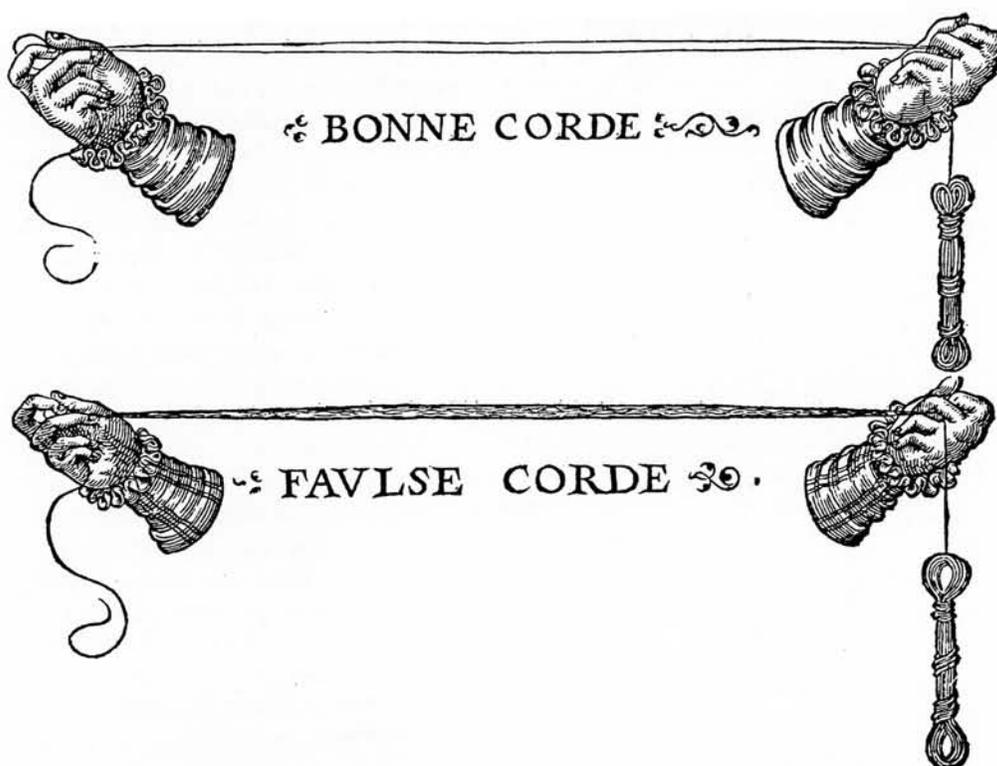


CHARLES MAILLOT  
MICHEL SIMANE

# LA FABRICATION DES CORDES MUSICALES

mai 81

n° 105



# GAM

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

UNIVERSITE PARIS VI  
Groupe d'Acoustique Musicale  
Laboratoire d'Acoustique  
Tour 66 - 5° Etage  
4 Place Jussieu - PARIS 5°

BULLETIN G.A.M. n° 105

LA FABRICATION DES CORDES HARMONIQUES

par Charles MAILLOT et Michel SIMANE

Etaient présents

M.E. LEIPP (D.Rech.CNRS), J. KERGOMARD (CNRS), M. CASTELLENGO  
Anne CATRICE (violiste), Ph. MATHERAT (CNRS), J.P. DO-HUU (Etud.), D. COHEN-  
SALMON (Dr en médecine), Ch. BESMAINOU (CNRS), J.M. FONTAINE (Ing.), V. BLIN  
(appr. luthier), Pascale JARDIN (Etud.), Anne JOUSSEN (Prof. Phys.), Daniel  
FRIEDERICH (luthier), C. CUESTA (Enseig.), D. PORTEOUS (Facteur clav.), Mme  
CHARNASSEE (M. Rech. CNRS), R. CAUSSE (IRCAM), J. KRAFT (luthier), A.C. HURAUULT,  
R. CARRE, E. FERRON (luthier), Ph. GATIGNOL (M.A.), M. DARNIS (INA), M. POUBLAN,  
D. RIBOULLAULT, FL. ABONDANCE (musée Instr. CNSM), Mme BRAN-RICCI (Conservateur  
Musée Instr.).

Excusés

P. FRANCOIS, P. MOIROUD, C. CEOEN, M. KURZ, R. LEHMANN, Mme KADRI, L. OTTIE,  
J. JOUHANEAU, Mme TREFFE, Sylvie HUE, A. FULIN, Mr LEGROS, L. AMION, B. BAERD,  
J. LEGUY, Mr HAGENE.

---

Directeur de la publication : M. le Professeur R. SIESTRUNCK

N° d'Inscription à la Commission Paritaire : N° 819 ADEP

Impression : Laboratoire de Mécanique, 2 Place de la Gare de Ceinture  
78210 - SAINT CYR L'ECOLE

Diffusion du bulletin du G.A.M. : S'adresser à  
PSALTARELLE  
21, rue de la Folie Méricourt  
75011 - PARIS - Tél. 807.80.64

EXPOSE SUR LA FABRICATION DES CORDES

par Charles MAILLOT

Je suis ici parce qu'un certain jour, un certain Emile LEIPP m'a écrit que son violon sonnait bien ou mal selon que planait ou non chez lui une odeur de café exhalée par une proche torréfaction.

Sa lettre était accompagnée de son "Essai sur la Lutherie", d'ailleurs sujet principal.

Pour nous ce phénomène n'était pas un mystère, il n'avait d'étrange que l'odeur sans laquelle il se manifestait. C'était en fait l'humidité relative qui jouait le rôle de sourdine intermittente selon le sens du vent.

Et voilà déjà mis en évidence un paramètre influant sur le comportement des cordes. Et d'ailleurs aussi des instruments.

Au reçu de cette première lettre j'avais de suite compris que la providence m'envoyait un observateur doué d'une rare objectivité. Il contrastait avec les correspondants qui, plusieurs fois l'an, s'évertuaient à vouloir nous réapprendre notre métier à l'aide de suggestions toujours plus saugrenues.

La collaboration née de cet épisode devait durer plus d'1/4 de siècle, au cours duquel M. LEIPP a gravi magistralement (Sic) les degrés de la carrière que vous savez.

Nos premiers travaux eurent lieu dans les sites les plus inattendus (réduit prélevé sur une chambre, sonomètre en bois de lit, ensuite dans une cave...) pour le seul grand remord que j'en avais gardé jusqu'à ce jour : n'avoir jamais tenu la promesse maintes fois réitérée de venir ici faire un exposé sur la fabrication des cordes.

Qu'il me soit pardonné de tenir enfin si tardivement parole et de telle sorte que je lui ai compliqué l'existence.

Etais-je retenu par la crainte d'être censuré comme je le fus, il y a plus de 50 ans par la T.S.F. d'alors ? Il m'avait fallu couper un passage évoquant la comparaison, coutumière à l'époque, au point d'être devenu commun, comparaison des sonorités du violoncelle avec la voix d'un célèbre politicien siégeant à Locarno.

J'ai eu la promesse de n'avoir rien à craindre de tel ce soir, d'autant que je m'abstiendrai de parler de ceux qui connaissent bien et pratiquent une musique sans rapport avec la nôtre.

Nos cordes, celles que nous fabriquons, ne sont pas vocales, aujourd'hui elles sont faites de très diverses matières et manières.

Il apparaît logique néanmoins de commencer par les cordes de boyau, premières en date et encore très utilisées.

Soit qu'elles restent les plus adéquates pour tel instrument, soit qu'elles coexistent sur tels autres avec des produits de substitution.

La harpe d'étude étant, sans doute, l'exemple le plus significatif :

- Nylon pour les 3 premières octaves
- Boyau pour 10 à 12 cordes suivantes
- Filage sur métal pour les graves.

De quels boyaux sont-elles faites et comment ?

A un jeu radiophonique en 1949 un concurrent a pu accéder à un confortable gain en répondant qu'elles étaient faites de boyaux de chat..... erreur qui provient probablement du terme anglais cat-gut. En réalité de boyaux de mouton durant des millénaires (Cf aussi Panurge : Rabelais fait dire que des boyaux de mouton on fera cordes pour violons et harpes).

Depuis seulement quelques décades l'on a appris à utiliser des intestins de bovidés. Mais toutefois pour des usages très limités. Question d'élasticité.

Sans vouloir contester à certaines dame l'antériorité de leur métier qui passe pour être le plus vieux du monde, le nôtre lui est certainement assez contemporain.

Primum vivere disait l'homme des cavernes bien avant d'inventer le latin.

Tuant les animaux pour se nourrir de leur chair et se vêtir de leur dépouille, il ne laissait rien perdre : os pour les outils, armes, voire bijoux. Intestin pour les liens de toutes natures et... les cordes des arcs.

Bien vite on s'aperçoit qu'elles vibrent, plus ou moins haut selon la longueur, la tension, la grosseur. Et voilà, avant M. TAYLOR que sa loi est démontrée, de même que l'élasticité et son module avant M. YOUNG.

On met plusieurs cordes à l'arc. Il devient harpe, en attendant de se transformer beaucoup plus tard en lyre. De cette harpe on joue pour passer les soirées d'hiver. On en joue aussi pour attendrir les belles. Celles-ci pour se montrer moins rebelles exigeront un manteau de bison : voilà comment .....

Pourquoi, comment les intestins se prêtent-ils si bien à la confection des cordes ?

Parce que la tunique membraneuse, médiane, qui supporte muqueuses, nerfs, chair, etc... une fois qu'elle en est dépouillée se révèle être faite de fibres tenaces tout en étant très élastique (séchée elle se résume en une mince pellicule diaphane assez semblable aux lambeaux d'épiderme par quoi se termine un sérieux coup de soleil).

Convenablement traitée par des actions tant chimiques que mécaniques elle devient imputrescible. Le tube qu'elle constitue, une fois déployé, ne se tend pas uniformément sur son pourtour. De ses replis congénitaux il conserve des génératrices de longueurs inégales.

En fendant diamétralement le tube dans sa longueur (montage avec une lame de rasoir et un guide courbe pour présenter le boyau sous le bon angle), on obtient deux lanières de longueurs inégales, ce qui permet de mieux égaliser les tensions (procédé en usage depuis le début du siècle).

Ces lanières sont ensuite assemblées sur des longueurs multiples de 60 cm (il faut 60 cm pour une corde de violon), tordues par des rouets mécaniques puis séchées.

A titre indicatif il faut environ 8 lanières, soit l'équivalent de 4 intestins, en épaisseur pour obtenir une corde ayant le diamètre de l'ancien La de violon c'est-à-dire 70 à 75/100.

La fibre est un collagène, c'est-à-dire qu'elle fournit elle-même sa propre colle. Pas par cuisson comme il est dit dans le Larousse. Des traitements appropriés provoquent sa formation et sa polymérisation ni prématurée, ni trop tardive.

Au terme du séchage la corde présente des rugosités et inégalités qu'il convient d'éliminer par polissage? Opération qui a pour effet de parfaire la géométrie de la corde tant linéaire que circulaire.

Elle sera utilisée telle quelle ou transformée selon sa destination.

De nos jours on a recours de plus en plus au filage consistant à revêtir le boyau d'un fil métallique, cuivre, argent, aluminium, enroulé en spires jointives. Nous y reviendrons.

A l'origine (du temps de Duiffoprugcar, 1550) les 4 cordes du violon étaient sans doute toutes de boyau nu (débatu). En 1920 j'ai fait mes premières gammes sur 3 cordes nues et 1 seule filée, le Sol.

Très vite de 1920 à 1925 la chanterelle de boyau est remplacée par l'acier, et le Ré est filé d'aluminium. Enfin vient le La filé d'aluminium, qui n'est pas une nécessité technique pour la sonorité, mais donne au violoniste une sensation de confort en présence des trois autres cordes métalliques.

C'est la période où de profondes et nombreuses modifications se produisent pour le violon et le Cello.

Bien avant, au cours des siècles, d'autres matières avaient été adoptées pour des instruments variés.

L'usage de fibres végétales doit remonter, déjà, à l'ancien testament. L'une d'elles, la ramie, fibre exotique a longtemps prévalu pour les luths orientaux. La soie a la propriété étrange de se comporter parfois comme un végétal quoiqu'étant une sécrétion animale.

Ces fibres étaient assemblées par torsion comme les lanières de boyau mais devaient être encollées, n'étant pas véritablement collagènes.

Quant au métal il en est fait mention dans des traités remontant à plusieurs siècles, le laiton en particulier (épinettes, clavicin) puis plus tard l'acier consacré par le piano. Il ne s'est installé que depuis un siècle, à peine, et lentement sur les instruments à plectre d'abord, puis à archet.

Dans les années 1925-30 les résultats ont souvent été catastrophiques pour les violons parceque la tension des cordes d'acier est beaucoup plus grande; au début les luthiers ne s'en sont pas méfiés; il y a eu beaucoup d'instruments détériorés pour plusieurs années, et quelquefois irrémédiablement.

Divers procédés sont mis en oeuvre pour confectionner toute cette panoplie, à laquelle sont venues s'ajouter vers les années 40-50 le Nylon.

Pour les cordes métalliques, c'est simple. Simple relativement car il faut, en acier, un métal d'une ténacité telle que rares sont les entreprises capables de respecter le cahier des charges.

Aussi le fabricant des cordes doit-il, en dépit des assurances données par ses fournisseurs, tester soigneusement chaque lot pour en affecter le fil à tel ou tel usage.

Les cordes nues en acier ne requièrent qu'une ouvraison sommaire, boucle ou boule à une extrémité.

Les cordes de Nylon, dernières nées quoique déjà plus que quinquagénaires, sont issues de fibres obtenues par polycondensation. La spectaculaire renaissance de la guitare dans les années 1950 doit beaucoup au nylon; en effet les cordes en boyau cassaient (Segovia prenait 2 guitares en concert) car on avait augmenté les dimensions des guitares pour gagner du son, et en même temps le diapason avait monté. Les fibres obtenues sont tirées à la filière; mais il faut ensuite les surétirer jusqu'à 4 fois leur longueur (en dehors de la filière) pour orienter les molécules d'où certains désordres géométriques importants pour les cordes nues. Après le film Monsieur SIMANE vous parlera de la rectification des monofilaments de nylon, technique qui a mis en évidence l'importance du calibre, de sa précision et de son choix pour le couplage corde-instrument (guitare).

Vous allez voir dans quelques minutes le film tourné dans un atelier de filage.

Est ainsi nommée l'opération constituant le moyen de modifier la densité d'une corde et son diamètre sans trop accentuer sa raideur.

Après le film Monsieur SIMANE vous en dira plus sur le rôle du filage, son influence sur le spectre harmonique.

ASPECTS THEORIQUES DE LA CONCEPTION  
ET DE LA FABRICATION DES CORDES

par Michel SIMANE

1 - RAPPEL DE QUELQUES NOTIONS ELEMENTAIRES SUR LES CORDES VIBRANTES

Le son est une grandeur à 3 dimensions (fréquence, intensité et durée) qui dépend de plusieurs paramètres dont les principaux sont :

- la masse linéique, (masse par unité de longueur), qui est reliée à la fréquence émise  $f$ , à la longueur vibrante  $l$  et à la tension  $T$ , par la formule de Taylor :

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

on y constate par exemple que la fréquence est d'autant plus élevée que la masse linéique est plus faible, ou bien qu'une corde est d'autant plus tendue qu'elle est plus grosse, toutes choses égales par ailleurs.

- le module d'élasticité, ou module de Young, qui définit la résistance à l'allongement et caractérise le matériau, et donc son timbre. On constate en effet que, plus ce module est élevé, plus le timbre de la corde est riche en harmoniques élevés. C'est pourquoi le timbre de l'acier est plus "métallique" que celui du laiton, de même que le nylon ne sonnera jamais comme le boyau. (fig.1)
- la raideur et le coefficient de frottement interne, qui ont surtout une influence sur les transitoires d'attaque et d'extinction, c'est-à-dire la facilité d'émission (pour les cordes frottées) et la durée du son (pour les cordes pincées). De ce coefficient de frottement interne dépend aussi le rendement énergétique de la corde, c'est-à-dire la partie de l'énergie restituée acoustiquement par rapport à l'énergie reçue par la corde, le reste étant perdu par frottement à l'intérieur de la corde. Cela explique pourquoi une corde composite (câble, "venice catline", corde filée) a un son plus clair et plus durable qu'une corde pleine de même masse linéique et de même matière. (fig.2)

2 - DETERMINATION PRATIQUE D'UNE CORDE

2.1. équilibre à réaliser

Ces différents paramètres ne sont, en réalité, pas indépendants et le bon fonctionnement d'une corde ne peut être réalisé que si certains équilibres sont respectés. Par exemple

- si l'on veut augmenter la puissance, on commence par augmenter la tension, donc la masse linéique. Mais on est limité par la résistance de l'instrument ainsi que par les problèmes de couplage (adaptation de la corde à l'instrument). De plus la raideur de la corde augmente simultanément, et l'on perd en richesse de timbre.

...../

- La facilité d'émission, pour une corde frottée exige une raideur ni trop faible (amortissement trop faible), ni trop importante (corde trop "lourde").

## 2.2. limites de la matière

Au stade de la réalisation d'une corde, l'utilisation des matières premières (choisies en général en fonction du timbre, de la "couleur" désirée) impose des impératifs qui dépendent de leurs caractéristiques mécaniques.

### 2.2.1. Limite supérieure

La formule de Taylor que l'on a vue plus haut peut également se mettre sous la forme :

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{\sigma}{\omega}}$$

où  $\sigma$  est la contrainte de la corde (c'est-à-dire la tension par unité de section) et  $\omega$  la masse spécifique du matériau. On constate que, si  $L$  est déterminée, la fréquence maximale dépend de la contrainte maximale et de la masse spécifique, c'est-à-dire des caractéristiques du matériau. En d'autres termes, il ne sert à rien d'augmenter le diamètre d'une chanterelle pour améliorer sa résistance puisque la fréquence correspondant à la rupture est indépendante du diamètre. C'est généralement cette propriété qui a conditionné l'accord des instruments (plus particulièrement les "dessus"), la longueur vibrante étant fixée pour des raisons morphologiques ou de facilité d'exécution (1 pied pour le violon), la fréquence admissible pour la chanterelle dépend uniquement du matériau choisi. On obtient ainsi par exemple le mi 3 pour le violon où  $l = 1$  pied, le mi 2 pour la guitare où  $l = 2$  pieds.

### 2.2.2. Limite inférieure

Plus on descend vers le grave, à la longueur vibrante et tension constantes, plus il faut augmenter le diamètre de la corde, donc sa raideur. S'il s'agit d'une corde pincée ou frappée, à partir d'une certaine valeur elle "sonne faux" (les partiels ne sont plus des multiples entiers du fondamental) et la durée du son est courte car une partie importante de l'énergie est perdue par frottement interne.

Un exemple caractéristique où l'on se trouve juste à la limite de ce problème est le "sol" de guitare en nylon plein. Il ne servirait à rien d'en augmenter le diamètre pour avoir plus de puissance car on augmenterait encore la raideur, ni de diminuer le diamètre pour avoir un timbre plus brillant car on perdrait en puissance.

Les solutions existent cependant. On peut détourner le problème en augmentant la longueur vibrante (théorbe), mais ça n'est pas toujours possible. On peut aussi utiliser des cordes composites, donc plus souples, comme les "venise-catline" (assemblage de cordes en boyau retordues ensemble utilisées pour le luth au XVII<sup>e</sup> siècle), ou les cordes filées.

## 3 - CORDES FILEES

Le principe consiste à enrouler sur une âme un fil métallique le trait, qui ne participe pas à la résistance de la corde mais l'alourdit. On augmente ainsi la masse linéique sans augmenter la raideur, d'où l'obtention d'un timbre plus brillant et d'un son plus durable qu'avec une corde pleine. (fig.2)

La possibilité technique de les réaliser existait déjà au XVI<sup>e</sup> siècle où l'on savait tirer des fils très fins d'or, d'argent ou de laiton pour les guiper (enrouler) autour de fils textiles afin de tisser des étoffes destinées aux rois et aux princes. Pourtant les cordes filées n'apparaissent que dans la deuxième moitié du XVII<sup>e</sup> siècle. Il faut croire que les musiciens n'éprouvaient pas le besoin de les utiliser plus tôt. On a commencé par filer des cordes sur une âme en boyau, puis sur soie, à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle (pour les cordes pincées uniquement), puis, plus récemment, sur acier et sur nylon.

Comme autre avantage, la corde filée offre, par l'utilisation de plusieurs matériaux, des possibilités de timbres différents. On peut en effet faire varier les proportions entre l'âme et le trait, d'où des raideurs et des élasticités variables, donc des timbres variables pour une même masse linéique. De même l'utilisation de métaux différents pour le trait permet également de faire varier le timbre. Pour le ré de violon filé sur boyau par exemple on utilise pour le trait aussi bien de l'argent que de l'aluminium, ce qui permet, suivant les caractéristiques des violons et des violonistes, de mieux adapter son timbre en fonction de celui des cordes voisines.

Pratiquement, la réalisation d'une corde filée se fait sur un tour spécial. On y monte l'âme entre deux crochets qui tournent à la même vitesse, et le trait vient s'enrouler autour, guidé, soit automatiquement, soit à la main (fig.3). Les spires doivent être parfaitement jointives, sans espacement ni chevauchement et la tension du trait pendant le filage doit être parfaitement régulière pour que la corde obtenue ait un diamètre et une raideur parfaitement constants. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, c'est le filage à la main qui donne les cordes de meilleure qualité, l'ouvrière percevant les défauts du trait avant qu'ils ne se produise alors que toute régulation, mécanique ou électronique, ne réagit qu'après production du défaut.

Cependant, la formation d'une bonne ouvrière fileuse est très longue, de quelques mois à un ou deux ans suivant la difficulté de la corde à fabriquer.

Le sous-filage, dernier perfectionnement des cordes filées consiste à interposer une couche très mince de soie ou de nylon entre l'âme et le trait. On peut ainsi faire varier le coefficient de frottement entre ces deux éléments, d'où une influence sur la facilité d'émission et le spectre. Cette technique est surtout utilisée pour les cordes des instruments de la famille du violon.

#### 4 - LES QUALITES D'UNE CORDE

##### 4.1 Qualités pratiques

###### La résistance

Il peut paraître évident qu'une corde doit résister à la tension à laquelle elle est soumise, mais souvent le problème est assez complexe.

Pour une corde pleine on a intérêt, pour que l'effet de la raideur soit minimal, à ce que la contrainte de la corde soit la plus proche possible de sa limite admissible, ce qui est presque en contradiction avec l'impératif de résistance. On a vu plus haut (2.2.1) que c'est souvent cet état-limite qui a conditionné l'accord des instruments. Pour une corde filée, le problème est le même si l'on recherche un son brillant. Il faut alors que le rapport du diamètre de l'âme au diamètre total soit le plus faible possible, mais, comme l'âme est seule à participer à la résistance, on retombe sur un problème de limite.

- La durée de vie

Du fait des conditions sévères auxquelles elles sont soumises, il est normal que les cordes périclent assez vite, soit par rupture, soit parce que le phénomène de fluage, entraîné par la tension de la corde, en modifie le module d'élasticité, ce qui se traduit par une perte de brillant du timbre. Ce vieillissement oblige le musicien exigeant à changer ses cordes bien avant qu'elles ne cassent.

Le fluage affecte surtout le nylon, un peu moins le boyau, et encore moins l'acier, bien que la durée de vie des cordes en acier soit également limitée.

4.2. Qualités acoustiques

- La justesse

Pour qu'une corde soit juste, il faut en gros qu'elle remplisse deux conditions : d'abord qu'elle ne soit pas trop raide pour que ses partiels se rapprochent le plus possible des multiples entiers du fondamental (sinon elle "sonnerait faux" même à vide), ensuite que sa section soit parfaitement homogène et constante sur toute sa longueur pour que les différentes fréquences obtenues en jouant dessus soient justes entre elles (justesse "à la quinte" des violonistes, "à l'octave" des guitaristes, ...).

Si les cordes en acier sont en général bien homogènes et d'un diamètre constant après tréfilage, il n'en est pas de même pour les cordes de boyau et de nylon. La section de ces dernières est en effet généralement ovale et variable ce qui les rend souvent inutilisables telles quelles, sauf si l'on n'est pas difficile sur la justesse (ni sur la précision du calibre). Il faut donc trier les cordes bonnes parmi celles que l'on reçoit, c'est une simple opération de calibrage mais qui donne beaucoup de déchets, ou bien rectifier les cordes. Cette opération, qui est réalisée sur une rectifieuse sans centre, consiste à faire passer la corde entre deux meules, ce qui permet d'obtenir une corde parfaitement juste et calibrée avec une précision de l'ordre de quelques microns.

- La puissance

caractéristique qui traduit le rendement énergétique de la corde, c'est-à-dire son aptitude à restituer le plus possible d'une façon "sonore" l'énergie qu'on lui a appliquée en la pinçant ou en la frottant.

- Le brillant

(qui est un caractère du timbre), la facilité d'émission (pour les cordes frottées), la durée du son (pour les cordes pincées), ces deux dernières étant fonction du coefficient d'amortissement donc du frottement interne, sont toutes des qualités très relatives et subjectives. Ceci nous amène à examiner plutôt les qualités d'adaptation des cordes.

4.3. Adaptation à une certaine esthétique

Il est frappant de comparer la corde de luth idéale, en boyau du XVIIIème siècle à la corde de guitare idéale en nylon d'aujourd'hui. Leurs caractères sont complètement opposés (fig.4). Si le son de la corde de guitare est brillant et durable, celui de la corde de luth est très mat et court. Ce dernier comporte au départ un spectre quasi-harmonique mais les partiels élevés ne durent qu'un temps très court et il ne subsiste bientôt plus que la fondamentale et les partiels de rang 2 et éventuellement 3. La faible durée des partiels élevés est cependant suffisante pour donner une bonne définition de la fréquence qui persiste dans l'oreille, soutenue par la

fondamentale. L'allure du sonagramme montre également un caractère très percutant pour chaque note, d'où une bonne définition rythmique. On voit donc que la corde de luth en boyau n'est pas "moins bonne" que la corde en nylon pour guitare, mais chacune est adaptée à l'esthétique musicale du moment.

#### 4.4. Adaptation à la technique instrumentale

Dans l'exemple ci-dessus, la faible durée du son présente un avantage pratique dans le cas d'un instrument comportant des basses accordées diatoniquement, puisqu'elle peut éviter l'étouffement de la corde par la main droite, ce qui n'est pas aussi nécessaire dans le cas de la guitare. Comme autre exemple, on peut citer le cas de la corde pour violon, qui a subi une modification fondamentale au cours de ces dernières décennies du fait des besoins de la technique moderne. Les violonistes, qui préféraient autrefois une corde au timbre très velouté, donc relativement souple, ce qui entraîne une émission plutôt difficile, se sont aperçus qu'ils préféraient une corde raide, répondant immédiatement, bien que son timbre soit à priori moins bon, puisque ce timbre est modifiable par le jeu alors que la facilité d'émission ne l'est pas.

#### 4.5. Adaptation à l'instrument

Il est nécessaire que l'énergie transmise par la corde à l'instrument soit compatible avec celle que cet instrument peut recevoir. Une corde trop fine ne parviendra pas à mettre efficacement l'instrument en vibration, une corde trop grosse va le brider et l'empêcher de vibrer librement. C'est pourquoi il existe pour les instruments les plus courants un choix de calibres pour chaque note, permettant de réaliser cette adaptation de façon très précise.



LEGENDE DES FIGURES

---

Figure 1 . Comparaison de 2 cordes MI 1° de guitare jouée à la 12ème case :  
a) acier - b) nylon. Tous les paramètres sont identiques sauf le module d'élasticité. Le résultat est un son plus "brillant" quand le module d'élasticité est plus élevé.

Figure 2 . Les mêmes notes jouées sur deux cordes "sol 3°" de guitare.  
a) corde filée sur nylon, b) corde en nylon plein. Les harmoniques de rang élevé de la 1ère durent plus longtemps. Le son est plus "brillant" avec la corde filée.

Figure 3 . Filage "à la main" d'une corde de guitare.

Figure 4 . a) - son "luth boyau"  
b) - son "guitare moderne" (nylon filé)

Dans les deux cas, la corde à vide donne le " fa 2 "



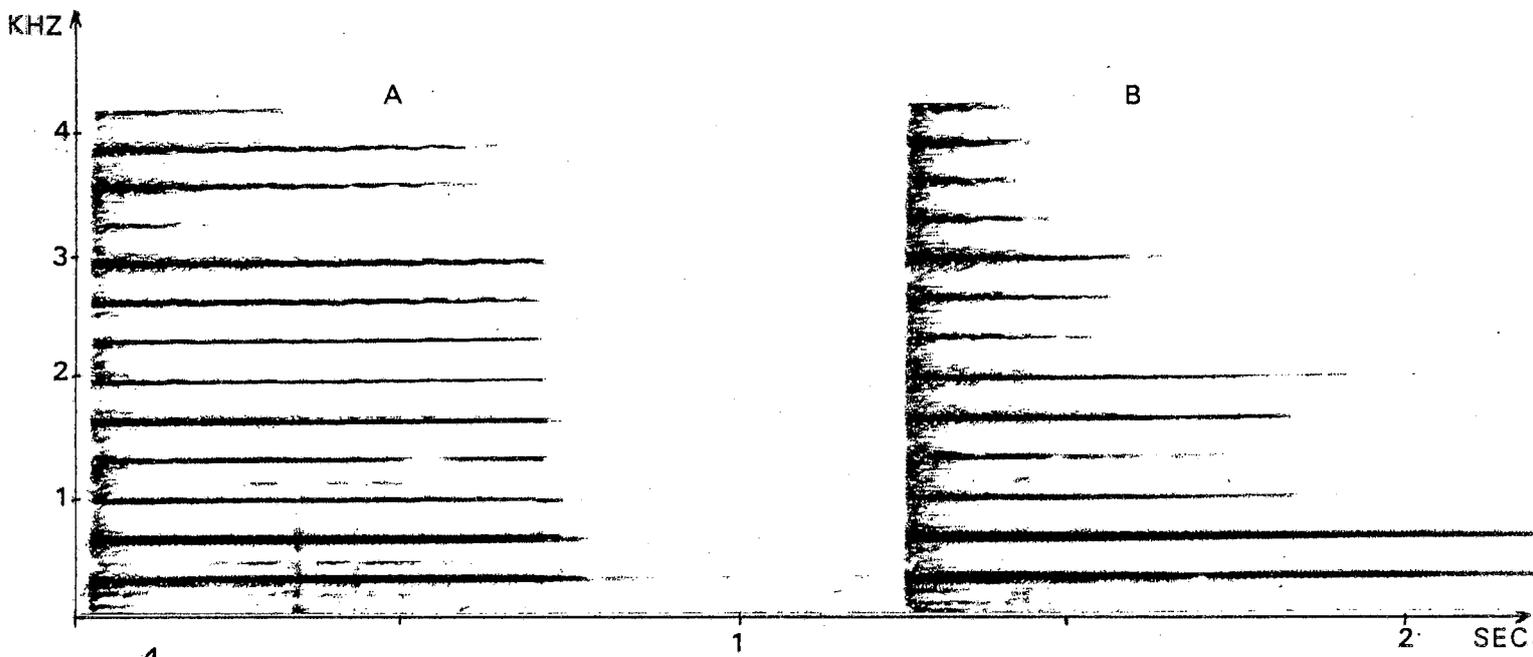


FIG. 1

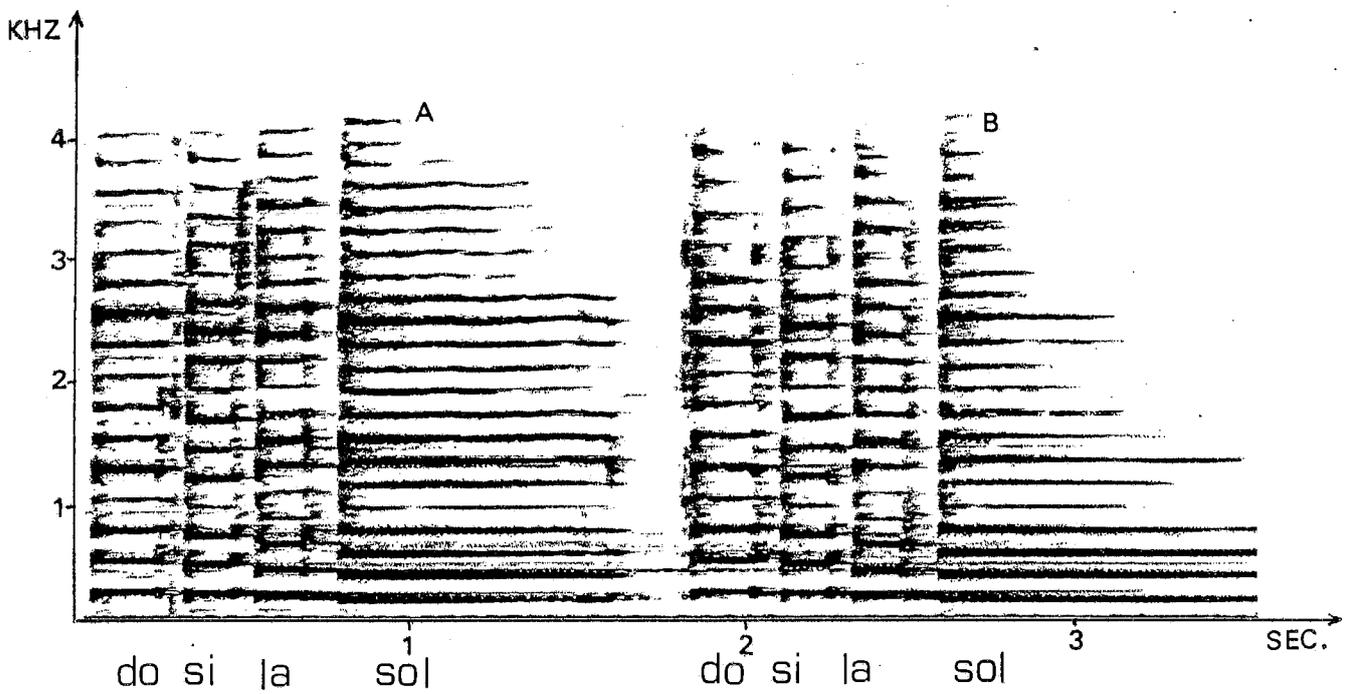


FIG. 2

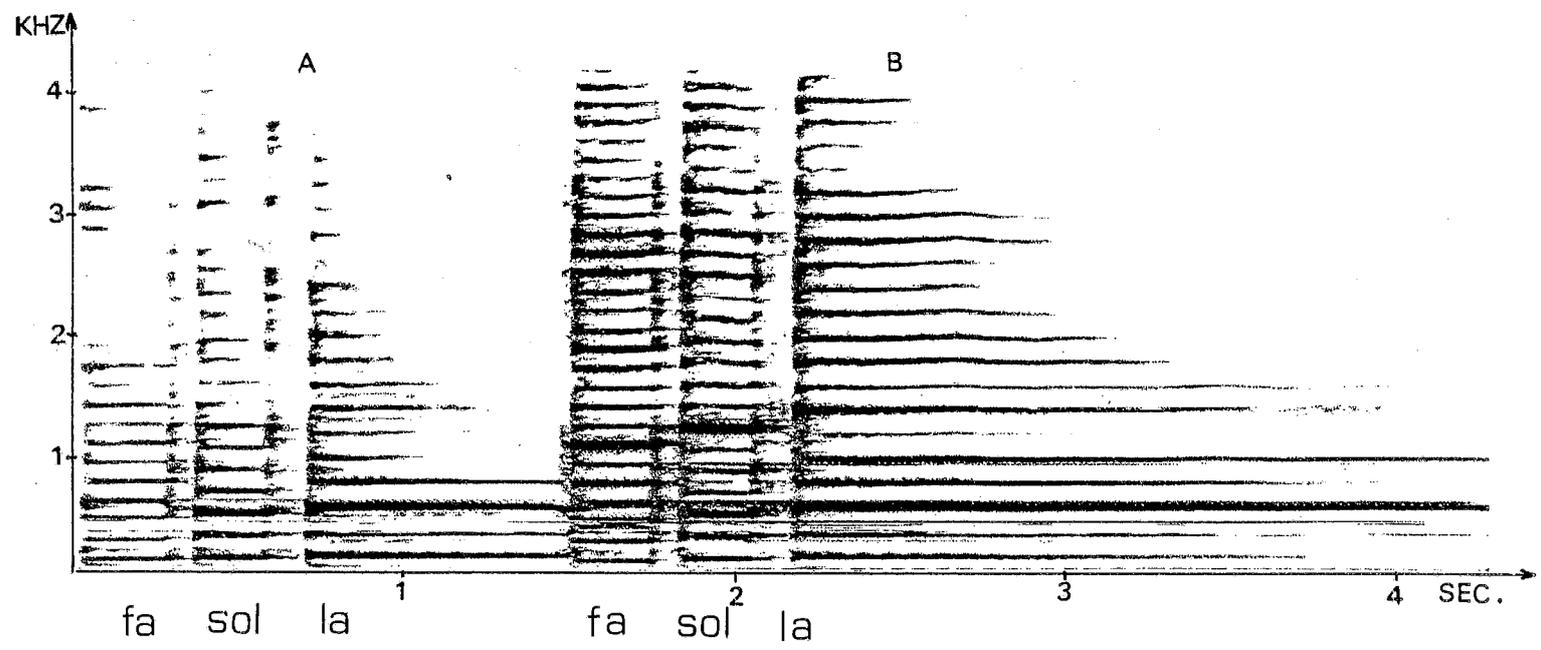


FIG. 4



FIG. 3

DISCUSSION

M. BESNAINOU : Concernant les cordes anciennes, est-ce qu'aujourd'hui les techniques de fabrication sont suffisamment proches de celles qui existaient ? Vous avez parlé des venices catlines plus souples, le problème est aujourd'hui le même, celui de la souplesse des graves.

Avez-vous fait des recherches la dessus ?

Il y a des problèmes concernant la fabrication, il est incontestable que dans ce domaine il y a des choses qui ont été perdues. J'ai retrouvé des cordes en boyau datant de 1820 environ. Leur texture est différente de celle des cordes actuelles, elles sont plus torsadées.

M.S. : Tout dépend ce que l'on demande à la corde. Les cordes que nous fabriquons le plus sont destinées au violon ou à la harpe, il est normal qu'elles soient plus raides, donc moins "torsadées" que les cordes pour luth.

A part cela, la technique de fabrication est pratiquement la même aujourd'hui qu'autrefois. Nous avons fabriqué des cordes plus tordues pour le luth, mais il est souvent difficile d'avoir des réponses de la part des luthistes. Il faut dire qu'il n'est pas facile de passer du nylon au boyau. Maintenant que les luthistes, dans leur recherche d'authenticité, ont résolu le problème de l'instrument et celui de la technique de jeu, ils n'ont pas toujours envie de passer aux cordes de boyau car cela implique de changer de cordes plus souvent, une tenue d'accord moins bonne, et cela coûte plus cher.

Ch. M. : Il faut savoir dans quelle mesure tel timbre est accepté par tradition ou parce qu'on s'y est résigné. Nous avons eu un problème identique avec l'aoud. Lorsque nous avons réussi les cordes de guitare, nous avons proposé des cordes semblables aux joueurs d'aoud. Ils nous ont dit "c'est affreux" On ne sait pas s'ils tenaient vraiment à leur sonorité nasillarde ou bien s'ils s'y étaient résignés parce qu'elle ressemblait à celle des cordes qu'ils fabriquaient eux-mêmes. Maintenant ils ont évolué et se sont adaptés à une sonorité plus proche de celle de la guitare.

M.S. : Jusqu'au jour où un joueur d'aoud recherchera la sonorité authentique et remontera à celle d'autrefois.

M. BESNAINOU : Comment expliquez-vous l'effet de la torsade sur la qualité du timbre ?

M.S. : Plus une corde (constituée de lanières de boyau) est torsadée et plus elle est souple. On a alors moins de perte d'énergie par frottement interne, d'où un son plus durable et un timbre plus riche.

