

CATHEDRALE DE POITIERS

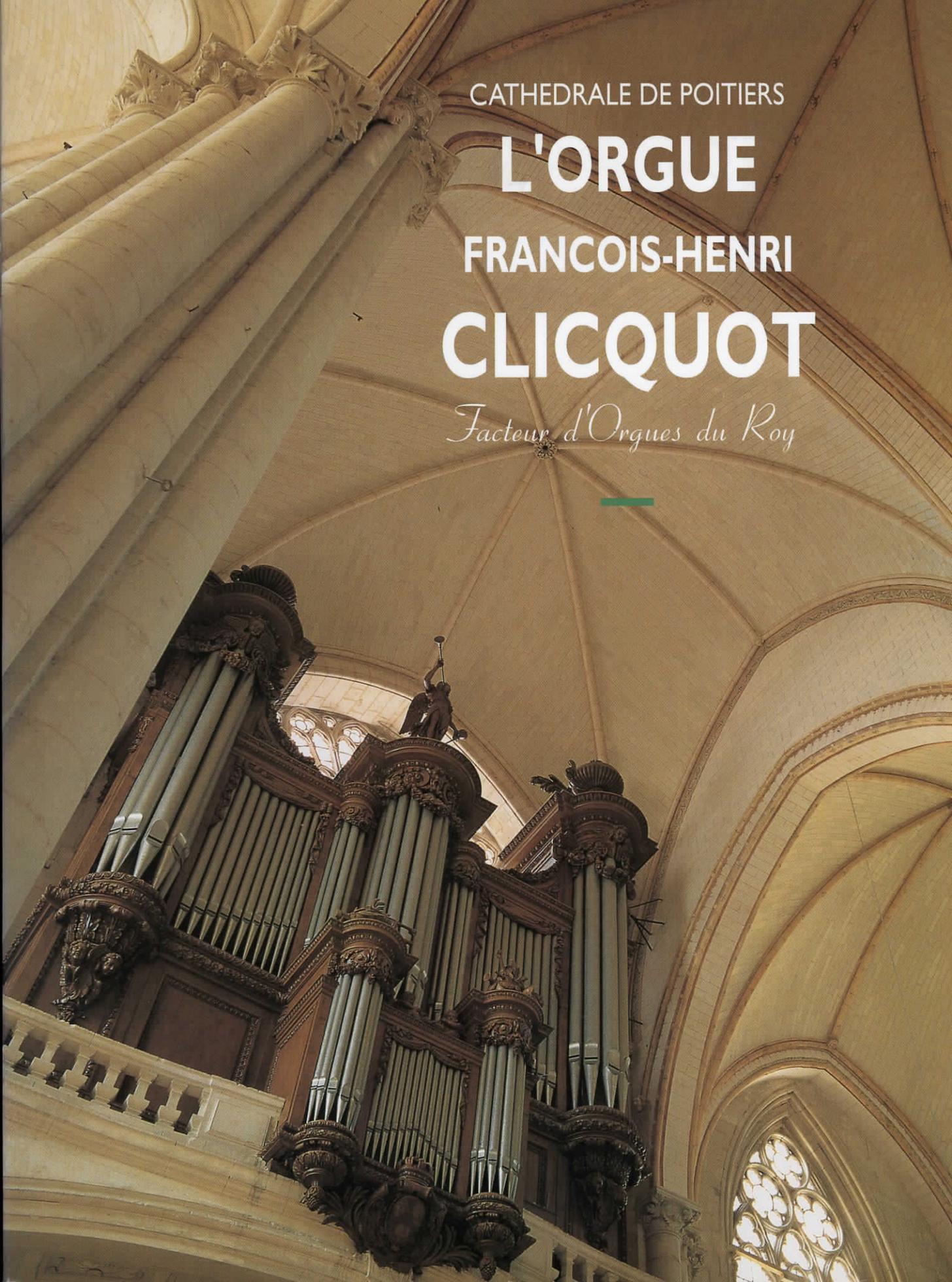
# L'ORGUE

FRANCOIS-HENRI

# CLICQUOT

*Facteur d'Orgues du Roy*

---



# APPROCHE ACOUSTIQUE DE L'ORGUE F.H. CLICQUOT

par **Michèle CASTELLENGO**  
Directrice du Laboratoire d'Acoustique  
Musicale de l'Université Paris VI

L'étude que nous avons entreprise à la cathédrale de Poitiers fait partie d'un programme général de caractérisation des orgues historiques prestigieuses soutenu par le bureau des orgues de la Direction du Patrimoine. Ce type d'étude est généralement entrepris à l'occasion d'une restauration. Il s'agit d'établir un "état des lieux" acoustique du matériel sonore avant toute intervention, puis de reprendre l'intégralité des mesures après l'achèvement des travaux. Par la comparaison des données issues des deux campagnes d'enregistrement on peut alors extraire les traits caractéristiques de l'identité sonore de l'instrument et préciser en quoi consistent les transformations issues de la restauration. Avant une restauration, l'orgue est généralement en mauvais état de jeu et assez faux, ce qui rend plus difficile le travail de comparaison, mais ce n'était pas vraiment le cas à Poitiers où les deux modifications majeures qui vont induire des changements de sonorité seront dues à la poussière et au remplacement de l'alimentation en vent.

Le but de notre travail est de caractériser le son de l'instrument de manière objective, c'est à dire employer tous les moyens acoustiques dont nous disposons pour décrire le son et mettre en corrélation cette description avec la perception et l'écoute musicale. Immédiatement deux questions se posent : quel "son" faut-il enregistrer et quels aspects du son analyser ?

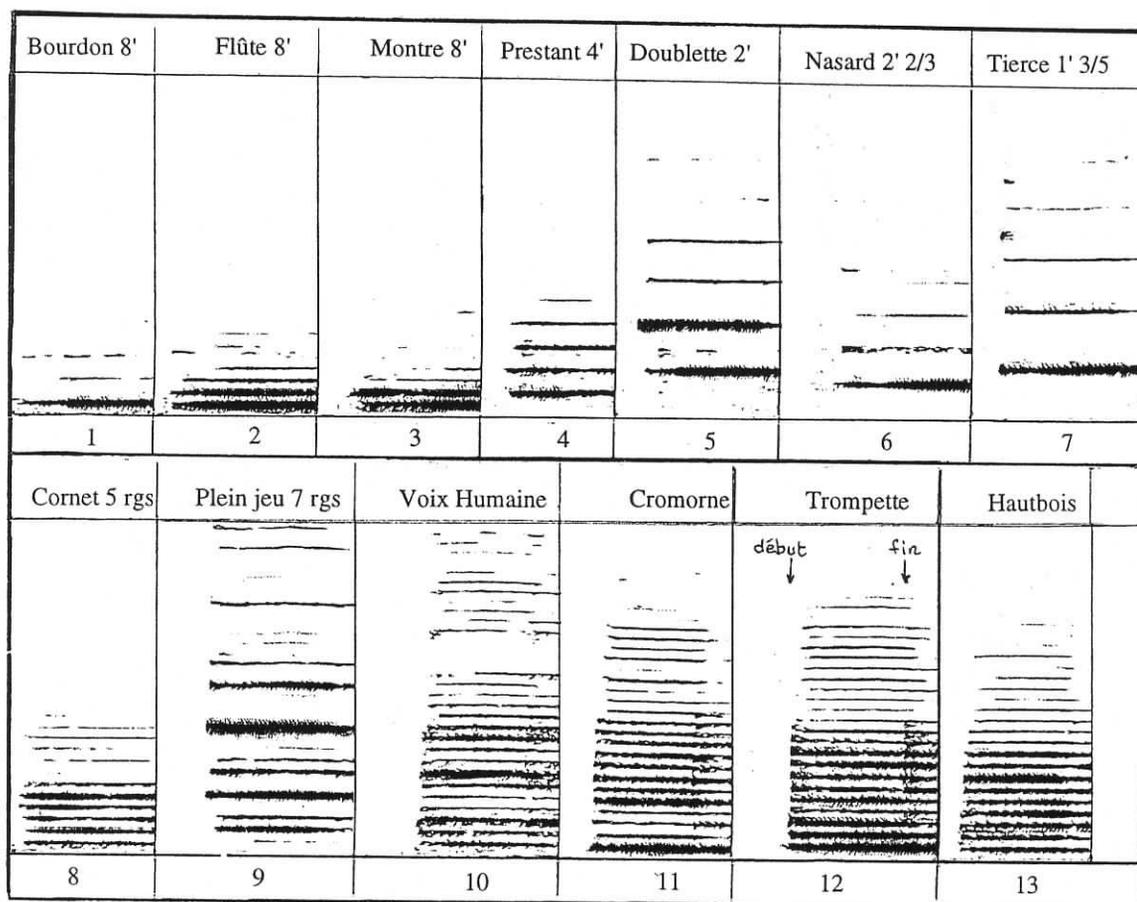
L'orgue est le premier et le plus extraordinaire des "synthétiseurs" sonores qui aient existé. Le terme même d'orgue au singulier est trompeur puisqu'il désigne en fait, la réunion de plusieurs instruments distincts, chacun répondant à un clavier : le positif, le grand orgue, le récit, l'écho et la pédale. Il faudra donc analyser un à un les 3023 tuyaux de l'orgue de la cathédrale de Poitiers qui chantent sur 7 octaves mais aussi les mélanges, et aussi l'identité de chacune des parties de l'instrument. Si le volume acoustique de la cathédrale donne une unité à cet ensemble, chacun sait que la qualité sonore varie assez considérablement selon que l'on est près ou loin de l'orgue, à la tribune ou encore dans un des buffets. Le premier problème à résoudre est donc celui-ci : rechercher un point dans l'espace où nous pourrions placer les microphones pour capter un son acoustiquement réaliste et musicalement représentatif de l'instrument, et définir ce point avec suffisamment de précision pour nous y repositionner très exactement plusieurs années plus tard, après la restauration. Le système de suspension des microphones que nous avons conçu est directement fixé à la voûte et maintenu dans une orientation donnée grâce à une série de câbles coupés sur mesure en fonction de points d'accrochage repérés sur l'édifice. Lors d'une séance de vérification nous avons constaté que les voûtes en dôme de la

cathédrale de Poitiers provoquaient des focalisations très particulières, et nécessitaient une très grande précision de repérage. Le couple de microphones a été placé face à l'instrument, au niveau du toit du buffet du positif, à une distance à peu près égale à celle de la largeur du grand buffet.

Le programme d'enregistrement comporte l'inventaire exhaustif du son de chaque jeu isolé, sous forme de gammes chromatiques jouées en notes détachées, mais aussi les combinaisons des jeux que l'on associe couramment et qui sont harmonisées en conséquence, comme les rangs du jeu de tierce, l'ensemble des fonds des principaux et ainsi de suite jusqu'aux synthèses du petit et du grand plein jeu, ainsi que du grand jeu. Pour évaluer l'équilibre sonore entre les octaves graves et les octaves aiguës et comparer les plans sonores des claviers, quelques enchaînements d'accords sont reproduits avec les registrations les plus significatives. Pour compléter ce programme il est essentiel d'enregistrer également quelques extraits de musiques caractéristiques de l'instrument, pour lesquels la registration est notée avec soin, et qui pourront être reproduits ultérieurement, car

c'est l'écoute musicale comparée qui nous permettra d'orienter le choix des analyses acoustiques à faire et leur dépouillement.

Les sons de l'orgue sont produits par deux familles de tuyaux très différentes : les tuyaux à embouchure de flûte, qui constituent environ 80 % de l'ensemble, et les tuyaux à anche dont l'importance et la qualité sonore sont caractéristiques de l'orgue classique français et sont magnifiquement représentés à Poitiers. Par ailleurs, certains jeux comme le cornet ou le plein jeu et la cymbale comportent plusieurs rangs de tuyaux à bouche partant sur la même note. Sur la figure 1 on peut voir l'analyse sonographique de quelques jeux caractéristiques parlant sur le 3ème Do du clavier. Cette représentation, que nous avons déjà eu l'occasion d'expliquer dans des publications antérieures, montre l'analyse du nombre des harmoniques (traits horizontaux parallèles), et de leur intensité (largeur et noirceur du trait) en fonction du temps. On voit clairement le début du son de chaque note, ou transitoire d'attaque, mais la fin du son, prolongée par les résonnances de la cathédrale a été coupée. Le moment du relèvement de la soupape se voit



Analyse sonographique de quelques notes de l'orgue de la cathédrale parlant sur le 3ème Do, empruntées à divers jeux des claviers manuels. Enregistrements faits en Novembre 1988.

sur les anches du positif, sous forme d'un trait vertical sur les harmoniques aigus. Nous avons regroupé à la partie supérieure de la figure, les notes produites par des tuyaux à bouche isolés (analyses 1 à 7), et à la partie inférieure les sons plus complexes des jeux comportant plusieurs rangs de tuyaux (9 et 10) et ceux des tuyaux à anche (11 à 13). Sans entrer dans le détail essayons d'orienter l'analyse.

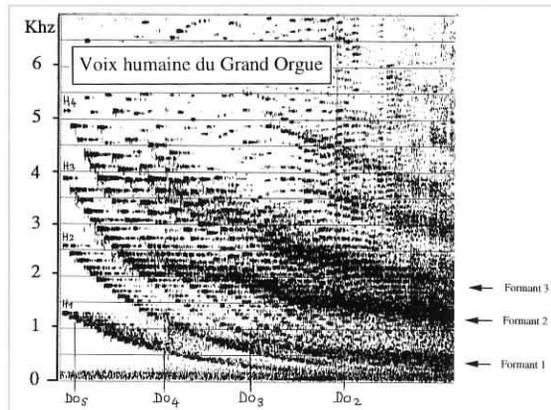
Examinons tout d'abord le contenu en harmoniques. Les récentes recherches en psychoacoustique ont montré que nous étions capables d'écouter séparément les premiers harmoniques d'un son et que nous étions très sensibles à leur intensité relative. Un des objectifs de notre étude est de faire correspondre des qualités du son comme la "rondeur", la "plénitude", la "clarté" à certains critères acoustiques. Citons par exemple la prédominance de l'harmonique 2 ou octave (montre, prestant, doublette) ou celle du fondamental (flûtes et jeux de grosse taille : nasard, tierce), ou encore l'importance relative des harmoniques impairs par rapport aux harmoniques pairs (bourdon, cromorne). Au delà du 7ème ou 8ème harmonique notre oreille procède par blocs et repère plutôt les zones spectrales les plus intenses. Pour caractériser le son des tuyaux à anche, nous devons analyser le centre de gravité spectrale (CGS) du son, que l'on peut mettre en relation avec la sensation de "brillance". D'un autre côté il semble que la faiblesse du fondamental confère un caractère "nasal" (hautbois). Enfin certains jeux possèdent plusieurs CGS. Dans le cas de la voix humaine il s'agit de formants analogues à ceux des voyelles chantées dont l'imitation est remarquable.

Les caractéristiques acoustiques des attaques sont à relier aux sensations de netteté, de précision, et à "l'intérêt" musical du son. En effet, pendant un temps très court, 10 à 100 ms, se produisent d'importantes variations sonores : bruits de bouche inharmoniques, souffles, transfert d'énergie de l'harmonique 2 vers l'harmonique 1 lors d'une attaque octaviante, petites variations de fréquence de l'attaque des anches. Ces phénomènes très complexes qui peuvent varier avec le toucher, sont généralement absents des sons de synthèse, ce qui explique en partie leur pauvreté.

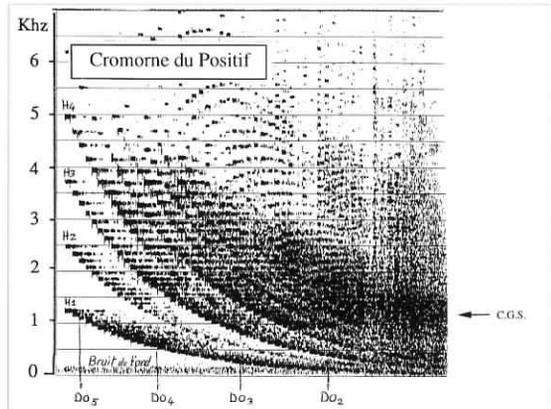
Par souci de simplicité nous n'avons examiné jusqu'ici qu'un tuyau isolé, mais la caractérisation complète d'un jeu est traduite par l'évolution des différents critères en fonction de la tessiture. On sait que les notes consécutives d'un jeu d'orgue ne sont pas la transposition homothétique du premier tuyau. Depuis le grave jusqu'à l'aigu les proportions varient, en particulier parce que l'oreille humaine n'a pas la même sensibilité aux différentes fréquences. La sensation de brillance, par exemple, ne correspond pas aux mêmes zones

spectrales, selon qu'il s'agit d'un son grave, médium ou aigu. Les courbes de variation des critères acoustiques que l'on peut en partie relier à celles des mesures des tuyaux, traduisent également l'adaptation de l'orgue aux particularités acoustiques du lieu, et en dernier lieu reflètent le style du facteur.

Sur la figure 2 on peut voir l'analyse sonographique des notes successives de deux jeux d'anche, jouées sous forme de gammes chromatiques détachées en partant, de l'aigu du clavier. Les plus petits tuyaux sont généralement peu caractéristiques et sont très similaires sur les analyses de la voix humaine et du cromorne. Dès le Sol 4 les particularités spectrales apparaissent, sont bien lisibles au Do 4 et s'affirment de plus en plus dans la progression



Représentation sonographique de toutes les notes jouées en gamme chromatique descendante. Comparaison de la voix humaine et du cromorne (1988).

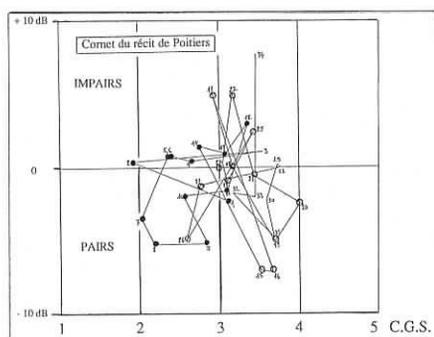


Représentation de l'évolution avec tessiture, de deux critères acoustiques permettant de caractériser la sonorité du jeu de cornet-Commentaire dans le texte.

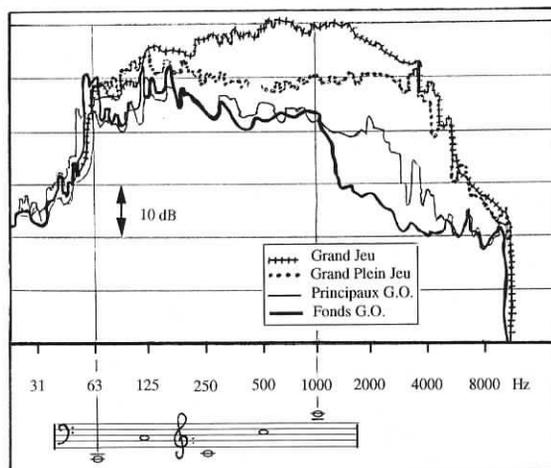
vers le grave. Le spectre du cromorne est caractérisé par la faiblesse des harmoniques pairs et par la présence d'une zone de "brillance" indiquée par le sigle CGS. Dans l'analyse de la voix humaine on identifie clairement les trois premiers puis deux plus aigus qui apparaissent après le Do 3.

La figure 3 montre l'évolution avec la tessiture de deux critères caractéristiques du jeu de cornet. Chaque note est représentée par un point dont l'abscisse indique le

CGS qui pour ce jeu est compris entre les harmoniques 1 et 5, et l'ordonnée montre la prédominance relative des rangs impairs (demi plan supérieur) ou des rangs pairs (demi plan inférieur). Les notes basses inférieures au Do 4 sont figurées par des cercles évidés et les autres par des points. En observant la progression des notes du comet de récit de Poitiers depuis le grave jusqu'à l'aigu, on constate que le CGS évolue en sens inverse, de l'harmonique 1 vers l'harmonique 2. La balance pair/impair varie de façon plus complexe et ne peut être reliée à la tessiture. Il semble improbable que l'on retrouve exactement le même tracé de points après restauration mais nous attendons avec impatience de pouvoir comparer deux à deux, sur les mêmes jeux des instruments similaires comme l'orgue de la basilique de St Maximin et celui de la cathédrale de Poitiers.



Pour terminer nous présenterons avec la figure 4 une autre sorte d'analyse permettant de comparer globalement la représentation spectrale de quelques mélanges de jeux caractéristiques. Sur le même graphique sont représentés les fonds de 8' du grand-orgue (II), les principaux (II), le grand plein jeu en 16' (I+II), le grand jeu. La courbe d'une registration donnée représente la contribution spectrale globale de tous les tuyaux des jeux, depuis le plus grave jusqu'au plus aigu. On remarquera que les fonds, plutôt flûtés, couvrent essentiellement les fréquences comprises entre 63 et 1000 Hz c'est à dire les fondamentaux des quatre octaves du clavier en 8'. Par rapport aux fonds, les principaux du deuxième clavier, qui sont plus riches en harmoniques apportent de l'énergie dans la zone aiguë de 1000 à 5000 Hz. Les pleins jeux des deux claviers enrichissent le spectre dans une très large bande : de 125 à 10000 Hz, le maximum (+ 20 dB) se situant aux alentours de 4000 Hz, région la plus efficace pour l'oreille. Enfin, les anches du grand jeu accentuent par leur brillance la zone de 125 à 4000 Hz. Cette analyse reflète l'état d'un orgue empoussiéré et peut-être aurons nous quelques surprises après le



Spectres moyennés en 1/3 d'octave, représentant la contribution de toutes les notes du clavier pour une registration donnée. Ce type d'analyse permet d'évaluer les zones du spectre sonore renforcées par certains ensembles de tuyaux.

relevage.

Les quelques analyses que nous avons présentées montrent l'éventail des possibilités qui nous sont offertes pour explorer les caractéristiques acoustiques du son depuis les moindres détails du transitoire d'attaque d'un tuyau jusqu'aux synthèses spectrales des ensembles de tuyaux d'un plein jeu. Certes, la partie la plus difficile qui est la mise en relation des mesures acoustiques avec les données de la perception exige encore de nombreuses recherches mais grâce au développement des sciences cognitives, les progrès sont maintenant rapides et significatifs. Les premiers résultats des expériences comparatives que nous avons pu faire à Saint-Maximin nous confortent dans ce sens. Dès qu'il sera possible de faire l'enregistrement de l'orgue avec la nouvelle soufflerie, nous reprendrons l'ensemble des analyses et espérons en présenter les conclusions dans une publication prochaine.

*Les missions d'enregistrements à la cathédrale de Poitiers ont été conduites en collaboration avec Charles Besnainou, Xavier Boutillon et Benoît Fabre. Nous remercions vivement Mr et Mme Villard pour leur accueil généreux, ainsi que les membres du clergé qui nous ont permis d'effectuer notre travail dans les meilleures conditions.*

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- LEIP E., Acoustique et musique, Masson Ed., 376 P., 4ème éd. Paris (1984).
- CASTELLENGO M., Analyses spectrographiques de quelques jeux d'un orgue, la revue Musicale, N°295-296, Paris, (1977).
- FABRE B., Caractérisation de la sonorité d'un jeu d'orgue, Mémoire de D.E.A. d'Acoustique, Université du Maine (1988).
- CASTELLENGO M., Etude acoustique des orgues italiens de la vallée de la Roya, l'orgue italien, Cahier des Alpes-maritimes, N°7 (1990).
- JUGY P., Analyse spectrale et étude de la sonorité de jeux d'orgue à anche. Mémoire de D.E.A. d'Acoustique, Université du Maine (1991).
- CASTELLENGO M., A propos de l'étude acoustique de l'orgue de Saint Maximin, l'orgue de Jean Esprit et Joseph ISNARD dans la basilique de la Madeleine à Saint Maximin, 1774, ARCAM, Nice, pp 197-201 (1991).
- CASTELLENGO M., La perception auditive des sons musicaux, in *Psychologie de la Musique*, édité par A. Zenatti, 30 p, P.U.F., Paris (1994).