

« Hybris » de Jean-Baptiste Barrière

1. Présentation de la pièce

Hybris est une pièce réalisée en 1988 à l'Ircam par ordinateur. Cette pièce de 10'40 minutes a été créée en juillet 1988 au festival de Jyväskylä (Finlande). Un extrait de la pièce (durée : 5'20) a été publiée sur le disque compact « Création Ircam : Les Années 80 », éd. Arnaud Petit et al, Centre Georges Pompidou CD0002, 1990.

De 1984 à 1987 Jean-Baptiste Barrière fut directeur de la Recherche Musicale de l'Ircam. Durant cette période, il a dirigé les projets « Modèles de Résonance »¹, ensemble d'outils originaux pour la synthèse sonore et son contrôle, et « Esquisse », ensemble de fonctions écrites en Lisp pour la composition assistée par ordinateur. C'est avec ces outils, Chant étant piloté par Formes, Esquisse fonctionnant sur un ordinateur Mac Plus, qu'Hybris a été réalisée.

Comme support sonore de la pièce, nous disposons de l'extrait de la pièce², ainsi que d'un enregistrement de la version complète d'Hybris que Jean-Baptiste Barrière nous a fourni. C'est sur cette dernière version que repose notre étude.

Aucune partition, traditionnelle ou informatique, n'est disponible. Nous disposons seulement des modèles qui constituent aujourd'hui les bases de données du synthétiseur Chant. La plupart de ces modèles ont été réalisés par Jean-Baptiste Barrière et son équipe dans les années 80 pour sa pièce Epigénèse, et l'ensemble de ces modèles ont été utilisés pour la réalisation de Hybris.

Le seul texte décrivant la pièce provient de la thèse de Jean-Baptiste Barrière et nous donne quelques éléments formels [J.B. Barrière - 1990]. Quelques informations nous sont également données par l'article d'Yves Potard, Pierre-François Baisnée et Jean-Baptiste Barrière sur « La Méthodologie de synthèse du timbre : l'exemple des modèles de résonance » [Y. Potard, P.F. Baisnée et J.B. Barrière - 1991].

Nous avons eu plusieurs séances de discussion avec Jean-Baptiste Barrière qui nous a fourni quelques clés.

En ce qui concerne l'étude de la forme de la pièce, c'est l'écoute qui nous a guidés dans les grandes lignes.

Nous nous trouvons donc confrontés à une pièce pour laquelle il n'existe pratiquement aucun document descriptif. Aussi nous a-t-il fallu mettre au point de nouvelles techniques d'analyse de manière à être le plus objectif possible dans cette étude.

« L'absence de partition m'apparaît pour la musique électroacoustique tout à fait naturelle, étant donné que dans la plupart des cas le compositeur remplit aussi le rôle de l'interprète, polissant chaque phrase avec le même soin qu'un instrumentiste traditionnel. D'un autre côté, l'absence de niveau intermédiaire entre composition et interprétation rend encore plus difficile d'imaginer la musique électroacoustique en termes abstraits » [G. Bennett - 1996, p. 304]

¹ Rappelons que le projet " Modèle de Résonance " est divisé en deux programmes : un programme de synthèse, intégré dans le synthétiseur « Chant » (cf. § II-2 et II-6) dont il reprend les mécanismes de synthèse et un programme d'analyse indépendant (cf. § I-2), écrit en langage C et fonctionnant sous environnement Unix.

² « Création Ircam : Les Années 80 »

Pour retrouver les divers processus mis en jeu, nous avons donc fait une étude très minutieuse à l'aide de sonagrammes et d'analyses des sons constituant les diverses parties de la pièce.

« Nous autres compositeurs pouvons espérer que la musicologie développera les outils permettant d'élucider et d'objectiver les techniques et l'esthétique de la musique que nous composons, mais il est probablement utopique — à supposer que la musicologie s'attèle à la tâche — que de tels outils puissent être prêts à temps pour nous être d'une quelconque utilité » [G. Benett – 1996, p. 307]

Les représentations graphiques sont utiles à la compréhension des phénomènes, à leur comparaison. Nous avons donc beaucoup utilisé les sonagrammes, à des échelles diverses, mais aussi des graphes représentant les pics et les fondamentales perceptibles ou encore des traductions de ces données en partitions musicales.

Nous avons également réalisé un échantillonneur permettant des transpositions fines contenant l'ensemble des modèles, préalablement synthétisés par nos soins avec Chant, et l'ensemble des sons de la pièce, afin de réaliser à l'oreille des comparaisons et des rapprochements entre les sons et les modèles.

Enfin, nous avons programmé diverses fonctions dans PatchWork permettant de traiter les données d'analyse pour produire les graphes et les partitions ou permettant de calculer des indices de similitudes entre les spectres à comparer.

Malgré tous ces outils, certaines parties de la pièce résistent à l'analyse, en particulier dans la troisième section lorsque des processus aléatoires génèrent de très nombreux partiels pour lesquels les lois de répartition statistique n'ont pu être établies.

Avant de d'étudier les caractéristiques de la pièce en détail, nous allons donner les spécifications des modèles instrumentaux qu'elle utilise.

2. Les modèles instrumentaux utilisés dans Hybris

Hybris est une exploration d'un « espace de timbres » construit autour de deux modèles principaux, la contrebasse et le tamtam, auxquels s'ajoutent occasionnellement d'autres modèles instrumentaux (marimba, vibraphone, timbale, piano, crotale, slaptub, glockenspiel, cymbalum, cloche de vache, utilisés surtout pour la grande interpolation, cymbales, cloche-plaque). Ces modèles ont été manipulés, en utilisant la bibliothèque « Esquisse », pour construire divers processus contribuant à élaborer la forme de la pièce.³

A) La contrebasse

Le modèle de contrebasse a été obtenu par l'analyse de plusieurs notes de contrebasse jouées en pizzicato : Mi0, Sib0, Mi1, Sib1, Mi2, Sib2 et Mi3⁴.

La lecture de ces analyses montre que le modèle n'est pas complètement homogène. Suivant le cas, Jean-Baptiste Barrière a utilisé les différentes analyses comme autant de modèles différents ou comme un modèle unique pouvant être utilisé sur un large ambitus.

³ « Le but de ces modèles ne réside pas simplement dans l'imitation ou la simulation d'une note ou d'un instrument donné dans un contexte donné, mais bien dans la représentation et la formalisation d'un acte ou d'un processus quelconque, d'une décision ou d'un geste, d'une organisation statique ou dynamique, ou encore d'un invariant musical en général.

Ces modèles doivent donc être envisagés comme des TYPES de structures de connaissances, ils doivent être utilisés comme tels, cela signifie qu'ils n'auront de sens pour le compositeur que d'un point de vue référentiel, comme des schémas cognitifs à partir desquels on dérive par modification ou composition successives. » [Rodet—1983]

⁴ Les analyses de contrebasse de la base de données du synthétiseur Chant sont contenues dans des fichiers référencés avec une notation anglo-saxonne : CB-E0 correspond au fichier contenant l'analyse de la contrebasse sur la note Mi0

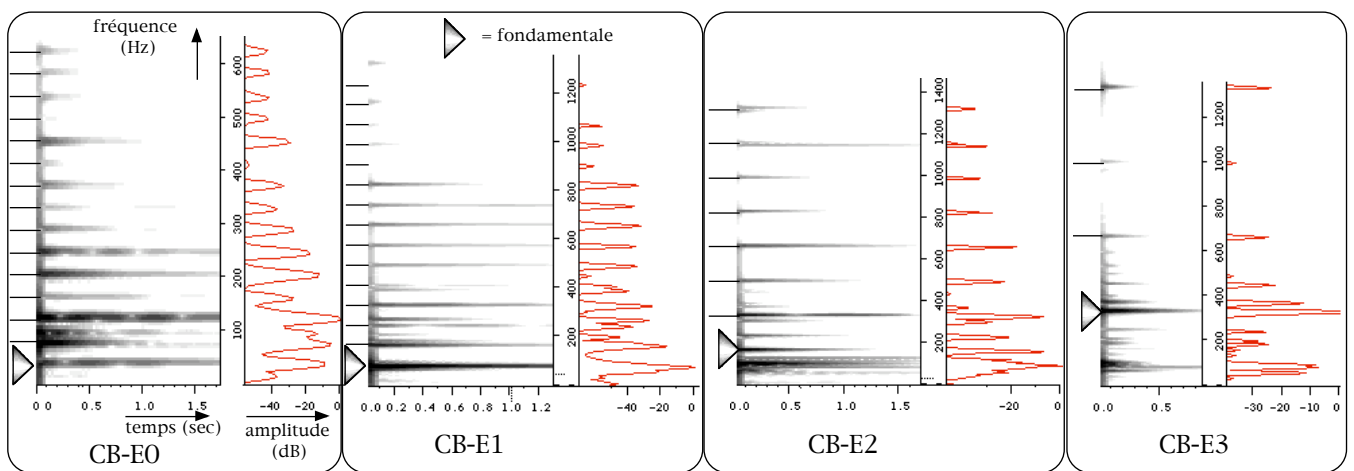


figure 1 : sonagrammes des sons resynthésés par Chant d'après 4 analyses de contrebasse (exemple sonore n°42) (à gauche de chaque graphe a été placée une échelle harmonique).

Les sons analysés se ressemblent dans le sens où ils sont tous essentiellement formés de partiels harmoniques dont les résonances⁵ sont inversement proportionnelles à la fréquence, conformément aux règles acoustiques des instruments à cordes pincées énoncées précédemment (cf. § I.2).

Par ailleurs, ils présentent tous un partiel très marqué vers 100 Hz qui correspond certainement à une importante fréquence de résonance propre à l'instrument.

Par contre, dans les détails, les sons diffèrent en ce qui concerne les partiels de plus faible amplitude et les partiels inharmoniques.

Une étude détaillée des résonances de chaque son analysé fait ressortir les faits suivants :

- Fichier CB-E0 (52 partiels trouvés) : la fondamentale (f_0) est de très faible intensité, de nombreux partiels de fréquences voisines des harmoniques 1, 2 et 3 (entre 40 et 150 Hz) sont présents.
- CB-Bb0 (59 partiels) : l'analyse présente une répartition harmonique très régulière ; en dessous de 400 Hz, aucun partiel inharmonique significatif n'est détecté.
- CB-E1 (50 partiels) : la répartition des harmoniques est encore très régulière mais l'analyse présente également quelques partiels inharmoniques assez marqués ($0,78.f_0 - 2,2.f_0 - 3,3.f_0$).
- CB-Bb1 (59 partiels) : beaucoup de partiels inharmoniques sont présents dans cette analyse entre $0,5.f_0$ et f_0 .
- CB-E2 (46 partiels) : présente de nombreux partiels inharmoniques entre 60 et 400 Hz ($0,36.f_0 - 0,6.f_0 - 0,7.f_0 - 1,42.f_0 - 1,85.f_0$) ; on peut également noter la présence d'un partiel subharmonique ($0,5.f_0$) assez intense.
- CB-Bb2 (39 partiels) : cette analyse possède un nombre réduit d'harmoniques et pratiquement aucun partiel inharmonique.
- CB-E3 (33 partiels) : très peu d'harmoniques sont présentes ; la fondamentale est très forte (40% de l'énergie du spectre) ; beaucoup de partiels inharmoniques de courtes durées sont détectés entre 0 et 600 Hz.

B) Le tamtam

Le modèle de tamtam (43 partiels) a été obtenu par l'analyse d'un son unique de tamtam.

⁵ La terme résonance est utilisé pour décrire le rapport de l'amplitude du partiel sur sa largeur de bande.

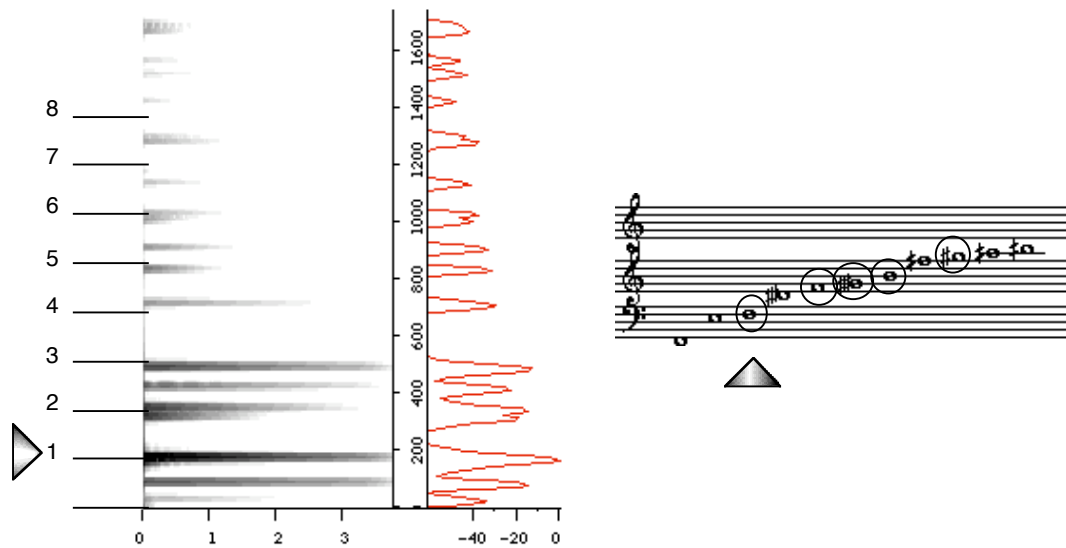


figure2 : sonogramme du modèle de Tamtam et notes correspondant aux différents partiels (exemple sonore n°43) (à gauche, une échelle harmonique construite sur la fondamentale permet de comparer les partiels avec des positions harmoniques).

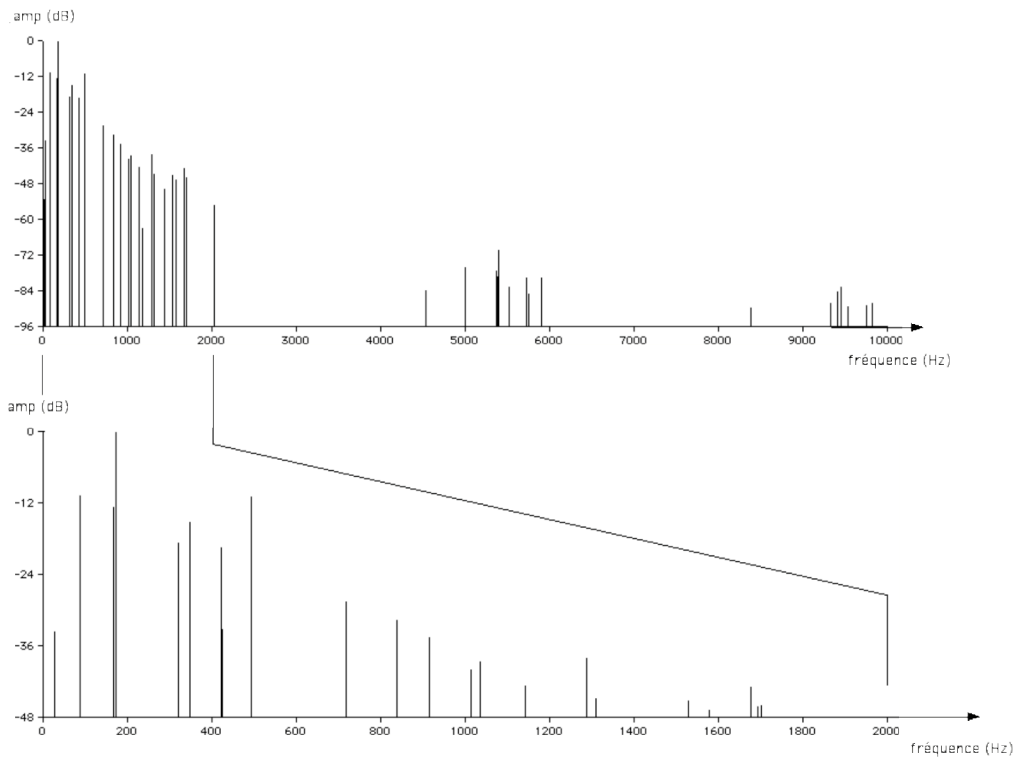


figure 3 : spectre des partiels composant le modèle de tamtam

Le modèle comporte de nombreux partiels inharmoniques d'intensités et de durées importantes. A elle seule, la fondamentale Fa2 (173 Hz) correspond à plus de 40 % de l'énergie du spectre. Enfin, deux partiels intercalés entre la deuxième et la troisième harmonique jouent également un rôle important au niveau de la perception. Une autre résonance, le Si3 (493 Hz), placée 3/4 de ton sous la troisième harmonique (Fa3) est également un partiel important qui ne rentre pas dans la série harmonique du Fa2.

note	freq	rang (f/f1)	res norm	band	ampl
	10	0.06	0.00	3.32	0.12
	26	0.15	0.00	2.12	0.10
	28	0.16	0.01	0.29	0.11
Fa1	87	0.50	0.11	0.17	0.27
Mi2	167	0.96	0.09	2.33	0.76
Fa2	173	1.00	0.45	0.29	0.61
Ré#3(+1/4)	319	1.84	0.05	0.79	0.35
Fa3	348	2.00	0.07	0.43	0.32
Sol#3(+1/4)	423	2.43	0.04	0.27	0.21
Sol#3(+1/4)	426	2.45	0.01	0.84	0.18
Si3	493	2.83	0.11	0.24	0.31
Fa4(+1/4)	717	4.12	0.01	0.30	0.14
Sol#4	840	4.83	0.01	0.87	0.19
La#4	916	5.26	0.01	0.59	0.14

tableau 1 : liste des 14 premiers partiels du modèle de tamtam
(la colonne « res-norm » donne le rapport normalisé de l'amplitude sur la largeur de bande et indique donc l'importance de la résonance du partiel).

A la différence de la contrebasse, lorsque différentes hauteurs de notes sont jouées par le modèle de tamtam, c'est toujours le même modèle qui est transposé.

Dans sa thèse, Jean-Baptiste Barrière indique qu'il a utilisé les analyses des sons à la fois en tant que spectres — générateurs du timbre — et en tant qu'accords — générateurs d'harmonies et de mélodies. Dans ce dernier cas, il a réalisé pour chaque analyse une recherche du poids perceptif des différents partiels et une détermination des hauteurs virtuelles selon l'algorithme de Terhardt (cf. § I.2).

Pour la contrebasse, cette recherche donne essentiellement la fondamentale du son ainsi que quelques rares partiels situés très haut dans les aigus.

Pour le tamtam, les deux Fa (Fa2 et Fa3) peuvent être perçus comme des fondamentales virtuelles distinctes, ainsi que le Si3 et le Sol#4.

Nous verrons qu'avec ces informations, le compositeur peut faire émerger telle ou telle fondamentale dans le son en modifiant les zones d'énergie dans le spectre.

C) La cloche plaque

Un modèle artificiel est également utilisé dans la pièce. Il provient d'une équation donnée dans le traité d'acoustique d'Arthur Benade [Benade - 1976]. Arthur Benade indique que l'on peut calculer les modes de résonance d'une plaque rectangulaire métallique à partir des modes de résonance d'un résonateur unidimensionnel :

$$f_{mn} = \sqrt{\frac{(f_m^2 + f_n^2)}{2}}$$

où f_m et f_n sont les modes de vibrations antécédents, correspondant à des résonateurs unidimensionnel.

Pour son modèle de cloche-plaque, dans Hybris, Jean-Baptiste Barrière a choisi pour résonateur antécédent un modèle de cloche tubulaire (cf. p. 22).

« Le résultat sonore suggère effectivement l'idée d'une plaque métallique et l'empreinte du modèle d'origine est tout à fait perceptible. » [Potard, Baisnée, Barrière-1991, p. 156]

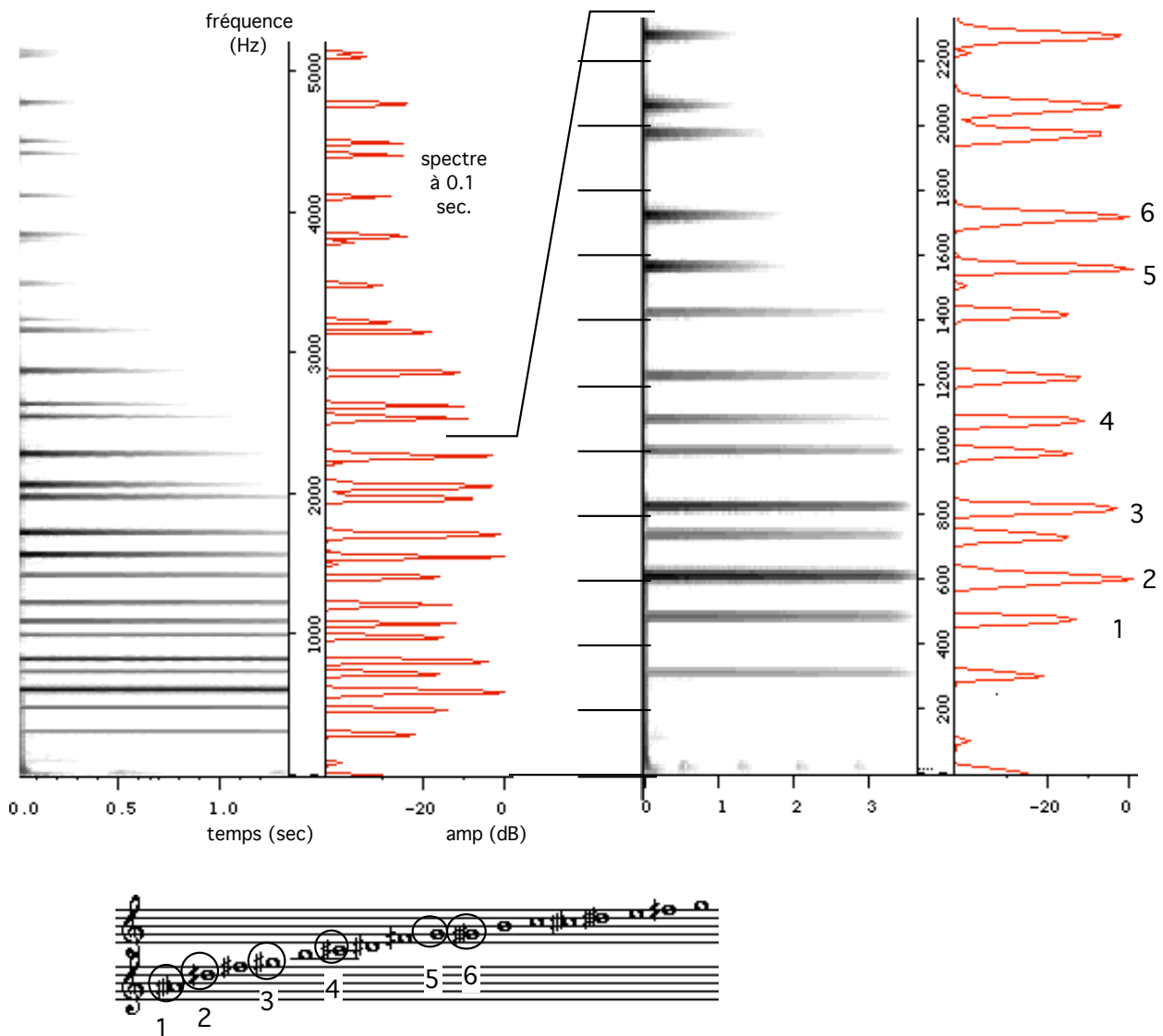


figure 4 : sonagramme d'un son de plaque artificiel et notes correspondant aux principaux partiels (exemple sonore n°44).

La plaque est un son dont la hauteur est assez difficile à déterminer. Les partiels n'ont pas une répartition en relations harmoniques mais ils sont néanmoins organisés d'une façon régulière, selon une distribution ordonnée par la formule d'Arthur Bénade et en conséquence les partiels fusionnent assez bien.

L'analyse de Terhardt appliquée sur un son de cloche-plaque donne plusieurs fondamentales virtuelles : La \sharp 3+1/4 (484 Hz), Ré \sharp 4-1/4 (611 Hz), Sol \sharp 4 (828 Hz), Do \sharp 5 (1099 Hz) ou encore Sol5 (1572 Hz) ou Sol \sharp 5+1/4 (1731 Hz).

Une recherche de fondamentale sur ce même son avec l'outil « f0 » de l'Ircam donne Sol \sharp 2 (206 Hz), note absente des partiels mais dont la troisième et quatrième harmoniques sont très intenses (611 Hz et 828 Hz).

D) Les autres modèles

Plusieurs autres modèles sont utilisés dans la pièce mais de manière plus anecdotique que le tamtam et la contrebasse.

On trouve un modèle de cloche, à 70" du début de la pièce, dont nous avons réalisé une analyse de pics :

freq	amp	weight
270	0.015	0.21
522.508	0.006	0.37
625.717	0.012	0.60
730.311	0.008	0.27
845.282	0.015	0.52
1041.67	0.009	0.18
1281.66	0.009	0.14
1908.19	0.009	0.00
2373.61	0.003	0.00
2511.8	0.008	0.00
2574.02	0.007	0.00
2795.07	0.007	0.00
3031.87	0.003	0.00

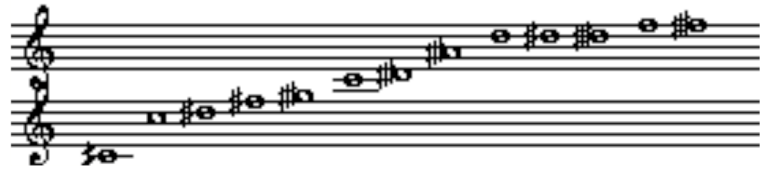


figure 5 : modèle de cloche (recherche des pics).

Un modèle de tuba est utilisé sous une forme très déformée par un algorithme de traitement appelé « cymbalisation », détaillé plus loin dans le texte.

freq	amp	bw	res
62	0.018	1.9	0.0098
68	0.014	1.9	0.0071
102	0.068	2.7	0.0249
146	0.144	3.7	0.0392
192	0.063	4.5	0.0138
238	0.116	5.8	0.0199
281	0.044	5.5	0.0080
332	0.026	10.0	0.0026
382	0.039	13.3	0.0029
432	0.035	12.4	0.0028
573	0.039	18.3	0.0021
631	0.022	14.0	0.0015

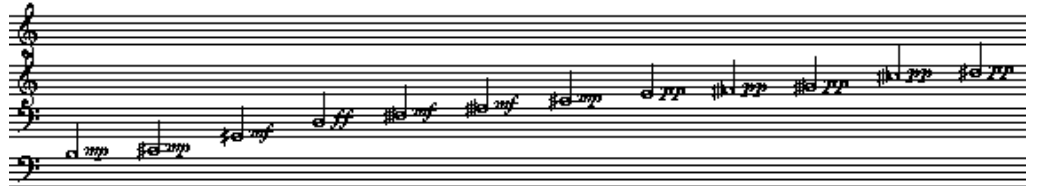


figure 6 : principales résonances du modèle de tuba.

Dans la dernière section de la pièce on trouve un son de cymbale joué à l'envers. Ce son n'a pas été synthétisé, c'est un son d'instrument préalablement enregistré et qui a été soumis dans la pièce à divers traitements.

3. Description de la pièce

3.1. Structure temporelle de la pièce

La pièce dure 10'40 bien que la seule version éditée sur disque ait été raccourcie à 5'20 (la première minute a été supprimée ainsi que les quatre dernières minutes).

Nous avons choisi de diviser la pièce en trois grandes sections de durées 2'36, 3'50 et 4'14.

Dans la première section assez lente, les différents modèles sont exposés et leurs résonances sont explorées. Dans cette section s'enchaînent cinq parties successives.

La deuxième section est rythmée par des sons de percussions qui créent une sorte de pulsation dont le tempo varie du très lent à l'extrêmement rapide. Nous avons distingué cinq parties dans cette section. Après une courte mélodie, on observe une opposition entre un rythmes qui s'accélère lentement et des textures sonores très lentes qui évoluent progressivement. Ensuite, ces rythmes se transforment en polyphonies très rapides qui se développent dans l'espace des hauteurs.

La troisième section est formée de l'enchaînement de sons complexes dont les multiples éléments constitutifs subissent des agitations de type chaotique. Cette section est divisée en trois parties.

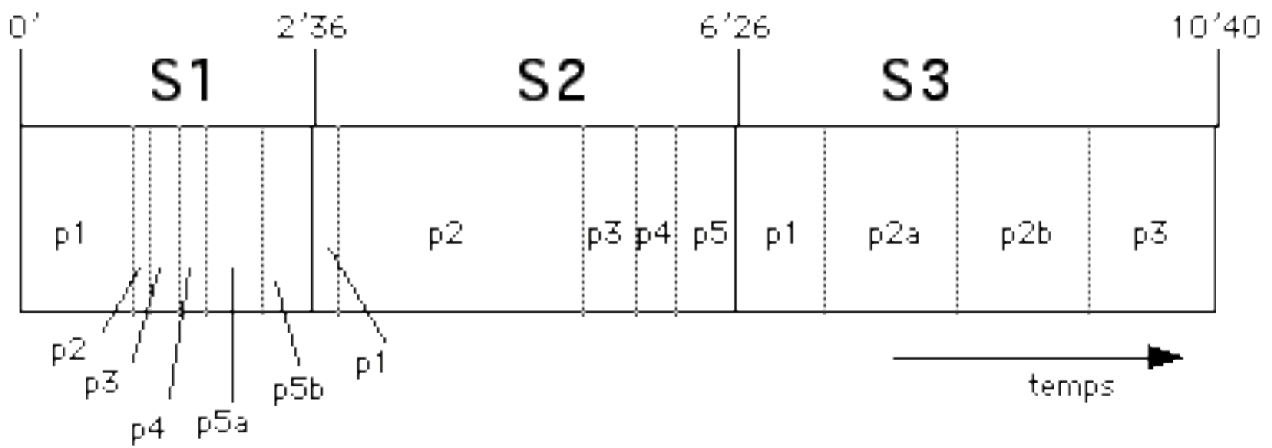


figure 7 : structure de la pièce Hybris.

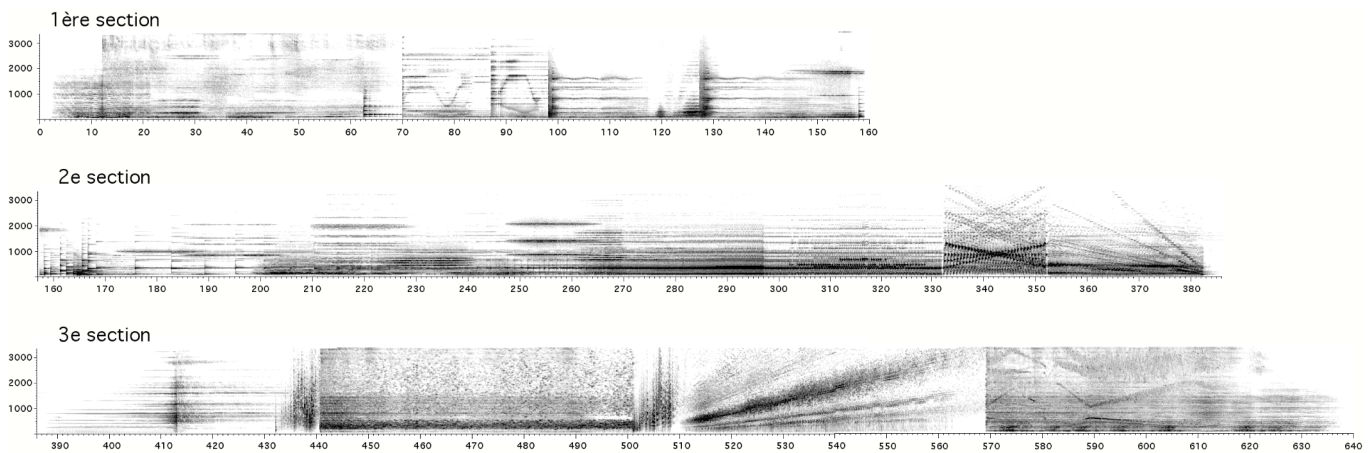


figure 8 : sonogramme complet de la pièce Hybris.

3.2. Première section : résonances

A) Exposition de la contrebasse

Pendant la première minute de la pièce, on assiste à l'exposition d'un son tenu de contrebasse sur la note Mi1 (81 Hz).

Ce son varie en permanence. Il monte en crescendo pendant les douze premières secondes avant d'être joué brutalement percuté, avec une sorte d'effet de chœur. Pendant cinquante secondes, le spectre subit des variations : renforcement des partiels graves (vers 27" et vers 40"), ouverture des largeurs de bande dans les aigus pour laisser passer plus de bruit blanc (vers 50") et ajout d'un modèle proche d'une cloche crotale faisant apparaître des sifflements dans les extrêmes aigus (entre 25" et 50").

Dans les dix dernières secondes, le son s'immobilise pour laisser entrer le tamtam.

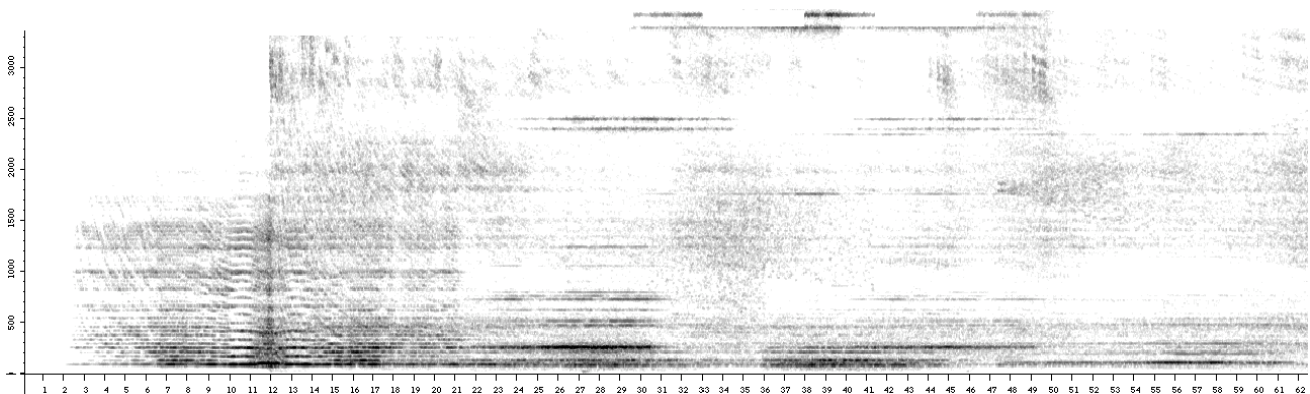


figure 9 : sonogramme de la première minute de la pièce (exemple sonore n°45).

B) Exposition du tamtam

Le tamtam est joué en son percussif, identique au modèle, sur la note Fa2, avec une série d'échos qui vont en s'accroissant (de 1 sec à 0,3 sec) et en s'assourdisant.

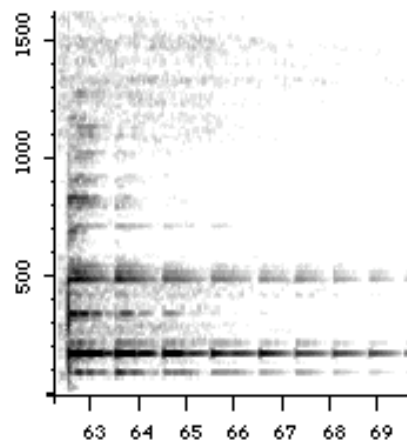


figure 10 : sonagramme de la première apparition du son de tamtam (exemple sonore n°46).

C) Interpolation cloche-contrebasse

On entend ensuite un son qui est joué de façon percussive (cloche, note Mi3) et qui est ensuite tenu avec un balayage harmonique très marqué. Ce son tenu est formé d'une interpolation dynamique entre un son de contrebasse, toujours sur la note Mi1, comportant un léger vibrato et un son de cloche sur la même fondamentale qui comporte de nombreux partiels inharmoniques et qui est joué sans vibrato. En même temps que ce balayage est effectué, l'interpolation entre les deux modèles varie en faisant ressortir l'un ou l'autre des modèles.

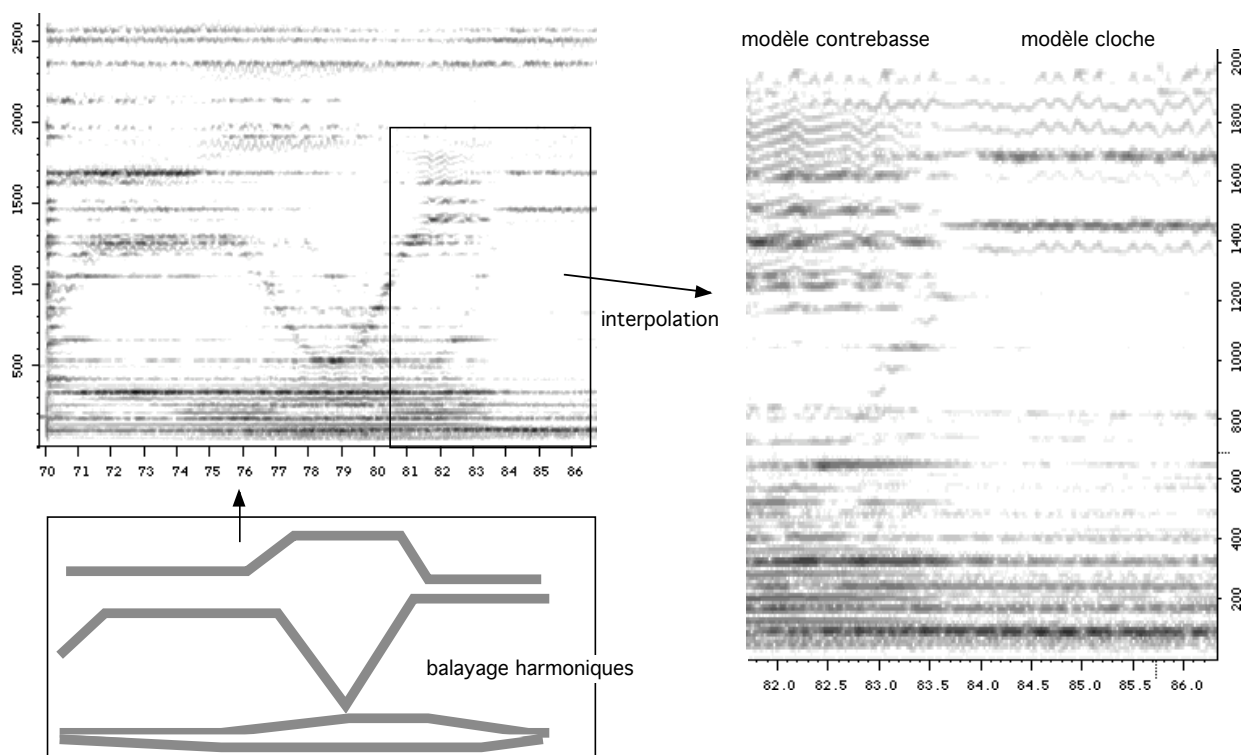


figure 11 : interpolation dynamique et balayage harmonique (exemple sonore n°47).

D) Exposition de la cloche-plaque

Le quatrième son présenté est le son de cloche-plaque artificiel (note Sol#2). Il est joué en son percussif puis répété avec un rythme qui va en s'accroissant de 1 à 20 coups par

seconde. On passe pratiquement du domaine du rythme au domaine des fréquences audibles. Simultanément, on assiste, comme dans la partie précédente, à un balayage harmonique très marqué.

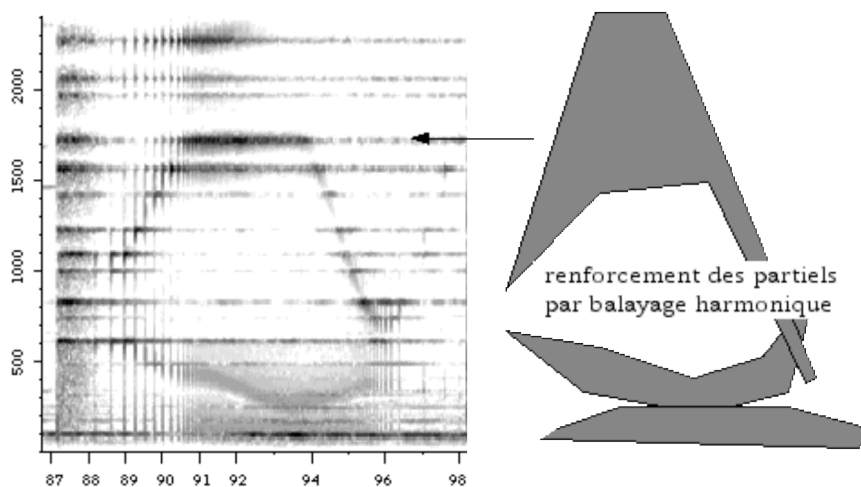


figure 12 : modèle de plaque répété avec un balayage harmonique (exemple sonore n°48).

E) Interpolation tamtam-contrebasse

Dans la dernière partie de la première section de la pièce, on assiste deux fois de suite pendant 30" à une interpolation entre le modèle de contrebasse (note Mi1) et le modèle de tamtam, ce dernier étant transposé de 17 demi-tons dans les aigus (note Sol#3).

Un son percussif très bruité est joué au début de chacune de ces textures.

Le modèle de tamtam est joué avec un vibrato très lent (0.2 oscillations par seconde). On assiste à une interpolation dynamique entre les deux modèles avec par endroits des variations des largeurs de bande — le son devient plus bruyeux — et vers la fin de la deuxième exposition apparaissent des fréquences très aiguës assez similaires à celles utilisées vers 40" dans la première partie.

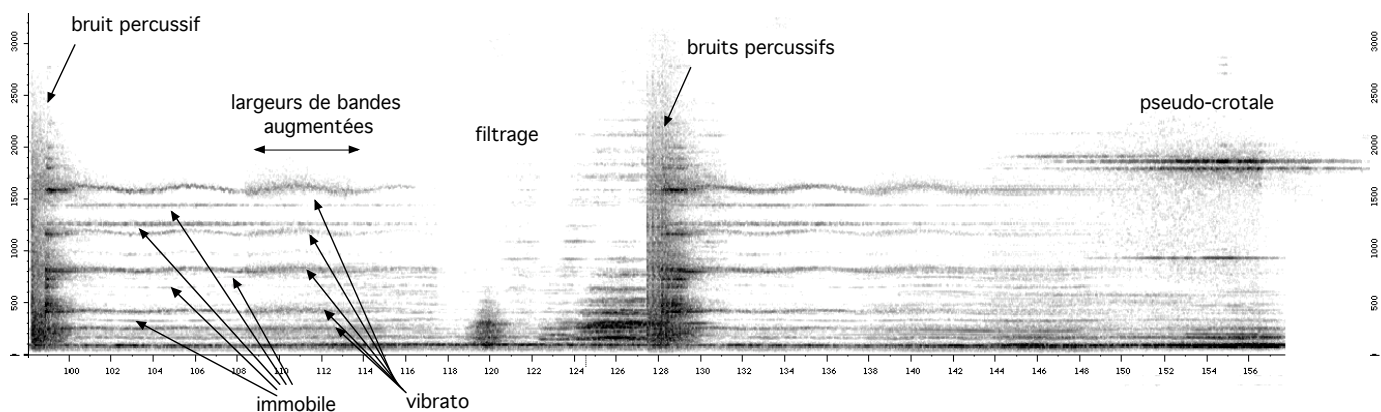


figure 13 : sonagramme de la fin de la première section.

3.3. Deuxième section : textures et rythmes

A) Mélodie de timbres hybrides

Cette section débute par une mélodie, à la fois mélodie de notes et mélodie de timbres puisque chaque note est jouée par un son hybride différent, situé entre la contrebasse et le tamtam. Les deux premières notes sont proches des modèles de contrebasse (modèle CB-E2) les deux suivantes par contre sont plutôt proches du tamtam et les quatre qui suivent sont des hybrides intermédiaires entre les deux instruments.



figure 14 : mélodie débutant la deuxième section.

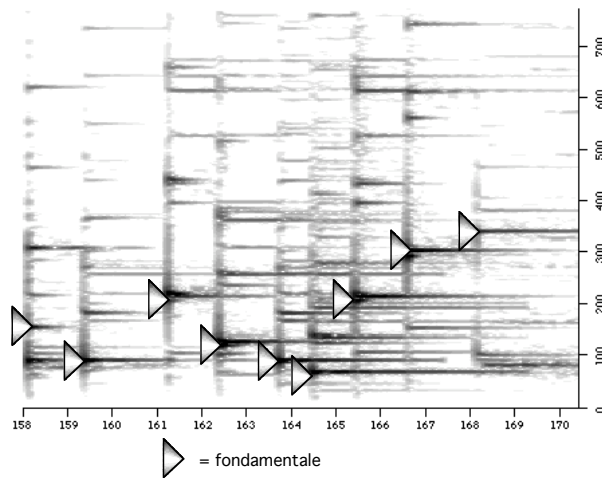


figure 15 : sonagramme du début de la deuxième section.

La dernière note de cette mélodie est un son de tamtam transposé d'une octave vers le haut. Dans les parties suivantes, ce son est répété à des vitesses variables et son développement motivique constitue le point culminant de la pièce avec des explosions rythmiques et timbrales vers la fin de la section. Il subit en outre des hybridations avec le modèle de contrebasse qui font varier son timbre en permanence.

B) Interpolation continue de timbres

Alors que le son de tamtam transposé marque une sorte de marche régulière, la deuxième partie de cette section consiste pendant 2'10 en une interpolation continue de timbres qui va créer une texture dense dont l'évolution progresse en une douzaine d'étapes. On passe par les modèles suivants : contrebasse, marimba, vibraphone, timbale, piano, crotale, slaptub, glockenspiel, cymbalum, cloche de vache, tamtam, contrebasse. Le chemin d'un modèle à l'autre a été déterminé par la proximité/différence entre les modèles à partir de leur analyses en poids perceptifs.

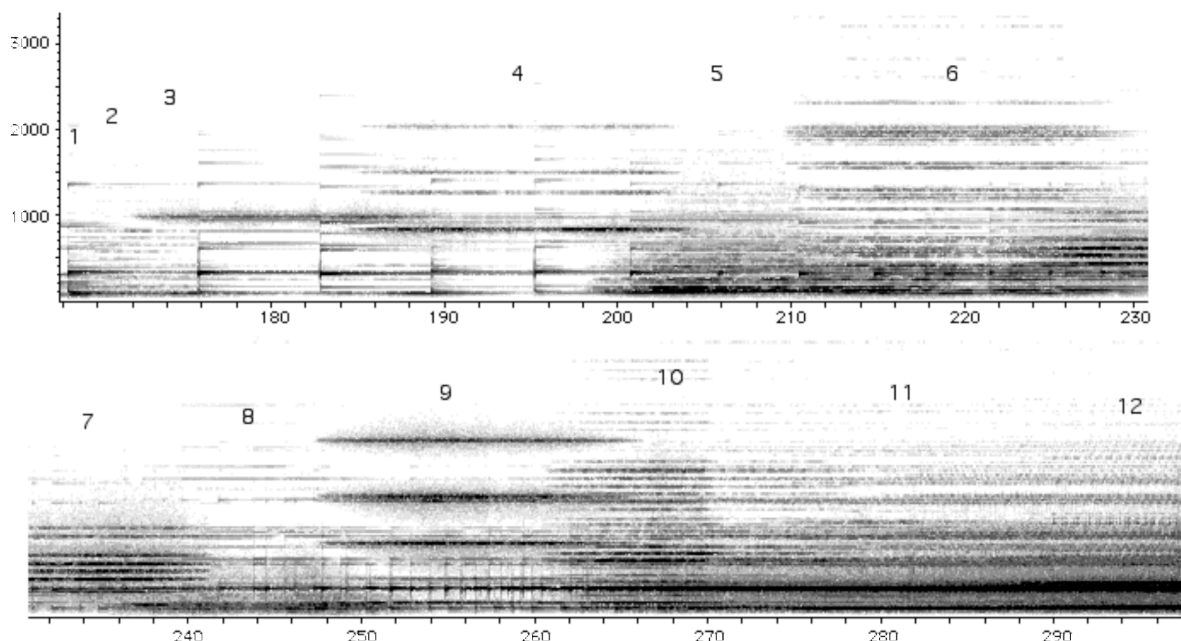


figure 16 : interpolations continues de timbres entre 2'48 (168") et 6' (300")(ex. sonore n°49).



figure 17 : principales hauteurs détectées par une analyse de pics entre 2'48 et 6'.

Pour l'essentiel de ces accords, la fondamentale reste autour du Mi1 de la première section de la pièce, tenu par la contrebasse.

L'accord n°1 (à 169") correspond à la note de tamtam qui va être répétée durant tout le passage. On va retrouver partiellement cet accord dans tous les autres, à des intensités variables, avec parfois de légères transpositions (de l'ordre du demi-ton). Parmi les partiels les plus importants de ce son, les notes Fa3 (350 Hz) ou Mi3 (330 Hz) apparaissent régulièrement.

Derrière ce son de tamtam, la contrebasse (accord 2, à 172") jouant un Fa#1 émerge rapidement. L'accord 2 est principalement formé des premières harmoniques de la contrebasse.

L'accord 3 (à 175") présente un modèle formé essentiellement d'une fréquence aiguë filtrant un bruit blanc avec une largeur de bande assez grande. On entend cette fréquence arriver, se stabiliser comme un sifflement vers 1000 Hz (Si4), puis repartir, le tout en une vingtaine de secondes.

Ensuite un modèle assez aigu (accord 4, à 194") est interpolé avec la contrebasse qui finit par disparaître.

Les quatre modèles suivants restent assez resserrés dans les graves (accord 5 à 205", accord 6 à 221", accord 7 à 236" et accord 8 à 245") et sont proches de la contrebasse.

Le tamtam revient (de 246" à 270") transposé assez haut (accord 9, à 254"). La contrebasse disparaît une nouvelle fois, pendant que le rythme des percussions s'accélère, passant de 1 à 10 coups par seconde.

Le passage se termine avec un retour de la contrebasse jouant entre le Mi1 et le Fa1 (accord 10, à 268"). Son spectre est très renforcé dans les médiums et les aigus (entre 700 et 2000 Hz) ce qui lui confère un son assez métallique, voir agressif qui fait monter la tension.

Sur ce son de contrebasse, le rythme du tamtam s'accélère encore. Le rythme se transforme en timbre, un timbre très granuleux. Le rythme devient irrégulier et les hauteurs jouées s'écartent légèrement. On entend une sorte de roulement qui s'amplifie jusqu'à la fin du passage où brutalement le son de contrebasse s'arrête, laissant le tamtam seul.

Les trois parties qui suivent sont construites à partir du même élément : le son de tamtam percussif répété à un rythme très rapide et des variations de timbre par hybridation, transposition ou par filtrage.

C) Rythme de timbre sur un modèle statique

Le premier rythme de tamtam dure 34 secondes. Il est très rapide (plus de 10 coups par seconde) et les notes répétées jouent des motifs qui évoluent progressivement.



figure 18 : premier motif.

Au début, le tamtam joue sur deux hauteurs (cf. figure 18) et progressivement d'autres hauteurs apparaissent, jouant chacune sur une pulsation indépendante des précédentes, ce qui donne une sorte de polyrythmie effrénée sans aucune répétition exacte (cf. figure 19 et 21).



figure 19 : motifs présents au point culminant du passage.

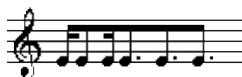


figure 20 : motif répété sur la note Mi dans l'ensemble de motifs au point culminant.

D) Motifs en interpolation croisée

Cette partie constitue le paroxysme de la pièce. Il s'agit toujours du rythme de tamtam qui joue très rapidement une mélodie simple dont l'ambitus va d'abord se resserrer progressivement avant de s'écarter à nouveau en se renversant (les graves deviennent les aigus). Comme le motif est court et joué très rapidement, on perçoit surtout les deux extrémités du motif (début et fin) et la forme du motif. On a donc l'impression d'entendre un son qui monte et qui descend en même temps.

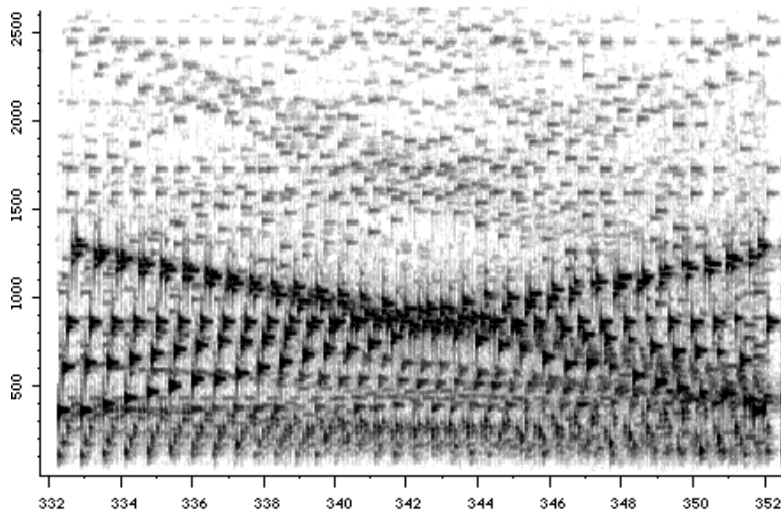


figure 21 : point culminant de la pièce (exemple sonore n°50).



figure 22 : motifs interpolés en se resserrant (vers 332").



figure 23 : motifs interpolés en s'écartant, avec final (350" à 352")

E) Motifs descendants

Pour clore cette section, (c'est sur cette figure que se termine la version publiée sur le disque compact « Créations Ircam 1980 »), on assiste à une descente de 30 secondes, toujours avec un rythme très rapide joué par des sons de tamtam.

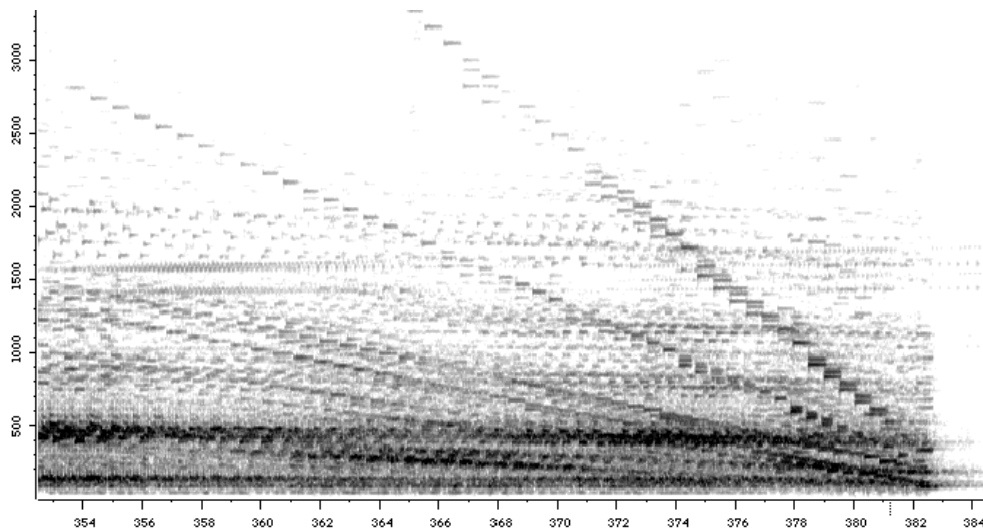


figure 24 : dernière figure de la deuxième section.

Dans cette partie, trois processus fonctionnent simultanément.

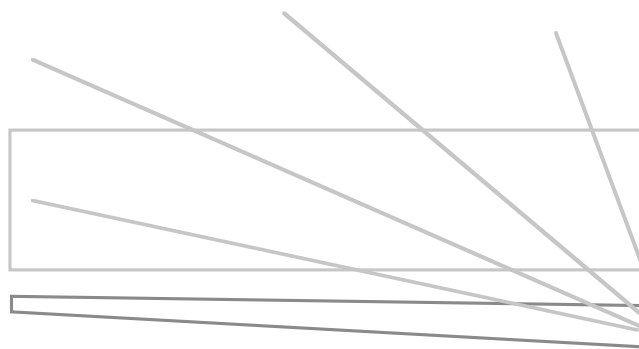


figure25 : différents processus agissant dans la dernière figure de la 2^e section.

Le type de motifs présents dans les deux parties précédentes continue ici en partant d'un motif serré autour du Si³ (500 Hz) qui s'élargit progressivement vers les graves. La note la plus grave du motif descend progressivement jusqu'à 80 Hz pendant que la note la plus haute reste stationnaire. Les intensités relatives des notes varient. Les notes aiguës disparaissent presque alors que les graves sont renforcées (360" à 370") puis le phénomène inverse a lieu (370" à 380").

Un autre motif est répété en permanence à l'arrière plan. Il s'agit de partiels percussifs qui font alterner deux accords aigus (cf. figure 28).



figure 26 : motif répété en continu dans les aigus.

Enfin, un dernier processus produit les longues descentes des extrêmes aigus vers les graves. Ce sont des partiels percussifs qui descendent en lignes droites sur des rythmes imbriqués, alternant d'une ligne à une autre. A 7'22 (382"), les différentes lignes qui se sont rejointes dans les graves s'éteignent brusquement et seul le motif répété dans les aigus subsiste comme une dernière résonance.

3.4. Troisième section : chaos

A) Aller-retour de cymbale

Après quelques secondes de silence, un son bruité s'intensifie progressivement pour éclater en un tourbillon. Il s'agit d'un son de cymbale joué à l'envers, puis à l'endroit et

démultiplié en étant légèrement transposé, ce qui crée un effet de type « chœur », ou « flanger ».

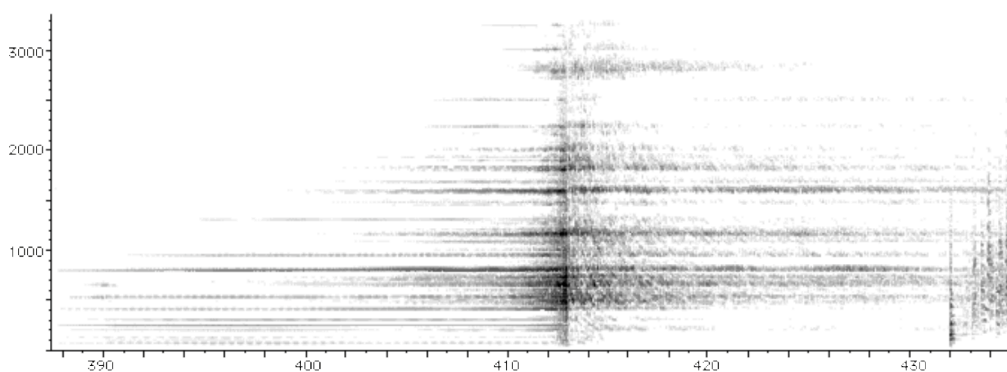


figure 27 : cymbale renversée puis percussive avec effet de chœur.

B) Cymbalisation I

Vers 7'12, des sons très perturbés font leur apparition de façon assez brutale. Il s'agit d'un modèle de tuba, présenté d'abord tel quel, puis soumis à une cymbalisation qui va désynchroniser les partiels et leur faire subir des variations aléatoires de fréquences et d'amplitudes. Cela produit une sorte de raclement métallique qui accélère et décélère.

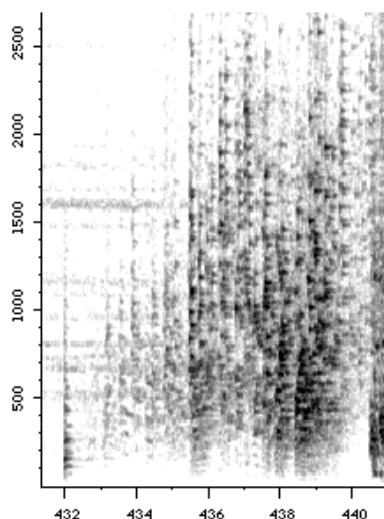


figure 28 : tuba cymbalisé (exemple sonore n°51).

Une longue texture en ostinato, d'une durée d'une minute, va suivre.

« Un ostinato de matériaux métalliques « cymbalisés » abstraits, pour la première fois sans référence aux modèles originaires de la pièce, mais en relation avec la matière « cymbalisée » du passage précédent. Cet ostinato consiste en une polyphonie distribuée dans tout l'espace de cymbales virtuelles en déphasage de rythme et de hauteur dans un tempo et un registre bloqués. » [Barrière—1990, pp. 517-518]

L'ambiance produite ressemble à un ensemble de carillons jouant rapidement et régulièrement des hauteurs aléatoires sur un fond de roulement de cymbales qui va en s'amenuisant. On obtient une répartition statistique (ou stochastique) des événements qui évolue lentement vers la raréfaction, avec des zones de densités différentes : dense entre 0 et 600 Hz, vide entre 600 et 700 Hz, espacé au delà de 700 Hz.

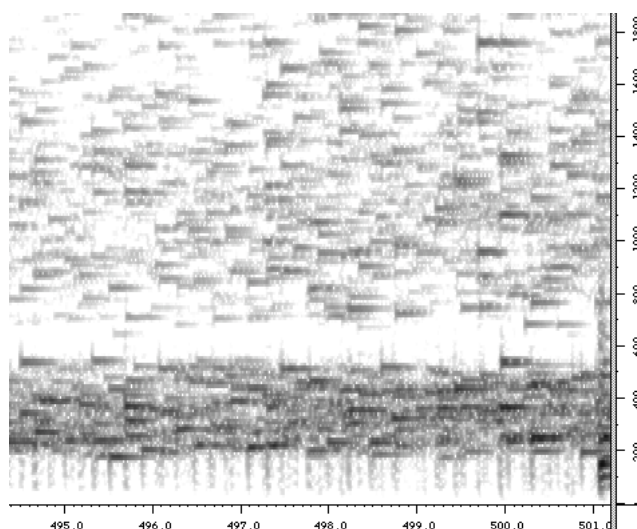


figure 29 : ostinato de partiels percussifs désorganisés.

C) Cymbalisation II, ascension

Les sons perturbés de tuba cymbalisé reviennent brusquement, plus « torturés » encore que la première fois.

Une texture stochastique leur succède à nouveau pendant une minute. Cette fois-ci, les événements élémentaires sont répartis dans des bandes de fréquences qui subissent des déplacements très progressifs vers les aigus. On observe ainsi des lignes ascendantes formées des partiels cymbalisés (déplacés aléatoirement) du modèle de tamtam qui va être étiré, distordu vers les extrêmes aigus et en même temps perdre toute sa consistance et finir en une myriade de clochettes scintillantes.

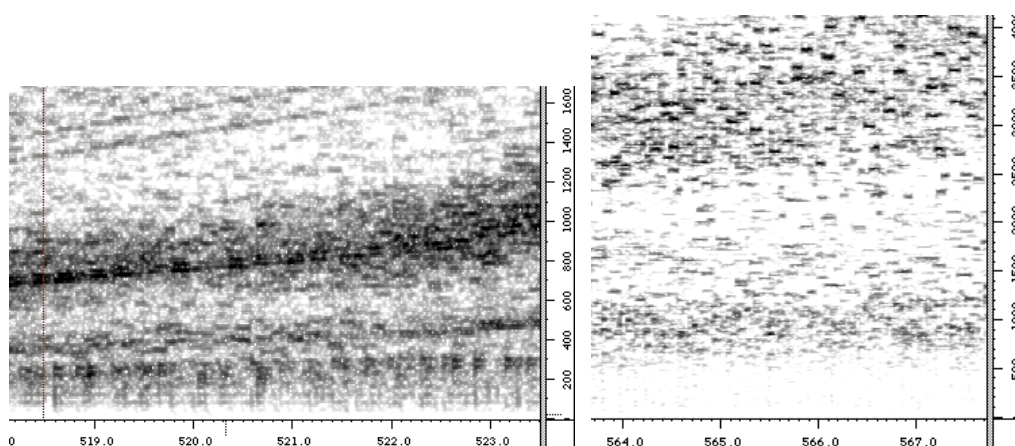


figure 30 : à gauche : vers le début de l'ascension, à droite : fin de l'ascension.

D) Final

On aborde la toute dernière partie de la pièce qui dure 1'10.

Sur une texture animée formée de fragments de gong démultipliés par un effet de chœur, la contrebasse réapparaît dans les graves, suivie d'un son de tamtam frotté sur la tranche avec un bâton de métal. Il s'agit là de sons concrets et non de synthèse. Les sons se mélangent — le chœur cymbalisé se fond avec le tamtam — et se croisent pour disparaître l'un après l'autre, laissant le Mi grave de la contrebasse, joué sur le ponticello (près du chevalet), terminer la pièce.

4. Etude harmonique

Le Mi grave de la contrebasse est une note omniprésente dans la pièce. Elle débute et clôture la pièce.

Dans la première section, les variations sont essentiellement timbrales.

La deuxième section comprend à la fois des textures spectrales à évolution lente et des motifs rythmiques qui dessinent des polyphonies rapides.

Dans la troisième section, l'harmonie est gérée par des processus statistiques avec des nuages de grains sonores.

4.1. Première section

La première partie consiste un jeu sur le modèle de la contrebasse avec des explorations de spectres. La fondamentale tourne autour du Mi0 ou Mi1. On observe des octavations. Des partiels apparaissent et disparaissent dans un registre très élevé (2500 à 11000 Hz). Il s'agit probablement des premières fondamentales virtuelles, exceptée la fondamentale réelle, détectées par l'analyse de Terhardt sur le son de contrebasse. Comme le son de contrebasse est très harmonique, l'analyse de Terhardt ne détecte des fondamentales virtuelles que très haut dans les aigus.



figure 31 : notes aiguës détectées vers 29" et 35 ".

A la fin de cette partie, la fondamentale disparaît, masquée par un son bruité, une sorte de souffle. Une note de fréquence 100 Hz (Fa#1) apparaît alors, annonçant le Fa du tamtam. Il doit s'agir là de la disparition des partiels harmonique de la contrebasse et d'une exagération des partiels inharmoniques. Nous avons en effet noté que le modèle de la contrebasse présentait sur toutes ses analyses un partiel de 100 Hz, quelle que soit la note jouée.

Nous avons réalisé une analyse de Terhardt sur les 60 premières secondes de la pièce pour obtenir l'évolution harmonique de cette partie de la pièce.



figure 32 : évolution harmonique sur le premier son de contrebasse (60").

La deuxième partie consiste en une note de Tamtam répétée, Fa2. On trouve dans son spectre quelques hauteurs inharmoniques, les notes Ré# $3+1/4$, Sol# $3+1/4$ et surtout Si 3 .

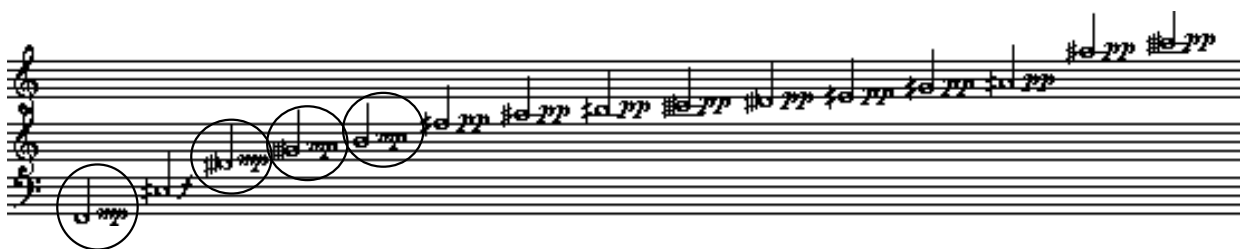


figure 33 : spectre du tamtam sur la première note.



figure 34 : spectre du tamtam sur la dernière note.

La troisième partie (70") est formée d'un modèle complexe, avec une attaque percussive, d'un spectre inharmonique (cf. figure suivante) mélangé à un son de contrebasse entretenu avec un vibrato sur une fondamentale de Mi1.

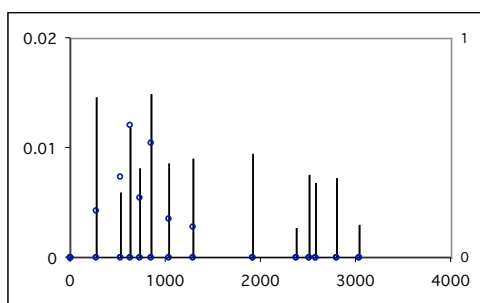


figure 35 : spectre réduit aux partiels sans vibrato (ségrégation manuelle d'après le sonogramme).

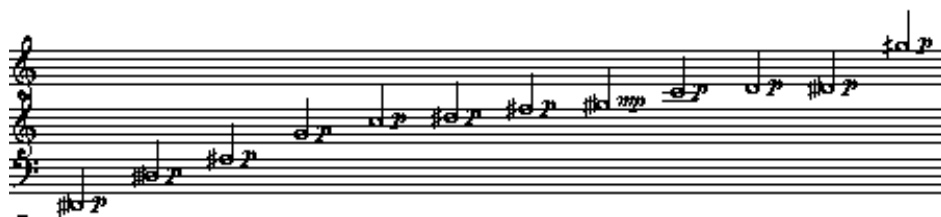


figure 36 : liste de tous les partiels après l'attaque du son.



figure 37 : liste des partiels sans vibrato (ségrégation manuelle d'après le sonogramme).



figure 38 : liste de tous les partiels 3 secondes après l'attaque du son.

Dans la quatrième partie (87" à 98"), le son de la cloche-plaque est exposé sur une fondamentale de 206 Hz (Sol#2).

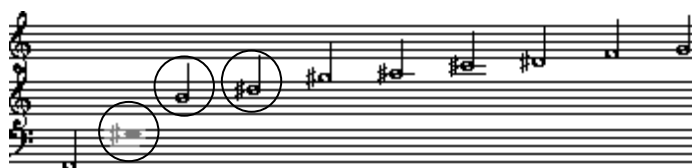


figure 39 : partiels du modèle de plaque (analyse de pics à 88").

Ce son subit un balayage harmonique qui fait ressortir une mélodie formantique. Ici, nous n'avons plus un son tenu, comme dans la partie précédente, mais un rythme rapide

de sons percussifs que l'on a plus facilement tendance à entendre comme des hauteurs différentes.

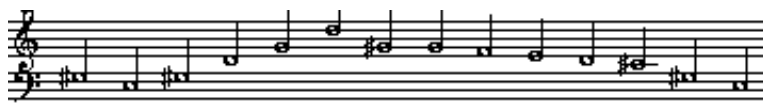


figure 40 : interprétation mélodique du filtrage (analyse f0).

La cinquième partie est formée de deux spectres mélangés. Le premier est inharmonique et possède deux fondamentales : 420 Hz (Sol#3) et 240 Hz (La#2). Ce spectre est soumis à un vibrato et à des variations de largeur de bande. Le second spectre a une fondamentale de 160 Hz (Ré#2).

Ce mélange de sons donne à la fois un timbre complexe et une structure polyphonique.



figure 41 : hauteurs perçues simultanément dans le timbre du début de la 5^e partie.

Dans cette partie, deux épisodes assez similaires se succèdent. Le premier se termine par un renforcement du souffle, donnant un son grave (Ré#1). Le second se termine avec l'apparition d'un modèle très aigu avec une fondamentale de La#4 (935 Hz). Ce son est inharmonique au delà du quatrième partiel.

freq	amp	poids
620	0.003	0.40
935	0.043	0.87
1810	0.050	0
1869	0.103	0.49
3460	0.001	0
3747	0.013	0.08
4589	0.001	0
5313	0.006	0.14

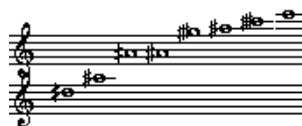


figure 42 : hauteurs ajoutées en fin de section.



figure 43 : harmonie de la cinquième partie.

Conclusion

Dans la première section, on observe un jeu sur les spectres avec des fondamentales toujours placées autour de Mi1 ou Mi2. Les filtrages effectués sur les spectres produisent des octavations, des mélodies formantiques ou des harmonies.

On peut résumer l'harmonie de cette section par une partition très lente qui se déroule sur 2'30 :

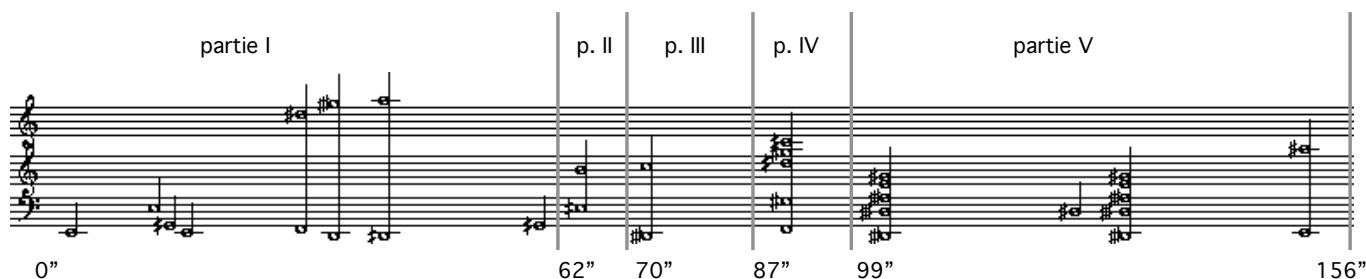


figure 44 : résumé de l'harmonie de la première section.

4.2. Deuxième section

Cette section commence par l'énoncé d'une mélodie :



figure 45 : mélodie débutant la deuxième section.

Plusieurs motifs assez similaires sont ensuite utilisés avec des interpolations de rythmes (cf. Annexe X, fonction *Transkaija*). Avec l'augmentation de la vitesse des rythmes, les motifs ne sont plus différenciés. Seuls les contours, voire les extrémités des motifs, sont perçus. On se situe à la frontière entre des motifs et de la synthèse granulaire. Les notes sont si courtes et si rapides qu'elles sont plutôt perçues comme des grains de sons à l'intérieur d'une masse granuleuse.

Dans cette section, on observe également, indépendamment des motifs rythmiques, une très longue et très belle texture qui se développe par interpolation continue de timbres pendant 2 minutes. Les harmonies de cette texture ont été résumées dans la partition suivante :



figure 46 : harmonie naissant de l'interpolation des timbres de la texture de la 2^e section.

Dans la première section, l'harmonie se résumait essentiellement au Mi grave. Toutes les variations observées étaient interprétées comme des variations de timbres. Dans la deuxième section par contre, les variations de timbres deviennent des variations d'harmonies. Les harmonies sont les timbres. L'accent est mis sur l'inharmonicité des modèles. Le compositeur a cherché dans chaque modèle quelles étaient les hauteurs de notes perçues. En jouant sur le dosage des partiels, il peut ainsi faire ressortir ces notes pour nous faire prendre conscience des ambiguïtés des différents timbres. Lorsqu'il combine ou interpole deux modèles (fin de la section I ou section II), il s'arrange pour choisir des hauteurs pour chaque modèle qui permettent des superpositions de partiels. Un partiel qui était la fondamentale d'un timbre fusionné devient alors la note d'un accord puis un partiel harmonique supérieur d'une fondamentale plus basse.

4.3. Troisième section

Dans la troisième section, la notion d'harmonie et de notes disparaît avec l'utilisation de sons bruités — dont la cymbale — et de processus de génération aléatoire des hauteurs qui relèvent de lois statistiques. On entend des bandes de fréquences qui se déplacent de manière ordonnée. On perçoit aussi des processus tantôt indépendants, tantôt corrélés qui évoluent en même temps et produisent des nuages sonores en mouvement. On est proche des procédés de synthèse granulaire que l'on retrouve chez des compositeurs comme Curtis Roads⁶, Barry Truax⁷ ou Manuel Rocha.

⁶ cf. [Roads – 1991]

⁷ cf. [Truax – 1990]

5. Etude des sons électroniques

5.1. Techniques de synthèse employées

Jean-Baptiste Barrière a réalisé pratiquement tous les sons d'Hybris par synthèse en utilisant le synthétiseur Chant. Rappelons que ce synthétiseur permet de produire des sons par les techniques des Fof et du filtrage.

Jean-Baptiste Barrière a utilisé la synthèse par Fof afin de produire des sons percussifs en additionnant des ondes sinus amorties. On peut noter en particulier le son de tamtam rebondissant de la première section (62"), et les sons de tamtam de la deuxième section.

La synthèse par Fof entretenues, telle qu'on l'utilise dans Chant pour la synthèse de la voix, consiste à répéter très rapidement des sons percussifs — somme de Fof —, à une fréquence correspondant à la hauteur de la note à jouer. Si la fréquence est inférieure à 10 Hz, on entend des sons percussifs séparés, si elle est supérieure à 50 Hz, on entend un son entretenu. Dans Hybris, Jean-Baptiste Barrière a souvent joué dans la zone de fréquences intermédiaires, entre 10 et 50 Hz, de façon à créer une ambiguïté sur la nature du son : s'agit-il d'un rythme très rapide ou d'une note de fréquence très grave ? C'est le cas lors de l'apparition de la cloche-plaque dans la première section (87") et dans les processus de cymbalisation de la troisième section.

La synthèse de son par filtrage a permis à Jean-Baptiste Barrière de réaliser des sons tenus riches dont il a pu contrôler l'évolution spectrale. Le filtrage est utilisé pour générer la plupart des textures par interpolations de timbres que l'on trouve dans la première et la deuxième section. En général, les sons filtrés sont des sons synthétiques qui ont été réalisés avec Chant. Il s'agit soit de sons de voix synthétiques soit d'une source de bruit blanc soumise à une enveloppe d'amplitude.

5.2. Le contrôle des paramètres

Plusieurs principes, que l'on retrouve dans l'ensemble des pièces de Jean-Baptiste Barrière, ont été utilisés pour le contrôle de la synthèse des sons : provoquer une accumulation progressive de la complexité, gérer des variations dynamiques importantes et, surtout, trouver des règles de variations pour chaque paramètre car « tout doit bouger tout le temps ! ».

Les modèles instrumentaux utilisés pour la synthèse ont été soumis à divers traitements : l'octavation obtenue par atténuation des harmoniques impaires ; la compression et l'expansion des résonances par modification des fréquences des résonances ; les variations aléatoires des fréquences et des largeurs de bande des résonances produisant un éclatement et une focalisation de l'enveloppe spectrale ; le choix du bruit à filtrer pouvant être soumis à une enveloppe et réduit à une certaine bande de fréquence ; les corrélations entre amplitude, spectre et jitter ; les enveloppes, souvent corrélées entre paramètres ; les modulations basse fréquence agissant sur la plupart des paramètres, à des fréquences très basses (< 1 Hz généralement), et de façon désynchronisée.

L'idée de « trajectoires » est primordiale dans la gestion des processus dans le temps car ce sont des trajectoires ou enveloppes qui vont contrôler l'évolution des paramètres dans le temps. Jean-Baptiste Barrière utilise souvent des trajectoires de formes très voisines, mais de périodes ou de phases légèrement décalées, pour générer des variations complexes de rythmes, de timbres ou de nuances.

5.3. Modèle de plaque »

Jean-Baptiste Barrière a utilisé un algorithme de génération de modèles de résonateur de surface à partir des données de résonateur linéaires afin de produire les sons de cloche-plaque que l'on retrouve dans Hybris.

Si un résonateur linéaire a des fréquences de résonance ayant pour valeurs f_i , (i entre 1 et n), le résonateur surfacique aura les résonances f_k :

$$f_k = \sqrt{\frac{f_i^2 + f_j^2}{2}}, \text{ pour tout } i \text{ entre } 1 \text{ et } n \text{ et } j \text{ entre } i\text{-band et } i\text{+band}$$

Le modèle de cloche-plaque utilisé dans la pièce est dérivé d'un modèle de cloche tubulaire « rclotdo2 » :

	cloche do2 plaquifiée			plaque mesurée
clodo2 (Hz)	i	i+1	i+2	
312	312	485	740	611
611	611	828	999	739
999	999	1145	1255	828
1274	1274	1374	1430	999
1467	1467	1520	1751	1099
1571	1571	1796	1799	1233

tableau 2 : correspondance entre les fréquences calculées après « plaquification » de la cloche do2 et les fréquences mesurées d'après l'analyse de la cloche-plaque dans Hybris.

5.4. La « cymbalisation »

Jean-Baptiste Barrière et son équipe ont mis au point un algorithme de transformation de modèles de résonances orienté vers une simulation de sons de cymbales : la cymbalisation.

La cymbalisation affecte plusieurs paramètres des modèles au cours de la synthèse.

L'enveloppe est modifiée comme suit :

Pour chaque note, l'enveloppe augmente puis diminue exponentiellement jusqu'à une certaine valeur. L'enveloppe reste alors sur la valeur atteinte jusqu'à ce que la fin de la note soit atteinte.

De plus des variations aléatoires sont appliquées à la fois à l'amplitude globale du son et à sa fréquence fondamentale. Ces variations ne sont appliquées que dans la partie de la note spécifiée par le processus de cymbalisation, donc pas forcément sur toute sa durée.

L'algorithme de cymbalisation inclue aussi un paramètre permettant de modifier globalement les largeurs de bande des formants.

Un des aspects importants de la cymbalisation est la possibilité de faire varier aléatoirement la fréquence de chaque formant de façon indépendante. Enfin, il est possible de distordre les formants en multipliant la fréquence centrale de chaque formant par un même facteur.

L'algorithme de cymbalisation est le suivant :

initialisation :

a2 = a4 = 1
t2 = 0

boucle:

si time >= t2
a1 = a2
a3 = a4

```

temp = ran(1)^2
a2 = (temp * 2) + 1
a4 = temp + 1
t1 = time
t2 = time + 0.05

fund = fund * (a1 + ((a2-a1)*(time - t1)/0.05))
coefamp = coefamp * (a3 + ((a4-a3)*(time - t1)/0.05))

enveloppe : linéaire puis exponentielle puis plafond

freq(i) = freq(i)*stretch*(1 + (ran(1)-0.5)*ffscal
band(i) = band(i) * bwscal

```

La cymbalisation peut être utilisée pour produire un effet de cymbale sur un son quelconque mais les règles qu'elle représente permettent des dérivations d'un modèle original vers des sons de type non-instrumentaux et l'algorithme peut être combiné à d'autres algorithmes de Chant. Dans Hybris, Jean-Baptiste Barrière a utilisé l'algorithme avec des réglages extrêmes par exemple sur le modèle de tuba dans la troisième section. Il a ainsi obtenu des effets de raclement métallique très particuliers.

5.5. Les sons traités par Vocodeur de Phase

Dans la troisième section, des multitudes de cymbales ont subi une transposition et un déphasage avant d'être soumises à des interpolations rythmiques, créant un effet de chœur. Ces transformations ont été réalisées en utilisant le Vocodeur de Phase de l'Ircam⁸, l'un des premiers outils permettant de réaliser des transpositions de sons fidèles sans modifier la durée du son.

6. La spatialisation

La pièce Hybris est une pièce écrite pour un dispositif quadraphonique. En concert, le public est entouré par des haut-parleurs : deux sont situés face au public et deux sont derrière lui.

L'extrait publié sur CD n'est qu'une réduction stéréophonique d'Hybris mais Jean-Baptiste Barrière nous a fourni la version 4 pistes de la pièce. Les sons sont répartis dans l'espace quadraphonique et dans certaines parties, on observe des mouvements particuliers.

Par exemple, dans la section II, les textures de la grande interpolation continue jouent derrière l'auditoire alors que les sons de tamtam hybrides percussifs sont diffusés face au public.

Dans la troisième section, les sons de tuba cymbalisés « sillonnent violemment l'espace quadraphonique pour disparaître ensuite dans le lointain ».

7. En manière de conclusion

Hybris est une pièce riche, dynamique et variée. Elle donne une idée des possibilités de l'outil, Chant/Modèles de Résonance/Formes, en matière de synthèse de sons percussifs mais aussi de sons entretenus, de texture ou de nuages sonores.

La pièce « Chréode » de Jean-Baptiste Barrière nous avait déjà démontré la variété et la qualité des sons produit par le synthétiseur Chant dans le domaine de la voix chantée. Avec Hybris, c'est l'exploration du domaine instrumental et son extrapolation qui sont concernées.

A partir d'un nombre limité de modèles, principalement deux, eux-mêmes constitués par une quantité très réduite d'informations, une centaine de valeurs numériques chacun,

⁸ ancêtre d'Audiosculpt et de SVP, cf. [Hanappe-1995a]

Jean-Baptiste Barrière a réussi à construire dix minutes de musique par exploration des spectres de ces modèles.

On observe une double progression dans la pièce. Une progression de la note vers l'harmonie puis vers le bruit et une progression des modèles instrumentaux vers les modèles transformés puis vers les modèles désagrégés. Les modèles ont été déformés et combinés selon plusieurs techniques : par hybridation, transition, interpolation, permettant la création de modèles intermédiaires ; par extrapolation, déformation gardant la structure d'un modèle ; par abstraction ou aliénation, processus conduisant à la perte de la reconnaissance du modèle. Le compositeur a aussi utilisé l'anamorphose, avec des processus comme la cymbalisation ou plaquification, et des déformations manuelles, c'est-à-dire la modification de certains paramètres « à la main ».

Les synthèses sont de grande qualité et bien que le discours soit totalement différent de celui qu'on peut obtenir avec des instruments traditionnels, le fond reste proche de la culture instrumentale. La technique d'analyse par Modèle de Résonance fournit des informations structurelles très riches, très proches des sons instrumentaux. A plusieurs reprises, on peut se demander s'il s'agit de sons de synthèse ou de sons instrumentaux car dans Hybris, les sons de synthèse contiennent toute la richesse sonore, la diversité et les articulations des sons instrumentaux.

Ces qualités de sons, Jean-Baptiste Barrière les doit à la qualité de synthèse du synthétiseur Chant, à la diversité des règles de contrôle de ses paramètres et bien sûr à son expérience de la synthèse des sons électroniques. Il a su rendre les sons vivants, en contrôlant l'évolution des paramètres de synthèse par de nombreuses règles et par des trajectoires corrélées, parallèles, contradictoires ou indépendantes de tous les paramètres de la synthèse.

Il a réussi à jouer à la fois sur le timbre, l'harmonie, la mélodie et le rythme, à partir des mêmes processus, en réalisant des passages continus progressifs insensibles d'un domaine à l'autre : du timbre à l'harmonie, de l'harmonie à la mélodie, de la mélodie au rythme. C'est tout un jeu qui se situe aux frontières des différents domaines de la perception.

A l'heure actuelle, aucun outil n'intègre dans un même environnement la synthèse sonore et le contrôle de ses paramètres dans le temps, comme c'était le cas avec Chant-Formes. Les tentatives de portage de Chant-Formes sur Patchwork par Mikael Laurson n'ont pas été maintenues par l'Ircam. Chant contrôlé par PatchWork ne fonctionne plus sur les ordinateurs PowerPC et aucun système équivalent n'existe avec le langage succédant à PatchWork : Open-Music.

Jean-Baptiste Barrière a constaté que dans l'état actuel des choses, il lui serait impossible de réaliser une pièce comme Hybris car les outils n'existent plus.

Néanmoins, les outils « Resonator » du Cnmat (cf. § II.2.1) et le développement des bibliothèques entre PatchWork et Max (cf. III.3.2) offrent actuellement la possibilité de réaliser des pièces de qualité qui peuvent se placer dans la lignée d'Hybris.

8. Les autres pièces de Jean-Baptiste Barrière

A) Chréode (1983)

Chréode est une pièce de 10 minutes pour bande seule. Elle a été réalisée à l'Ircam et créée le 1er juin 1983 au Festival de Bourges où elle remporta le prix de la « musique numérique » du concours international de musique électroacoustique.

Chréode a été réalisée avec le synthétiseur Chant pour la synthèse et Formes pour l'aide à la composition et la génération des partitions pour Chant. Elle repose sur la synthèse de la voix et sur les modèles de synthèse par règles.

La voix est un modèle très riche⁹ et le compositeur l'a choisie dans le but de dépasser le modèle, de créer des paradoxes pour la perception, en allant vers l'abstraction du modèles, avec des sons de « voix » sans chanteurs, des sons de voix qui dérivent et se transforment, allant au delà des possibilités vocales humaines

Jean-Baptiste Barrière a d'ailleurs souligné à quel point il est difficile de simuler la voix. « Il faut énormément de courage, de patience et d'idées pour dépasser le stade de la reproduction sans aboutir à la production d'une mauvaise voix » [Barrière-1994-communication personnelle].

Dans Chréode, il a cherché à développer de nouvelles morphologies musicales, au croisement de l'organisation et du matériau. Les schémas d'organisation de la pièce sont basés sur des oppositions : continuité et discontinuité ; parallélisme et concurrence ; compression et expansion ; fusion et fission.

Les modes de transformation des sons restent très proches de ceux qui ont été définis pour Hybris (cf. § 5.2)

B) Epigénèse (1986)

Epigénèse est une pièce mixte de 16 minutes, pour quatuor — un tuba, deux percussions et une contrebasse —, bande magnétique et ordinateur 4X, commandée par l'Ircam.

La partie électronique a été réalisée à l'Ircam avec l'assistance de Pierre-François Baisnée et créée le 16 Juin 1986 à l'Espace de Projection de l'Ircam par l'Ensemble InterContemporain sous la direction de Denis Cohen.

Cette pièce est la première dans laquelle le compositeur ait mis en pratique les techniques de synthèse par Modèles de Résonance. C'est à cette occasion qu'il a réalisé les bibliothèques de modèles de résonance comprenant diverses percussions traditionnelles ainsi que le tuba et la contrebasse qu'il utilise dans la pièce¹⁰.

Pour cette première utilisation des Modèles de Résonance, Jean-Baptiste Barrière a voulu réaliser une interaction en temps réel entre les instruments jouant sur scène et l'ordinateur 4X contrôlant les modèles de synthèse. Le son des instruments était capté puis transmis à l'ordinateur pour être filtré par des modèles de résonance.

A l'occasion de cette pièce, Jean-Baptiste Barrière et ses assistants ont également développé sur la 4X un harmoniseur dont le principe est dérivé des sons de synthèse additive avec décalage de phase imaginés par Jean-Claude Risset. Cet harmoniseur permettait de démultiplier un son en le relisant en direct, animé de dizaines de micro-modulations. Ce processus pouvait être utilisé pour traiter tout type d'instrument et le faire ressembler à un gong.

La mise en place technique d'Epigénèse en situation de concert a révélé la difficulté d'une telle entreprise. L'interaction ordinateur/instrumentistes pour un traitement en

⁹ « La voix fournit généralité et diversité de par la fantastique variété de ses productions, dont témoigne l'extraordinaire variété de ses utilisations dans les différentes cultures, de la parole au chant, en passant par l'étendue quasi infinie des intonations et des expressions » [Barrière—1990, p. 479]

¹⁰ C'est avec la plupart de ces mêmes modèles qu'il a également réalisé Hybris.

temps réel aussi sophistiqué ne peut être réalisée qu'au prix d'un temps de répétitions et de réglages incompatible avec les logiques de production musicale courantes. Le résultat s'est donc révélé très décevant.

Aujourd'hui encore, ces limites restent d'actualité et expliquent pourquoi les pièces mixtes sont la plupart du temps des pièces pour instrument solo et électronique.

C) Le Messenger

Cette pièce est une installation interactive réalisée pour l'exposition Cité-Ciné à la Défense (Paris) de mai à septembre 1995.

Son étude est développée dans le dernier chapitre de ce mémoire (cf. § V-3).

D) 100 objets pour représenter le monde

Cette œuvre de Peter Greenaway est un « prop opera », c'est-à-dire un opéra d'objets qui a été créé en août 1997 au festival de Salzbourg. Suite à la collaboration entre le cinéaste et le compositeur sur l'exposition « Flying over Water », présentée à la Fondation Miro, à Barcelone, au printemps 1997, Peter Greenaway proposa à Jean-Baptiste Barrière de composer la musique de ce spectacle qui fut réalisée à l'Ircam avec l'assistance de Frédéric Voisin.

Pour « 100 objets... », la musique est formée d'une première strate, formée de sons concrets associés aux différents objets, doublée d'une seconde strate qui cherche à « entrer dans le texte ».

Avec les outils d'analyse, le compositeur a extrait de la voix d'un enfant énonçant les objets, des données qui lui ont servi à fabriquer des figures mélodiques, rythmiques ou mélodiques. D'un objet à l'autre, Jean-Baptiste Barrière a créé des figures d'interpolation, parfois linéaires, parfois chaotiques. Strate après strate, il s'éloigne des références concrètes aux objets pour ensuite abstraire du texte des éléments d'organisation formelle.

9. Annexe sur Jean-Baptiste Barrière

9.1. Biographie sommaire

Jean-Baptiste Barrière est né à Paris en 1958. Il a fait des études de musique, de philosophie et de logique mathématique.

Parallèlement à la composition d'œuvres instrumentales et avec électronique¹¹, il a mené une carrière à l'Ircam où il a d'abord été chercheur à partir de 1981, dans le cadre des projets Chant¹² — synthèse de la voix chantée par ordinateur — et Formes¹³ — contrôle de la synthèse et composition avec ordinateur¹⁴. De 1984 à 1987, il a dirigé à l'Ircam la Recherche Musicale, à partir de 1989, la Pédagogie et de 1993 à 1997, la Création. Depuis l'été 1998, il a quitté l'Ircam pour se consacrer entièrement à la composition.

En 1988, Jean-Baptiste Barrière a été compositeur invité de l'Université de Californie San Diego. Il a soutenu une thèse en janvier 1990 à la Sorbonne : « Pour une esthétique de la musique avec ordinateur » et en 1991, il a publié un livre de référence « Le timbre,

¹¹ Il a participé à plusieurs formations électroacoustiques, dont l'Ensemble des Synthétiseurs du Centre Européen pour la Recherche Musicale de Metz, au milieu des années 70. Son cycle d'œuvres « Pandemonium » a été enregistré sur disques en 1978 et 1979.

¹² [Rodet, Potard, Barrière—1984] et [Potard, Baisnée et Barrière—1986]

¹³ [Cointe et Rodet – 1984]

¹⁴ Il a également assisté des compositeurs comme Morton Subotnick, Gérard Grisey, Jonathan Harvey et Harrison Birtwistle dans la réalisation de leurs œuvres à l'Ircam.

métaphore pour la composition¹⁵ » regroupant un vingtaine d'articles de compositeurs, philosophes et ingénieurs.

Sa pièce « Chréode » a gagné le Prix de la Musique Numérique du Concours International de Musique Electro-acoustique de Bourges en 1983 et est éditée sur disque Wergo.

Il a composé la musique de plusieurs spectacles multimédia, dont « Collisions » (avec Kaija Saariaho) mis en scène par Pierre Friloux et Françoise Gedanken, créé en 1984 dans le cadre du Festival Ars Electronica à Linz. En 1997, il a dirigé la réalisation de la bande sonore de l'exposition « Flying over water » de Peter Greenaway, présentée à la Fondation Miro de Barcelone. Depuis lors, il a une collaboration régulière avec lui. Il a notamment composé la musique de « 100 Objects to Represent the World », un spectacle créé au festival de Salzburg en août 1997 et qui continue à tourner dans le monde entier.

Jean-Baptiste Barrière a réalisé la musique de nombreuses installations interactives et de réalité virtuelle dont « Venus Hybrid », une sculpture/fontaine avec images de synthèse de Pierre Friloux, pour le 1er Festival International de New York, exposée durant tout l'été 1988 à l'intérieur du pont de Brooklyn, puis au Festival de Montréal l'année suivante.

En 1995, il a réalisé la partie sonore et musicale de l'installation de réalité virtuelle « Le Messenger » de Catherine Ikam et Jean-Louis Fléri, présenté dans le cadre de l'exposition Cité-Ciné 2, à La Colline de La Défense ; et en 1996, celle « d'Alex », présentée dans le cadre du festival de l'Ircam¹⁶.

A partir de septembre 1996, il a entamé une collaboration avec Maurice Benayoun pour qui il a réalisé la partie sonore de l'installation de réalité virtuelle « Le diable est-il courbe ? », présentée dans le cadre des Etats généraux de l'écriture interactive, à la Vidéothèque de Paris ; puis il a composé la musique de plusieurs de ses installations de réalité virtuelle : « Worldskin », créée au festival Ars Electronica en septembre 1997 et Prix Ars Electronica de l'Art Interactif 1998, ainsi que le « Tunnel Paris-New Delhi », pièce de télévirtualité entre la Cité des Sciences à Paris et l'Inde, créée en janvier 1998 à l'occasion des célébrations du cinquantième de la République indienne; « Crossing Talks », commande de l'Inter Communication Center de NTT à Tokyo créée en octobre 1999; et « Art Impact », commande de Oraos.com créée au Centre Georges Pompidou en juin 2000. Il a récemment composé la musique de « Planet of Visions », un pavillon conçu par François Schuitten pour l'Exposition universelle de Hanovre (juin à octobre 2000).

Il a aussi conçu et réalisé le cycle d'installations et performances sonores et visuelles « Reality Checks », dont la première, « Autoportrait in motion », commande du Musée d'art contemporain de Zurich, a été créée le 30 janvier 1998 et a tourné depuis dans différents musées européens dont la Triennale de Milan et le Forum des images de Paris.

Ses disques sont distribués par Wergo, l'Ircam et sur le label Petals.

9.2. Notes de programmes

Hybris : Programme du concert du 28 juin 1990, Ircam, Espace de projection

« Hybris (du grec «hybride» : «mixité», mais aussi «perte de toute mesure») est une pièce sur les processus d'interpolation de timbres synthétiques.

La démarche, initiée depuis plusieurs années par Jean-Baptiste Barrière, repose sur le schéma de déviation structurelle suivant : modélisation (modèle arbitraire ou issu de l'analyse d'instruments traditionnels), hybridation (mélange «statique» de deux modèles), interpolation ou transition (mélange

¹⁵ [Barrière - 1991]

¹⁶ Assistants Laurent Pottier et Tom Mays

«dynamique» de deux modèles), extrapolation (transformation préservant la reconnaissance de la référence) et abstraction («aliénation» de la référence).

Cette recherche a engendré une méthode originale d'analyse, de traitement et de synthèse par ordinateur, appelée «modèles de résonance» et développé à l'Ircam avec Yves Potard et Pierre-François Baisnée dans l'environnement Chant/Formes.

Hybris explore cette idée à l'intérieur d'un espace de timbre arbitrairement défini : de modèles dérivés de la contrebasse et du tam-tam. Ces modèles ont été d'abord analysés (timbre et harmonie) ; leur manipulation dans l'environnement d'aide à la composition Esquisse a ensuite servi de base à la construction des différents processus contribuant à élaborer la forme de la pièce. »

Chréode : Programme du concert de création (Jean-Baptiste Barrière)

« Chréode » est un terme emprunté à la morphogenèse et à la biologie (du grec «cre» il faut, et «odos» chemin : chemin nécessaire). Il sert ici de métaphore à une investigation systématique et croisée du matériau et de l'organisation. Il s'agit en même temps d'un titre générique pour un ensemble d'œuvres pour ordinateur, dont Chréode I est le premier élément.

Bien que les matériaux soient très travaillés, l'attention dans cette pièce porte plus spécialement sur l'organisation. Chréode I est le premier pas vers une grammaire des processus que je voudrais tenter d'élaborer. Cette recherche sur les processus musicaux, leurs champs d'action et leur limites, a été pensée comme une stratégie d'approche du territoire musical, tel qu'il se trouve renouvelé par les possibilités offertes par l'ordinateur.

Une destination très générale de ce projet consistait donc à expérimenter différents types d'organisations, et à un plus haut niveau à apprendre à savoir les structurer en temps et formellement.

Les structures compositionnelles ainsi que les partitions ont été élaborées dans l'Environnement de programmation FORMES avec l'aide de Pierre Cointe et de Yves Potard.

Les matériaux sonores ont été choisis pour permettre un certain type de contrôle sur le timbre, concentré sur un petit nombre de paramètres compositionnellement pertinents. Ainsi le travail sur le timbre est essentiellement basé sur la compression et l'expansion des formants ou des enveloppes spectrales, ceci en partant de matériaux de types vocaux puis en dérivant ces modèles vers d'autres modèles, avec ou sans références à des familles de timbres instrumentaux. La synthèse a été effectuée avec le programme CHANT.

L'ensemble de la pièce a été réalisée sur l'ordinateur PDP-10 à l'Ircam. L'environnement CHANT/FORMES s'est trouvé être particulièrement adapté à ce type de travail, et Xavier Rodet doit être remercié pour sa présence bienveillante et éclairée. »

Epigénèse : Programme du concert de création (Jean-Baptiste Barrière)

« Le terme d'épigénèse décrit l'évolution d'un organisme par différenciation successive de parties nouvelles. Par référence métaphorique à la morphogenèse, cette forme de «développement» a fourni l'idée formelle de la pièce. Dans Epigénèse en effet, un même matériau est exposé, réexposé, surexposé, déployé, à travers le jeu de la différence et de la répétition, ce constant retour du même tendant à donner un caractère obsessionnel à l'œuvre dans son ensemble. Je voulais depuis longtemps réaliser une œuvre comme celle-ci, qui ne serait qu'un vaste mouvement constitué de répétitions d'un même processus, mais qui à chaque retour du même serait présenté sous un autre éclairage, produisant alors du différent.

La manière dont cette idée est menée à bien dans la pièce est l'aboutissement d'une réflexion entamée depuis mon entrée à l'Ircam, sur les processus formels d'une part, et sur le timbre d'autre part.

Les processus formels qui m'ont intéressé pour cette pièce sont réalisés au moyen de courbes qui parcourent un espace discontinu de valeurs particulières à chaque section, et dont les variations décrivent l'évolution des paramètres principaux. Ces courbes sont combinées, anamorphosées, en fonction des besoins du traitement formel. Je contrôle de cette manière des directionalités, des périodicités, des polarités, des densités, des flots, qui vont élaborer le matériau du plan général jusqu'aux détails. J'ai pu de la sorte tenter de faire interagir le matériau sonore et l'organisation. Ainsi sont gérés le rythme, les contrepoints de lignes, l'harmonie, et le timbre.

En ce qui concerne le timbre, j'ai réalisé ce processus après des recherches qui nous ont amenés, Pierre-François Baisnée, Yves Potard, et moi-même, à développer de nouvelles techniques d'analyse et de synthèse des sons instrumentaux. En abordant une œuvre mixte, je voulais en effet essayer de ne pas retomber dans le piège trop souvent observé d'une absence de fusion entre les matériaux sonores issus de

l'ordinateur et ceux des instruments sur scène. J'ai donc décidé de chercher des solutions de continuité entre les deux univers, instrumental et de synthèse.

La première idée, assez évidente, était d'amplifier les instruments puis de les traiter. La seconde était d'élaborer des matériaux de synthèse qui partent des instruments et qui par des processus d'interpolation et d'hybridation établissent des ponts entre les divers instruments, puis s'en éloignent par des processus d'abstractions successives.

J'ai voulu musicalement combiner les deux idées en une seule : réunir traitement et synthèse, utiliser l'ordinateur comme prolongement de l'instrument, littéralement comme une résonance, qui à la fois retranche et ajoute de l'information aux instruments. Nous avons développé à cette fin une méthode qui consiste à décrire un instrument dans le domaine spectral et temporel par une série de résonances (ou de filtres) dont les valeurs de fréquence, d'amplitude, et de largeurs de bande sont déduites d'une analyse automatique. Dans ces résonances/filtres, peuvent être envoyées des impulsions de bruit blanc et/ou n'importe quelle source sonore extérieure. Dans le premier cas, il s'agit d'une synthèse, où un bruit blanc enveloppé sert d'excitateur (e.g. archet, plectre, ou souffle). Dans le second cas, il s'agit du filtrage d'un instrument, qui joue le rôle d'excitateur, «par» un autre instrument qui lui joue le rôle de la résonance. A travers un faisceau de relations quasi-organiques entre les diverses sources instrumentales et synthétiques, il est donc possible de filtrer n'importe quel instrument par n'importe quel autre, d'en articuler un par un autre, de mélanger les caractéristiques de plusieurs, ou bien de passer progressivement de celles des uns à celles des autres, créant ainsi des chimères acoustiques, des artefacts, qui gardent cependant toujours un lien fort avec les instruments, produisant du «nouveau» sans désorienter notre perception, et même plutôt aidant à la structurer, tout en étendant nos ressources expressives.

Les recherches pour cette pièce ont été développées dans l'environnement d'aide à la composition FORMES contrôlant le synthétiseur CHANT implanté sur un calculateur rapide mais temps-différé (processeur vectoriel FPS-100). Les résultats ont ensuite été transférés sur la 4X, pour permettre un jeu en temps-réel. La 4X n'est utilisée dans Epigénèse que pour réaliser de la synthèse et du traitement par filtres, tâches qu'elle reste la seule machine capable de réaliser en temps-réel. Ainsi, le parti pris en ce qui concerne la 4X a été de construire un «instrument» de synthèse/traitement, qui puisse évoluer au fur et à mesure de la pièce, et qui puisse être joué par un musicien et non pas contrôlé par un séquenceur aussi sophistiqué soit-il. Il existe donc une partition pour l'instrumentiste qui joue de la 4X, ne différant pas de celles des autres musiciens.

Il n'était pas possible, pour des raisons de complexité de calcul, de réaliser en temps-réel tous les matériaux sonores que je désirais, c'est pourquoi j'ai dû réaliser certains sons en temps-différé puis les enregistrer sur bande. Ceux-ci sont de deux natures : des trames qui sont enveloppées et spatialisées par le jeu des instrumentistes, et des parties «solistes», qui interviennent par conséquent sans nécessiter de synchronisation avec les instrumentistes. Les partitions des processus ont été calculées avec FORMES, puis imprimées grâce à des programmes écrits par Gérard Assayag et Jacques Duthen.

Cette pièce est dédiée à Gérard Buquet ; ce sont ses qualités musicales et humaines qui sont à l'origine de ce travail. Par ailleurs, elle n'aurait pas pu se faire sans le travail, le soutien permanent et efficace, l'obstination, de P.F. Baisnée, Y. Potard, et Kaija Saariaho, je les en remercie le plus vivement. Je remercie aussi X. Rodet, dont l'influence a toujours été déterminante dans mon travail à l'Ircam, ainsi que tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce projet. »