

DOUBLE NUMÉRO 295-296

1977

L'ORGUE FRANÇAIS

ÉTUDES ET DOCUMENTS

LA
REVUE
MUSICALE

7, PLACE SAINT-SULPICE - PARIS

LA REVUE MUSICALE

Fondée en 1920 par Henry PRUNIÈRES

Directeur : Albert RICHARD

Série numéros 298 à 307

Vente et abonnement aux Éditions RICHARD-MASSE, 7, place Saint-Sulpice, 75006 Paris. C.C.P. : 5620-35-Paris

Gérance et Direction : Éditions RICHARD-MASSE

Tél. : DAN. 28-36

SOMMAIRE DU DOUBLE NUMÉRO 295-296

DIRIGÉ PAR JEAN-JACQUES DUPARCQ

Pierre HARDOUIN, Naissance et élaboration de l'orgue français classique d'après sa composition.....	7
Jean-Albert VILLARD, « Facteurs du Roy » Robert, Louis-Alexandre et François Clicquot	35
René DELOSME, L'orgue français de transition, première moitié du XIX ^e siècle.....	57
Claude NOISSETTE DE CRAUZAT, L'orgue romantique.....	83
André ISOIR, Propos sur la traction et l'alimentation dans l'orgue français.....	97
Michèle CASTELLENGO, Spectrographie de quelques jeux d'un orgue.....	103
Émile LEIPP, Rôle de l'édifice dans la qualité musicale d'un orgue.....	113
Henri LEGROS L'orgue bien tempéré.....	125
Dominique CHAILLEY, Bibliographie raisonnée sur l'orgue français.....	141

Les documents des grandes orgues de Saint-Sulpice nous ont été aimablement prêtés par Claude Noisette de Crauzat

Spectrographie de quelques jeux d'un orgue

par
MICHÈLE CASTELLENGO

DE tous temps l'orgue a séduit les acousticiens. La quasi-stabilité des sons produits par des tuyaux alimentés par soufflerie et la grande reproductibilité des phénomènes le prédestinaient tout naturellement au laboratoire d'acoustique. Bien avant l'apparition d'une théorie physique des sons musicaux, bien avant les appareils électro-acoustiques d'analyse et de synthèse des sons musicaux, les organiers surent faire la synthèse de timbres. Ce n'est qu'après coup, avec l'invention des premières techniques d'analyse objective du son, résonateurs d'Helmholtz, flammes manométriques etc. que les « scientifiques » ont pu confirmer les données empiriques traditionnelles. Mais si, avec ces moyens rudimentaires on a réussi à vérifier que les bourdons sonnaient effectivement la douzième, que les gambes avaient moins d'intensité dans le fondamental que les flûtes, ces données restèrent longtemps encore très lacunaires. Autour des années 1920-1930 on n'était guère plus avancé. Ainsi dans ses ouvrages (*Instruments à vent* et *Résonateurs*) Bouasse énonce bien les paramètres physiques qui conditionnent le son d'un tuyau : le fait qu'il soit ouvert ou bouché, sa forme (cylindrique, conique) ses proportions (rapport du diamètre à la longueur) la pression d'alimentation, le matériau dont il est fait etc. Mais faute d'appareils d'investigation appropriés Bouasse en reste, quant à la composition spectrale, aux résultats d'Helmholtz.

Avec l'apparition du magnétophone et des appareils électro-acoustiques — filtres, enregistreur de niveau — commence véritablement l'ère de l'acoustique moderne. De nombreux travaux sont entrepris sur l'analyse des jeux d'orgue notamment en Allemagne (Backhaus, Meinel, Lottermoser, et J. Meyer). Mais les méthodes employées ne permettent pas de rendre compte de l'évolution temporelle des phénomènes. Or c'est là, selon nous un facteur d'importance capitale pour le timbre.

Tout d'abord, essayons de définir un peu plus clairement ce que nous entendons par le mot timbre.

TIMBRE D'UN JEU ET TIMBRE D'UN TUYAU

De nombreux ouvrages d'acoustique donnent une définition qui, à quelques variantes près, est la suivante : le timbre est l'ensemble des qualités qui permettent de distinguer des sons de même hauteur et même intensité et de reconnaître l'instrument qui les a produits. Cette définition très générale reste valable mais il est devenu possible de mieux la préciser.

Pendant longtemps on s'est contenté d'expliquer le timbre d'un son par le nombre et les intensités relatives de ses harmoniques. Or cette définition est pour le moins insuffisante.

Enregistrons par exemple de la musique jouée à la guitare et lisons la bande à l'envers. Un auditeur naïf sera incapable d'identifier l'instrument alors que la composition spectrale des sons n'a pas changé. En fait, on n'a modifié que le déroulement temporel des sons; mais c'est ~~pas~~ suffisant pour transformer le timbre de guitare en timbre d'harmonium. Contrairement à ce que l'on croyait encore récemment, l'évolution temporelle du son joue aussi un grand rôle dans le timbre de l'orgue. D'ailleurs une grande partie du travail de l'harmoniste consiste à agir sur la bouche pour régler l'attaque du tuyau. Les quelques millisecondes de l'attaque sont déterminantes pour le timbre du tuyau, et on vérifie qu'il se passe dans ce petit laps de temps une quantité de phénomènes que l'oreille n'est pas à même d'analyser, mais qu'elle perçoit globalement comme composante capitale du timbre du tuyau.

En fait l'étude du timbre doit tenir compte non seulement de l'analyse physique mais aussi de certaines données de la psycho-physiologie perceptive. Ainsi, une longue expérience au laboratoire nous a montré tout l'intérêt qu'il y avait de considérer les sons comme des « formes ». Dès lors, qu'il s'agisse de parole, de bruits ou de jeu d'orgue, tout problème de reconnaissance de timbre se ramène à un problème de reconnaissance de formes. Celles-ci se classent par catégories, selon leur niveau de complexité. De même qu'on peut porter son attention pour chercher à distinguer soit les sons phonétiques élémentaires d'un mot, soit le mot en bloc considéré comme un tout, de même on peut, soit apprécier les différences de timbre de deux tuyaux voisins d'un même jeu, soit l'allure globale d'une famille de tuyaux d'un jeu donné avec ceux d'un jeu de sonorité voisine (bourdon du Grand-Orgue et bourdon du Positif par exemple).

Le mot « timbre » recouvre donc un ensemble complexe de variables liées à l'évolution temporelle de la fréquence, à l'intensité relative des composantes du son, et, en dernière analyse, aux propriétés du système auditif humain, dont la connaissance est indispensable pour comprendre certaines « anomalies » apparentes que l'on observe sur les relevés spectrographiques. En effet, l'oreille a des propriétés fort différentes selon la fréquence. Une famille de sons, pour avoir un timbre homogène sur une grande étendue, devra donc nécessairement présenter des caractéristiques physiques différentes selon la tessiture. C'est bien ce qu'on vérifie dans l'orgue. Les organiers modifient effectivement l'allure des tuyaux d'un même jeu en allant du grave vers l'aigu. De plus, les propriétés de l'oreille (sensibilité en fréquence, perception du temps) varient grandement d'un individu à l'autre et l'organier ne peut de ce fait, satisfaire tout le monde. D'où les désaccords nombreux que l'on constate à propos des jugements émis sur le timbre. D'ailleurs tout jugement fait

intervenir la mémoire, c'est-à-dire les références apprises antérieurement, Mersenne en était très conscient déjà. Il se donne pour proposition de « Déterminer quelles sont les propriétés de chaque jeu de l'Orgue... » et dit «... il est difficile d'expliquer la qualité des sons de chaque jeu, si l'on ne les rapporte aux autres instruments, dont ils imitent le son, par exemple aux Flûtes d'Allemand, aux Cornets, aux Trompettes. etc., car la plus grande partie de nos connaissances est fondée sur la comparaison que nous faisons d'une chose à l'autre... » (Prop. XX, livre VI de l'Harmonie Universelle).

Pour le chercheur moderne, les choses sont devenues quelque peu plus faciles, car il dispose d'appareils permettant de savoir comment sont faits les sons musicaux. Mais cela n'est pas encore suffisant, car il est évident que le « jugement de qualité » varie avec chaque individu, en fonction des performances de son système auditif (oreille + cerveau) et du contenu de ses mémoires, c'est-à-dire de son passé musical et de ses goûts.

L'ANALYSE SONAGRAPHIQUE

Le sonagramme fournit l'analyse de l'évolution de la fréquence et de l'intensité en fonction du temps. On lit la fréquence en ordonnée en Hertz (Hz) et la durée en abscisse. L'intensité est représentée par la largeur et le noircissement des traits.

La figure 1 montre schématiquement les principaux éléments d'un « solfège » sonographique appliqué à l'orgue, qui va nous aider à dépouiller les documents ultérieurs.

En *a*), *b*) et *c*) on voit 3 signaux élémentaires :

- a*) un son sinusoïdal de 500 Hz, c'est-à-dire un sifflement « doux » dépourvu d'harmonique. On observe une brève montée en fréquence au moment de l'attaque;
- b*) un choc sur un corps présentant deux résonances principales (vers 400 Hz et 1 500 Hz);
- c*) un bruit de souffle continu analogue à un chuintement.

En *d*) on a un son de 500 Hz possédant 6 harmoniques.

On notera que tous les harmoniques sont équidistants de 500 Hz.

L'intensité du fondamental (harmonique 1) croît progressivement. Celle de l'harmonique 2 s'établit brusquement et décroît pendant la durée du son. L'harmonique 3 est très faible; l'harmonique 4 est affecté de battements d'intensité.

En *e*) on voit un son de 250 Hz, riche en harmoniques. Ce son est à l'octave inférieure du précédent : on vérifie qu'ils ont un harmonique sur deux en commun. Le son, qui débute en (A) dure jusqu'en (B) où l'on a relevé la touche. Le « trainage » (BC) correspond à la réverbération de la salle. La durée de cette résonance est ici de 150 ms. Le fondamental et l'harmonique 2 sont très faibles.

Le son *f*) est de même fréquence que le son *e*), 125 Hz. Les harmoniques 2, 4 et 7 manquent.

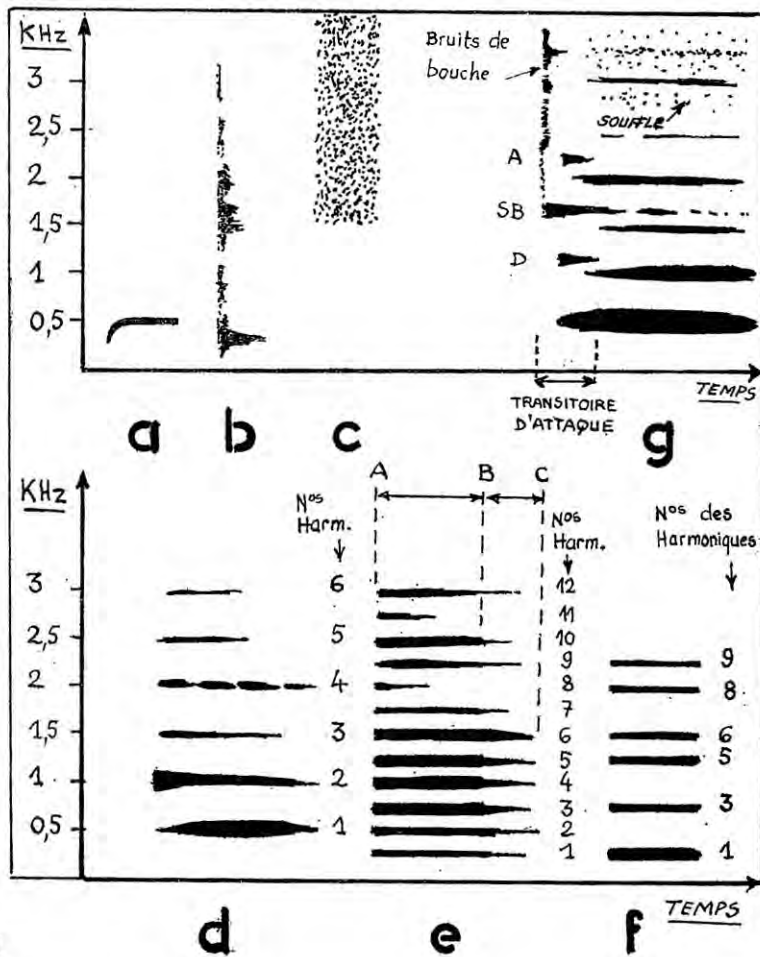


FIGURE 1

En *g*) on a représenté l'attaque d'un son de tuyau à bouche dans toute sa complexité. Le début du son (transitoire d'attaque) comprend : le son de bouche comportant une bande de bruit aiguë et une fréquence SB accrochant le partiel 3 du tuyau. On note également deux fréquences D et A provenant respectivement de la différence et de l'addition entre les fréquences de SB et du fondamental du tuyau.

Le fondamental démarre en premier; après lui apparaissent successivement les harmoniques 2 et 4, puis 3, 7 et 8. La bouche souffle un peu, ce que l'on remarque à la bande de bruit située vers 3 000 Hz.

Pour des raisons de place, il est impossible de donner ici une analyse exhaustive des jeux sur toute leur étendue. Nous nous sommes donc limités à la 3^e octave, la

plus caractéristique lorsqu'il s'agit de comparer des jeux de diverses hauteurs. Pour un 4' cette octave correspond aux fréquences comprises entre 500 et 1 000 Hz pour les fondamentaux si bien que l'essentiel du spectre se situe au mieux dans la zone la plus sensible de l'oreille (de 2 000 à 3 000 Hz).

De même, pour obtenir une image nette des sons, de leur attaque et extinction, il est nécessaire de donner à chacun une durée minimale d'environ 300 millisecondes et d'observer entre deux sons successifs un court silence. Ceci nous a contraint à limiter l'analyse aux seules notes de la gamme diatonique.

Les exemples que nous donnons ici sont relatifs à un instrument de 15 jeux (Grand-Orgue, Positif et Pédale) construit à l'église évangélique de la rue Erlanger à Paris, par J.-G. Koenig que nous sommes heureuse de remercier ici pour toute la bienveillance avec laquelle il nous a permis de faire des enregistrements au cours de l'harmonisation. Le local étant heureusement peu réverbérant, les analyses sont assez nettes. Le micro était placé face à l'instrument, à une distance d'environ 3 m, et à 1,50 m du sol.

ANALYSE DE LA MONTRE (fig. 2)

Comparons d'abord les analyses de la montre jouée deux fois de suite. Pour les mêmes notes, on constate avec surprise des différences assez importantes d'une fois sur l'autre, surtout pour les bruits de bouche (voir ré, mi et sol). On le comprend aisément : l'instrument est « mécanique suspendue » de sorte que la manière dont on enfonce les touches agit assez sensiblement sur l'attaque des tuyaux. Cette analyse permet de vérifier que le toucher de l'organiste a une incidence non négligeable sur le timbre du tuyau.

Sur le plan acoustique cette montre se caractérise par :

- la présence d'un grand nombre d'harmoniques de tous rangs (on en compte facilement une dizaine);
- un bruit de bouche notable comportant une bande de fréquences aiguës vers 5 000 à 7 000 Hz;
- un son de bouche accrochant statistiquement le partiel 5;
- l'apparition de l'harmonique 2 avant tous les autres.

Comparées deux à deux ces analyses accusent des différences de détail aussi bien dans les modalités de l'attaque que dans le contenu spectral. On notera que, contrairement aux orgues électroniques on ne trouve pas ici deux notes strictement semblables. Mais toutes ont suffisamment de caractères communs pour faire partie d'une même « famille » : le jeu de la Montre. Tout l'art de l'harmoniste est justement de rattraper au mieux les différences entre les tuyaux pour qu'ils aient un timbre homogène.

Le sonagramme permet donc bien de mettre en évidence la complexité évolutive des sons musicaux d'un instrument, l'orgue, que l'on considère trop souvent comme donnant des sons stables. La salle joue bien entendu un rôle important (réflexions des sons, fusion des sons successifs, battements etc.); comme le montre E. Leipp dans ce même numéro, la salle fait partie de l'instrument. L'intensité des harmoniques fluctue sans cesse, on lit des échanges d'énergie et même de petites modifications

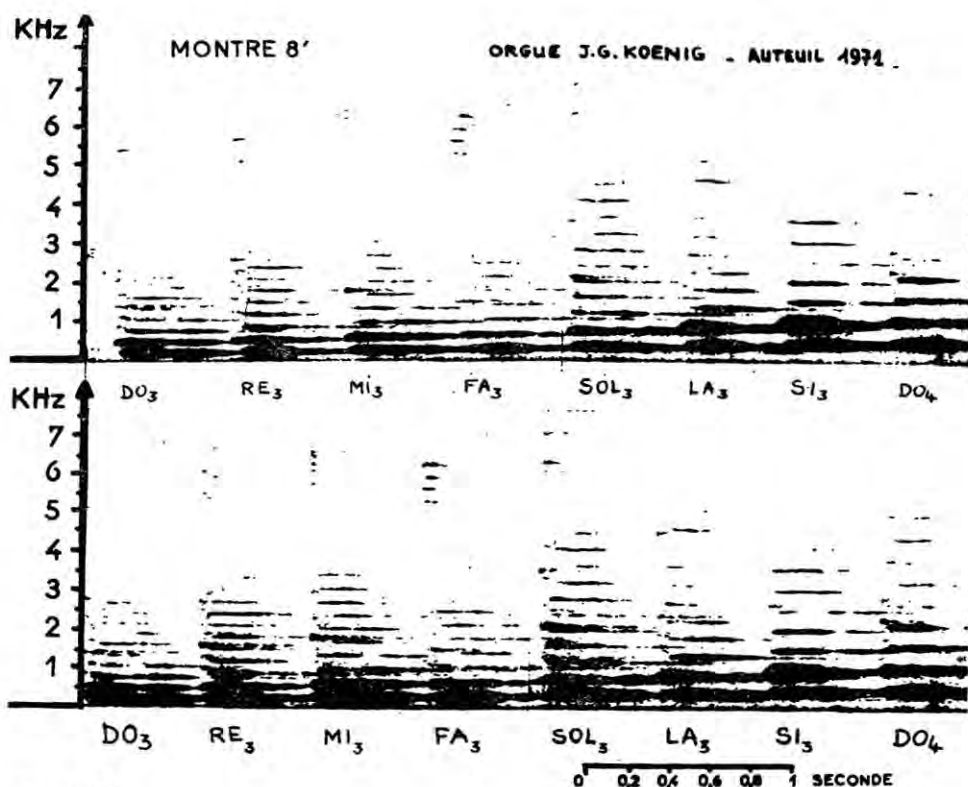


FIGURE 2

de hauteur : le son de l'orgue est « vivant ». Tout ceci montre l'importance du facteur temps dans l'étude des sons musicaux et l'intérêt de telles analyses.

Voyons maintenant l'analyse de quelques jeux isolés typiques et celle de quelques combinaisons intéressantes.

SONAGRAMMES DE QUELQUES JEUX ISOLÉS (fig. 3)

Montre 8'. Nous l'avons reproduite à nouveau comme référence.

Prestant 4'. Il est bien une « suite logique » de la montre : même répartition spectrale, même type d'attaque.

Bourdon 8'. L'essentiel de l'énergie est concentré dans le fondamental. On note 4 à 5 harmoniques, très faibles. L'harmonique 2 manque en général sauf pour le la et le do. Des sons de bouche sont visibles sur le ré et le do 37.

Flûte conique 4'. Ce jeu, de même tessiture que le Prestant se caractérise aussi par la faiblesse voire l'absence de l'harmonique 2. Par contre les harmoniques de

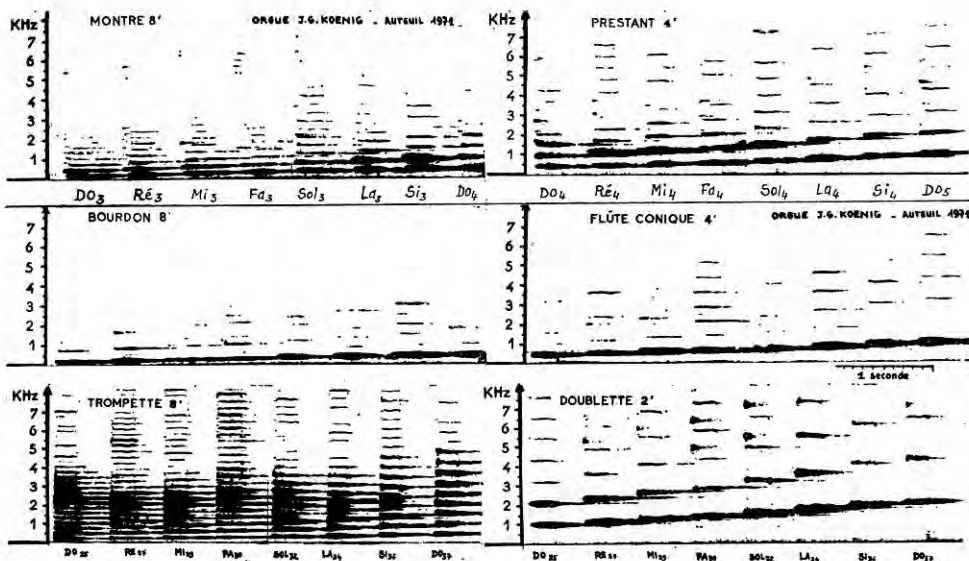


FIGURE 3

rangs supérieurs sont proportionnellement plus intenses que ceux du Bourdon et l'attaque en est plus franche.

Trompette 8'. Comme tout jeu d'anche, la Trompette produit une grande quantité d'harmoniques. On en compte ici plus de 25 mais on en trouverait encore au-delà de 8 000 Hz. L'intensité est maximale au voisinage de 2 000 Hz, dans la zone où notre oreille est la plus sensible : ceci contribue à donner un caractère éclatant au timbre. A la différence des jeux à bouche, les premiers harmoniques ne sont pas les plus intenses. Enfin l'attaque est très nette, les harmoniques de tous rangs apparaissant quasi simultanément.

Doublette 2'. C'est bien un principal : harmoniques de tous rangs avec prédominance des deux premiers. Notez l'intensité des bruits de bouche (ré, mi, fa, sol, do).

QUELQUES EXEMPLES DE COMBINAISONS DE JEUX (fig. 4)

Montre 8' et Prestant 4'. L'association de ces deux jeux donne un spectre riche où les harmoniques 1, 2 et 4 sont prédominants. On remarque également la netteté des attaques, soulignées par les bruits de bouche.

Bourdon 8' et Doublette 2'. Il s'agit d'une combinaison « claire ». Si l'on se rapporte au tuyau le plus grave (8'), on a essentiellement les harmoniques 1, 4 et 8. L'attaque tranchante de la Doublette apparaît clairement.

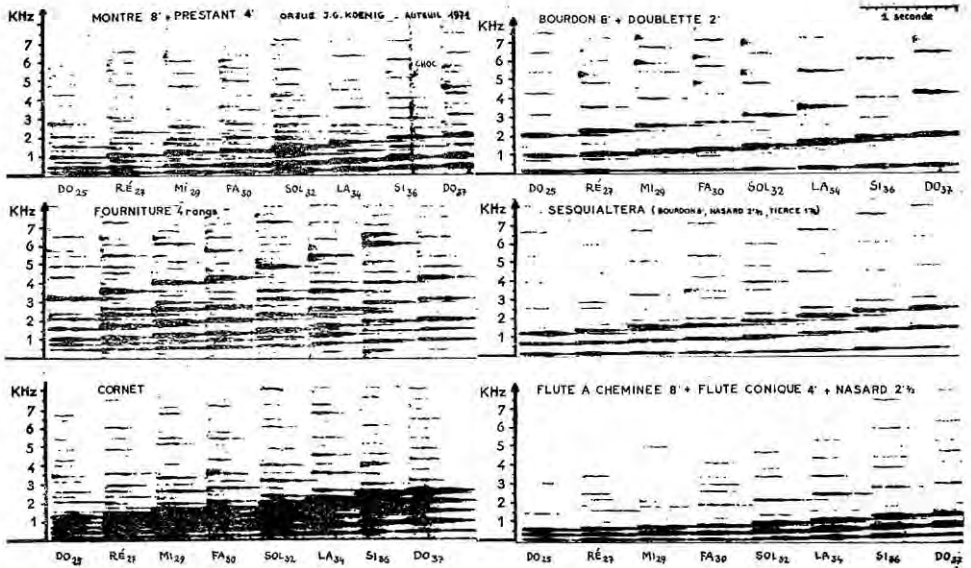


FIGURE 4

Bourdon 8', Nasard 2' 2/3 et Tierce 1' 3/5. En associant ces jeux on crée une sonorité d'un type très particulier d'où les harmoniques 2 et 4 sont totalement exclus. On a principalement la série 1, 3, 5, puis 6, 9, 10, les autres harmoniques aigus provenant principalement de la Tierce.

Flûte à cheminée 8', Flûte conique 4', et Nasard 2' 2/3. Les jeux employés étant riches en fondamentaux on obtient la série 1, 2 et 3 à l'exclusion des harmoniques 4 et 5. Les harmoniques supérieurs proviennent en partie de la Flûte conique, en partie du Nasard (3, 6, 9 etc.).

Fourniture 4 rangs. La composition spectrale est d'une étonnante richesse et l'attaque particulièrement franche et tranchante. On remarque que le 4^e rang est le plus intense (fréquence 3 300 Hz sur le do 25). Notez les différentiels graves bien visibles sur les notes la, si et do.

Cornet composé (Bourdon, Flûte, Nasard, Doublette, Tierce). On reconnaît immédiatement ce jeu très caractéristique à l'intensité des cinq premiers harmoniques qui sont en fait les fondamentaux des jeux d'origine. L'étude comparée de Cornets de divers instruments a montré que l'intensité des harmoniques allait généralement en croissant du premier vers le cinquième. On le constate également sur notre analyse, bien qu'il s'agisse d'un Cornet composé. Les jeux séparés ont donc été bien équilibrés.

Le choix des jeux que nous avons étudiés est nécessairement arbitraire. Nous aurions pu présenter d'autres résultats intéressants relatifs aux jeux d'orgue, à leurs

originalités acoustiques respectives, à leur combinatoire. Nous aurions pu comparer un même type de jeu dans divers instruments. Mais les exemples d'analyses que nous venons de donner suffisent pour montrer tout l'intérêt de l'étude spectrographique en ce domaine où le sonographe représente à la fois un moyen d'investigation, de contrôle et de justification des techniques des facteurs d'orgue.

MICHÈLE CASTELLENGO.

BIBLIOGRAPHIE

H. BOUASSE, *Instruments à vent*, 2 volumes. Delagrave éditeur, Paris 1929.

W. LOTTERMOSE et J. MEYER, « Orgelakustik in einzeldarstellungen », *Verlag Das Musikinstrument*, Frankfurt M./1966.

E. LEIPP, « Du rôle de l'édifice dans la qualité musicale d'un orgue », voir présent numéro.

M. CASTELLENGO, « Paramètres sensibles d'un tuyau d'orgue à bouche », *Bulletin n° 42 du Groupe d'Acoustique Musicale*, Édition interne du Laboratoire, Paris 1969.

M. CASTELLENGO, « Instruments de musique électroniques, Instruments de musique traditionnels », *Conférences des journées d'étude du Festival du Son.*, Éd. Radio, Paris, 1967.

M. CASTELLENGO, « Contribution à l'étude expérimentale des tuyaux à bouche », thèse de l'Université Paris VI, 1976.

N.B. Cette étude fait partie d'une série de recherches entreprises au Laboratoire d'Acoustique de l'Université de Paris VI.