous avons réalisé des sonagrammes montrant une courte séquence jouée sur un oud avec frettes, puis sans frettes (fig.2) Ce qui frappe immédiatement c'est, d'une part, le transitoire d'attaque très net et, d'autre part, la richesse en harmoniques du oud fretté tandis que le jeu normal (non fretté) montre des transitoires moins nets, plus flous et moins d'harmoniques. Mais on peut aussi constater que, dans le cas du oud fretté, le jeu est plus plat, à cause de l'impossibilité d'orner. Le transitoire d'attaque très net permet à l'instrument de porter plus loin .

- 2°) L'abandon du plectre pour la pulpe des doigts, qui est intimement lié à l'évolution musicale : le jeu avec les doigts permet la réalisation de notes simultanées (accords), en même temps qu'il rend le timbre moins percutant, ce qui contribue aussi à l'intelligibilité de la polyphonie.

Pour la musique du moyen âge l'usage du oud, joué avec ou sans plectre, permet de redonner la couleur sonore des danceries.

Il est probable que les deux techniques ont coexisté très longtemps. Il faut d'ailleurs remarquer que dans les ensembles de luths, les dessus et par dessus de luths, étaient joués au plectre tandis que la basse et le tenor étaient touchés avec la pulpe.

3 - L'AGE D'OR DU LUTH : LA RENAISSANCE

Jusqu'au 15° siècle le luth à 5 rangs de cordes, le plus souvent doublées à l'unisson - chanterelle simple se rencontre autant que la chanterelle double. C'est à la fin du 15° siècle qu'un 6ème rang complète l'instrument dans le grave. Dès cette époque le manche de l'instrument se distingue de celui du oud par sa plus grande largeur, permettant ainsi le jeu polyphonique. C'est probablement à ce moment qu'apparaît le cavalier de la chanterelle; en effet il se peut que cette architecture soit liée à l'utilisation d'anciens instruments auxquels les facteurs rajoutaient simplement une corde supplémentaire, le cavalier étant posé sur un des longérons du cheviller.

Les premières éditions contribuent à donner un puissant élan à la diffusion des connaissances, de la culture et particulièrement dans le domaine musical.

Il faut ici s'arrêter pour passer rapidement en revue les diverses méthodes de notations.

4 - LES TABLATURES

La tablature dans son principe traduit la position des doigts de la main gauche sur le manche, indépendamment de la hauteur des sons émis. C'est en quelque sorte une photographie instantanée; parallèlement est superposée une ligne rythmique donnant les indications du partage du temps, de même nature que notre code rythmique actuel.

Dans son principe, si cette méthode est extrêmement simple et permet aux débutants de sauter l'étape mentale de l'association d'une note de la portée à une hauteur puis à une position des doigts sur la touche, il n'en demeure pas moins que ce système de notation contribuera grandement à isoler les luthistes des autres musiciens : puisque tout système de tablatures, étant nécessairement adapté à son instrument, interdit aux autres musiciens de lire la musique.

Le problème se complique du fait de l'existence de plusieurs codes, et bien souvent de l'absence d'unité de ces codes.

- La tablature allemande :

C'est la plus ancienne. La grille du code est donnée par la fig. 4a. Le lecteur doit avoir en mémoire la totalité de la grille. On peut remarquer que les symboles du 6° choeur correspondent bien à une disposition additionnelle.

La lourdeur de cette notation apparaît immédiatement : il faut avoir en mémoire $6 \times 8 = 48$ signes.

L'augmentation du nombre de choeur et l'écriture polyphonique poussent à l'abandon de ce système pour la tablature française.

- La tablature française :

Son intérêt réside surtout dans un processus algorythmique pour l'identification des positions des doigts. (fig. 4b)

1) Les lignes parallèles sont en concordance avec l'audition, la corde la plus aigüe étant la plus haute.

2) Chaque case de la touche correspond à une lettre; les frettes sont indexés de " a " jusqu'à " " .

Avantage : il faut connaître l'alphabet latin (dans l'ordre si possible) et avoir une bonne vue ! Les indications rythmiques ne sont pas encore intégrées et surmontent la tablature. Pour les notes graves au-delà du sixième choeurs la figure est claire.

- La tablature italienne :

C'est une variante de la précédente avec les modifications suivantes : les lettres sont remplacées par des chiffres; la chanterelle est inversée : c'est la ligne la plus basse (fig. 4c).

Malgré ses inconvénients, l'usage de la tablature donne par sa simplicité la possibilité à tout le monde de jouer très rapidement du luth; de plus elle permet pour le musicien entraîné une rapidité de lecture qu'il est souvent difficile d'acquérir avec la notation moderne, surtout dans les fantaisies et de la Renaissance. De plus les transcriptions en notation moderne peuvent se concevoir de différentes manières (orthographe et contrepoint) le choix d'une orthographe modifiant le contenu musicale. Dans toutes les pièces, la connaissance de la tablature est indispensable.

5 - LA FAMILLE DES LUTHS

Comme plusieurs autres instruments, le luth appartient à une famille. A l'origine le luth à 5 choeurs; le luth à 6 choeurs devient l'instrument-Roi de la Renaissance. FRANCESCO DE MILANO, Albert de RIPPE ont laissé une oeuvre considérable que l'on peut regarder comme le sommet de la polyphonie au luth. Le 7° choeur est introduit par la suite en Angleterre, dans l'instrument de la période élisabéthaine.

Autour des années 1600 en France, l'instrument semble se stabiliser avec 10 Rangs. La famille comporte :

- le luth basse : Ré₁ Sol₁ do₂ mi₂ la₂ ré₃
- le luth ténor : Sol₁ do₂ fa₂ la₂ ré₃ sol₃
- le dessus de luth : Ré₂ sol₂ do₃ mi₃ la₄ ré₄
- le pardessus de luth : Sol₂ do₃ fa₃ la₃ ré₄ sol₄

Les théorbes, archiluths et chitaronnes sont une branche parallèle. Les cordes graves sont plus longues que les cordes aiguës ce qui nécessite des manches à deux étages de chevillers (parfois même quatre étages). Ces instruments ont le plus souvent 14 choeurs et servent à la basse continue.

L'accord du théorbe se différencie de celui du luth par les deux premières cordes à l'octave basse

Fa₀ Sol₀ la₀ Si₀ Do₁ Ré₁ Mi₁ Fa₁ Sol₁ do₂ fa₂ la₂ Ré₂ Sol₂

L'archiluth et le chitaronne ont le même accord que le luth (vieil ton). En fait l'archiluth est un luth complété dans le grave; les basses sont doublées à l'octave. MERSENNE signale des archiluths montés en cordes métalliques (laiton, cuivre, acier; se sont, dit-il " des épinettes expressives " (6).

Pour le Chitaronne, les basses sont beaucoup plus longues encore, et non doublées.

On peut s'interroger sur ces nuances qui ne remettent pas en cause l'air de famille, sinon l'esprit de famille.

- L'allongement des cordes graves était nécessité par la production de sons très graves, impossibles à réaliser avec des cordes trop courtes sans devoir en augmenter considérablement le diamètre (c'est-à-dire la masse). L'invention de la corde filée au début du 17° siècle permit de revenir à une moindre longueur. Tout en homogénéisant le timbre de l'instrument (les cordes trop grosses, donc d'une raideur non négligeable ayant un timbre sourd). D'autre part l'allongement des

...../

basses donnait un plus grand volume sonore, surtout avec les cordes de soie filées. Malheureusement ce procédé déséquilibre l'instrument au détriment du registre aigu les basses prenant trop d'importance relative. De ce point de vue le théorbe avec ses deux premières cordes " avalées " est parfaitement adapté à sa place dans le continu.

En général, pour le jeu intime les luthistes préféraient des cordes de même longueur, sauf pour les 12°, 13° et 14° choeurs.

L'originalité du chitaronne est dans la longueur de ses basses (environ 1,20 m) et dans l'absence de doublure, sur laquelle on peut s'interroger.

Les cordes graves sont en métal. Pour une hauteur déterminée, vu la longueur de la corde le diamètre reste relativement modeste. Nous n'avons pas eu le temps, de faire une étude sonographique, mais on perçoit de grandes différences à l'oreille. D'une part le métal a des modules d'élasticité bien plus grands que le boyau ce qui donne des vibrations longitudinales de la corde de fréquence très élevée; d'autre part l'attaque engendre un ébranlement le long de la corde, lequel se réfléchit aux extrémités avant que s'établisse le régime des vibrations transversales, ce qui contribue à enrichir le timbre et rend inutile la doublure à l'octave. On peut être assuré que l'on a affaire à un chitaronne ou à un archiluth ainsi.

L'anquélique est un luth à cordes simples dont l'accord est une suite diatonique.

Un cas particulier doit être fait pour la Vihuela espagnole. En effet alors que le oud est parvenu en Europe en franchissant les Pyrénées ce luth n'a eu aucun développement dans la péninsule Ibérique. Toutefois même si la Vihuela s'apparente à la guitare par sa forme, les 6 ou 7 choeurs accordés comme ceux du luth en font un luth à fond plat.

6 - LA PERIODE BAROQUE EN FRANCE

Vers les années 1630, alors que le luth est au fait de sa gloire et qu'il semble s'être stabilisé à 10 rangs de cordes accordées suivant

le " vieu ton " : Do_0 Ré₁ Mi_{b1} Fa₁ SOL₁ DO₁ Fa₂ La₂ Ré₃ Sol₃ - apparaît une série d'accords nouveaux ou extraordinaires tels que

Sol₁ Do₂ Fa₂ La_{b2} Do₃ Mi_{b3}

Sol₁ Do₂ Fa₂ La₂ Do₃ Mi_{b3}

Sol₁ Do₂ Fa₂ La₂ Do₃ Mi₃

Sol₁ Do₂ Fa₂ La₂ Do₃ Fa₃

La₁ Ré₂ Fa₂ La₂ Ré₃ Fa₃

Les accordatures modifient profondément le jeu de l'instrument.

On peut naturellement se demander sous quelles influences ces accords nouveaux ont vu le jour, d'autant plus qu'en règle générale, les musiciens ne se décident pas du jour au lendemain à modifier les doigtés, les habitudes et surtout un répertoire.

...../

Plusieurs trouvailles originales d'inventeurs sont restées inexploitées parce qu'il fallait aux musiciens réapprendre leurs instruments, essayer de modifier les goigtés de la clarinette et vous verrez ?

Le " vieu ton " régnait déjà depuis plusieurs siècles. Pourtant en quelques années - 10 ans au plus - le nouveau ton - La Ré fa La Ré fa (intervalles 4 3 3 4 3) surplantera le vieu ton (4 4 3 4 4).

Au premier abord la tessiture des 6 premiers choeurs est amputée de 2 tons (deux octaves et une quinte) ce qui ne semble pas un gain par rapport au vieu ton (trois octaves). Ce n'est donc pas à l'étendue du nouvel accord qu'il faut s'attacher.

Il semble plutôt que cette modification profonde, qui entraînera des conséquences, corresponde (réponde) aux recherches tonales et harmoniques des musiciens. Pour comprendre cela il nous faut faire un petit détour. Si l'on passe en revue les différentes tonalités pratiquées sur le vieu ton, on s'aperçoit que leur nombre est assez limité - Do, Fa, Sol, Ré, Si_b, Sol mineur, Do mineur, Ré mineur, La_b mineur - C'est d'ailleurs un problème beaucoup plus général qui touche tous les instruments à sons fixes (clavecin, orgue, viole, etc...) et qui est en relation directe avec la notion de tempérament.

Sans entrer dans des détails théoriques (8) qui nous entraîneraient trop loin, le défaut de ces tempéraments - division de l'octave - est que certains intervalles justes dans une tonalité deviennent tout à fait inaudibles dans d'autres.

Le problème devenait aigu dès qu'un claveciniste devait accompagner un autre musicien dans une tonalité dissonante selon l'accord du clavecin. L'accompagnateur avait alors la ressource, pour masquer les intervalles dissonants, de briser les accords ou bien encore de truffer d'ornements la pièce afin de véritablement tromper l'oreille de l'auditeur - le jeu Rubato cher à nos luthistes du 17^e siècle est peut être issu de cette nécessité.

Toujours est-il que ces problèmes de tempéraments, d'utilisation de tonalités nouvelles, vont vivement intéresser les théoriciens et les musiciens, et au premier plan les luthistes qui vont avec leurs moyens assurer ... de nos jours, on dit : la " crise ".

Il faut ici faire quelques remarques à propos du vieu ton - 4 4 3 4 4 - les quartes ne posent pas de problèmes d'accord, elles sont justes; mais la tierce majeure un peu grande va introduire un décalage.

MERSENNE indique pour l'octave une division strictement égale (sur une seule corde); en fait tout se complique quand il faut faire un accord. Plusieurs octaves sont fausses, en particulier sur la 3^e frette avec le 4^e choeur qui est séparé des 3 premiers par une tierce un peu grande.

MERSENNE montre d'autre part l'intérêt des frettes mobiles en particulier pour corriger la justesse de la tierce majeure : ou de la tierce mineure qui se fait sur la position " c " du manche, c'est-à-dire la troisième frette (9).

...../

- (8) Voir GAM N° 61 : " Le tempérament " par M. LEGROS, ou " Tuning and Temperament " by J. Murray BARBOUR (Da Capo Press N.Y. 1972).
- (9) MERSENNE H.U. (p. 55) : " Je remarqueray seulement en faveur de ceux qui font les luths, et qui les touchent, que la touche C fait le ton mineur contre la corde à vide, et que s'ils veulent faire le ton majeur, il faut hausser la touche jusques à la ligne ponctuée qui est sur la ligne C... -
p.54 un dessin illustre l'opération sur un monocorde.

guitare

(T) Do M	(T) La M	(T) Sol M	(T) Mi M	x(T) Re M

guitare

x Do m	(T) La m	Sol m	(T) Mi m	x(T) Re m

luth
renaissance

Mi b M	(T) Do M	Si b M	(T) Sol M	(T) Fa M

luth
renaissance

x Mi b m	(T) Do m	Si b m	(T) Sol m	(T) Fa m

luth
Baroque

(T) Re M	(T) Si b M	(T) Sol M		

luth
Baroque

(T) Re m	(T) Si b m	(T) Sol m		

3) Tableau comparatif des accords, le (T) indique les mécanismes transposables

Donc en toute rigueur - et cela est particulièrement sensible pour les violes - il faut réajuster les frettes à chaque nouvelle tonalité (10)

...../

(10) Nous avons recherché d'autres tempéraments du luth. Celui publié :

a) par Robert DOWLAND dans " Variety of Lute lessons ", en 1610, est fort intéressant pour les oreilles qui recherchent l'authenticité ! Il est particulièrement horrible pour nos oreilles tempérées égales. Voici la division de DOWLAN :

	<u>longueur de la corde</u>		<u>lettre de la tablature</u>
o)	A Z		
1)	$\frac{A Z}{2} = A N$	donne	N
2)	$\frac{A Z}{3} = A H$		H
3)	$^2 \frac{A H}{11} = A B$		B
4)	$\frac{A H}{3} = A C$		C
5)	$\frac{A N}{2} = A F$		F
6)	$\frac{F H}{2} = F G$		G
7)	$^3 \frac{A B}{2} = B D$		D
8)	$\frac{D F}{2} = D E$		E
9)	$\frac{B Z}{3} = B I$		I
10)	$\frac{C Z}{3} = C K$		K
11)	$\frac{D Z}{3} = D L$		L

b) On peut réaliser un tempérament inégal que nous trouvons très agréable comme suit :

- On accorde les quarts justes : Sol₁ - DO₂ puis DO₂ - Fa₂ ensuite le double octave Sol₁ - Sol₃ et de nouveau les quarts Ré₂ Sol₃ et La₃ Ré₂.
- La 5ème frette est donnée par la quarte juste sur l'une quelconque des cordes.
- La 3ème frette est donnée par l'octave Do₂ à vide avec Do₃ sur le 3^o choeur.
- La 1ère frette est donnée par l'octave Si_{b1} 6^ochoeur 3^o frette avec Si_{b2} 3^o choeur 1ère frette.
- Le 2^o par Sol₂ 4ème choeur 2ème frette et Sol₃ à vide.

...../

Il faut donc voir la raison du nouveau ton dans les recherches de tonalités extraordinaires. Et c'est bien sur le luth que les premières tentatives eurent lieu - Fa \sharp mineur ton de la chèvre, Mi mineur, Do \sharp mineur, Si_b mineur (voir en particulier le Prélude dans tous les tons de Bocquet).

A ce propos, comparons les mécanismes d'accords qui par translation et barré sur le manche engendrent de nouvelles tonalités (fig.6).

...../

(10) suite de la page 9

f) La 4^o frette est donnée par l'unisson La₂ 4^o choeur 4^o frette - La₂ à vide.

g) La 7^o frette est donnée par la quinte juste etc..

avec cette méthode on a réalisé un tempérament pythagoricien qui convient parfaitement aux tonalités du luth et à notre oreille moderne (voir fig 5 a - b - c).

c) Tempérament du luth baroque :

Le caractère remarquable du timbre du luth baroque réside dans le timbre enrôlé - on parle souvent à propos du nouveau ton : du ton enrôlé - et nazillard. Ce timbre est propre à l'accord lui-même, ce caractère disparaît si l'on passe du nouveau ton au vieux ton sur le même instrument.

Nous nous sommes intéressés aux diverses manières d'envisager le tempérament du luth baroque. Pour nous il ne fait pas de doute, bien qu'aucun document ne nous soit parvenu, que nos chers luthistes baroques attachaient au tempérament une grande place; nous en voulons pour preuve les multiples indications transposées à partir des modes anciens : Dorien, Lydien, phrygien, etc... qui étaient adaptés à un caractère ou un sentiment.

Et ici le tempérament permet d'enrichir le caractère musical. Il nous semble que ce qui est traduit par des observateurs non initiés comme des manies (déplacement de frettes, retouche de l'accord, etc...) correspond au contraire à la recherche du tempérament le meilleur pour le morceau.

Nous avons donc essayé de rechercher avec les données de notre conditionnement actuel un tempérament. Il faut tout de suite constater que pour un tempérament du monocorde strictement égal (raison¹² $\sqrt[12]{2}$) on obtient un timbre très enrôlé.

Nous avons recherché un tempérament de la manière suivante :

- 1) sur les cordes à vide on accorde la quarte La Ré juste
- 2) la sixte La Fa juste et ensuite on place les frettes pour réaliser les octaves justes.

On constate que le timbre tout en restant enrôlé s'élargit et surtout le caractère des différents accords se modifie prodigieusement, par exemple entre LA m et Sol m, on constate aussi que ce tempérament est faux pour les tonalités avec une armature chargée en dièse (Mi M, Fa \sharp -m) et qu'il faut retoucher les octaves des notes altérées.

...../



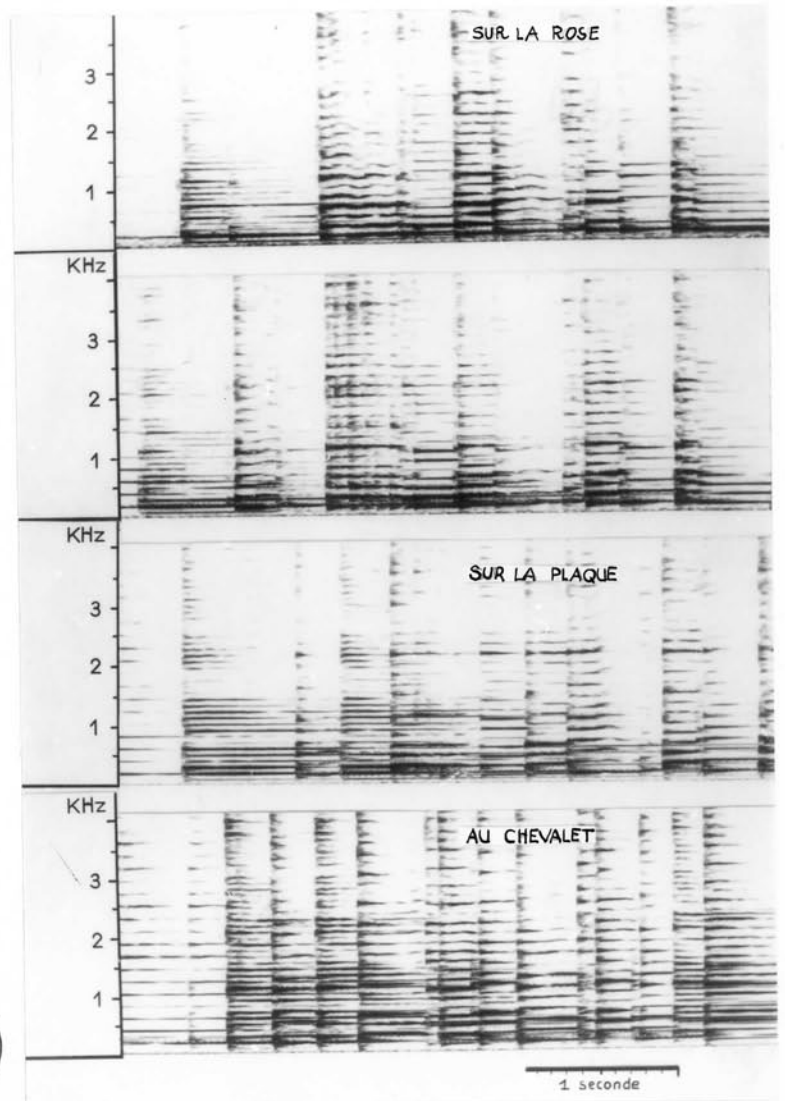
7a Attaque du pouce



7c appui du petit doigt sur la chanterelle dans le jeu pouce-index dans le grave



7b appui du petit doigt sur la table dans le jeu pouce-index



Oùd : jeu en éloignant l'attaque du chevalet

7a

Pour le luth Renaissance - vieux ton - cinq mécanismes majeurs (Mi₁, Do, Sol, Si_b, Fa) dont seulement trois sont transposables par barré (Do, Sol, Fa); cinq mécanismes mineurs dont trois transposables (Do m, Sol m, Fa m).

Pour le luth baroque - nouveau ton - trois mécanismes majeurs (Ré, Si, Sol) tous transposables et trois mécanismes mineurs (Ré m, Si m, Sol m) tous transposables.

Il y a donc une simplification des doigtés, et surtout la possibilité de transposer relativement facilement. A l'usage l'accord baroque est plus avantageux pour réaliser la basse chiffrée.

Bien que nous n'ayons pas trouvé de documents concernant le tempérament du luth baroque, on peut imaginer sans erreur que les musiciens modifiaient suivant les modes le frettage de leur instrument. Nous en voulons pour preuve le vieil adage qui dit qu'un luthiste passe la moitié de sa vie à accorder son instrument. Mis à part les conditions climatiques, un instrument bien construit tient parfaitement son accord. On peut donc penser que pour les luthistes l'écriture d'une pièce en mode Dorien ou en mode Lydien - chaque mode ayant son caractère - impliquait un déplacement des frettes. Une parenthèse à propos de l'accord actuel de la guitare (Mi₁ La₂ Ré₂ Sol₂ Si₂ Mi₃ - 4 4 4 3 4) où la tierce majeure n'est plus entre la 3^e et la 4^e corde mais entre la 2^e et la 3^e. Cette disposition a l'avantage de rejeter les intervalles trop faux dans des tonalités inusitées sur la guitare (Mi_b, Do[#]m, etc...) bien que le problème de la troisième frette continue d'exister. De plus les cinq mécanismes d'accords (Do La Sol Mi Ré) et (La m, Mi m, Ré m) sont tous transposables. En fait cet accord permet une meilleure utilisation des tonalités (Do, La, Sol, Mi, Ré, Fa, La m, Mi m, Si Mi Si m) sans avoir à déplacer les frettes, ce qui justifie les sillets fixes en laiton.

7 - LE JEU

Une difficulté surgit immédiatement et elle est insurmontable le manque de documents sonores ! Reste les tentatives de reconstitution à la lumière des enseignements des maîtres .

Comparativement à la quantité de pièces qui nous sont parvenues, les méthodes proprement dites sont peu nombreuses et bien souvent leurs instructions sont le plus souvent sommaires.

Déjà Perrine se plaignait de ce manque, reprochant aux luthistes de garder leurs secrets qu'ils ne transmettaient qu'oralement.

Il existe malgré tout quelques instructions fort utiles comme celle d'Adrien LEROY, Thomas ROBINSON, Thomas MACE, pour ne citer qu'eux, qui nous donnent des indications très précieuses.

On ne peut ici que se limiter aux problèmes techniques. Ils permettent néanmoins de se faire une idée.

Sans faire ici un catalogue de toutes les instructions, il nous semble utile de relever l'usage permanent de la pulpe au lieu de l'ongle (sinon dans les consorts : MACE) et surtout de l'appui du petit doigt de la main droite sur la table, plus ou moins près du chevalet (fig. 7 a b c).

Il faut se garder dans ce domaine de pousser la systématisation à la caricature. Incontestablement dans certains traits l'appui du petit doigt assure une grande stabilité de la main droite et une sonorité bien mieux contrôlée, surtout dans le jeu avec pulpe.

Une telle technique suppose des tensions de cordes pas trop importantes.

Par contre il semble difficile de généraliser pour le luth baroque. L'écart entre le 13° et le 1° choeur atteignant 18 cm, il est difficile de maintenir le petit doigt sur la table lorsque les autres doigts doivent chercher les cordes graves.

Nous avons réalisé d'intéressantes comparaisons entre jeu buté et non buté; qu'attaques pulpe et ongle (fig.9 et 10); variations du spectre suivant le lieu d'attaque de la corde (fig. 8 a b).

La fig.8 montre que la place où l'on attaque la corde modifie la physionomie spectrale : près du chevalet toutes les harmoniques sont présentes; vers le milieu de la corde on remarque la disparition des harmoniques de rangs pairs (son plus creux). Cette expérience justifie l'attaque entre la rose et le chevalet, prescrite dans toutes les instructions : le spectre du son est plus riche, il porte mieux.

La fig. 9 met en évidence dans le jeu buté un renforcement des premiers harmoniques, tandis que le jeu non buté donne un spectre plus homogène qui porte plus loin. Nous avons constaté que lorsque le spectre du son est renforcé dans le grave, l'impression locale (celle du musicien) est d'une plus grande puissance que dans le son non buté; en revanche à 15 ou 20 mètres c'est le son le plus homogène qui émerge, alors que localement il ne paraît pas très puissant.

Pour le jeu pulpe-ongle les différences sont encore plus marquées, en particulier en ce qui concerne les transitoires d'attaque, très nets avec les ongles, mais mieux contrôlés avec la pulpe qui permet plus de nuancer. On peut remarquer aussi que le jeu avec ongle renforce les premiers harmoniques, ce qui donne un timbre plus grave, alors que le jeu avec pulpe permet une sonorité plus claire (11).

8 - LE TIMBRE

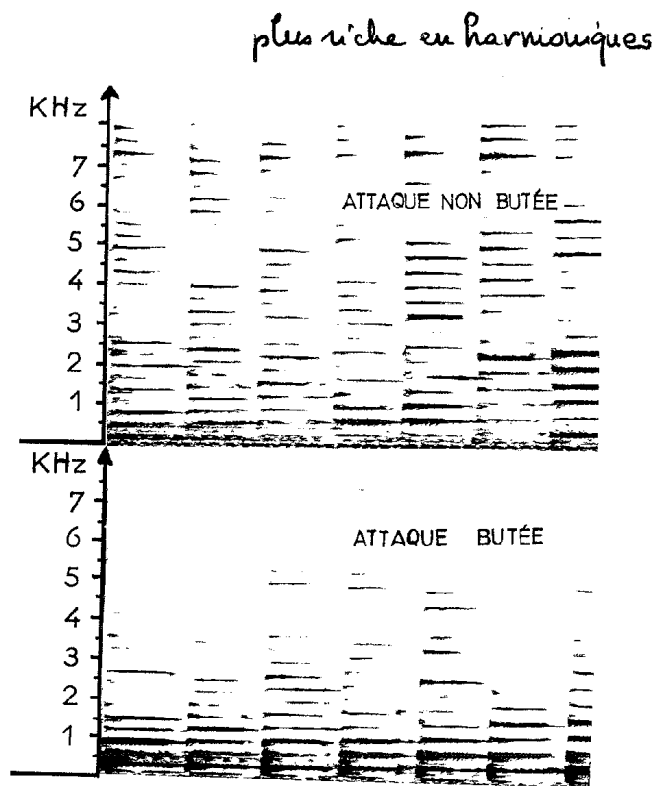
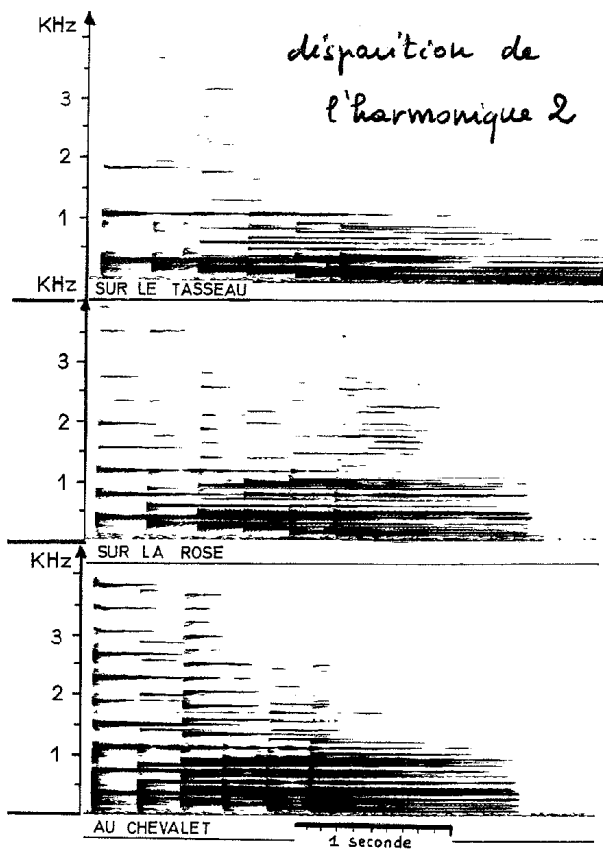
Peut-on caractériser le timbre du luth ? Nous avons vu plus haut que les différences entre timbres pouvaient être analysées spectralement. Mais il reste encore trop d'inconnues pour pouvoir associer tel ou tel timbre à tel ou tel formant sur le sonagramme. Nous ne pouvons donc donner ici que des indications tout à fait subjectives relatives à notre propre conditionnement. Il y a aussi un problème de perception : en effet l'audiogramme peut varier considérablement d'un individu à l'autre.

On peut néanmoins définir certains éléments. En particulier on recherche :

- 1) un timbre très clair, c'est-à-dire un spectre très riche en harmoniques.
- 2) un transitoire d'attaque aussi court que possible. Cette deuxième condition est déterminante dans l'établissement des modes de fréquences élevés.

...../

(11) Sur la guitare le jeu avec pulpe, du fait des cordes très tendues, donne le résultat inverse, l'attaque onglée devenant alors plus claire (transitoire d'attaque). Ces données nous permettent de comprendre un peu mieux les querelles entre " onglistes " et " pulpistes ", les onglistes représentant le courant " moderne " c'est-à-dire l'augmentation de la tension des cordes, tandis que les pulpistes restent attachés à une esthétique vieillie des cordes peu tendues : il s'agit en fait de questions techniques et esthétiques.

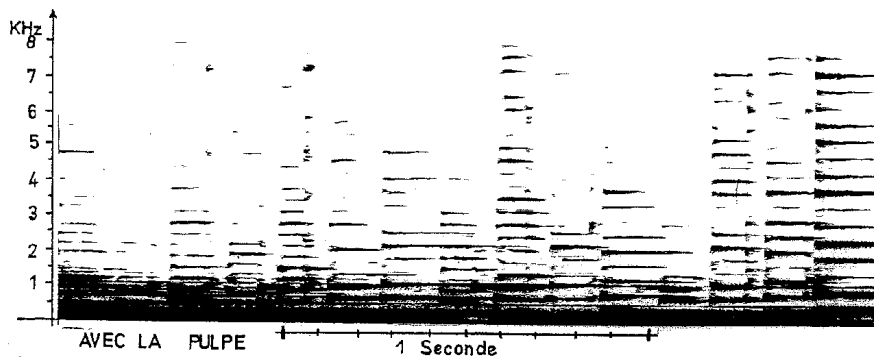
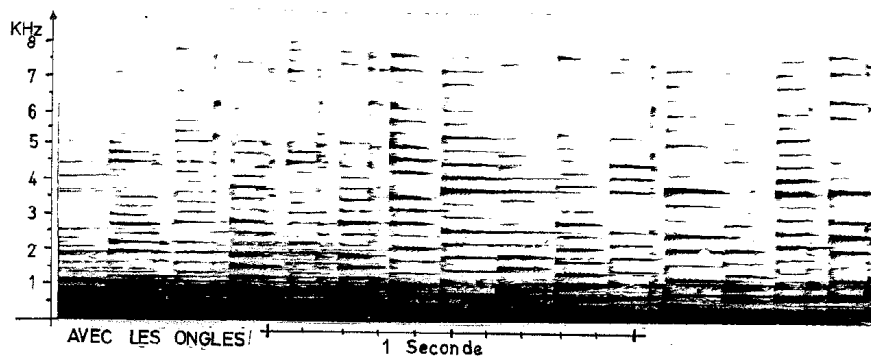


8b

Luth : variation du point d'attaque de la corde - Depuis le chevalet jusqu'au tasseau.

9

L'attaque butée renforce le timbre grave



10

Avec les ongles : jeu plus intense, plus homogène son clair.

Avec la pulpe : Grande variété de nuances de timbre d'une note à l'autre.

Il ne faut donc pas prendre à la lettre les définitions suivantes :

- Fin du Moyen âge - 5 ou 6 choeurs : timbre grave et rond, percutant, proche du oud actuel (qui a conservé l'originalité de facture depuis plusieurs siècles).
- Renaissance - 6 ou 7 choeurs : timbre rond et homogène, pas de bruit de percussion, intelligibilité de la polyphonie.
- Pré-baroque - 10 choeurs : timbre très clair, très léger.
- Baroque français - 11 choeurs : timbre très clair, peu d'énergie dans le fondamental, timbre nazillard, très délicat.
- Baroque allemand - 14 choeurs : viscéral !

A propos du timbre des instruments des 17^e et 18^e siècles nous avons fait les remarques suivantes : si l'on reprend l'expérience du filtrage des fréquences au delà de 4 000 Hz pour le clavecin, la confusion avec le piano est évidente; pour la viole la confusion avec le violoncelle est possible mais moins claire.

Luth, viole et clavecin ont en commun des transitoires d'attaques très brefs faisant apparaître un partiel aigu avant le fondamental; sur la viole, en particulier, le musicien cherche à accrocher la quinte. Alors que guitare, violoncelle, piano ont des transitoires d'attaques plus lents et un fondamental plus important, avec un spectre moins riche en harmoniques aigus

9 - L'EXTINCTION

Laissons la parole à André TESSIER (12).

..... " Les luthistes, les " luthériens " comme ils s'amusaient à s'appeler entre eux sont une secte. Ils n'ont point fait de schisme musical sans doute, bien que leur musique (....) ait des caractères à elle très particuliers, mais ils forment tout au moins une façon de franc-maçonnerie dans le monde des musiciens. Leur écriture, leur tablature si spéciale, lisible sur leur instrument seul, im-pénétrable au commun des musiciens, les devaient isoler et porter à faire Société à part. Ils en sont fiers et sont heureux que leur art ait un langage qui ne tient rien de celui du vulgaire, dans son système graphique au moins. Les faiblesses mêmes, les incapacités de la tablature qui ne sait noter la musique avec la précision qu'a l'écriture courante, leur paraissent des avantages. Avec leur système, n'est-il pas vrai qu'ils pourront non seulement jouer du luth sans savoir beaucoup de musique, mais même, ô miracle, écrire pour leur instrument sans être fort versés dans l'art de la composition musicale. Etre loin du grand nombre a de puissants attraits pour les esprits raffinés, leur tendance à l'originalité fait les zéloteurs des cultes rares. Ceux-ci maintiendront leurs rites jusqu'au bout envers et contre tous, bien qu'ils aient contribué à l'abandon du luth, qui se trouvait incapable d'entrer dans un concert, en jouant la musique de tout le monde. Un des leurs PERRINE, pourra bien essayer, craignant à la fin du siècle ce retour de la mode, de faire lire aux luths la musique ordinaire, il ne sera pas suivi. "

(12) " La Théorie des Dieux et autres pièces de luth de Denis GAULTIER " par André TESSIER. Publication de la Société française de musicologie - Introduction (p.32).

Il nous suffira d'ajouter que l'assaut bruyant des violons contribuera définitivement à couvrir la voix tenue du luth; c'est dire qu'une époque disparaît pour laisser place à une nouvelle période esthétique, où le goût, la mode vont imposer une nouvelle sensibilité.

Ici le témoignage de Thomas MACE (13) ne manque pas d'éloquence et d'émotion. Le vieil homme au crépuscule de sa vie engage un dernier combat pour préciser ce qui pour lui est l'essence de la musique : le luth et la viole, les instruments graves et intimes.

L'Allemagne utilisera encore le luth jusqu'au milieu du 18^e siècle.

10 - L'INSTRUMENT

La fig.11 donne l'image d'un luth baroque à 13 choeurs. Une théorbure soutient les deux choeurs graves. Dans sa facture moderne le luth baroque possède 14 choeurs afin de pouvoir jouer l'unique pièce autographe J.S. BACH.

Il faut noter le nombre de côtes (ou éclisses) - 21 - C'est un maximum, le minimum étant 7. Le chevalet est collé sur la table.

Le poids de l'instrument est remarquable, en général inférieur au kilo : 800 - 950 gr; au delà de 1300 gr il faut émettre des réserves. Certains modèles pèsent moins de 650 gr.

L'instrument est d'une grande fragilité. Songez que la coque est constituée de côtes d'environ 1 m/m d'épaisseur collées bord à bord et que la table fait au maximum 2 m/m d'épaisseur. La rigidité est assurée uniquement par la forme en oeuf. Avec 24 cordes à 5 kg de tension (ce qui est un maximum), le chevalet (sur 30 cm²) et la table doivent résister à 135 kg ! On comprend pourquoi si peu d'instruments ont survécu.

Il faut dire ici que la tendance générale à l'augmentation de la tension des cordes des instruments (de tous les instruments), correspondant aux nécessités des virtuoses et surtout à l'évolution du goût (*), a été fatale au luth.

11 - CONSTRUCTION

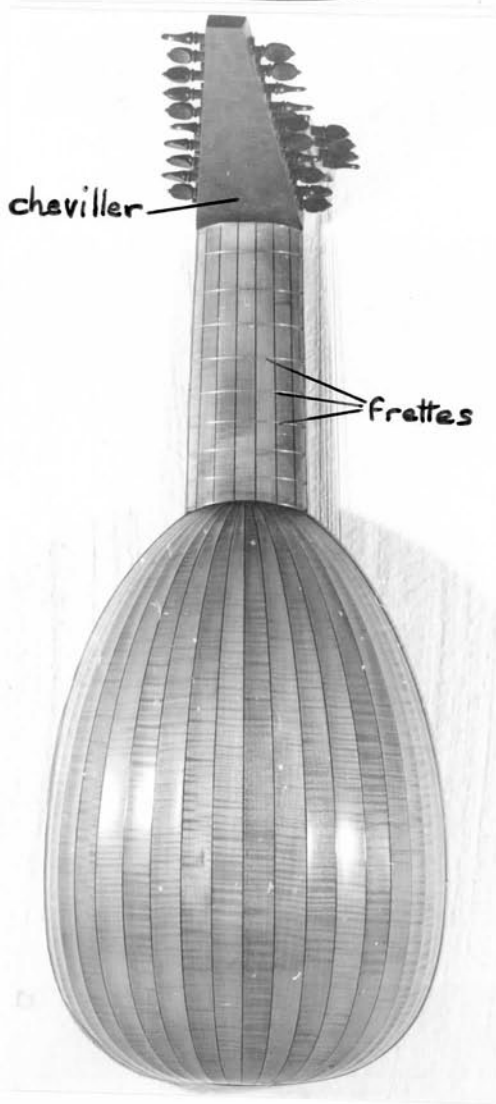
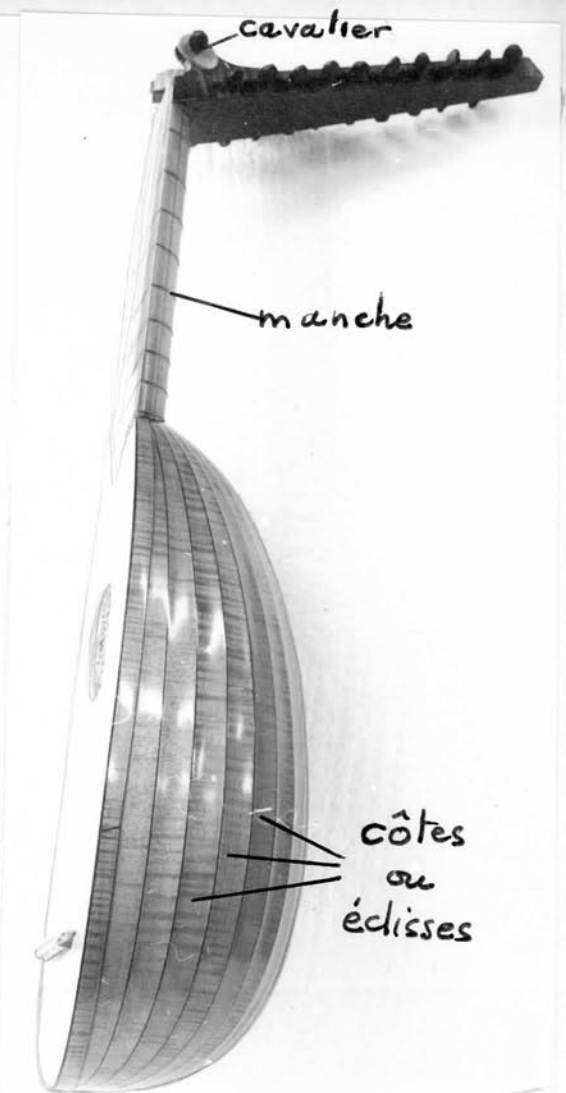
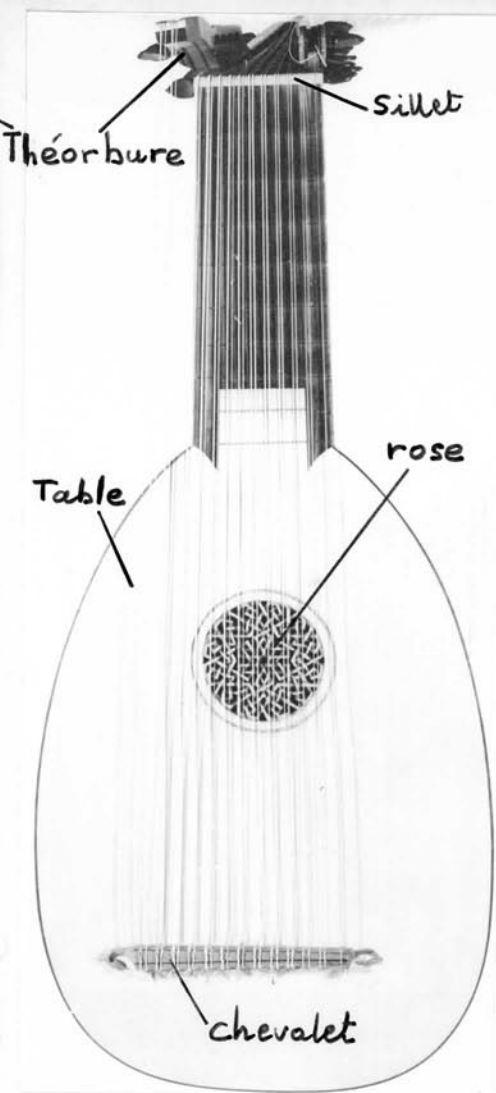
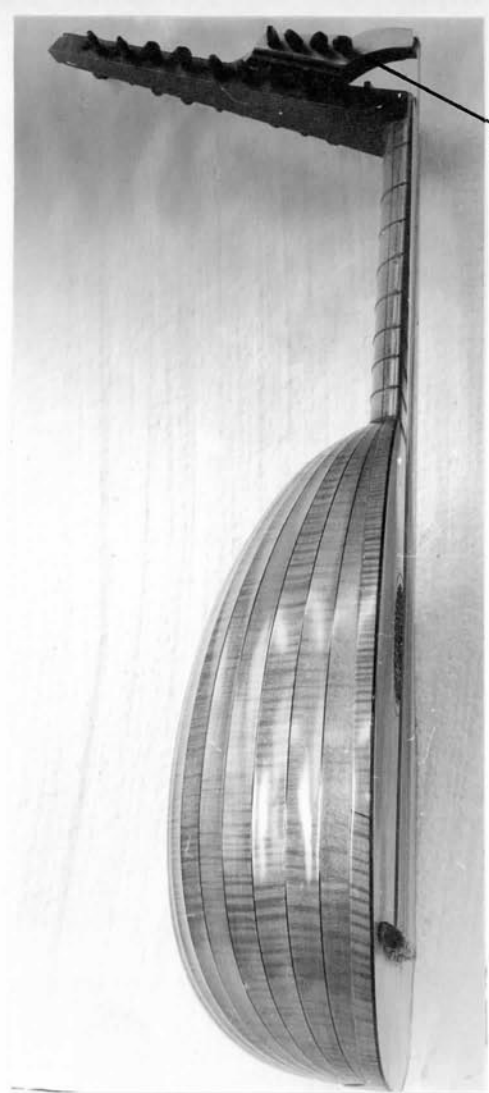
La construction du luth ne présente pas de difficultés majeures; elle se situe bien en deçà des tours de main que nécessite la facture du violon qui demande un long apprentissage.

S'il y a complexité, c'est plus du fait du nombre de pièces que de la difficulté de modelage.

Notre expérience nous a montré que n'importe quel amateur sachant tenir une scie et un rabot (à la rigueur pour les maladroits une ponceuse vibrante électrique) et ayant la détermination d'aller jusqu'au bout, pouvait construire un luth.
...../

(13) " Music Monument ", réédition C.N.R.S.

(*) voir paragraphe sur les cordes.



11 Luth Baroque

1°) La coque

On peut utiliser deux méthodes :

- a) pour les vrais amateurs, la difficulté est le moulage d'une planchette de bois de 1 à 2 m/m. On peut tourner la difficulté en utilisant un collage de 2 ou 3 feuilles de placage de 0,5 à 0,6 mm d'épaisseur l'une contre l'autre dans un moule qui a la même courbure que le luth. Au séchage la différence des chemins entre la fibre externe et la fibre interne assure la forme
 - a') sinon, moyennant un apprentissage modéré, on moule les planchettes de bois massif sur un tuyau de poêle chaud et on s'assure avec un patron de la courbure.

Une fois les planchettes de bois moulées, il faut faire un patron en fus'leau pour découper les éclisses.
- b) pour les amateurs, il est plus simple de débiter par un instrument à symétrie de révolution, ce qui a l'avantage de n'utiliser qu'un seul patron. La façon la plus simple de le faire est de découper dans une planche en bois une tranche de " citron " dont l'angle au sommet détermine une division de la demi-circonférence en fonction du nombre de côtes choisi. Puis on découpe la courbure de l'instrument en prenant soin que le trait de scie (à ruban) soit perpendiculaire à la bisectrice de l'angle interceptant une côte. On obtient ainsi un patron extrêmement précis qui servira au découpage des éclisses. En effet il suffira de coincer la planchette préalablement moulée entre la partie mâle et la partie femelle et d'amener avec un rabot le bord de la planchette dans les deux plans de la tranche.
 - b') Dans le cas où l'on choisit une symétrie qui n'est pas de révolution, on est condamné à construire dans un bloc massif de bois tendre un moule qui est l'exacte reproduction du luth, moule sur lequel chaque éclisse sera ajustée et collée suivant sa place.
- c) quand on est amateur on peut se mettre à deux : l'un tient les deux éclisses l'une contre l'autre sur champs, tandis que l'autre assure le collage avec du ruban adhésif; en opérant les collages des côtes deux par deux d'abord, puis quatre par quatre, etc... la coque est terminée. Ensuite pour garantir la solidité de la caisse on peut coller à l'intérieur des bandes de papier ou de parchemin aux joints de colle.
- d) une petite planchette de 4 à 5 mm fera un tasseau pour le bas de la caisse.
- e) le tasseau du manche sera taillé dans la masse; on peut, encore utiliser le montage de la figure.

2°) Le manche

La solution de facilité consiste à prendre une planche de bois massif (sapin, cèdre, tilleul, etc...) et de tailler au rabot la forme désirée. Si l'on est puriste on fait un contre-collage de longeron avec des fibres contre-variantes pour interdire toutes déformations. Avec cette technique on peut réaliser un savant millefeuilles avec des bois de diverses densités, et ainsi gagner sur le poids. Un placage recouvre le manche. On peut alors, après avoir fait un plan de l'instrument en grandeur nature et connaissant

sule type de barrage à adopter, on détermine la place du chevalet et par déduction la longueur du manche pour obtenir au défaut de la table : la septième, la huitième ou la neuvième frette. Il reste alors à ajuster le manche sur le tasseau. Avant de coller, il faut préparer le cheviller.

3°) Le cheviller

Le cheviller est destiné à recevoir l'ensemble des chevilles; il doit pour cela être fait dans un bois qui ne fende pas, le meilleur est le hêtre. Le cheviller forme avec le manche un angle d'environ 100° (l'ouverture de cet angle est question de goût). Il pourra être ajusté sur le manche par un système de tenons et mortaises (ce qui présente un inconvénient pour un éventuel démontage), ou simplement collé sur le manche puis consolidé par une vis ou une cheville en bois. On prendra bien garde de préparer les trous pour les chevilles avant le collage sans quoi l'on risque quelques acrobaties. De toutes façons il est préférable de ne coller le cheviller qu'une fois le manche réuni à la coque.

4°) La table

C'est sans doute l'élément qui demande le plus de soins. Après avoir collé les deux moitiés (14) d'une planche de 4 m/m d'épaisseur, en épicéa, environ, on réalise à l'aide d'un rabot ou d'une ponceuse la mise en épaisseur comme l'indique la fig. 11 bis. On peut à ce moment dessiner sur cette planche le luth et prévoir la place des barres, de la rose et du chevalet. La rose pourra être taillée directement dans la masse, ou bien rapportée dans un autre bois moins difficile à travailler que l'épicéa.

Cette opération terminée, on peut préparer les barres et les coller. Il est important ici de noter le sens des fibres du bois : si les fibres sont parallèles à la surface de collage la barre risque rapidement de se fendre à la moindre contrainte, tandis que si les fibres sont perpendiculaires à la table, c'est le collage qui cédera et non pas la barre.

Toutes les barres ayant été collées, il ne reste plus qu'à coller le chevalet en prenant bien soin qu'il soit dans l'axe des cordes (il existe des instruments pour lesquels l'axe des cordes n'est pas l'axe de l'instrument !).

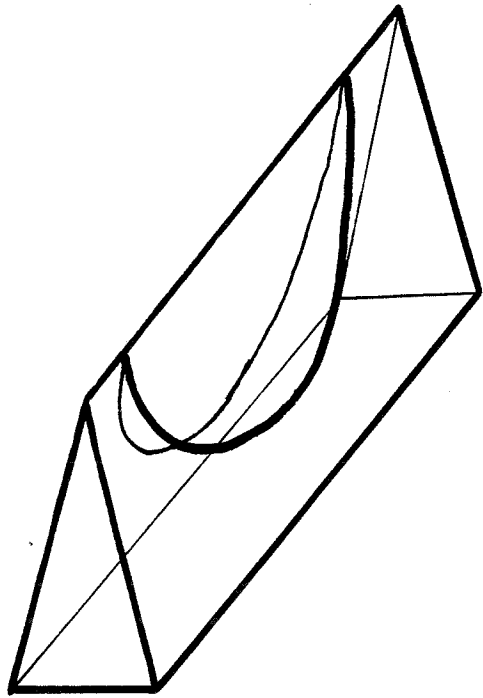
Il ne reste donc plus maintenant qu'à réunir la table à l'instrument. Il faut au préalable avoir réglé le plan de collage de la table et le plan du manche rigoureusement dans le même plan; c'est à cette condition que l'instrument pourra être jouable.

Il faut signaler un procédé très ingénieux mais périlleux pour le réglage de l'instrument, que nous avons rencontré sur tous les ouds du moyen-orient : le " plan " de la table est légèrement creux, d'environ 2 à 4 m/m, ce qui lui donne une meilleure disposition à la déformation lorsque l'instrument est tendu. Pour les instruments européens cette facture est d'autant plus intéressante à reprendre que, vu le nombre de cordes, la table est amenée à se déformer; il y a aussi l'avantage d'éloigner la table de quelques millimètres pour que les doigts ne viennent pas la frapper.

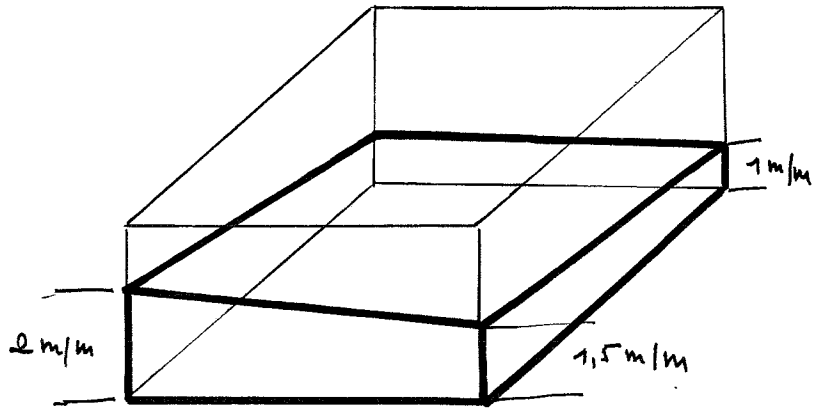
5°) La touche

La touche en ébène doit être dans le même plan que la table. Il faut remarquer que; si elle venait sur la table comme pour la guitare moderne, l'angle/

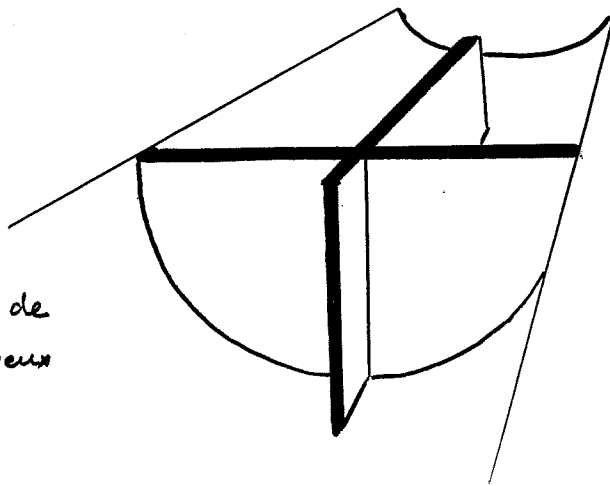
(14) Pour les ouds la table est traditionnellement constituée de 3 éléments.



patron de découpe
des éclisses



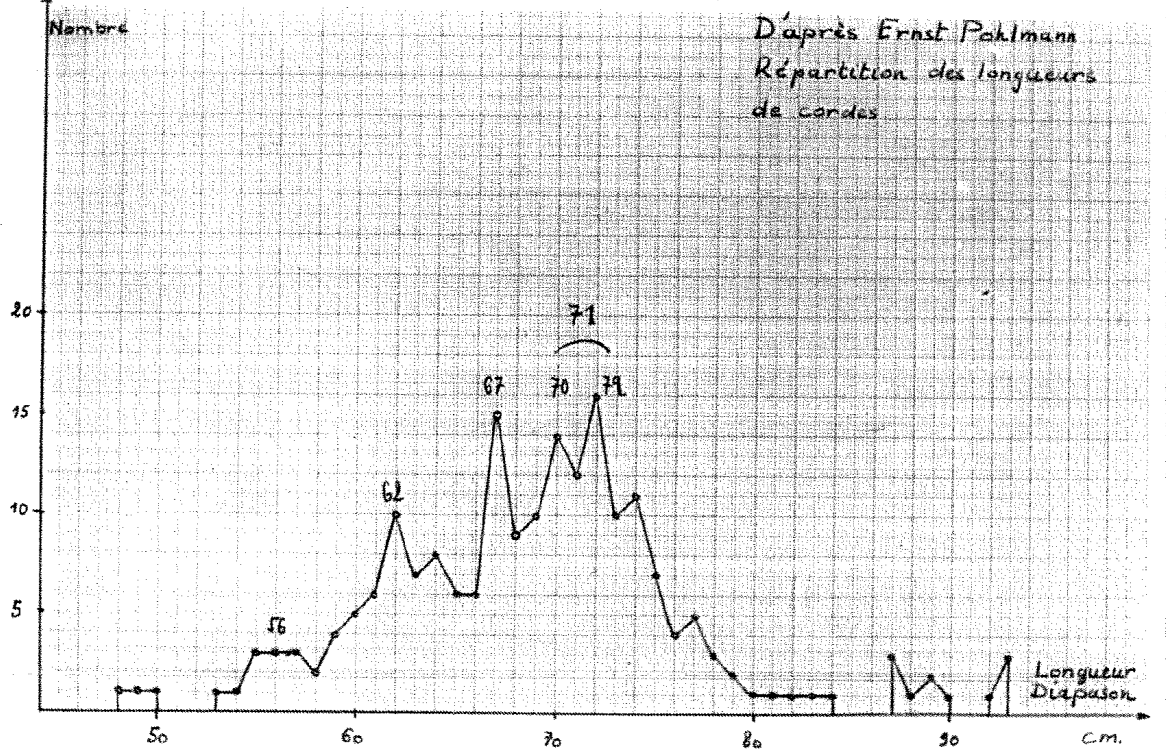
Réalisation de la table



exemple de
tasseau creux

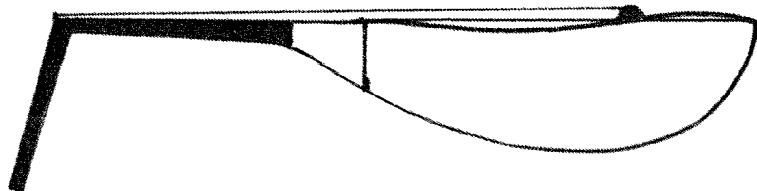
Figure 11 bis

18



19

MOUVEMENTS DE LA TABLE (1er ordre)



vu du chevalet serait plus grand, ce qui entraînerait un moment des forces résultantes plus grandes qui peuvent aller jusqu'à déformer le manche, chose que l'on observe jamais sur un luth bien construit mais qui se rencontre souvent sur les guitares modernes.

Une fois, toutes ces opérations terminées il ne restera plus qu'à lustrer l'instrument au vernis très léger ou à la cire. La protection du bord de la table se fait avec une bande de parchemin.

La pose des frettes - fines ou épaisses - le choix de la tension des cordes sont conditionnés par le résultat envisagé.

12 - LA FACTURE

1) L'évolution historique et les mensurations

Une des originalités du luth est de n'avoir pas été figé dans sa facture comme par exemple le violon. Toutes les variétés de formes ovoïdes ont été réalisées, le luthier pouvant varier à l'infini les galbes, ce qui interdit toute routine.

Cela est bien normal : l'instrument a évolué en même temps que se sont édifiés les fondements de la musique occidentale. Au moment où, le violon est né les données musicales étaient déjà assez stables pour qu'il surgisse littéralement parfait; les dimensions, la forme ne changeront pratiquement pas jusqu'à nous jours, excepté le manche qui s'allongera au 19^e siècle pour satisfaire les virtuoses. Pour le luth, et jusqu'à son extinction, l'instrument se modifie en regard des nouveaux horizons harmoniques et des nouvelles données esthétiques. On peut dire grossièrement que l'évolution s'est opérée dans les directions suivantes :

- A partir du oud à 5 choeurs dont le manche étroit (36 m/m au sillet) réalise la quinte au défaut de la table (donc le tiers de la corde, c'est-à-dire la 7^e frette) - le manche du luth s'élargit d'abord pour pouvoir supporter 7 choeurs (au maximum 11 choeurs) et pour faciliter le jeu polyphonique; ensuite il s'allonge pour laisser au défaut de la table la huitième puis la neuvième frette, ce qui étend la tessiture de l'instrument. Dans ce même temps l'allongement du manche entraîne l'allongement des cordes et sans doute l'augmentation de leur tension.
- le volume de l'instrument lui aussi se modifie. De l'ovoïde on passe à la forme de poire allongée, donnant un timbre plus clair (table plus étroite).
- l'invention de la corde filée et la réalisation de cordes en boyau très fines (35/100) permettent encore l'allongement des cordes.

Il est intéressant ici de faire quelques " statistiques " fig. 18. Comparer le nombre d'instruments de la nomenclature d'E. POLHMAN en fonction des diapasons. On constate immédiatement, malgré l'échantillonnage, malheureusement très réduit, que la courbe présente quelques sommets caractéristiques : 60/61 cm - 63/65 - 70/72 . Les diapasons les plus courts appartiennent aux instruments les plus anciens, les diapasons les plus longs aux instruments les plus récents. Il semble donc qu'il y ait eu un allongement des cordes au cours de l'évolution du luth. Il est peu probable que cet allongement soit lié à des modifications morphologiques des musiciens (heureusement!)

C'est ici qu'il faut faire appel aux musiciens. En règle générale (c'est-à-dire pour une main moyenne : 18 cm entre index et auriculaire étendus), jouer une fantaisie de DOWLAND ou de DA MILANO sur un diapason de 72 cm est une épreuve quasi impossible, vu les positions, les tenues etc... Par contre un diapason de 60 cm convient parfaitement ; avec 63 cm, outre la virtuosité propre des pièces, cela devient difficile.

Maintenant inversons le problème; une fantaisie de WEISS est beaucoup plus agréable sur un grand diapason que sur un petit. Pour s'en convaincre, revenons aux tableaux d'accords de la fig.3. On peut constater expérimentalement que les accords du luth baroque sont plus faciles sur un grand diapason, en particulier tous les doigtés nécessitant un barré.

Il nous semble donc erroné de vouloir fixer une fois pour toutes les dimensions du luth.

On peut néanmoins recommander les diapasons suivants pour les luths :

- vieu ton	{ Renaissance	7 choeurs	60 cm
	{ Prébaroque	20 "	63 "
- nouveau ton	{ Baroque français	11 choeurs	69 cm
	{ Baroque allemand	14 "	69 à 71 cm
- vieu ton	Théorbe et chitaronne	14 choeurs	65 à 72 cm

2) Les textes historiques : ARNAULT DE ZWOLLE et MARIN MERSENNE

Il est clair que les formes et les dimensions ne suffisent à la réalisation d'un bon instrument. Le " Secret " est à l'intérieur.

Heureusement quelques documents épars nous donnent des renseignements très utiles qui permettent aujourd'hui de reconstituer des instruments.

Le manuscrit latin n° 7295 BN attribué à A. de ZWOLLE (1425) et les indications de Marin MERSENNE dans " L'Harmonie Universelle " (1636) présentent un grand intérêt, parce qu'ils se recoupent très précisément quant à la manière de placer les barres, le chevalet et la rose.

" ... On barre la table en la divisant en huit parties égales, afin de coller
 " ses six barres sur la 2°, 3°, 4°, 5°, 6° et 7° partie, car le manche commen-
 " ce sur la 8ème partie au défaut de la table... quant à la rose, elle doit
 " tellement être située que son milieu se rencontre sur la 5° partie sur la-
 " quelle la 4ème barre est collée.." (15)

" Mais on use encore de deux ou trois autres petites barres que l'on met à
 " côté lorsque la table est faible, or toutes les barres traversent la table
 " et aboutissent aux éclisses d'un côté et d'autre. Elles sont de la même
 " matière que la table, qu'oy que l'on puisse faire d'autres bois.... Mais
 " il faut remarquer que les facteurs, ajoutent encore d'autres petites barres
 " plus bas que la première des grandes, ou en d'autres endroits selon le fai-
 " blesse des différentes tables ou suivant les expériences qu'ils ont faites,
 " pour donner une meilleure harmonie aux luths " .. (15)

...../

" Quant au chevalet, auquel l'on attache toutes les cordes, on le met
 " entre la première et la seconde partie de la table, après avoir divisé
 " ces deux parties en trois autres parties égales; on colle le dit chevalet
 " sur la seconde partie qui se rencontre en montant " .. (15)

- A. de ZWOLLE indique ici la sixième ce qui correspond avec la division de
 MERSENNE à moins 1 %

" Mais il faut remarquer que le manche ou la touche doivent être de même
 " longueur que l'intervalle qui est depuis le commencement de la table jus-
 " qu'au milieu de la rose, c'est-à-dire que le manche doit avoir 5 parties
 " et la table 8 " .. (15)

- ce qui est fort peu souvent vérifié et qui est en contradiction avec le
 fait que MERSENNE indique 9 frettes sur la touche.

MERSENNE donne aussi des indications précieuses :

- épaisseur des éclisses : environ une ligne 2,25 m/m
- épaisseur de la table : environ une ligne.

13 - PROPRIETES PHYSIQUES DU LUTH .

Il s'agit dans ce paragraphe de comprendre et de définir l'instrument
 en tant que machine susceptible d'amplifier des vibrations acoustiques.

Les éléments constitutifs de ce système sont :

- les cordes
- le chevalet
- la table et son barrage
- la rose
- la coque.

14 - CORDES SIMPLES - CORDES DOUBLES

Premier élément remarquable, les cordes du luth se jouent par paires :
 à l'unisson pour les six premiers chœurs, à l'octave pour les bourdons graves.
 Pour ces derniers, l'explication est simple : au spectre de la corde grave se
 superpose le spectre de sa doublure à l'octave qui coïncide avec toutes les har-
 moniques de rang pair, ce qui contribue à enrichir le spectre du bourdon, le ren-
 dant plus clair.

Pour que les deux sons soient parfaitement fondus ensemble il importe
 que la doublure soit faiblement tendue, de telle manière que lorsque le doigt
 l'atteint elle n'émette pas un partiel qui la distinguerait du son grave du
 bourdon.

On pourrait penser que l'avantage des cordes doubles est de rayonner
 plus d'énergie, donc de rendre le système plus sonore. Le calcul montre dans ce
 cas que le gain en énergie est de 3 décibels (deux fois plus d'énergie). Mais
 qu'est-ce que cela représente pour l'oreille ? En fait c'est bien peu : l'oreille
 ayant grossièrement une sensibilité exponentielle, deux fois plus fort signifierait
 dix fois plus d'énergie.

...../

Il faut donc étudier l'évolution du son. C'est là que le sonographe est un outil précieux. La fig. 12 représente divers sonagrammes réalisés sur le même choeur. Par exemple la fig. 12a indique des différences notables entre corde simple et corde double. En effet alors que la corde simple ne présente aucun battement, le choeur double présente une évolution extrêmement complexe. Les deux cordes ne pouvant jamais être exactement à la même fréquence, les battements résultants se superposent aux caractères constants du son, enrichissant ainsi la vie du son.

Les acousticiens ont déjà remarqué que l'oreille humaine ($\Delta t \approx 50$ ms) était plus attentive aux phénomènes évolutifs qu'aux phénomènes identiques à eux-mêmes, comme si le degré de prévisibilité diminuait l'intérêt de l'audition. Dans ces conditions un son peu paraître plus intense qu'un autre uniquement à cause de sa versatilité. C'est cette versatilité qui fait du clavecin au son si tenu, que certains se sont permis de le supprimer sous prétexte de son manque de puissance, un outil absolument incomparable pour maintenir la pulsation du continu sans laquelle il n'y a plus aucune référence possible.

Tous les exemples de la fig. 12 illustrent nettement cette propriété. Notez pour les choeurs graves le parasite quasi harmonique qui précède l'émission complète du spectre; ce chuintement avant la note évoque les basses de l'orgue.

La méthode du sonographe est excellente pour comparer deux instruments. Il suffit d'analyser des chocs sur le chevalet, ce qui revient à exciter le luth sur toutes les fréquences (le choc ayant un spectre continu) simultanément. Les figures 16 permettent d'un coup d'oeil de saisir les différences surtout pour les chocs, le jeu se comprend mieux à la lumière des chocs. Notez que la courbe de niveau ne donne aucune information intéressante.

15 - LE ROLE DU CHEVALET

Le chevalet constitue la pièce maîtresse du système d'amplification; c'est par son intermédiaire que les mouvements de la corde seront transmis à la table.

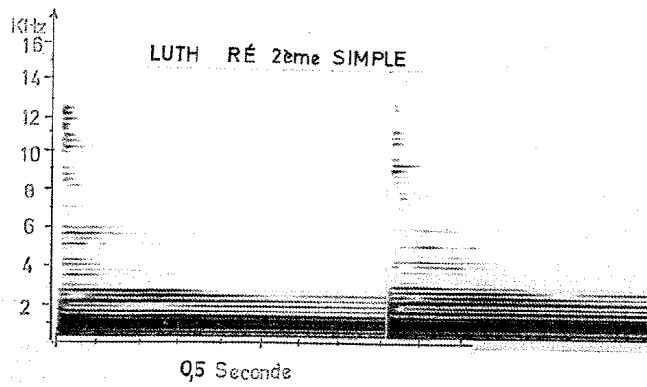
L'expérience suivante le met immédiatement en évidence : bloquons le chevalet contre le bord d'une table tout en jouant, le son devient sourd, comme atténué. Les sonagrammes de la fig. 20 indiquent clairement une altération des premiers harmoniques (comme des autres).

Pour comprendre le mécanisme d'amplification, le schéma de la fig. 19 montre la déformation de la table autour du chevalet lors d'une demi-période d'oscillation du chevalet qui est excité par la corde. La table joue donc le rôle d'une membrane qui à son tour engendre une onde acoustique à la façon d'une membrane de haut-parleur. L'amplification procède du fait que la surface de la table est beaucoup plus grande que la surface de la corde. L'énergie de la corde est transformée par l'intermédiaire du chevalet. Pour s'en convaincre il suffit de tendre une corde sur une poutre en bois ou mieux en béton pour se rendre compte que pincée elle émet un son presque inaudible.

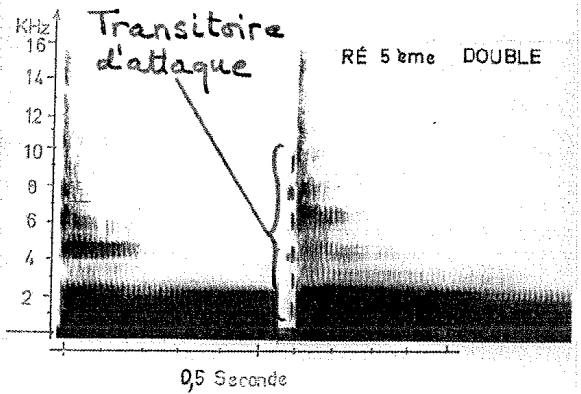
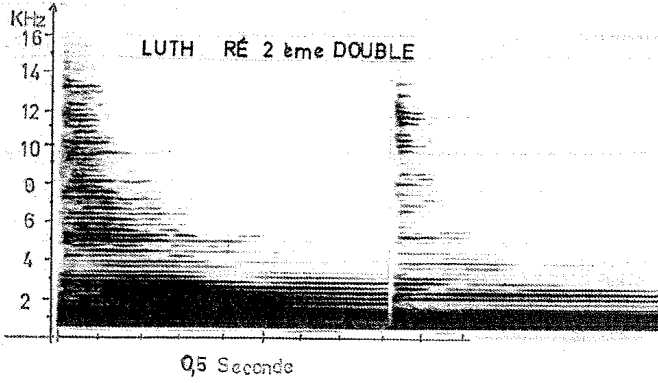
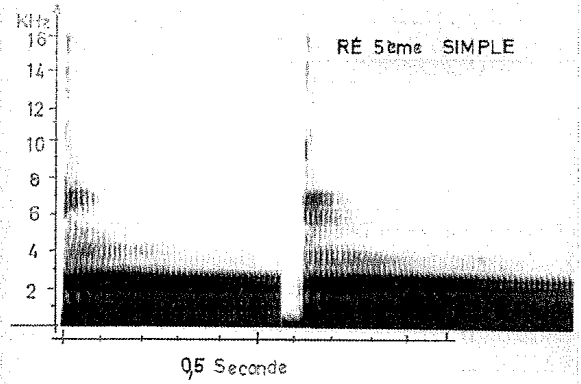
L'explication précédente n'est pas tout à fait exacte si l'on ne fait pas intervenir la coque, bien que l'expérience menée avec une guitare sans fond montre qu'il y a amplification. Ce que la coque apporte, c'est la présence d'un système d'ondes stationnaires.

Il apparaît clairement ici la nécessité d'une communication entre l'intérieur et l'extérieur pour permettre l'équilibrage des pressions (sinon il y aurait freinage de la table) : c'est la rose.

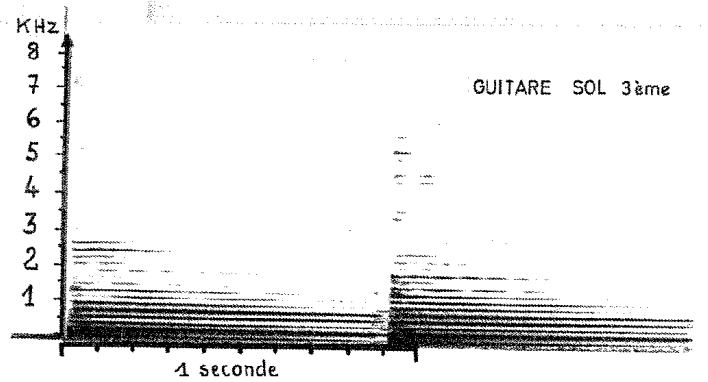
...../



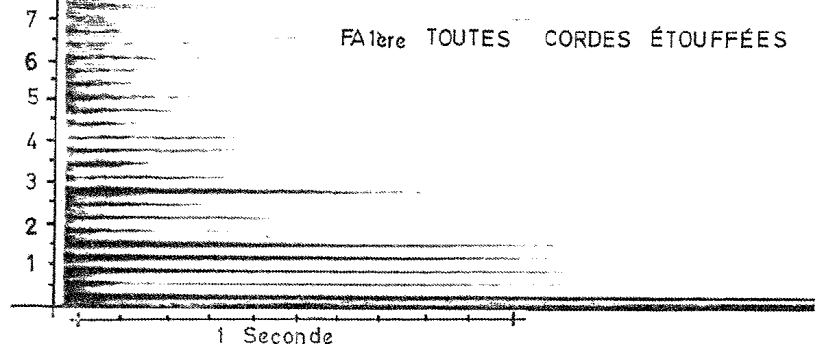
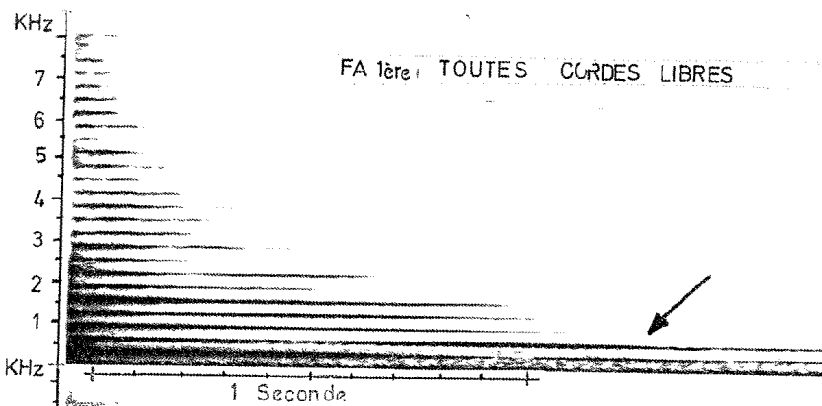
12b



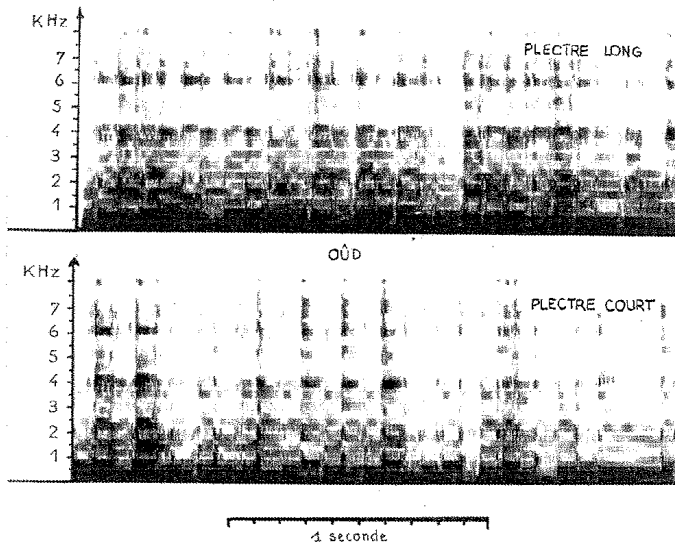
12a Les battements donnent la vie au son



12c



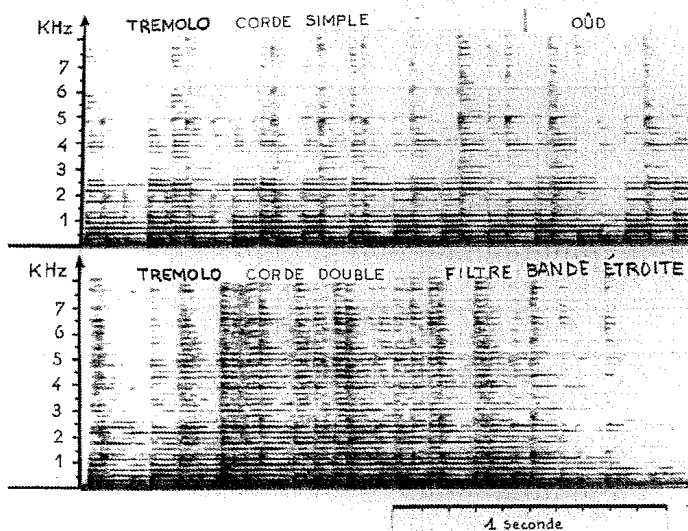
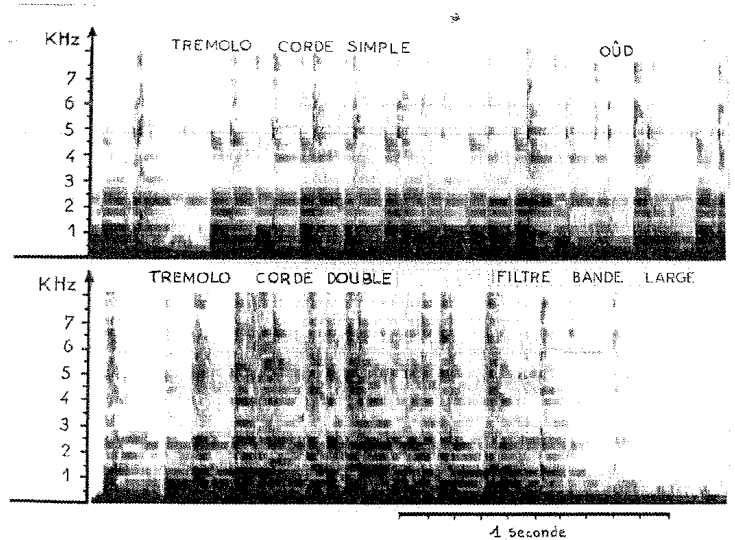
13 L'harmonique 2 émerge après l'extinction de tous les autres



14

Le joueur de oud peut modifier la longueur du plectre en cours de jeu, donc varier les transitoires d'attaque et la composition spectrale.

15a
 Sur une seule corde le trémolo et "sec", "haché" : transitoires d'attaque très brefs, timbre assez homogène
 On lit clairement l'aller et retour du plectre sur l'analyse en bande étroite (45Hz), [ci dessous]

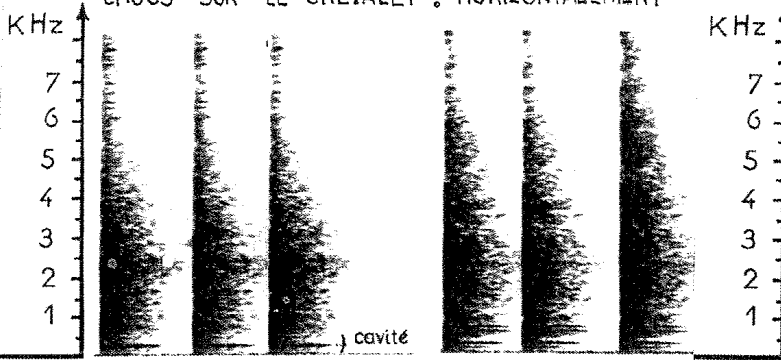


15b

L'analyse du trémolo sur corde double montre toute la richesse donnée par les battements, les décalages des transitoires d'attaque, le renforcement des harmoniques aigus -
 On aboutit à une quasi-fusion des aller et retour du plectre.

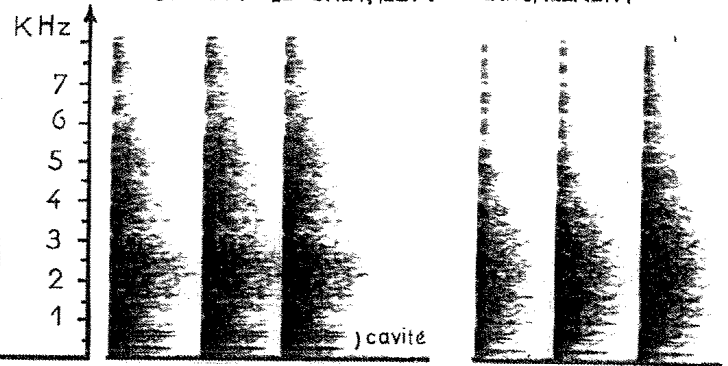
COMPARAISON ENTRE DIFFÉRENTS INSTRUMENTS

CHOC SUR LE CHEVALET : HORIZONTALEMENT



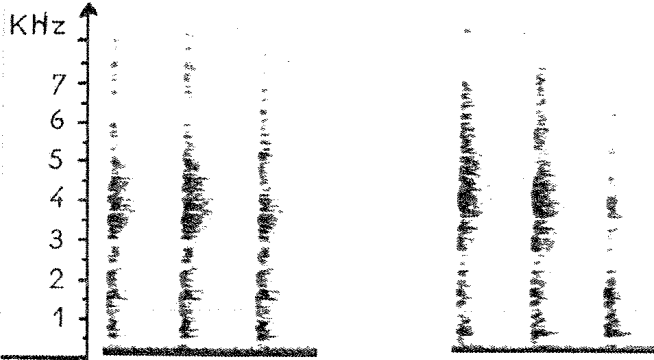
COMPARAISON ENTRE DIFFÉRENTS INSTRUMENTS

CHOC SUR LE CHEVALET : VERTICALEMENT



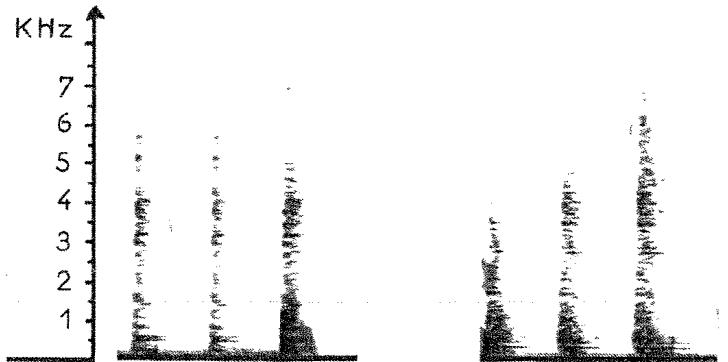
CÔTÉ AIGU

CÔTÉ GRAVE



CÔTÉ AIGU

CÔTÉ GRAVE



1 seconde

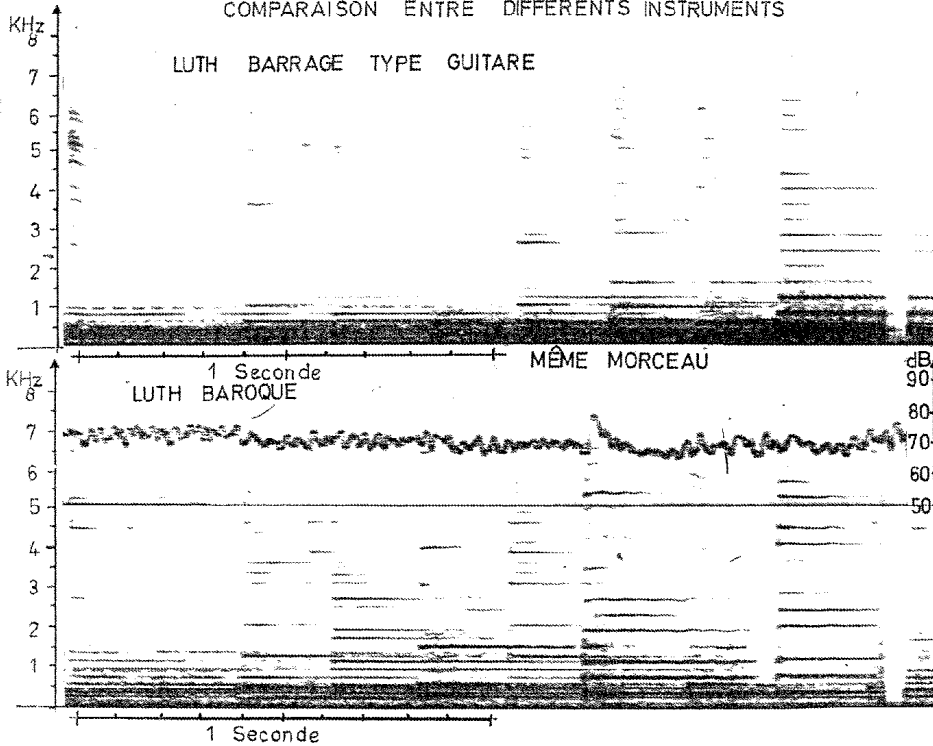
1 seconde

16a

16b

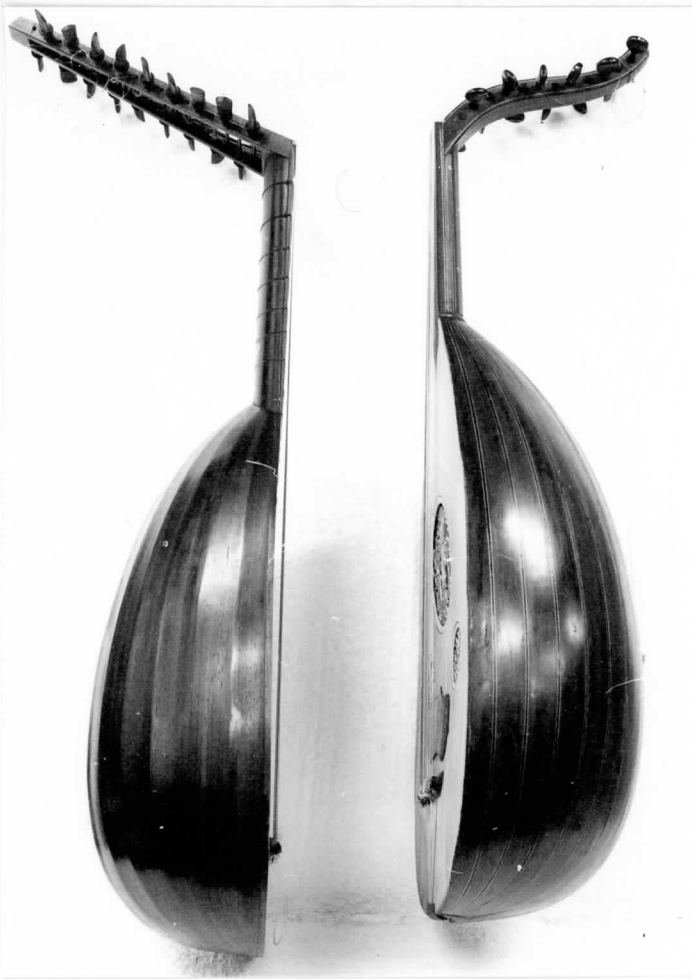
COMPARAISON ENTRE DIFFÉRENTS INSTRUMENTS

LUTH BARRAGE TYPE GUITARE



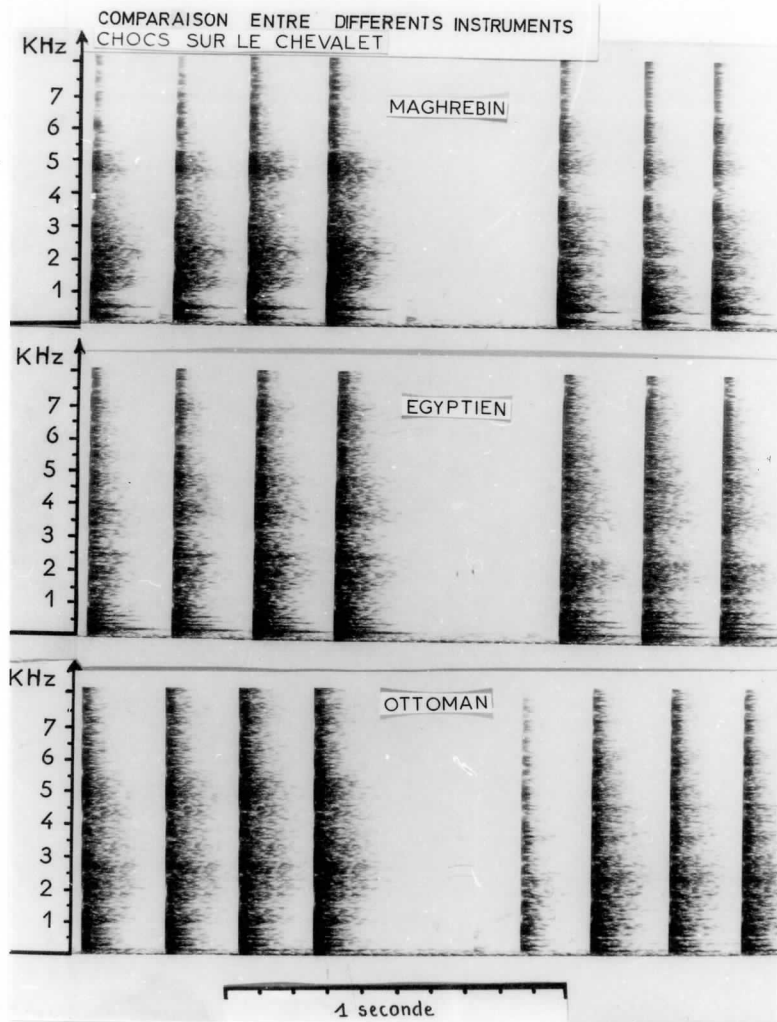
17a La courbe de niveau donne peu d'informations

17b



16c

luth renaissance 10 rangs et oud égyptien 7 rangs



16 - LE COUPLAGE CHEVALET - TABLE.

Le dessin de la figure 21 décrit de façon ultra-schématique la situation; on peut néanmoins en déduire que la hauteur du chevalet sur la table doit être la plus petite possible, compatible avec un jeu normal. On peut d'ailleurs constater en perçant le chevalet de trous (pour fixer les cordes) à des hauteurs différentes, qu'en général la position la plus basse donne les meilleurs résultats tant du point de vue sonore que de la qualité du timbre; " En général " signifient qu'il peut y avoir une position intermédiaire meilleure dans le cas où la table est trop épaisse, ou bien si le chevalet est trop large.

Cela dit, une hauteur de 5 à 7 m/m au départ de la corde est une bonne valeur, ce qui impose au chevalet une hauteur de 8 à 10 m/m.

La figure 22 résume les divers mouvements du chevalet, a) pour les mouvements transversaux de la corde, b) pour les mouvements longitudinaux et d'octave de la corde. On a donc en première approximation un système à deux degrés de liberté qui ne se composent pas simplement !

Du point de vue de la machine amplificatrice, on comprend que le chevalet doit réaliser la meilleure transmission des vibrations de la corde. La figure 23 tente d'aborder le problème.

Si l'on considère le chevalet comme un système rigide, c'est-à-dire ne se déformant pas pour les petites notations autour du point O, pour un déplacement ϵ du point A ($\epsilon = h \operatorname{tg} \theta$) le déplacement correspondant du point B est $\gamma = \overline{AB} \operatorname{tg} \theta$. Il apparaît donc que pour $\gamma = \epsilon \rightarrow h = \overline{AB}$ ($\gamma < \epsilon$ si $h > \overline{AB}$). On peut penser ici qu'on a intérêt à augmenter \overline{AB} , mais d'autre part les calculs sous les figure 23 montrent que pour $\overline{AB} > h$, la force transmise devient plus petite avec la force incidente.

On a donc intérêt à avoir la largeur du chevalet égale à sa hauteur, ce qui est souvent le fait des instruments qui n'ont pas subi les assauts des restaurateurs modernes.

Comme il a été affirmé précédemment, la position de réglage la plus basse donne les meilleurs résultats. Pour interpréter ce fait il faut faire l'hypothèse suivante : l'énergie de la corde est constante pour les petits angles; c'est-à-dire que les déplacements (ϵ) du point A du chevalet sont constants quelle que soit la hauteur h où est accorchée la corde, ce qui signifie que l'angle sous lequel on voit le chevalet de l'autre extrémité de la corde est très petit. D'autre part l'énergie globale de la corde se répartit suivant les diverses composantes (harmoniques ou pas) des vibrations de la corde. Sans chercher comment s'effectue cette répartition (elle dépend : de la tension, du lieu d'attaque, du matériau, de la réaction des supports etc...), on admet que l'énergie diminue lorsque le rang de l'harmonique augmente. C'est-à-dire que les mouvements de fréquences élevées sont très petits, il faudra donc que l'inertie du système table soit la plus faible.

La figure 25 montre que, pour un déplacement (ϵ) identique (énergie de la corde constante), l'angle θ est plus grand lorsque la hauteur du chevalet est la plus petite. On peut donc en fonction de la hauteur du chevalet faire agir celui-ci comme un filtre.

En jouant simultanément sur la largeur et hauteur, on peut régler le rendement et le spectre. On peut donc par la simple forme du chevalet modifier considérablement un instrument. Par exemple, comme de façon générale l'énergie

..../

des cordes graves est plus importante que celle des cordes aiguës, on peut donc, en augmentant largeur et hauteur du chevalet du côté grave, diminuer le rendement et privilégier les premiers harmoniques, tandis que, largeur et hauteur du côté aigu étant plus faibles, les sons aigus seront rehaussés avec un timbre très clair (16). On peut ainsi équilibrer les différents registres de l'instrument, en particulier en conservant une bonne balance entre aigu et grave (en fait c'est toujours d'aigus qu'on a besoin).

Faisons ici une petite parenthèse à propos du chevalet de la guitare moderne qui a été inventée par TORRES. Jetons un coup d'oeil sur les dimensions : largeur 28 m/m en moyenne, hauteur 14 m/m, très rarement en dessous de 10 m/m. Mais ce qui différencie considérablement le chevalet de guitare de celui du luth, c'est le sillet en os sur lequel la corde prend appui pour vibrer, qui n'existe pas dans le luth. Ce sillet devient un filtre pour les vibrations longitudinales et d'octaves (déjà largement filtrées vu le rapport largeur/hauteur). Par contre l'angle que fait la corde autour de ce sillet va renforcer les vibrations fondamentales et donner ainsi à l'instrument un timbre chaud et rond avec de belles basses. C'est une des raisons (TORRES modifia les barrages classiques pour inventer le barrage en éventail souple) des différences de spectre qui ont pu être observées fig.1. C'est cette facture (table souple) qui est aussi en partie responsable de l'augmentation de la tension des cordes de la guitare (jusqu'à 10 kg).

On peut comprendre ici les ravages qui ont été causés sur des luths.... comme la surface du chevalet est plus grande il tient mieux !

17 - PLACE DU CHEVALET

Les dessins de la figure 24 tentent d'aborder le problème qualitativement. En général on place le chevalet sur une division harmonique de la longueur de la table : au 1/6, au 1/5 ou au 1/4.

18 - LE COUPLAGE CHEVALET-BARRÉS

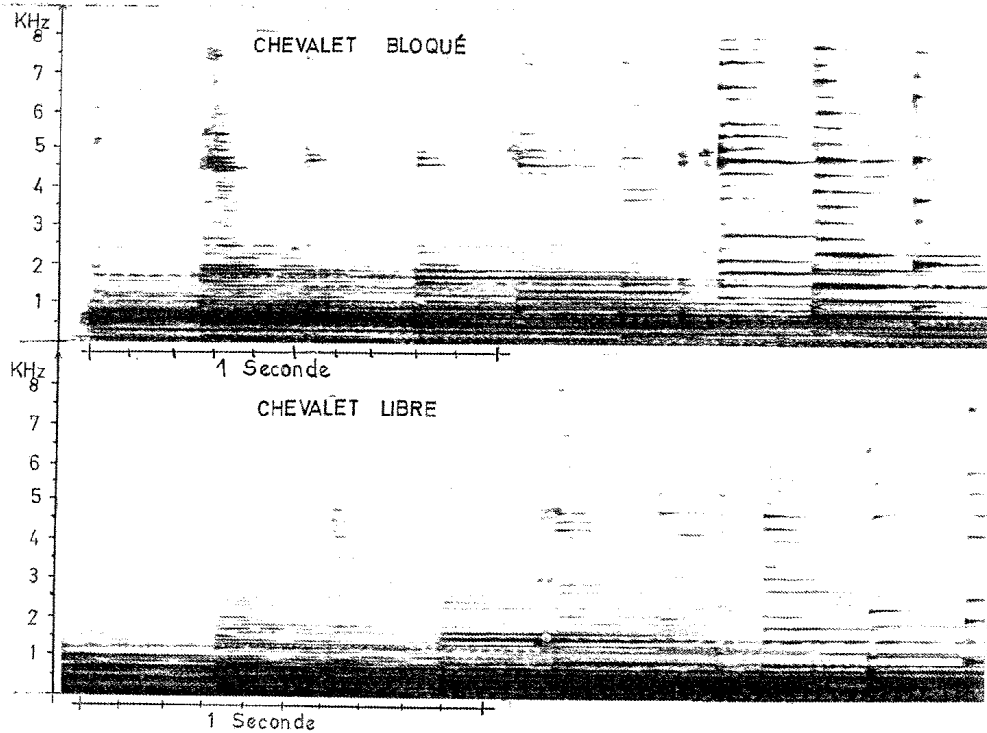
Comme on vient de le voir, les problèmes de réglage du chevalet sont d'une extrême importance. Mais il ne représentent qu'une partie des problèmes. On peut s'en rendre compte en étudiant le couplage entre le chevalet et le barrage, au moins dans une première approximation aux barres qui l'entourent - figure 26.

Les barres constituent vis-à-vis de la souplesse de la table des zones de rigidité. La position relative du chevalet vis à vis d'une barre décide de l'importance des divers mouvements du chevalet (fig. 22).

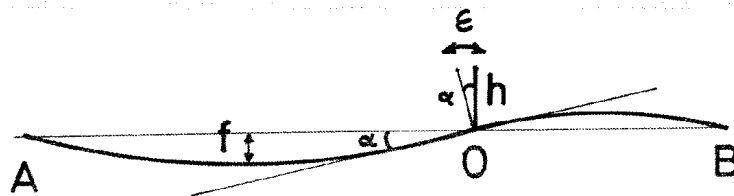
La figure 26a montre le cas où le chevalet est collé sur une barre; la rigidité locale tendra donc à brider les mouvements transversaux du chevalet, tandis que la barre jouera comme une charnière autour de laquelle le chevalet pivotera donnant ainsi plus d'importance aux vibrations longitudinales et d'octaves de la corde. Ce qui contribuera à donner une sonorité claire avec une absence relative de fondamental.

L'autre cas au contraire (fig. 26b) favorisera les mouvements transversaux de la corde, ce qui tendra à renforcer le fondamental et donner ainsi une sonorité plus ronde et plus grave. En particulier le transitoire d'attaque est accompagné d'un bruit de percussion sourd (très caractéristique du oud).

...../



20 Le blocage du chevalet baisse le rendement dans le grave (< 1000 Hz) et crée un formant vers 4500 Hz (pour cet instrument)



$$\epsilon = \alpha h$$

21

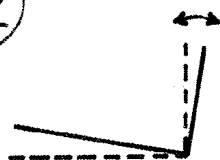
$$f = k\epsilon = \alpha \frac{AO}{2}$$

$$k = \frac{AO}{2h} = \text{tg}\alpha$$

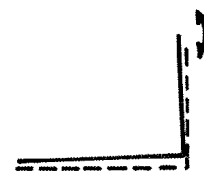
$$f = \epsilon \text{tg}\alpha$$

22

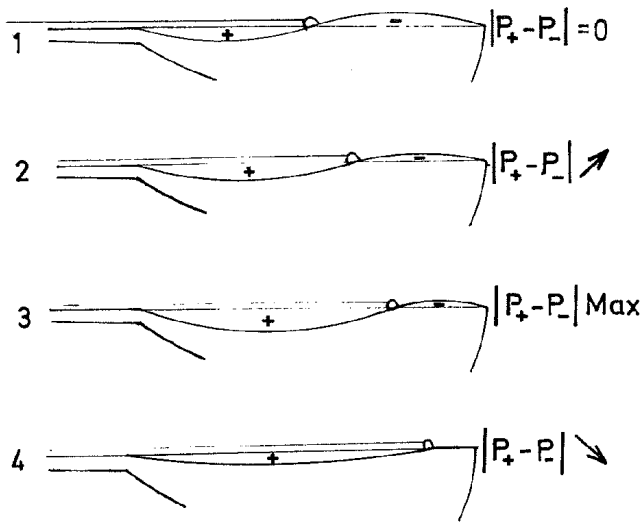
MOUVEMENTS DU CHEVALET



vibrations
longitudinales

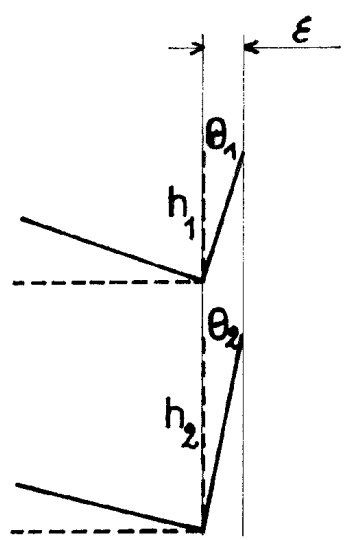


vibrations
transversales



POSITION RELATIVE DU CHEVALET

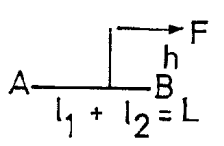
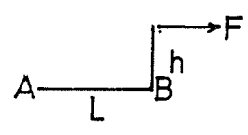
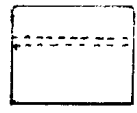
24



$h_1 < h_2 \implies \theta_1 > \theta_2$

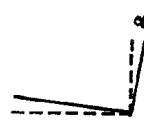
FILTRAGE DES FRÉQUENCES AIGÜES

25



$\sum \vec{m}_B = R_A \cdot L - F \cdot h = 0$

$R_A = \frac{F \cdot h}{L}$

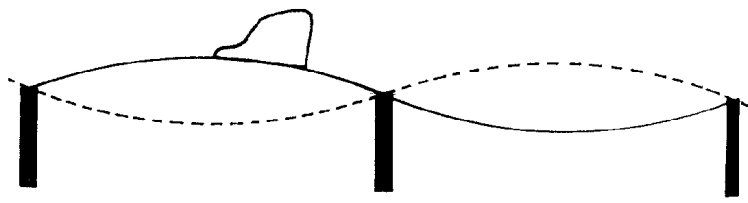


$R_A = \frac{F h \cos \alpha}{L}$

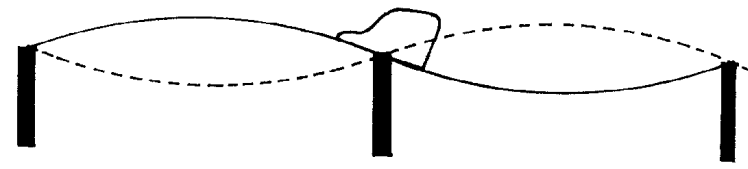
$R_A = \frac{F(h \cos \alpha + l_2 \sin \alpha)}{L}$

23

COUPLAGE CHEVALET - BARRES



a) Fondamental renforcé



b) Vibrations longitudinale et d'octave renforcées

26

On peut naturellement trouver des dispositions intermédiaires comme par exemple placer la première barre devant le chevalet de travers de telle sorte qu'elle soit plus près du côté aigu que du côté grave : on a ainsi des résultats intermédiaires.

19 - LA TABLE ET SON BARRAGE.

Les seules données historiques de la tradition, on l'a déjà vu, sont celles de A. de ZWOLLE et de MERSENNE, et leurs indications sont suffisamment précises pour réaliser des instruments de très bonne qualité. Malheureusement, ou heureusement, les comptes-rendus de restauration d'instruments anciens indiquent dans la majorité des cas des barrages différents de ceux de MERSENNE. Ce qui nous fait supposer connaissant pour les avoir éprouvées les manies de secrets des professionnels à propos de leur art, que le barrage de MERSENNE était déjà à son époque désuet et donc tombé dans le domaine " public " ! Il est probable que ce barrage remonte à A. de ZWOLLE et qu'il s'agit bien du barrage du luth Renaissance.

Nous avons plus haut comparé la table à la membrane d'un haut-parleur; en réalité il s'agit plutôt d'une plaque vibrante, - la plaque se différenciant de la membrane par sa rigidité. Cette plaque possède en propre divers modes de vibrations (*) qui seront excités par les cordes via le chevalet. Ceux sont les divers modes de vibrations qui peuvent (ou non) coïncider avec les fréquences propres du générateur (cordes) et du transmetteur (chevalet) qui déterminent les formants du résonateur, donc des qualités de l'instrument (timbre, sonorité, tenue des sons).

L'épaisseur de la table étant de l'ordre de 1 à 2 m/m la nécessité du barrage s'impose eu égard à la tension des cordes. Sans barres, quelques kilogrammes suffisent à briser la table.

Il s'agit alors, dans l'étude d'un barrage, de concilier des tendances contradictoires : résistance à la déformation et modes propres du système table-barres. L'expérience montre que cette étude détermine prioritairement les qualités de l'instrument : les formes, la qualité des bois etc.... n'apportent que des finesses (qui naturellement font tout) ne modifiant pas les choses quant au fond. Deux instruments identiques par la facture mais qui se distinguent par des qualités de bois extrêmes (mais dans la même espèce : épicéa) appartiennent à la même famille de timbre avec des traits de finesses qui les départagent.

Pour essayer de concilier les "tendances contradictoires" nous ferons quelques hypothèses de travail :

- 1°) les barres déterminent des noeuds de vibrations de la table au premier ordre.
- 2°) les surfaces de table comprises entre les barres vibrent selon leurs modes propres : ceux sont les ventres de vibrations de la table.
- 3°) chaque fibre de la table est grossièrement assimilée à une corde.

A l'aide de ces hypothèses l'étude du barrage consistera donc, soit à placer des barres qui contrarient le moins possible les modes propres de la table, soit à imposer par les positions des barres des modes déterminés en fonction d'une tenue mécanique de l'ensemble.

Mais il s'agit non seulement de déterminer la place d'une barre mais aussi sa raideur, c'est-à-dire sa hauteur. Nous allons essayer de justifier nos hypothèses en analysant le barrage historique de A. de ZWOLLE, qui se résume ainsi :

...../

(*) figures de CHADNI.

- a) On divise la distance séparant les deux tasseaux en deux; la barre placée en ce point divise la table en deux. La rigidité créée ainsi introduit donc un mode de vibration à l'octave du mode fondamental.
- b) A nouveau on divise en deux les deux moitiés, ce qui donne un mode de vibration à l'octave du mode précédent, donc quatre fois plus élevée que le mode fondamental.
- c) On procède de façon identique avec les segments restants, ce qui donne des modes de vibration huit fois plus élevés que le fondamental.

On a ainsi divisé la table en 8 parties, ce qui est conforme aux indications de A. de ZWOLLE, et placé 7 barres.

Il est clair que les barres ne sont pas strictement des noeuds : sinon elles bloqueraient toutes vibrations de la table. Elles sont des noeuds relativement aux vibrations des modes plus élevés; ainsi la barre du milieu n'est pas un noeud pour le mode fondamental mais elle le devient pour tous les autres. Les barres qui divisent la table en quatre ne sont noeuds que pour les modes égal ou supérieur à quatre fois le mode fondamental.

En tenant compte de ces remarques, il devient possible, d'accorder les fréquences propres des barres, c'est-à-dire leur hauteur.

NOTATION :

Pour la commodité de l'exposé, définissons :

B_n : Barre(s) qui divise(nt) la table dans le rapport $1/n$

F_n : Fréquence propre de la barre B_n

h_n : Hauteur de la barre B_n

D'autre part, pour une barre aux deux bouts encastrés la fréquence propre est donnée par

$$(1) \quad F = A \cdot \frac{h}{L^2} \quad \text{avec} \quad \left(\begin{array}{l} h : \text{hauteur de la barre} \\ L : \text{longueur de la barre} \\ A : \text{coefficient propre à la section et à la} \\ \text{nature du bois.} \end{array} \right.$$

Dans ce cas les modes harmoniques de la barre sont les multiples impairs du fondamental (3, 5, 7, 9 etc...).

- Reprenons notre exemple :

- e) la barre du milieu B_2 a comme fréquence propre F_2
- f) comment déterminer les barres B_4 ? Si B_4 ont des fréquences plus élevées que F_2 , cela signifie que ces barres sont plus hautes donc plus rigides que B_2 , ce qui contredit ce que nous avons dit en a) b) et c).

On est ainsi conduit à choisir pour B_4 une fréquence propre inférieure à F_2 . Comme les barres déterminent des modes de la table multiples de 2, 4 et 8, construisons B_4 de telle sorte que $F_4 = F_2/2$, et ensuite

B_8 de telle sorte que $F_8 = F_4/2 = F_2/4$.

Ce qu'on peut résumer ainsi :

(Tasseau)	B_0	B_8	B_4	B_8	B_2	B_8	B_4	B_8	B_0 (Tasseau)
		$\frac{F_2}{4}$	$\frac{F_2}{2}$	$\frac{F_2}{4}$	F_2	$\frac{F_2}{4}$	$\frac{F_2}{2}$	$\frac{F_2}{4}$	

On peut ainsi calculer à l'aide de la relation (1) les hauteurs respectives des barres en fonction de la forme de la table. Par exemple si l'on part de $h_2 = 40$ m/m, $h_4 = 20$ m/m et $h_8 = 10$ m/m ; ce qui donne une excellente tenue mécanique et de très bonnes qualités sonores. Il est bien évident que, suivant que le chevalet se trouvera 1/6 au 1/5 ou au 1/4, le résultat sera différent. Dans notre exemple, le chevalet placé au sixième donne une sonorité chaude, par contre lorsque le chevalet est au quart la sonorité est claire et éclatante.

Voici quelques dispositions que nous avons expérimentées :

1)	B_0	B_8	B_4	B_8	B_2	B_8	B_4	B_8	B_0	; chevalet 1/6
					F_2	$\frac{F_2}{4}$	$\frac{F_2}{2}$	$\frac{F_2}{4}$		
2)	B_0	B_8	B_4	B_8	B_2	B_8	B_4	B_8	B_0	; chevalet 1/4
					F_2	$\frac{F_2}{2}$	$\frac{2F_2}{3}$	$\frac{F_2}{2}$		
3)	B_0	B_4	B_5	B_2	B_3	B_4	B_8	B_0		; chevalet 1/5
		$\frac{F_2}{2}$	$\frac{2F_2}{5}$	F_2	$\frac{2F_2}{3}$	$\frac{F_2}{2}$	$\frac{F_2}{4}$			
4)	B_0	B_4	B_5	B_2	B_5	B_4	B_8	B_0		; chevalet 1/5
		$\frac{F_2}{2}$	$\frac{2F_2}{5}$	F_2	$\frac{2F_2}{5}$	$\frac{F_2}{2}$	$\frac{F_2}{4}$			
5)	B_0	B_4	B_3	B_2	B_3	B_4	B_8	B_0		; chevalet 1/5
		$\frac{F_2}{2}$	$\frac{2F_2}{3}$	F_2	$\frac{2F_2}{3}$	$\frac{F_2}{2}$	$\frac{F_2}{4}$			

→ direction du manche

On a ainsi une méthode générale qui permet d'éviter des tâtonnements parfois longs et fastidieux pour le choix d'un barrage. Cette méthode nous convaint d'autant plus, qu'auparavant nous avions les pires difficultés à réaliser un barrage qui ne se déforme pas : un bon compromis consiste à placer en B_2 la barre la plus haute.

...../

Dans toutes les dispositions, on a intérêt à raboter les barrés vers le bord de la table pour assurer une certaine souplesse.

Nous avons eu ainsi l'idée de lester les barres du côté grave avec du plomb (5 à 10 gr) en pensant qu'ainsi les graves seraient meilleurs. En fait ce qui se passe est extrêmement mauvais : les sons graves deviennent inharmoniques et il faut attendre environ 1 sec. l'extinction des partiels faux pour que la sensation d'une hauteur se fasse! Nous avons recherché dans BOUASSE (17) une explication ; le fait de lester une barre et surtout la barre la plus proche du chevalet intervient comme si le chevalet lui-même était sur support lesté avec ses propres fréquences de résonance et la réaction du support sur la corde rend le son inharmonique. Cela est très sensible à l'attaque.

20 - METHODE HENRISTIQUE

La méthode précédente nous a été suggérée alors que nous cherchions un modèle électrique des mouvements de la table, comme on peut le faire pour les suspensions de voiture.

Si on veut faire une analogie extrêmement grossière, on peut assimiler la table et les barres à un sommier à ressorts, les ressorts représentant l'élasticité des barres, la toile assurant le couplage entre ressorts.

La figure 26c tente de réaliser une analogie électrique du système table-barre ceci pour une seule fibre de bois de la table. Les barres sont couplées entre elles par la table qui joue ici le rôle de la ligne de transmission d'énergie. A la différence des problèmes classiques de transmission d'énergie qui exigent adaptation d'impédance entre générateur, ligne et charge - ce qui signifie peu d'ondes stationnaires - , au contraire, dans le cas qui nous intéresse, la table doit être le siège d'ondes stationnaires intenses. Tout se passe comme si la ligne devait être désadaptée, donc comme si une partie de l'énergie incidente se réfléchissait sur les charges (les barres). Dans un système adapté l'énergie est dissipée dans la charge; dans un système non-adapté une partie de l'énergie est dissipée par rayonnement.

L'expérience de la figure 26 vise à tester qualitativement la validité du modèle (18) sur un nombre réduit de paramètres. Il s'agit de se faire une idée de l'influence des barres seules, comme si la table n'intervenait pas.

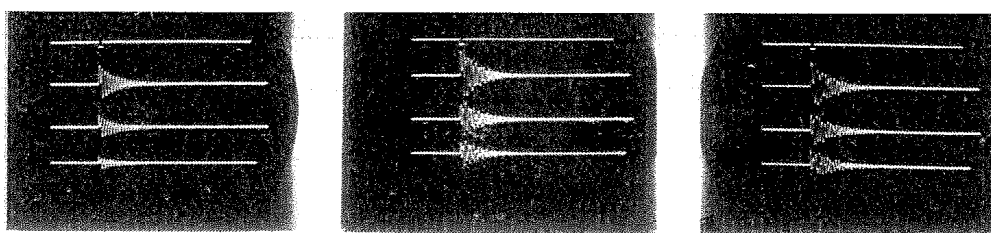
DESCRIPTION DE L'EXPERIENCE :

- 1) Le générateur d'impulsion simule l'attaque du doigt;
- 2) Le premier circuit résonnant simule la corde ;
- 3) Les deux autres circuits résonnants simulent les barres (le circuit électrique résonnant étant l'équivalent électrique du ressort mécanique);

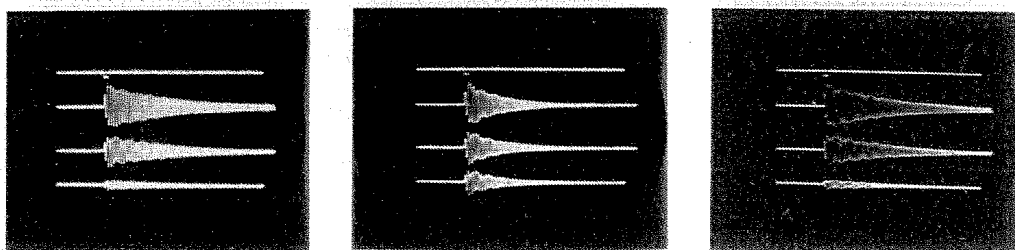
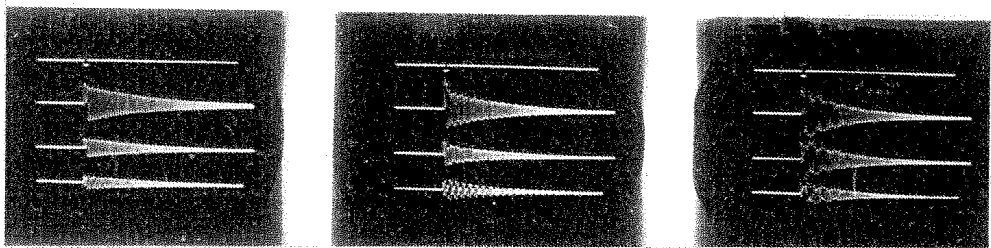
...../

(17) BOUASSE : Cordes et Membranes - Delagrave (1927).

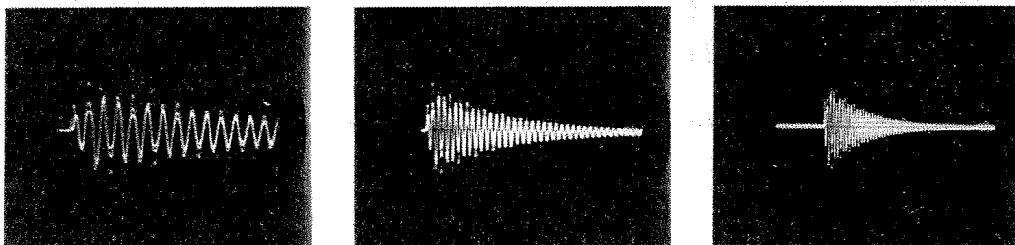
(18) En l'étape actuelle le calcul est exclu. Chaque barre est définie électriquement par 3 paramètres (L, C, Q) ce qui fait pour 7 barres 21 variables indépendantes auxquelles il faut ajouter les paramètres de couplage entre barre et cela sans faire intervenir les caractéristiques élastiques de la table !



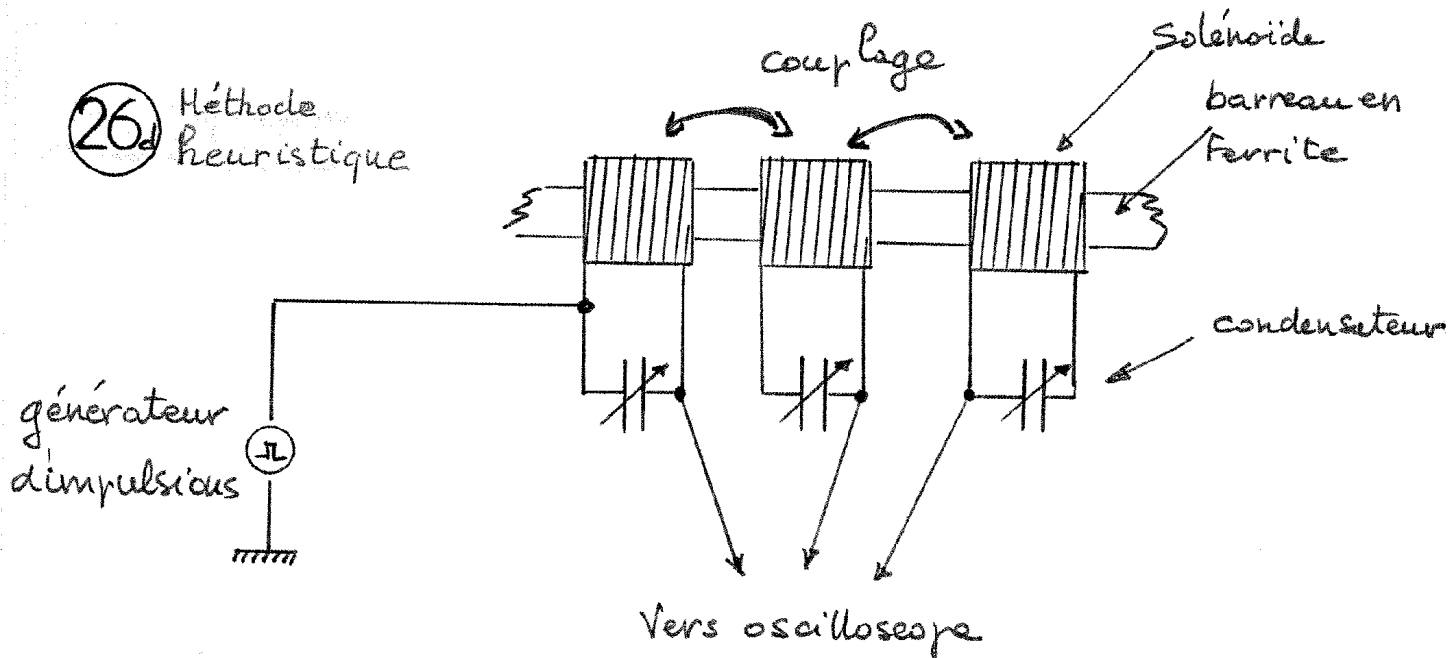
26b



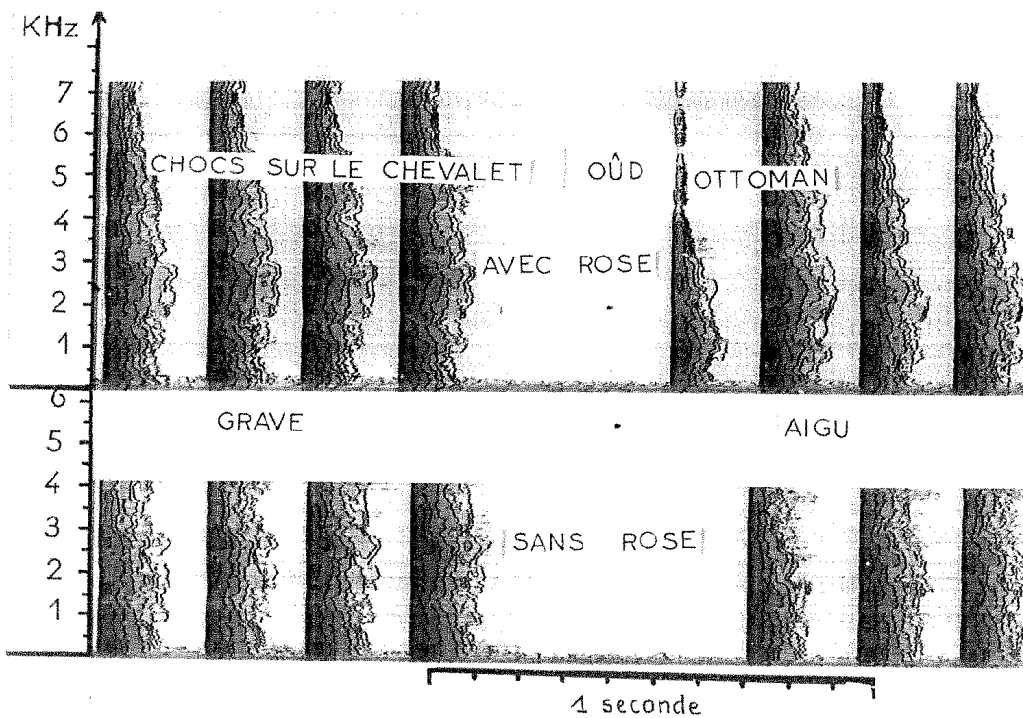
26c



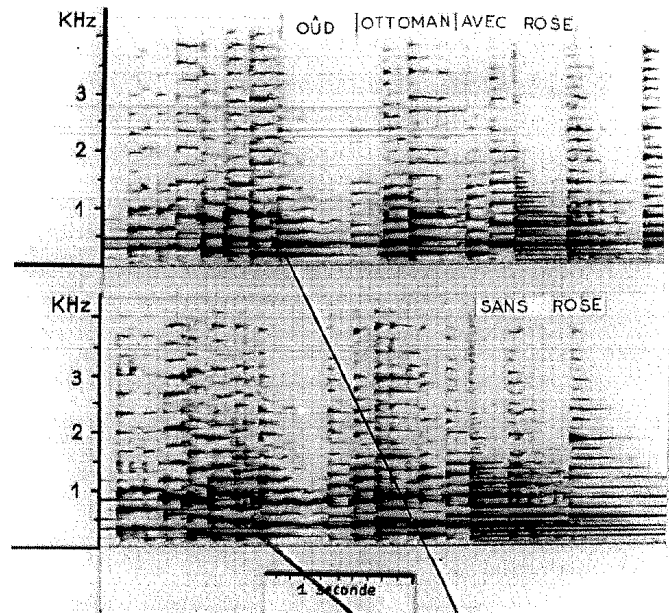
26d Méthode heuristique



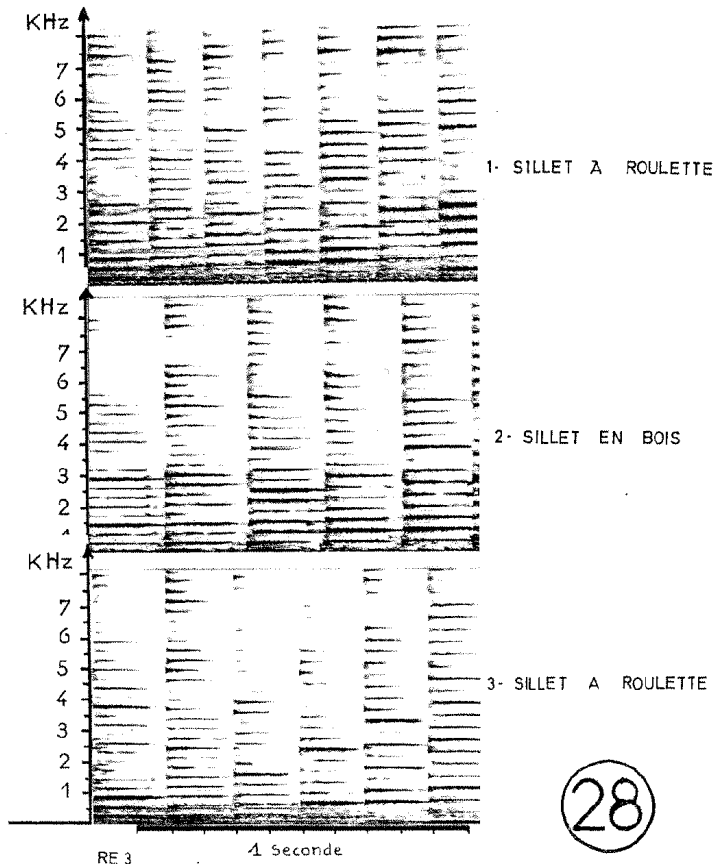
attaque (drigt) → cordes → table → barres
 ← couplage ←



27a la présence de la rose a mortifié plus vite les composantes graves



27b



28

Le sillet en bois donne des attaques plus nettes

extinction plus rapide, avec rose.

- 4) Le barreau de ferrite assure le couplage magnétique entre les divers circuits. Il suffit simplement de faire coulisser les bobines pour faire varier le couplage.

Le but de l'expérience est d'observer le comportement des oscillations libres des divers circuits une fois une impulsion émise.

Dans le cas le plus général - c'est-à-dire un seul circuit libre - le résultat est bien connu, c'est une sinusoïde amortie. Lorsqu'il y a couplage avec un autre circuit, lui-même accordé sur une fréquence différente, on observe des modifications de l'allure de la courbe qui portent d'une part sur la durée de la décroissance et d'autre part sur la richesse en harmonique de la courbe. Dans l'expérience nous n'avons pas cherché à faire des mesures mais simplement à vérifier qualitativement l'influence des divers paramètres du modèle henristique.

21 - LA ROSE.

Nous avons vu précédemment que le trou de la rose se justifiait par l'équilibre des pressions interne et externe qui, s'il n'existait pas, amortirait les mouvements de la table. On peut s'en convaincre en choquant le chevalet avec un doigt; un fort courant d'air est perçu dans la paume de la main étendue sur la rose.

On peut toutefois constater que la tradition a voulu que ce trou ne soit pas béant, mais qu'au contraire il soit partiellement bouché par un masque finement ajouré. Outre que cela soit du meilleur effet esthétique, chaque luthier pouvant donner libre cours à son imagination, nous nous sommes demandés s'il y avait dans cette tradition une nécessité acoustique ou seulement un simple effet décoratif. Nous avons pour cela réalisé les sonagrammes de la figure 27. Il apparaît clairement (et une bonne oreille suffit largement à cela) que la rose permet une extinction plus rapide des sons graves, surtout ceux liés aux résonances graves de la cavité; tandis que sans rose les composantes graves traînent et brouillent l'intelligibilité de l'instrument.

22 - L'IMPORTANCE DU SILLET

Le sillet est une petite pièce de bois ou d'os sur lequel les cordes glissent avant de s'enrouler aux chevilles.

Vu l'angle que fait le chevillier avec le manche, les cordes s'usent fortement au contact du sillet et surtout glissent mal. Certains luthiers (modernes) ont eu l'idée de pallier ce défaut avec un système de sillet à poulie. En fait, lorsqu'on compare pour un même instrument ce système et le sillet classique en bois, on s'aperçoit que le sillet à roulette rend les sons moins clairs; sans doute les vibrations longitudinales et d'octave sont-elles un peu amorties (fig.28).

Nous avons essayé des silllets en téflon (plastique autolubrifiant) : le résultat est détestable. Nous avons fini par préférer le sillet en buis au sillet en ivoire; celui-ci est très brillant pour les cordes à vide, mais le jeu sur la touche s'en distingue, tandis que le buis donne un timbre très homogène qui facilite le jeu par cordes à vide.

23 - LA COQUE

Nous n'avons pas mis à ce jour en évidence des propriétés liées à la symétrie de révolution ou non.

24 - LE PROBLEME DES CORDES

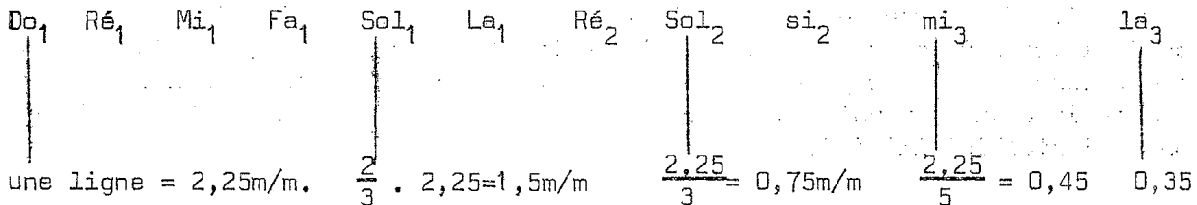
Le problème a été faussé par la pratique actuelle; les instruments modernes sont plus fortement tendus qu'à leur origine, que ce soit le violon, ou la guitare, etc... Or une corde n'a pas le même spectre sonore suivant la tension, et le résultat obtenu varie considérablement.

Revenons un instant à MERSENNE :

" il est aisé de conclure que si la grosse ou 11ème corde (DO) du théor-
 " be ou du luth a une ligne pour son diamètre, que la 7^e (SOL) qui monte à la quin-
 " te ne doit avoir que 2/3 de ligne pour son diamètre; et que parce que la 4ème
 " (SOL) monte à la douzième son diamètre doit seulement être le 1/3 d'une ligne;
 " et finalement la seconde corde qui suit la chanterelle et qui monte à la dix-
 " septième de la plus grosse doit avoir son diamètre du 1/5 d'une ligne puisque la
 " raison de la dix-septième est de 5 à 1 " (19) et plus loin " à longueur
 " de corde égale il faut diminuer le diamètre d'un tiers lorsque l'on a un in-
 " tervalle de quarte. "

Cet exemple d'une précision remarquable permet de reconstituer le cor-
 dage boyau du luth.

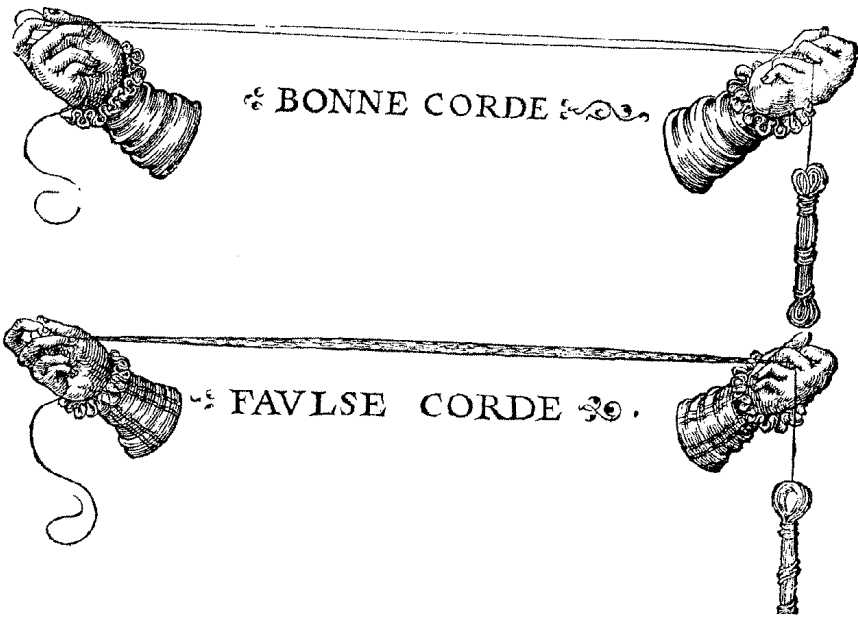
Ici il s'agit d'un luth accordé comme suit :



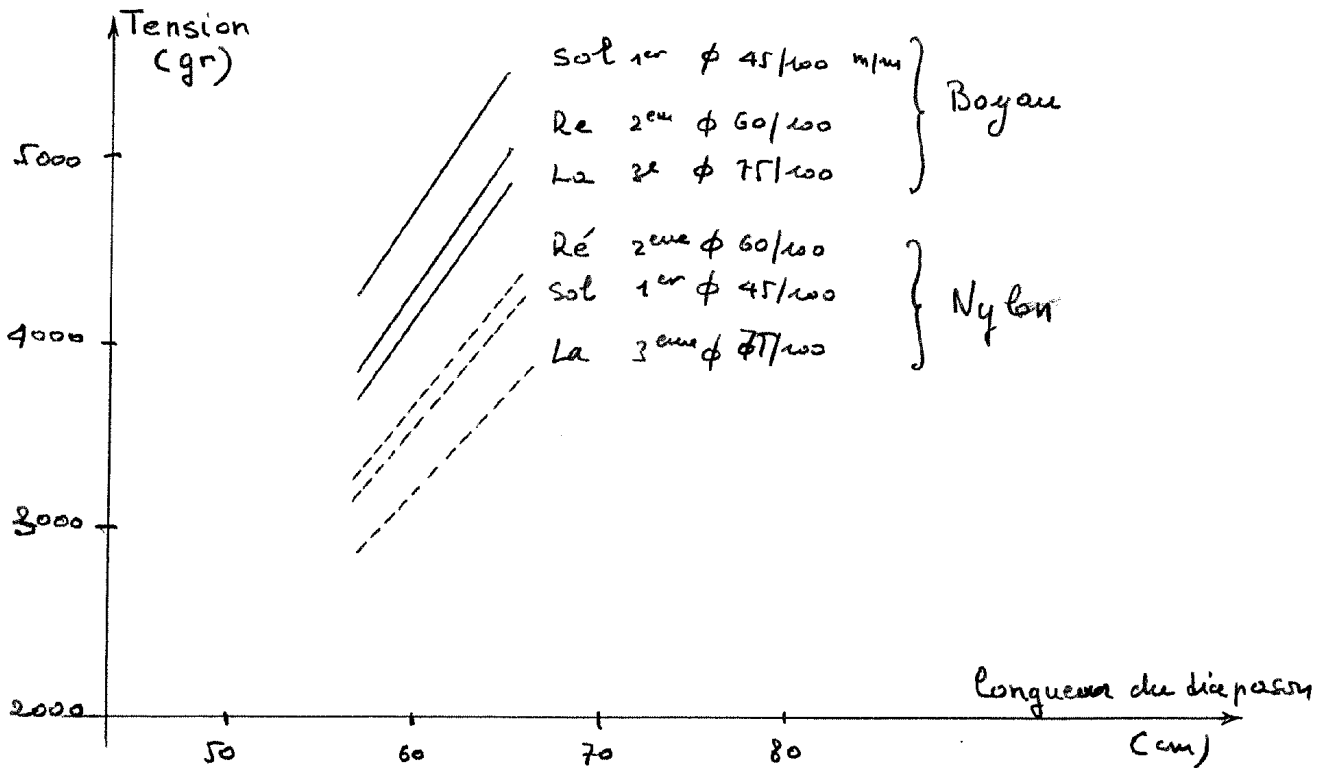
On a donc des instruments très modérément tendus. Bien que l'on ne
 connaisse ni le diapason, ni la longueur de la corde du luth de MERSENNE, on
 peut grossièrement évaluer la tension : 3 kg ≤ Tension ≤ 5 kg .

On pourrait avoir l'impression que les cordes sont molles, surtout
 lorsque l'on a dans les doigts la tension des cordes de guitares (8 à 10 kg).
 En fait cette sensation est essentiellement liée à la raideur de la table. Si
 la table est construite souple comme pour la guitare moderne, l'énergie d'une
 corde tendue à 3 kg ne sera pas suffisante; on a donc intérêt pour le luth à
 construire le barrage très rigide en même temps que très léger pour que la table
 réponde bien.

Pour être tout à fait puriste, nous avons comparé les cordes en boyau
 et les cordes modernes en nylon. Il faut reconnaître que c'est le boyau qui donne
 le plus beau timbre, mais quelle fragilité (usage de l'ongle interdit!). Le nylon
 donne de bons résultats avec une robustesse à toute épreuve.



29 Bonne corde et Fausse corde d'après Merseme - (1636)



30 D'après le catalogue de Karl Junger, comparaison des tensions entre cordes en bois et cordes en nylon

045 bois	≈	050 Nylon
060	≈	065
075	≈	084

La figure 30 compare les tensions entre boyau et nylon. On remarque alors que les cordes en nylon doivent être un peu plus grosses que les boyaux.

CONCLUSION :

Après avoir fait quelques théories nous concluons avec ces vers de GOETHE :

" Sèche est la théorie, mon ami "

" Eternellement vert est l'arbre de la vie " .
