

Paraît quatre fois par an : les 1er janvier, 1er avril, 1er juillet, 1er octobre

Publication du CAEL, 6 Chemin du tennis, 92340 Bourg-la-Reine.

VENTE : Au CAEL 1 numéro 40 F.

ABONNEMENT : 1 an (4 numéros),
France 100 F
Autres pays d'Europe 120 F.

BUREAU DE RÉDACTION :
Centre Animation Expression Loistr, 6
Chemin du Tennis, 92340 Bourg-la-Reine.
Tél. : 663 76 96.

Responsable de la publication :
Joël Dugot

Secrétaire de rédaction :
Marie Cornu

Comité de rédaction :
Jean Amand
Claudette Duplan
Nadège Vigne
Jean Pierre Vigne

Documentation :
Alain Pougetoux

Service photo :
Robert Pichard

Maquette et couverture :
Daniel Cabanis

Composition :
ARTES Tél. : 543.18.08

Impression :
Bernard Duval, Mairie de Bourg-la-Reine.

PUBLICITÉ : Pour toute insertion publicitaire, s'adresser au CAEL (Service publicitaire) 6 Chemin du Tennis, 92340 Bourg-la-Reine. Tél. : 663 76 96.

Conseil d'administration :

Monsieur Nombrot, Maire de Bourg-la-Reine.
Monsieur Thieulin
Monsieur Legrand, Délégué Régional à la FRMJC - Ile de France
Madame Duplan, Directrice du CAEL
Monsieur Jacques Amand, Président
Monsieur Digne
Monsieur Briand
Monsieur David
Madame Foucher
Monsieur Moussy
Monsieur Pichard
Madame Schmieler
Monsieur Schreiber
Monsieur Yvars
Madame Eisen
Madame Shankland
Monsieur Guchemerre

MUSIQUE ANCIENNE N° 15 JANVIER 1983

- 5 Histoire d'une corde de clavecin hier et aujourd'hui
Rémy Gué
- 29 Sur l'emploi des cordes en boyau
Frank Eyler
- 32 Nouveaux développements dans la fabrication des cordes graves « tout boyau »
Djilda et Ephraïm Segerman
- 34 Un calculateur de cordes
Djilda et Ephraïm Segerman
- 38 Fabrication de cordes en boyau, recherche d'une sonorité authentique.
Michel Simone
- 40 Préliminaires pour une étude acoustique des cordes
Michèle Castellengo
- 46 Dossier : Les cordes à travers les textes.
Joël Dugot
- 66 Informations et annonces.

NUMERO SPECIAL CORDES ANCIENNES

musique
ancienne

PRELIMINAIRES POUR UNE ETUDE ACOUSTIQUE DES CORDES

Michèle Castellengo •

INTRODUCTION

Le luthier met toute sa science dans la conception de la caisse en oubliant quelquefois que les qualités de celle-ci ne sont pas seules déterminantes pour la sonorité. La corde est le générateur de son, le véritable moteur de l'instrument. Pour que celui-ci fonctionne bien, il doit y avoir une bonne adaptation réciproque (mécanique et acoustique) entre ces deux éléments.

Deux démarches sont possibles : faire une caisse puis trouver les « bonnes » cordes ou, étant donné un type de cordes construire la caisse qui convient.

Pendant longtemps on s'est préoccupé de copier soigneusement les instruments anciens (forme, épaisseurs, barrage etc...) sans se poser la question des cordes. Il est vrai que l'on peut monter n'importe quelle « ficelle », l'instrument sonne toujours !

Hormis les problèmes de justesse et de raideur que l'on maîtrise bien aujourd'hui, une grande importance à déterminer pour les instruments à cordes pincées sans étouffer, c'est la durée du son. Pour un musicien Indien ou Viet-Namien qui joue des mélodies sur l'extinction du son une longue durée est souhaitable. Le sarod, la Vina, le monocorde Viet-Namien sont cordés en

métal. Dans le jeu d'une musique polyphonique par contre, une trop longue durée, sans la facilité d'étouffer les sons peut être un gros inconvénient pour la compréhension de la musique.

Les luthistes se posent aujourd'hui la question du choix entre le nylon et le boyau pour lequel différentes techniques de mise en oeuvre sont proposées. Il n'est pas de notre ressort d'entrer dans ce débat, mais nous avons voulu montrer qu'il existe des outils d'analyse permettant de préciser les paramètres acoustiques et de fournir des documents objectifs pour aller plus loin.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Comment procéder pour comparer les cordes ? Deux voies sont possibles. La première méthode consiste à monter les cordes à comparer sur un banc de mesure et à les exciter à l'aide d'une machine à pincer donnant une impulsion normalisée. C'est la seule méthode permettant d'obtenir des résultats quantitatifs. Nous ne pouvions pas présentement l'utiliser, les dispositifs expérimentaux étant en construction.

La deuxième méthode consiste à monter un instrument et à le faire jouer par un musicien. Ce faisant on se place dans les conditions normales du jeu musical. On

peut porter un jugement à l'écoute et, partant de là, orienter les analyses. En fait, les deux méthodes sont complémentaires.

Procédure expérimentale

Si l'idée de comparer des cordes est simple, la réalisation de l'expérience est beaucoup plus délicate et demande un certain nombre de précautions. L'instrument étant monté de ses cordes et l'accord stabilisé, il faut : — choisir un lieu d'enregistrement de préférence « mat ». — fixer avec soin l'emplacement du musicien et la place du micro (repérer la hauteur au-dessus du sol et l'orientation) de façon à pouvoir reproduire quelques jours ou quelques semaines plus tard les mêmes conditions d'enregistrement. — définir un protocole d'expériences en normalisant la vitesse du jeu.

Lorsque nous comparons des cordes à l'oreille nous apprécions tour à tour diverses qualités dont les principales sont : la netteté de l'attaque, la durée d'extinction, la « couleur sonore » (sourd, clair...) Afin d'apprécier ces diverses qualités nous demandons au musicien de jouer :

© C.N.R.S./Laboratoire d'Acoustique de l'Université Paris VI

a) une gamme chromatique sur toute l'étendue de l'instrument, une fois longtemps (une note toutes les deux secondes) et une fois à vitesse moyenne (3 notes par secondes). En utilisant l'I.D.S. nous pourrions apprécier la coloration spectrale.

b) chaque corde à vide (sans puis avec l'octave) en étouffant les autres. Nous en tirerons la durée totale d'extinction ainsi que l'évolution respective des divers harmoniques en analysant au sonographe.

c) Deux courtes séquences musicales : la première pour faire sonner au mieux l'instrument sur toute son étendue, la deuxième polyphonique, pour apprécier la netteté et la distinction des différentes voix.

d) Si les extraits musicaux ne comportent pas d'ornements on demande au musicien de jouer quelques traits rapides détachés montrant la netteté et la précision de l'attaque.

Par montage de la bande magnétique, en collant successivement le même extrait musical enregistré à diverses séances il est déjà possible à l'oreille de faire un grand nombre de remarques que les analyses pourront confirmer.

Nous sommes bien conscients que malgré toutes les précautions prises bien des difficultés subsistent, en particulier le fait que le musicien s'adapte plus ou moins consciemment aux différentes sortes de cordes et, en compensant par le jeu, tente de retrouver pour son oreille les qualités de son qu'il recherche habituellement. Cet effet pourra modifier voire contrarier certains des résultats... Toutefois les avis du joueur sur les qualités des cordes sont précieux. Il est difficile aussi de tenir compte de l'hygrométrie qui peut varier d'une séance à l'autre et dont on connaît mal les effets. Malgré tout nous pensons que cette méthode de travail, proche de la réalité musicale peut donner des résultats intéressants.

QUELQUES RESULTATS

1) Test de la gamme chromatique à l'I.D.S.

L'I.D.S. Il s'agit d'un analyseur spectral découpant la gamme des fréquences audibles en 8 bandes baptisées : 1-Basses (50 à 200 Hz) 2-Graves (200 à 400 Hz) 3-Medium grave (400 à 800 Hz) 4-Medium (800 à 1200 Hz) 5-Medium aigu (1200 à 1800 Hz) 6-Aigu (1800 à 3000 Hz) 7-Suraigu (3000 à 6000 Hz) 8-Stridence (6000 à 15000 Hz). Lorsqu'une séquence musicale est introduite dans l'appareil on voit se remplir progressivement et inégalement les différentes colonnes correspondant aux bandes spectrales. Le résultat se présente sous forme d'un histogramme donnant le pourcentage de l'énergie dans chaque bande ramené à l'énergie totale. Des différences de 2 à 3 % sont audibles. (Rappelons que 440 Hz correspond au LA3 du diapason,

880 Hz à l'octave supérieure et ainsi de suite).

Le test de la gamme chromatique demande beaucoup de précautions en raison des nombreuses variables en présence :

— **directivité de l'instrument** : Elle est complexe et variable pour les différentes fréquences. Selon le point de l'espace où il est placé, le micro captera plus de graves ou d'aigus. Il faut donc, comme nous l'avons dit être très vigilant pour l'orientation de l'instrument par rapport au micro, sinon on risque d'attribuer aux cordes des modifications spectrales provenant de la prise de son.

— **Variables dues au musiciens** : D'une séance à l'autre (quelquefois un mois plus tard) le musicien doit pouvoir jouer dans la même nuance (par ex. mf), avec le même type d'attaque, au même endroit de la corde (la place du point de pincement produit d'importants changements dans le spectre) et à la même vitesse (on peut utiliser un métronome).

Il peut être intéressant de faire jouer le luth par deux musiciens différents qui ne sollicitent pas l'instrument de la même manière.

a) Deux luths renaissance successivement cordés en nylon puis en boyau et enregistrés dans les conditions décrites. Il nous semblait « logique » de penser que les résultats pour les deux types de cordes iraient dans le même sens. On voit que ce n'est pas le cas (fig. 1). Pour le luth H le boyau donne plus de graves, pour l'autre, luth G, c'est le nylon. En fait nous avons affaire à deux instruments très différents. Le luth G, cordé nylon ou boyau a toujours une forte bosse dans la zone 200-400 Hz. Cette expérience confirme ce que nous disions au début : nous ne devons pas considérer la corde isolée mais l'adaptation de la corde à l'instrument.

b) Un luth baroque joué par deux luthistes différents. En examinant les graphiques

(fig. 2) on voit que les courbes en nylon (nylon) sont assez voisines. Par contre les courbes en trait plein (boyau) diffèrent sensiblement. Il semblerait donc que les cordes en boyau soient plus sensibles que le nylon aux différentes techniques de jeu et permettent donc plus de variations ? Nous aimerions connaître l'avis des luthistes sur ce point.

2) Etude de l'extinction du son au sonographe

Les deux critères principaux sont la durée d'extinction et l'évolution du spectre pendant l'extinction.

Lorsque nous écartons une corde de sa position d'équilibre nous lui communiquons une certaine énergie potentielle. Si la corde était fixée entre deux points parfaitement rigides, la corde vibrerait un temps infini si le mouvement ne finissait par s'amortir puis s'arrêter à cause des pertes d'énergie par frottement

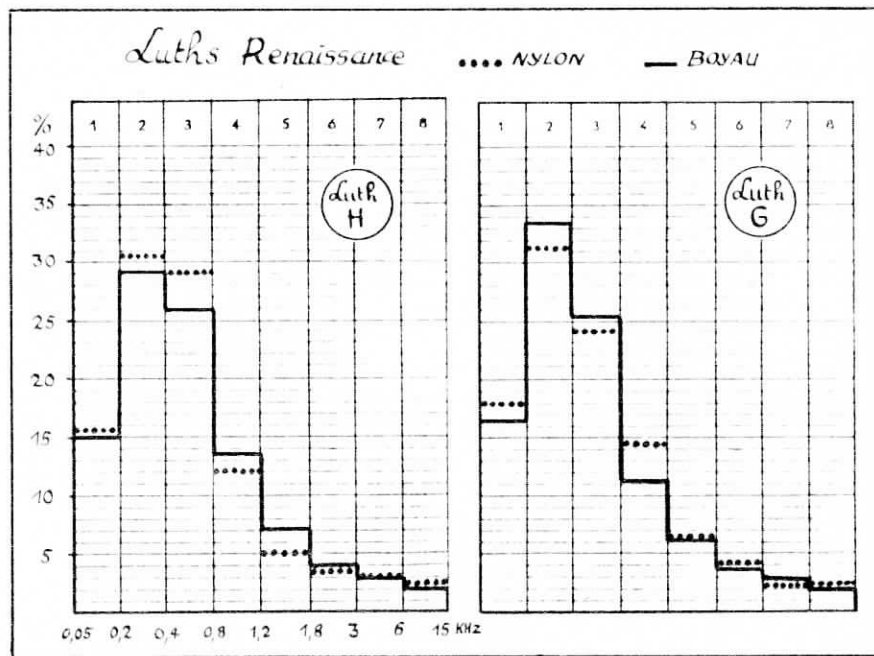


Figure 1 — Analyse à l'I.D.S. d'une gamme chromatique jouée sur deux luths renaissance différents cordés successivement en nylon puis en boyau (catline). Les réactions des luths aux 2 types de cordes sont inversées ; voir bandes 2, 3 et 4.

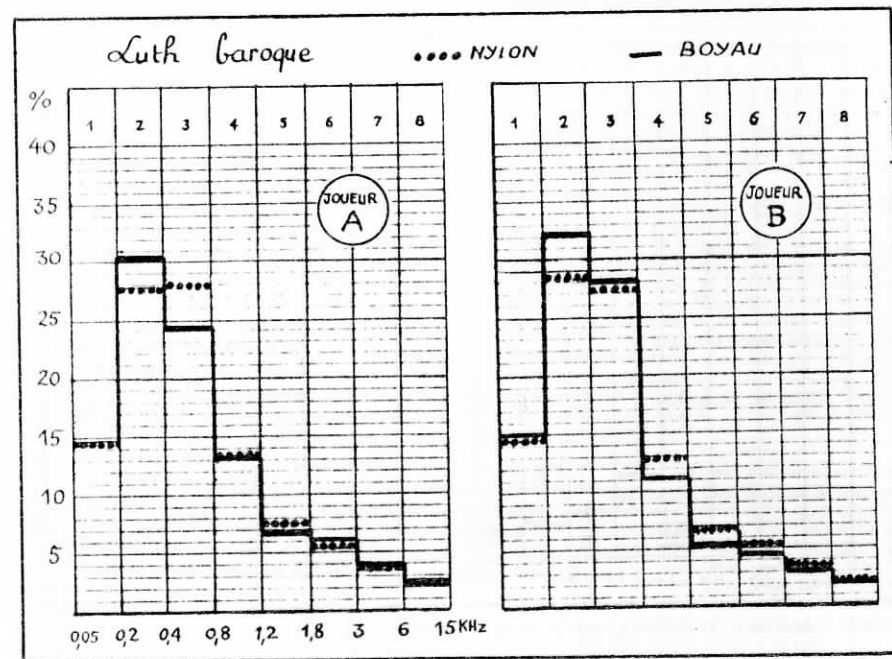


Figure 2 — Un même luth cordé successivement boyau puis nylon, joué par 2 luthistes différents. Les différences provenant du joueur sont plus sensibles avec le boyau qu'avec le nylon.

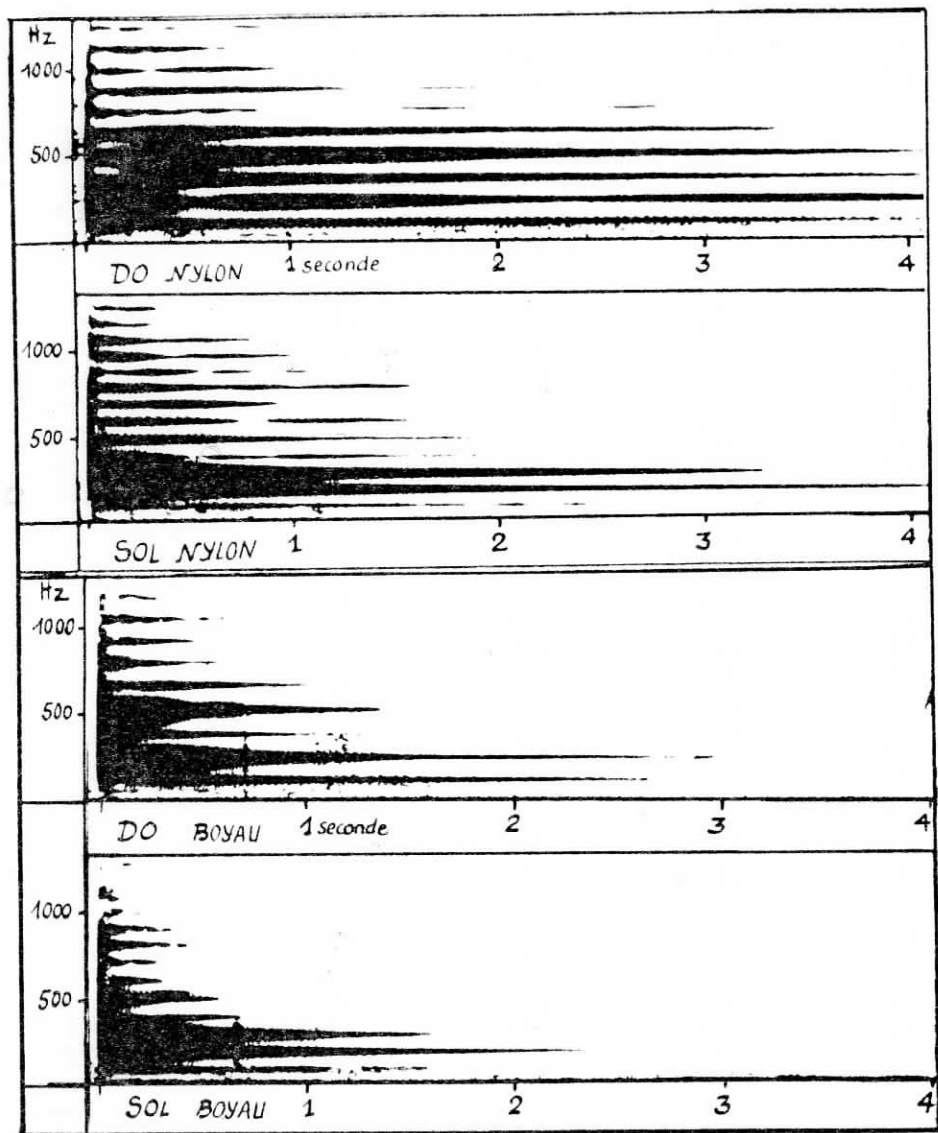


Figure 3 — Sonogrammes montrant l'évolution spectrale du son des 2 cordes graves (6^e et 5^e chœur, sans l'octave) d'un luth renaissance, depuis l'attaque jusqu'à la 4^e seconde. Le son des cordes en nylon, moins amorties que les cordes de boyau se prolonge bien au-delà de la 4^e seconde.

Il est intéressant de noter quels sont les harmoniques les plus intenses à l'attaque et ceux sur lesquels s'éteint le son. Ex : DO boyau : à l'attaque H2 et H4 sont intenses (trait épais) ; à l'extinction il reste H1 et H2.

(frottements internes du matériau de la corde, frottement de l'air environnant). Un tel système donne un son quasiment inaudible. Inversement, si les points de fixation de la corde sont trop mobiles, la vibration ne peut s'établir. Un instrument de musique est un heureux compromis entre ces deux extrêmes. L'énergie communiquée à la corde au moment du pincement se transforme :

- en partie en vibration de la corde,
- en partie en ébranlements de la table et des diverses parties de l'instrument (ce qui nous vaut d'entendre un son),
- en partie en frottements.

La durée d'extinction du son dépendant à la fois des propriétés mécaniques du matériau dont est faite la corde, et de l'adaptation de celle-ci à l'instrument.

Montons donc sur un instrument, successivement des cordes

en nylon file, puis des cordes en boyau torsadé. L'analyse est faite au sonographe. Sur le document obtenu, les traits superposés représentent les harmoniques du son. Plus le trait est noir et épais, plus l'harmonique est intense.

La durée totale du son est manifestement plus longue (6 à 8 s.) pour le nylon que pour le boyau (2 à 3 s.) (fig. 3).

L'attaque est aussi riche en harmoniques pour l'un ou l'autre type de corde, (harmoniques visibles jusqu'à 2000 Hz) mais au bout d'une seconde, il reste 6 à 10 harmoniques intenses avec les cordes nylon et seulement 2 à 4 harmoniques avec les cordes de boyau (fig. 4).

Doublure à l'octave. La corde grave de boyau (Fa) a un son nettement plus sourd que la corde de nylon. Lorsqu'on associe la doublure à l'octave, les cordes de boyau sonnent aussi « clair » que celles en nylon. Peut-être faut-il voir là une des raisons de la pratique des doublures à l'octave

(fig. 5).

Evolution du spectre — Nous avons en projet d'étudier la façon dont évolue le son au cours de l'extinction. A durée et à contenu harmonique identiques, l'effet auditif n'est pas le même si le son s'éteint sur l'harmonique 1 ou sur le 2, le 3... Dans les exemples donnés c'est l'harmonique 2 qui sonne le plus longtemps (boyau et nylon). La raison est peut-être à rechercher dans l'architecture de la caisse.

3) NETTETE DE L'ORNEMENTATION

Une musique comportant des ornements est un bon test de la netteté du jeu. Figure 6, nous montrons l'analyse au sonographe d'un passage musical joué sur le même luth monté nylon (haut) puis boyau (en bas). Le trille est beaucoup plus clair et plus net dans le second cas. On remarque également le « remplissage » de la zone grave dû au faible amortissement des cordes de nylon.

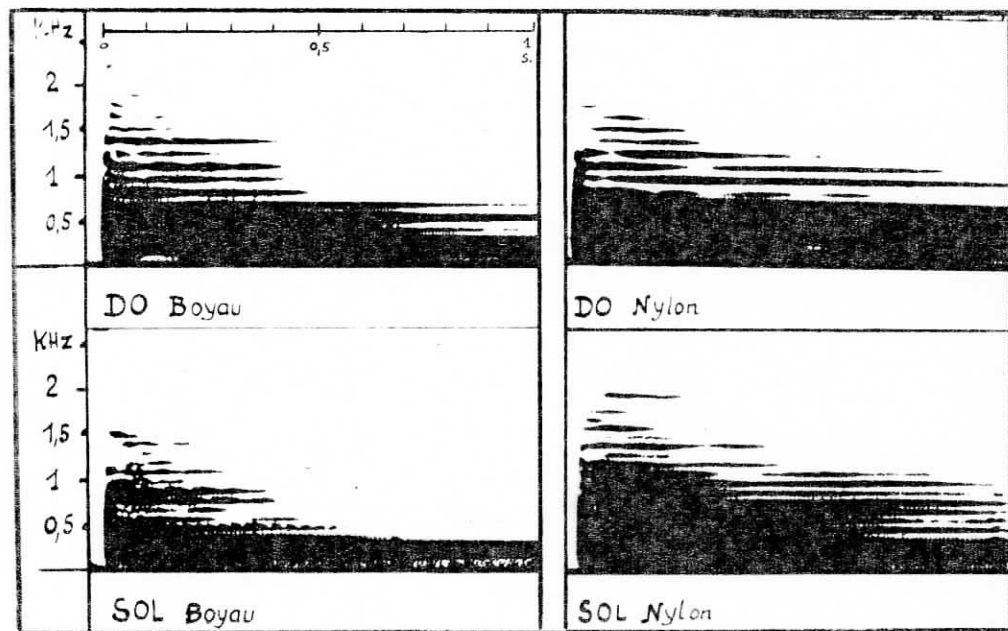


Figure 4 — Sonogrammes de l'évolution du son pendant la 1^{re} seconde. Il s'agit des mêmes cordes que fig. 3 mais analysées avec une gamme de fréquence plus étendue.

CONCLUSION

Ces premières expériences nous ont permis de mettre au point une méthode expérimentale pour étudier les cordes du point de vue musical et de prendre conscience des difficultés rencontrées. En complétant l'étude par l'emploi de la « machine à pincer », maintenant opérationnelle et par des mesures mécaniques faites sur la corde (tension, constantes mécaniques) nous pourrions espérer obtenir des résultats interprétables.

Mais il est déjà possible pour tout luthiste d'enregistrer une séquence musicale en prenant les précautions de prise de son que nous avons signalées. Pouvoir écouter à quelques secondes d'intervalles, des modifications portant sur plusieurs mois est déjà riche d'enseignements. Mais il faut du temps et beaucoup de soins.

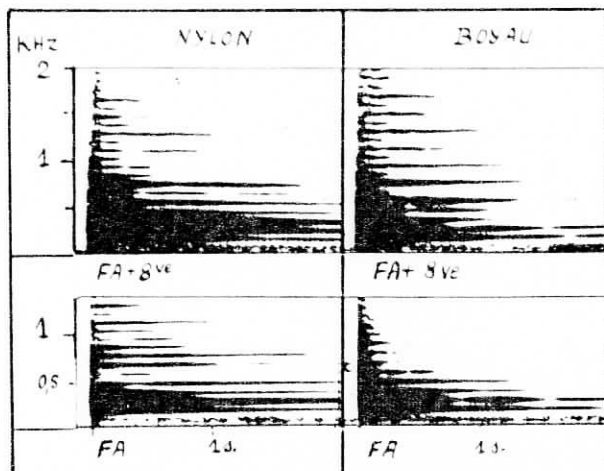
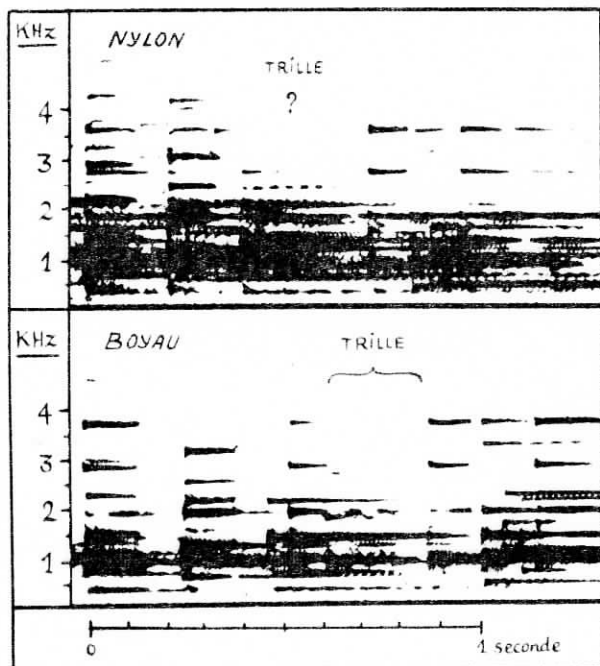


Figure 5 — Le Fa grave de boyau ne sonne pas bien : attaque sourde, aigu s'éteignant très rapidement. La comparaison avec la corde de nylon file est frappante. Si l'on associe la doublure à l'octave tout change: les deux cordes ont un transitoire d'attaque aussi riche et aussi « clair ».

Figure 6 — Sonagramme d'un passage musical joué sur un luth baroque cordé de deux façons différentes. Noter en haut la zone noire (entre 500 et 2500 Hz) due au brouillage des cordes ; en bas l'ornement est beaucoup plus distinct.



Nous remercions Charles BESNAINOU avec qui nous avons mis au point la méthode de travail ; Joël DUGOT, Frank EYLER, Richard CIVIOL qui ont accepté de se prêter aux expériences parfois fastidieuses.