

- Research reports
- Musical works
- Software

# Diphone

## Analyse additive et séquençement



## Tutoriel

*Première édition, mars 1997*

Ce manuel ne doit pas être copié, ni en entier ni partiellement, sans le consentement écrit de l'Ircam.

Ce manuel a été rédigé par Laurent Pottier et révisé par Xavier Rodet. Il a été produit sous la responsabilité éditoriale de M. Battier, département de la Valorisation, Ircam.

### **Diphone**

Conception	Xavier Rodet
Programmation Macintosh	Adrien Lefèvre
Programmation Unix	Thierry Galas, Philippe Depalle
Etudiants-stagiaires	Guillaume Bouriez, Marteen de Boer, Xavier Hosxe, Gilbert Nouno

### **SVP**

Conception	Philippe Depalle
Programmation	Philippe Depalle, Gilles Poirot, Chris Rogers, Jean Carrive

### **Pm**

Conception	Xavier Rodet et Guillermo Garcia
Programmation	Guillermo Garcia

### **Additive**

Conception	Xavier Rodet et Philippe Depalle
Programmation Unix	Guillermo Garcia
Programmation Macintosh	Adrien Lefèvre

Cette documentation correspond à la version 1.0 de Diphone (version Macintosh).

Apple Macintosh est une marque déposée de Apple Computer, Inc.

Diphone, SVP, Pm et Additive sont des marques de l'Ircam.

Première édition, mars 1997

**Ircam**  
**1 place Igor-Stravinsky**  
**F-75004 Paris**  
**Tel. 01 44 78 12 33**  
**Fax 01 44 78 15 40**  
**E-mail : ircam-doc@ircam.fr**

---

# Groupe d'utilisateurs Ircam

L'utilisation de ce programme et de sa documentation est strictement réservée aux membres des groupes d'utilisateurs de logiciels Ircam. Pour tout renseignement supplémentaire, contactez :

Département de la Valorisation  
Ircam  
1, Place Stravinsky  
F-75004 Paris  
France

Tel. 01 44 78 49 62  
Fax 01 44 78 15 40  
E-mail: bousac@ircam.fr

Veuillez faire parvenir tout commentaire ou suggestion à :

M. Battier  
Département de la Valorisation  
Ircam  
1, Place Stravinsky  
F-75004 Paris  
France

E-mail: bam@ircam.fr

<http://www.ircam.fr/forumnet>

---

# Contents

Présentation du manuel .....	6
<b>1 Le programme Additive .....</b>	<b>7</b>
Présentation des trois phases de l'analyse.....	7
Le processus d'analyse additive.....	9
La taille de la fenêtre de signal .....	10
Le pas d'avancement .....	11
L'estimation de la fondamentale.....	12
La recherche des harmoniques.....	16
La resynthèse.....	19
<b>2 Création des segments .....</b>	<b>20</b>
Cas d'un segment constitué par un son entier.....	22
Cas d'un segment segmentant une phrase instrumentale.....	23
<b>3 Création des séquences .....</b>	<b>27</b>
Assemblage de deux segments .....	27
Reconstitution du son original.....	31
Modifications de l'ordre des segments.....	34
Mélange d'instruments .....	36
Transfert de paramètres.....	37
Transfert de fondamentales .....	37
Transfert des paramètres des partiels .....	41
<b>4 Les exemples Diphone .....</b>	<b>43</b>
Le dossier "tut voix-1" .....	44
Le dossier "tut instts" .....	44
Le dossier "tut R-instts" .....	46
Le dossier "tut animal" .....	46
Le dossier "tut f0" .....	46
Le dossier "getstarted" .....	47
<b>5 Bibliographie.....</b>	<b>48</b>
<b>6 Annexe : découpages des instruments.....</b>	<b>49</b>
<b>7 Index .....</b>	<b>53</b>

---



To see the table of contents of this manual, click on the **Bookmark Button** located in the **Viewing** section of the **Adobe Acrobat Reader toolbar**.

# Présentation du manuel

La première partie du manuel porte sur la création de dipphones, appelés, de façon plus générale, segments. Elle est divisée en deux chapitres : analyse des sons et création des segments.

Dans le chapitre 1, nous commençons par examiner comment, à partir de fichiers de sons, on procède à une analyse préalable. Cette analyse est permise par l'insertion dans le programme Diphone du programme Additive<sup>1</sup>.

Une fois l'analyse achevée et vérifiée, on peut passer à la phase de création des segments. C'est l'objet du chapitre 2.

La deuxième partie aborde la procédure musicale de création de séquences. Le chapitre 3 explique comment réaliser une séquence et illustre les procédures d'édition et de modification permises par les séquences.

Des exemples précis sont donnés dans le chapitre 4, qui constitue la partie tutorielle.

Vous trouverez sur le CD-Rom les fichiers correspondants aux exemples (fichiers pour Diphone et fichiers de sons).

---

1. Cette procédure a été rendue disponible par la version 1.0 de Diphone (mars 1997).

# 1 Le programme Additive

Additive est un programme d'analyse mis au point à l'Ircam par Xavier Rodet et Philippe Depalle. Il a été programmé sous Unix par Guillermo Garcia et implémenté sur Macintosh par Adrien Lefèvre. Additive permet l'analyse et la resynthèse de sons par somme de sinusoïdes.

## 1.1 Présentation des trois phases de l'analyse

L'analyse additive se déroule en trois phases :

- recherche d'une fondamentale,
- recherche des harmoniques,
- resynthèse d'un son d'après les données de l'analyse.

Les commandes d'analyse additive sont regroupées dans le menu `ImpExport`. L'analyse elle-même est accessible à partir du menu `ImpExport>Additive>New Analysis`.



Figure 1 Menu New Analysis

L'analyse va porter sur un son situé dans le dossier des fichiers de sons défini pour Diphone. Il est conseillé de respecter la structure des dossiers mise en place par la version 1.0 de Diphone. Dans cette structure, les fichiers de sons sont placés dans un dossier intitulé "Sound", lui-même placé au sein du dossier "ImpExport".

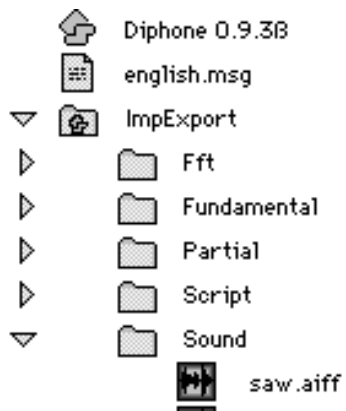


Figure 2

Organisation du dossier ImpExport



## 1.2 Le processus d'analyse additive

Les trois étapes de l'analyse additive peuvent être réalisées de façon indépendante en cochant à chaque fois l'étape désirée :

- Fund.Estimation
- Analysis
- Synthesis

Figure 3 Sélection de la recherche de fondamentale seulement

L'analyse est réalisée à partir d'une série d'analyses FFT réalisées sur des fenêtres glissantes. Les paramètres de l'analyse sont : la taille de la fenêtre de signal, la taille de la FFT, son pas d'avancement exprimé en secondes ou en nombre d'échantillons et sa forme (hamming, hanning...). Notez que la taille de la fenêtre d'adapte automatiquement ; Diphone propose une valeur de taille de fenêtre qui convient généralement bien.

General  
**Settings**

Fund.Estimation

---

Settings

Wind.size [sec]	<input type="text" value="0.040"/>	FFT size [smp]	<input type="text" value="1024"/>
Anl.step [sec]	<input type="text" value="0.010"/>	Anl.type	<input type="text" value="hamming"/>

Figure 4 Paramètres de l'analyse FFT (Settings)

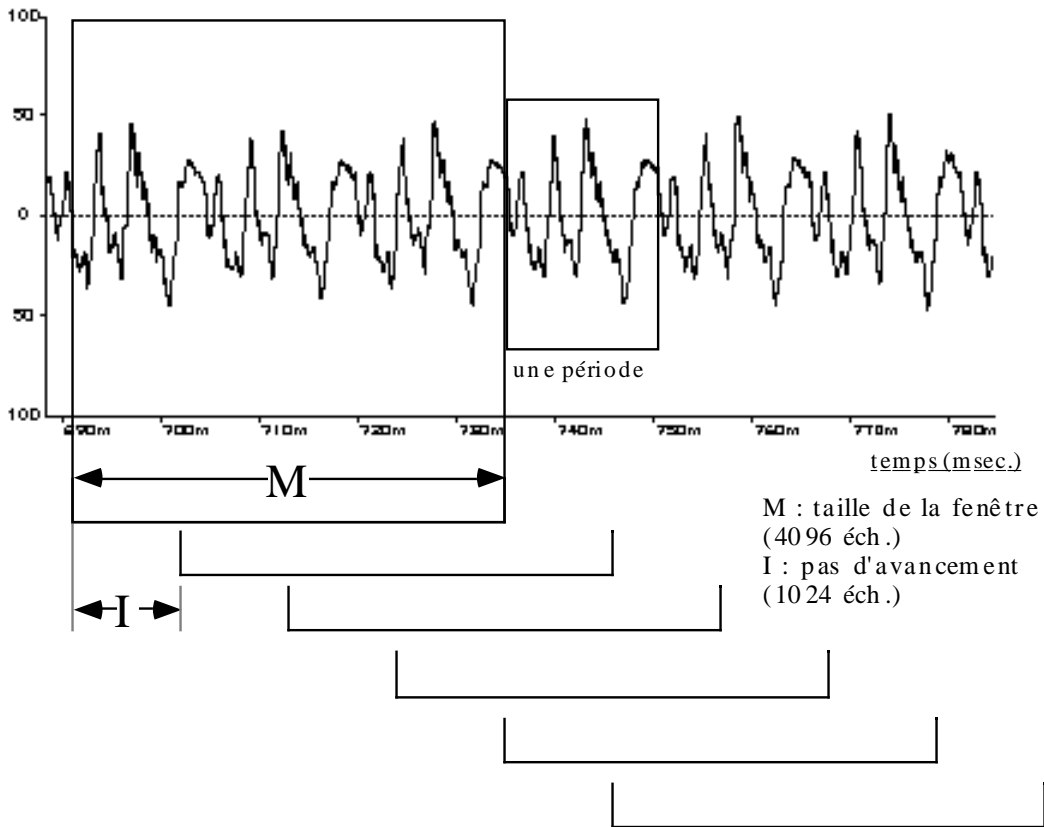


Figure 5 Découpage d'un son pour différentes analyses successives

### 1.2.1 La taille de la fenêtre de signal

La taille de la fenêtre doit être choisie en fonction de la hauteur du son à analyser ainsi que de l'intensité et de la rapidité des variations qu'il contient. Plus le son est grave, plus l'emploi d'une grande taille de fenêtre est souhaité. D'une manière générale, la taille de fenêtre doit être au moins égale à 3 périodes de la fréquence fondamentale. Par exemple, pour analyser un son de fréquence fondamentale de 107.7 Hz, une fenêtre d'au moins 0.03 secondes (30 millisecondes) est nécessaire. Pour une fréquence deux fois plus grave, il faut une taille de fenêtre deux fois plus grande.

Cependant, il est préférable de limiter la taille de la fenêtre, car avec une fenêtre trop grande, des écarts de fréquences plus rapides ne seront pas repérés. Et si l'on a affaire à des sons complexes, fortement perturbés, comme dans la plupart des consonnes de la voix, il est indispensable de limiter la taille de la fenêtre.

## 1.2.2 Le pas d'avancement

Pour une bonne qualité de l'analyse, les fenêtres consécutives doivent se recouvrir. Cela permet de mieux repérer les variations des partiels dans le temps. En règle générale, le pas d'avancement est choisi de 0.01 à 0.005 s. Si le son est très stable, le pas d'avancement peut être augmenté, ce qui permet de réduire la taille du fichier d'analyse qui peut être de plusieurs méga-octets.

## 1.3 L'estimation de la fondamentale

Pour la première étape, l'utilisateur peut modifier plusieurs paramètres. Il peut fixer les bornes entre lesquelles il veut rechercher la fondamentale en donnant les valeurs minimales et maximales.

La recherche de fondamentale étant effectuée d'après le calcul des relations de proportionnalité entre les pics de la FFT, l'utilisateur peut indiquer jusqu'à quelle fréquence maximale les pics doivent être retenus. Enfin, un seuil de bruit (Noise threshold) indique à partir de quelle différence d'intensité par rapport aux fréquences voisines un pic va être retenu ou non.

General  
Settings  
✓ Fund.Estimation

Fundamental Estimation

Fund.min [Hz] 50.000      Freq.max [Hz] 4000.000  
Fund.max [Hz] 1000.000      Noise thres. [dB] 50.000

Smooth

Figure 6 Paramètres de la recherche de fondamentales

L'utilisateur peut donner lui-même la fréquence fondamentale (F0) dans un fichier qui sera utilisé par l'analyse additive. Par exemple, dans le cas du son de guitare intitulé "fred16.aiff" (dossier "tut-R-instts"), qui tout en restant sur une même note, présente des variations de timbre ressemblant à des octavations et obtenus par le guitariste en jouant sur des effets Larsen, nous avons pu réaliser deux analyses efficaces en indiquant des fondamentales fixes de 280 Hz la première et 140 Hz la deuxième.

L'application "F0" qui effectue l'estimation du trajet de la fondamentale produit un fichier de type texte qui porte un nom tel que "nom\_du\_son.F0". Le fichier est organisé en un tableau en deux colonnes : le temps et la fréquence.

temps	fréquence
0.02	162.24
0.03	162.526
0.04	161.979
0.05	163.796
0.06	164.239
0.07	163.795
0.08	163.491
0.09	164.175
0.1	164.818
0.11	165.574
0.12	166.792
0.13	167.924
0.14	168.322
0.15	168.372
0.16	168.005

Figure 7 Extrait d'un fichier ".F0"

Ce fichier peut être ouvert (menu `File->Open`) dans Diphone. Il apparaît alors comme une bpf que l'utilisateur peut modifier à l'aide de la souris avant de l'enregistrer.

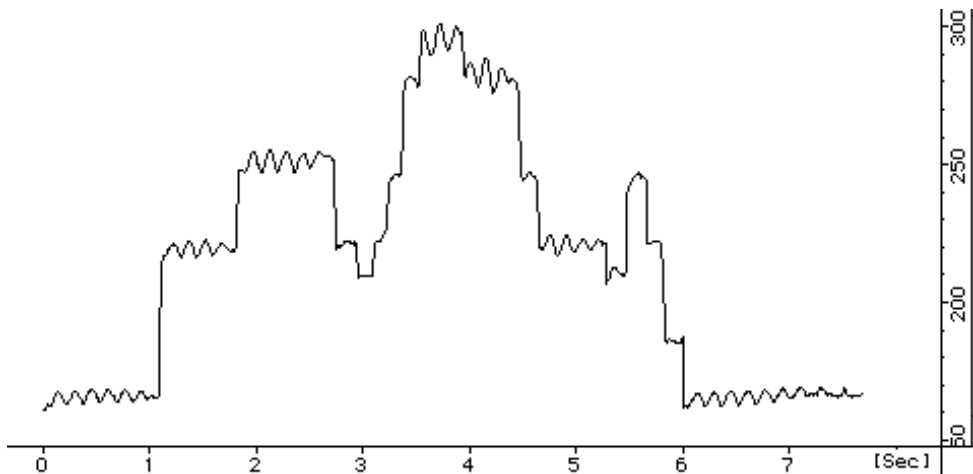
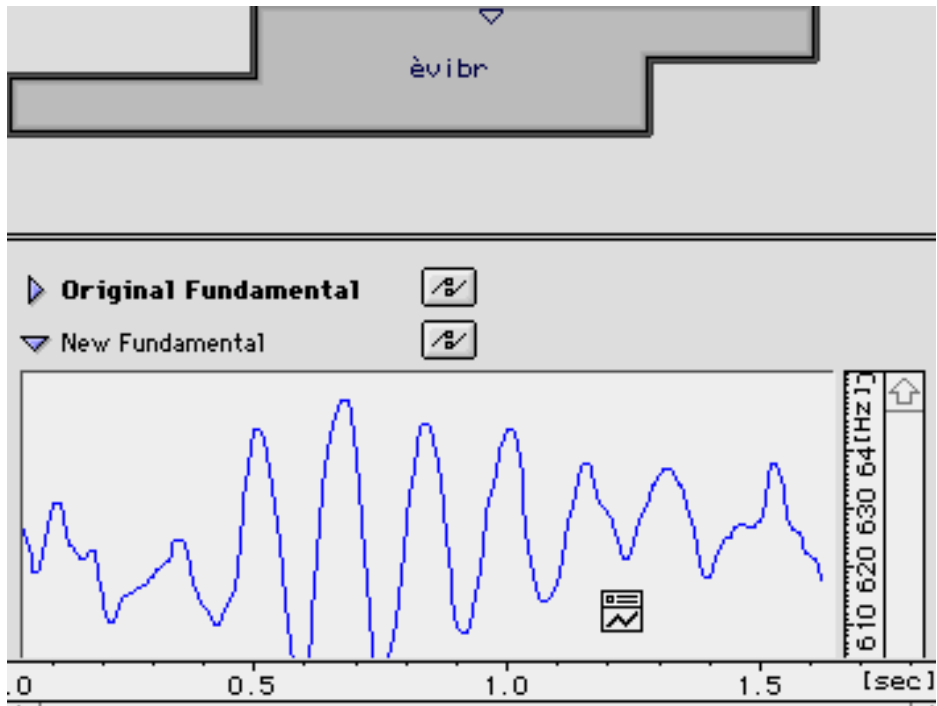


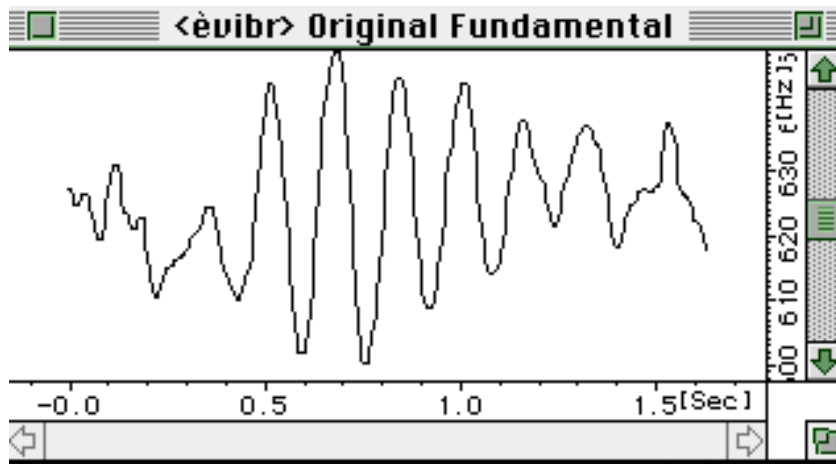
Figure 8 bpf correspondant à un fichier ".F0"

Nous verrons dans les exemples qui suivent que l'estimation de la fondamentale peut parfois produire des sauts de fréquences, souvent situés à l'octave ou parfois aléatoires. Ces sauts peuvent être gênants pour les étapes suivantes de l'analyse additive. Il est alors utile de supprimer ces sauts avec le crayon (disponible dans la fenêtre d'outils) avant d'effectuer les étapes suivantes de l'analyse.

Partons d'une séquence contenant un segment. En cliquant sur le triangle placé à gauche de l'indication "New Fundamental", la courbe s'affiche. Placer le curseur près de la courbe. Il prend la forme stylisée d'une fenêtre d'édition de bpf.



Cliquer deux fois ce nouveau curseur. La fenêtre bpf apparaît.



Choisir le crayon dans la palette flottante d'outils:



A l'aide du crayon, modifier la courbe:



---

Figure 9

Suppression des sauts de la fondamentale à l'aide de la souris

## 1.4 La recherche des harmoniques

Dans une deuxième étape, les harmoniques ( $f_i$ ) de la fondamentale sont recherchées par sélection du pic maximum de chaque bande de fréquence comprise entre :  $(i+c).f$  et  $(i-c).f$ .

- (f) représente la fréquence de la fondamentale
- (i-) représente le numéro de l'harmonique
- (c) représente le seuil d'harmonicité de l'analyse et est compris entre 0 et 0.5. Une valeur supérieure à 0.5 peut conduire à sauter au partiel supérieur. Ce paramètre est intitulé "Bandwidth". Il sert de crible<sup>1</sup> (

Bandwidth for partial seeve

Lorsqu'un niveau de bruit empêche la détection d'un pic dans une zone de fréquence, l'harmonique correspondant peut être masquée et ne pas apparaître dans les résultats.

Les résultats de l'analyse sont produits dans un fichier texte au format suivant : dans l'en-tête de chaque bloc de données est affiché le nombre de partiels trouvés puis la date de l'analyse (en secondes). Ensuite vient un tableau des données avec dans la première colonne, les numéros de partiels trouvés (rang d'harmonicité), dans la deuxième les fréquences de ces partiels (en Hz), dans la troisième les amplitudes (linéaires) et dans la quatrième les phases de chaque partiel.

---

1. En anglais, "sieve". La version 1.2 de Diphone utilise l'orthographe erronée "seeve", qui sera corrigée dans la version prochaine.



nb de partiels	n° des partiels	date	fréqs	amps	phases
20	0.020000				
1	320.402222		0.174731		-2.170507
2	638.924133		0.120691		-2.980316
3	957.553162		0.078010		1.869516
4	1269.705811		0.038462		1.646222
5	1591.073608		0.066457		-1.445453
6	1911.491211		0.005330		-1.649608
[...]					
18	5771.773926		0.000235		-1.782723
19	6191.083496		0.000636		-2.880115
20	6373.922852		0.001586		2.459675
20	0.030000				
1	320.402222		0.262096		-0.888599
2	638.924133		0.181036		-0.534643
3	957.553162		0.117015		-0.797500
4	1269.705811		0.057693		-0.257219
5	1591.073608		0.099685		-2.006317

Figure 10 Format d'affichage des données produites par l'analyse Additive  
Ces données peuvent être visualisées à l'intérieur dans une bpf.

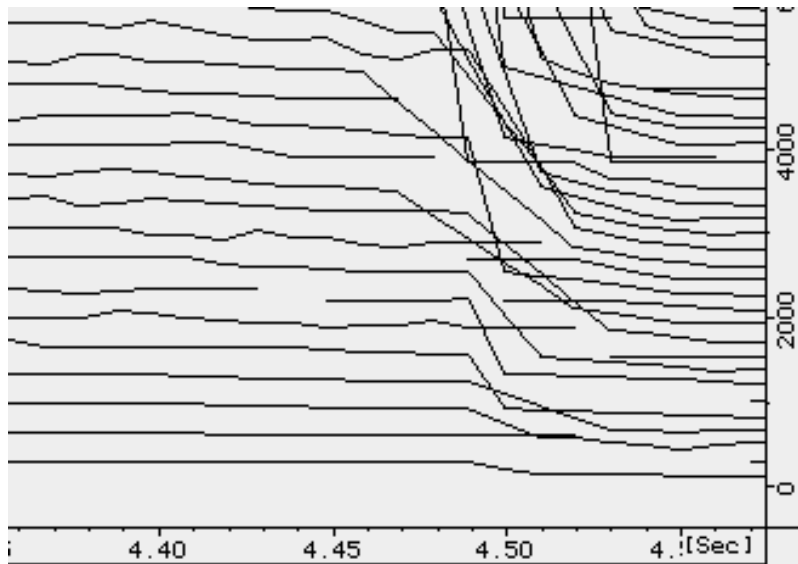


Figure 11 Trajets de fréquences d'une analyse Additive (extrait)

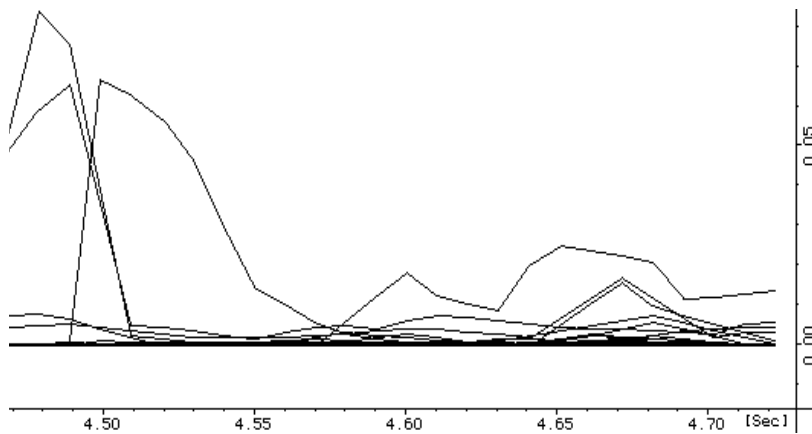


Figure 12 Trajets d'amplitudes d'une analyse Additive (extrait)

Le nombre de pics (c'est-à-dire les n premiers) souhaités en sortie est également une option proposée dans le programme. A part pour les sons graves, quarante partiels sont généralement suffisants pour des resynthèses réalistes. Diminuer le nombre de partiels permet de réduire la taille des fichiers d'analyse et d'accélérer les calculs, mais en général au détriment de la qualité.

Number of partials (  All)

Figure 13 Choix du nombre maximum de partiels recherchés

## 1.5 La resynthèse

Les données de l'analyse additive peuvent ensuite être utilisées pour effectuer une synthèse à l'aide d'un synthétiseur additif et produire un fichier de son. La synthèse permet de valider l'efficacité de l'analyse.

Si la resynthèse n'est pas bonne, il convient de reprendre les étapes précédentes et de modifier les paramètres de la FFT, ceux de l'estimation de la fondamentale ou ceux de l'analyse Additive.

# 2 Création des segments

La création des segments<sup>1</sup> a lieu lorsque l'analyse a été réalisée. Elle consiste à découper le son en plusieurs fragments, qui peuvent se recouvrir, pour produire une série de segments.

Une fois découpés, les segments sont stockés, avec leurs paramètres, dans un document situé dans le dossier "Container". Ce document est "verrouillé", afin de protéger l'intégrité des données.

Les containers sont créés par l'action de la commande `Create Dictionary From Script`. Il faut d'abord commencer par créer un "script", qui est un fichier texte contenant l'information nécessaire à la segmentation. Un exemple de fichier script est donné à la figure 18. Voir aussi la section "Écriture d'un script" dans le manuel Diphone.

Indiquer dans la fenêtre de dialogue le nom du script à utiliser. Ce script doit avoir été placé dans le dossier "Script" du dossier "ImpExport".

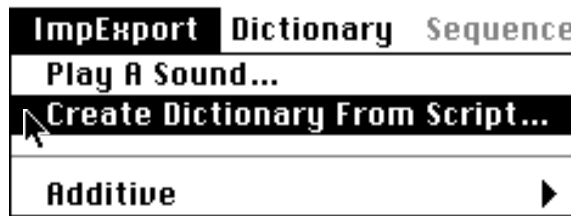


Figure 14 Menu de la commande `Create Dictionary From Script`

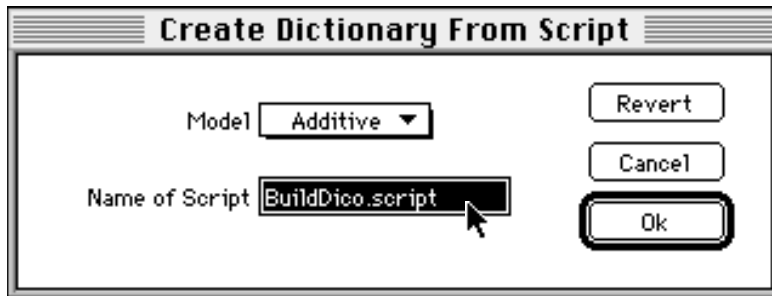


Figure 15 Fenêtre de dialogue permettant d'indiquer le nom du script à utiliser.

1. Ph. Depalle, X. Rodet, Th. Galas et G. Eckel 1993 ou M. Battier et B. Pauset 1996

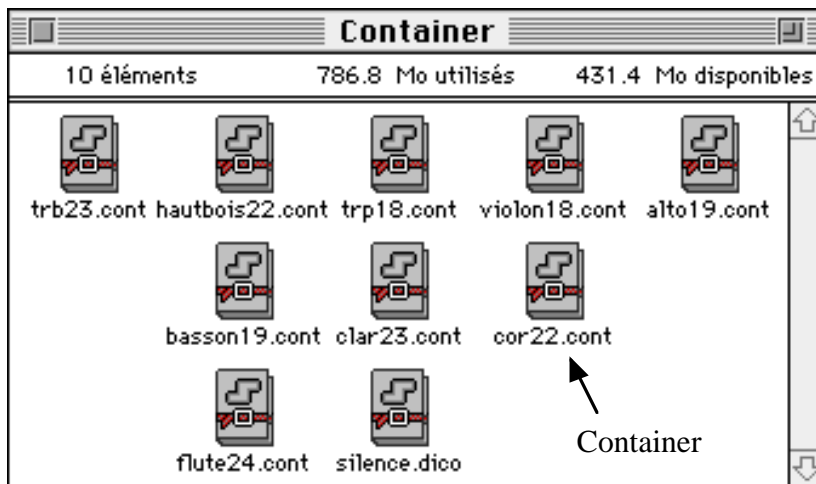


Figure 16 Instruments sectionnés en segments placés dans le dossier Container (vue dans le Finder du Macintosh)

Chaque document (ou container) est ouvert par le programme Diphone. Dans un container, les segments sont groupés en instruments.

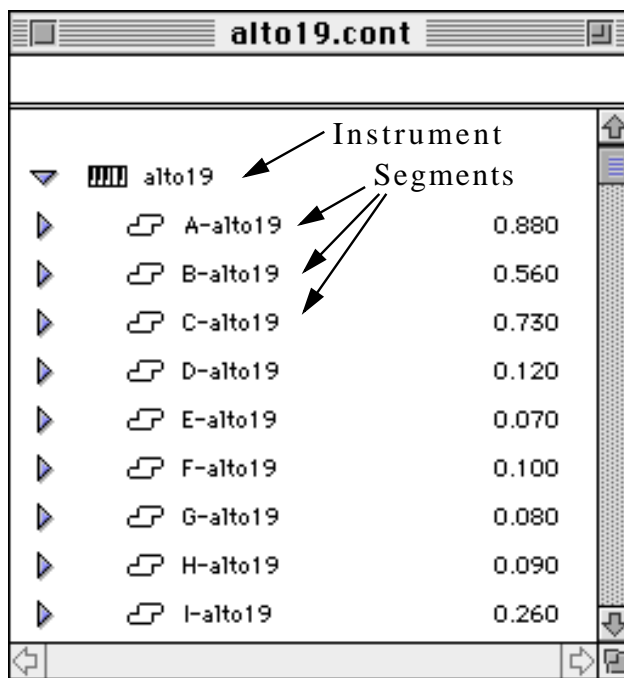


Figure 17 Un container formé d'un instrument et contenant une liste de segments (vue dans le programme Diphone)

Pour sectionner un son en segments, il est souhaitable d'utiliser un éditeur de sons afin de repérer la structure du son. Un programme comme AudioSculpt permet à l'aide du sonogramme d'obtenir une représentation graphique très efficace pour la segmentation des sons.

## 2.1 Cas d'un segment constitué par un son entier

Ce cas est illustré par les sons placés dans le dossier "voix-1". Un segment a été créé pour chacun des sons en utilisant les scripts suivants :

```
Dictionary navire_cantom.cont
```

```
Instrument navire_cantom
```

```
Segment "navire_cantom" beg 0.02 ctr 0.5 end 1.8 interpBeg 0.4 interpEnd 1.0
```

---

Figure 18

Script "navire\_cantom.script" pour la constitution du container "navire\_cantom.cont"

```
Dictionary tr_uuuuuuam.cont
```

```
Instrument tr_uuuuuuam
```

```
Segment "truuuuuam" beg 0.02 ctr 2.0 end 2.7 interpBeg 1.0 interpEnd 0.5
```

---

Figure 19

Script "tr\_uuuuuuam.script" pour la constitution du container "tr\_uuuuuuam.cont"

Un seul segment est créé à partir de chaque son. Le paramètre "end" correspond à la fin de chaque son et le paramètre "ctr" (centre) sépare les zones qui vont être jouées sans modification (le début pour "navire\_cantom" et la fin pour "tr\_uuuuuuam") de celles qui vont être interpolées.

## 2.2 Cas d'un segment segmentant une phrase instrumentale

Dans le dossier "tut-instts", la source sonore est une phrase jouée successivement par une flûte, une clarinette, un hautbois, un basson, une trompette, un cor, un trombone, un violon, un violon alto.

Voici cette phrase en do :



Pour construire les segments, la segmentation a été réalisée en plaçant des marqueurs dans un éditeur de son.

Nous avons ainsi délimité

- des zones à fondamentale stable, pour chacune des 17 notes (notées A, B ... Q),
- des zones de transition, débordant légèrement sur les zones stables, situées de part et d'autre de la transition (notées t-AB, t-BC ... t-PQ),
- le point de départ des nouvelles notes est utilisé pour indiquer le centre des zones de transition.

A partir de ce repérage, trois types de segments ont été construits :

- les zones stables (notées A, B ... Q) dont les centres ont été donnés par les milieux de ces segments
- les zones de transition (notées t-AB, t-BC ... t-PQ) dont les centres sont donnés par les points de départ des nouvelles notes
- les zones d'enchaînements de notes correspondant à l'enchaînement de deux notes consécutives (notées AB, BC ... PQ).

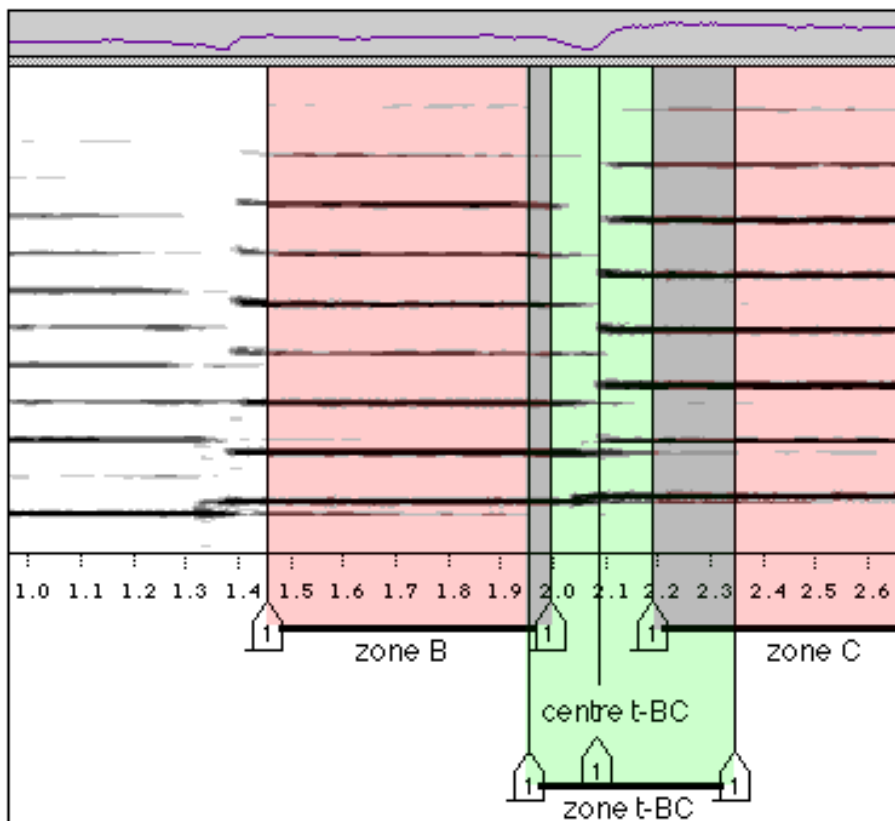


Figure 20 Emplacement des marqueurs dans un éditeur de sons pour délimiter les différentes zones destinées à la création des segments

Les segments ont été définis à l'aide d'un script reprenant les données numériques fournies par les marqueurs :

Dictionary clar23.cont

```

Instrument clar23
Segment A-clar23   beg    0      ctr    0.64   end    1.28
Segment B-clar23   beg    1.45  ctr    1.72   end    1.99
Segment C-clar23   beg    2.19  ctr    2.525  end    2.86
Segment D-clar23   beg    3.03  ctr    3.065  end    3.1
Segment E-clar23   beg    3.16  ctr    3.18   end    3.2
Segment F-clar23   beg    3.27  ctr    3.33   end    3.39
...
Segment t-BC-clar23 beg    1.96  ctr    2.1    end    2.36
...
Segment t-OP-clar23 beg    5.81  ctr    5.9    end    5.96
Segment t-PQ-clar23 beg    6      ctr    6.1    end    6.18

```

Figure 21 Script "clar23.script" pour la constitution du container "clar23.cont"

Lorsque les segments ont été créés et regroupés par instrument dans des containers, ils peuvent être utilisés pour constituer des séquences. Pour cela, on peut



ouvrir un container et déplacer les segments par la méthode "Glisser-Déposer" de la fenêtre du container vers une fenêtre de type "séquence".

Il est indispensable de constituer au préalable des dictionnaires de segments. Il suffit, pour cela, d'ouvrir les containers dans le programme Diphone, de demander un nouveau dictionnaire (fonction `New Dictionary` dans le menu `File`) et de déplacer les instruments de la fenêtre "Container" vers la fenêtre "Dictionnaire".

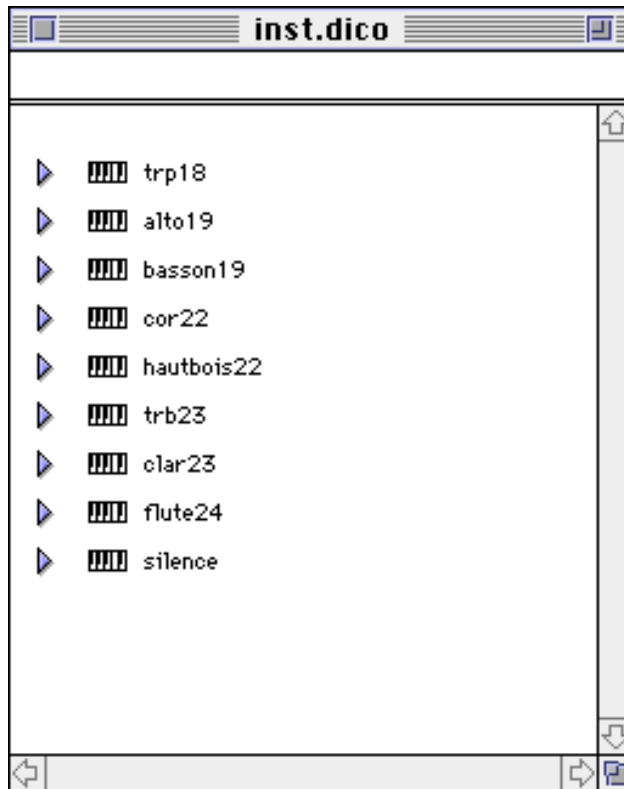


Figure 22

Liste des instruments contenus dans le dictionnaire "inst.dico"
















▶	 trb23	
▼	 clar23	
▶	 A-clar23	1.280
▶	 B-clar23	0.540
▶	 C-clar23	0.670
▶	 D-clar23	0.070
▶	 E-clar23	0.040
▶	 F-clar23	0.120
	...	
▶	 t-KL-clar23	0.190
▶	 t-LM-clar23	0.190
▶	 t-MN-clar23	0.150
▶	 t-NO-clar23	0.140
▶	 t-OP-clar23	0.150
▶	 t-PQ-clar23	0.180
▶	 flute24	

Figure 23 Organisation de l'instrument "clar23" en une série de segments  
 Plusieurs exemples ont été réalisés à partir du dictionnaire "inst.dico".

# 3 Création des séquences

## 3.1 Assemblage de deux segments

Une séquence a été réalisée en assemblant les deux segments "navire\_cantom" et "tr\_uuuaaaam". Le son "navire\_cantom.aiff" est constitué par un son de voix de femme disant "(l)a mer". La première partie "a m." va rester inchangée. On va ensuite réaliser une interpolation entre la deuxième partie de ce son et le début du son "tr\_uuuaaaam.aiff". La fin de la séquence produite correspond à la fin du son "tr\_uuuaaaam.aiff".

Pour réaliser une transition correcte entre les deux segments, il a fallu transposer le second pour que les deux fondamentales soient égales. Le rapport de fréquence (voix/trompette) étant égal à 0.857, la transposition effectuée a été de -2.67 demi-tons pour la trompette.

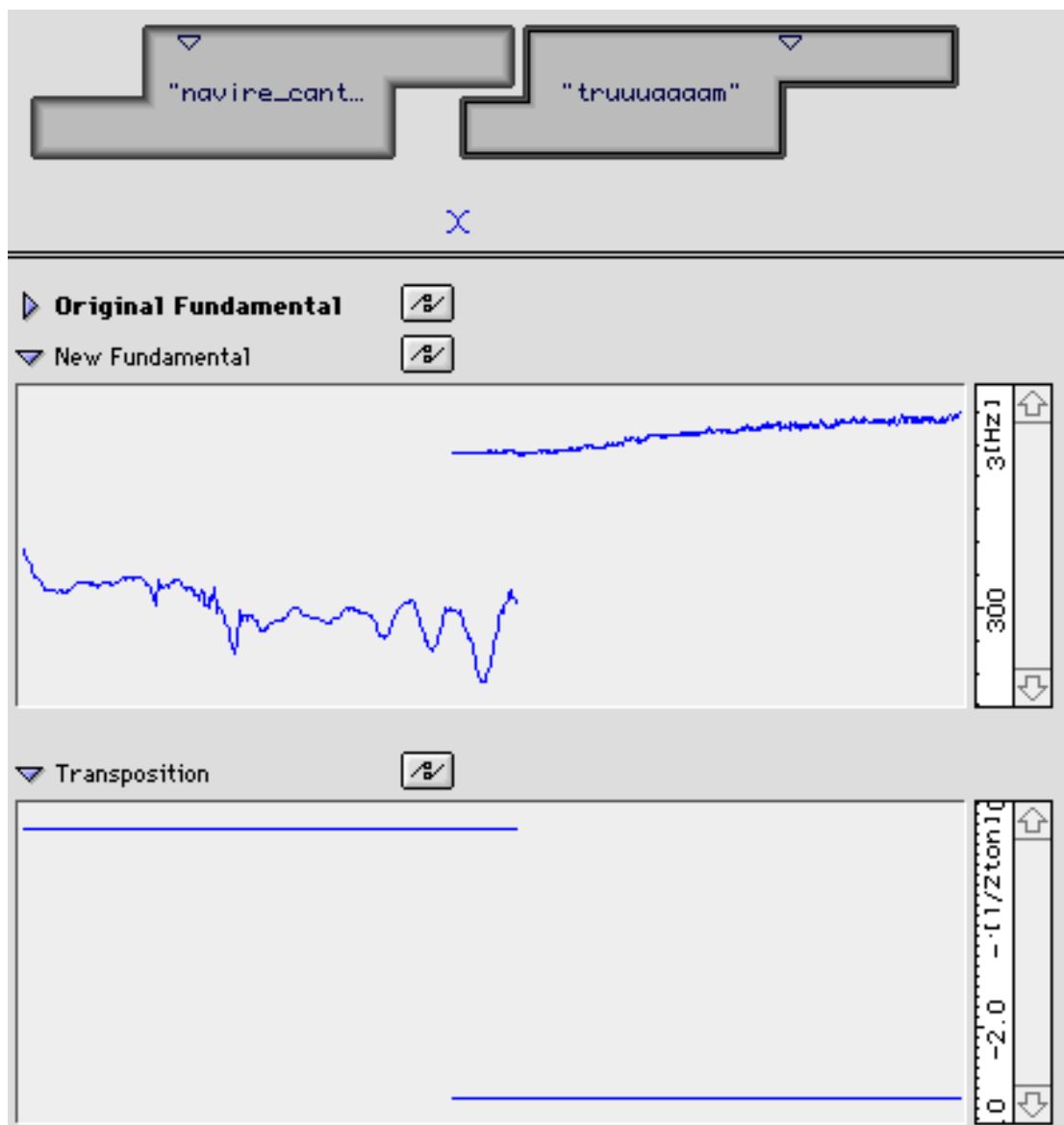


Figure 24

Organisation de la séquence "navirtruam.seq"

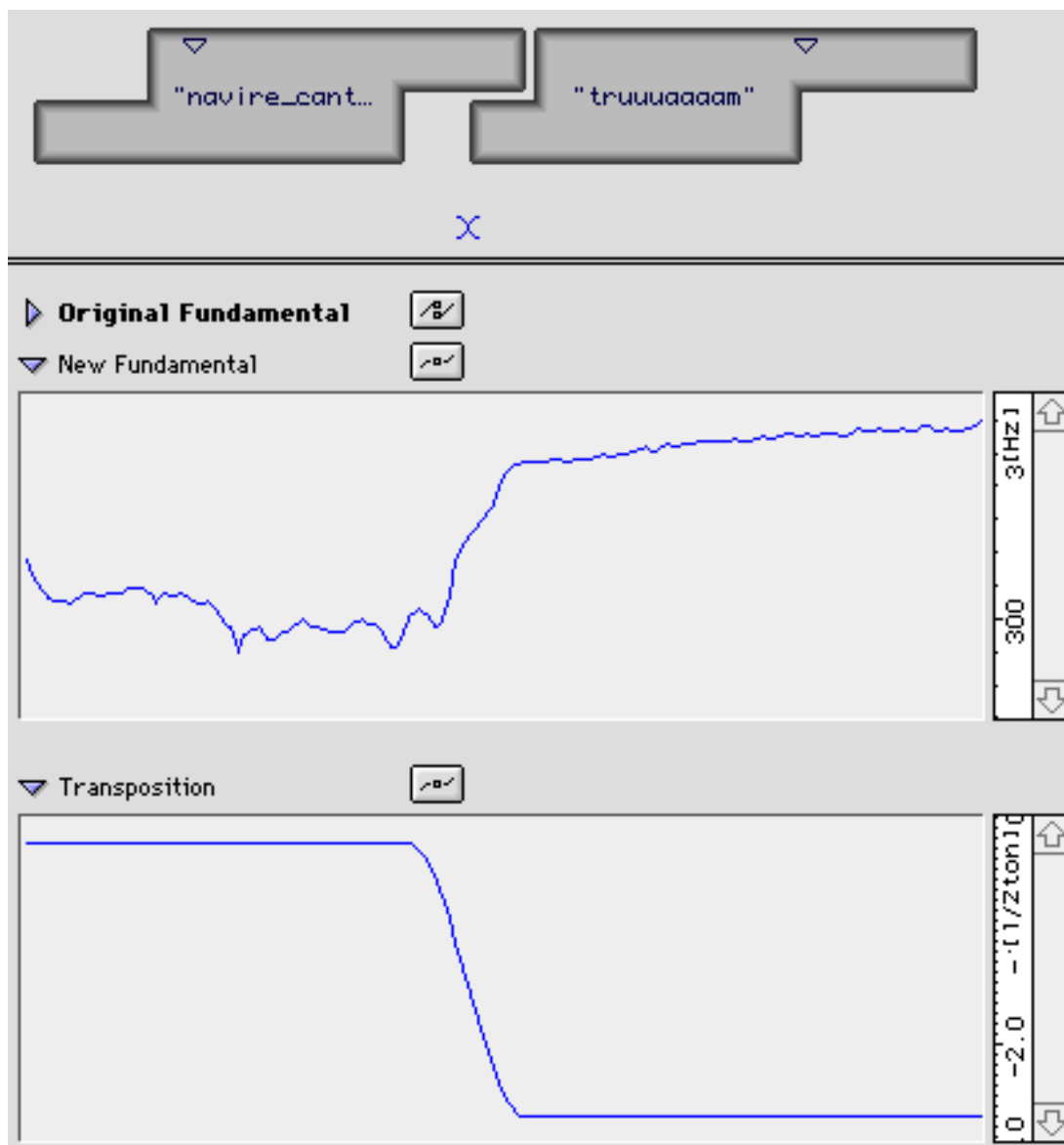


Figure 25 Courbes de la fondamentale et de la transposition pour la séquence "navirtuam.seq"

Enfin, l'amplitude du segment "tr\_uuuuuuuaaam" a été augmentée de +6 dB pour réaliser un enchaînement sans variation de volume.

Segment Info						
Segment	"truuuaaaam"		Original Length = 2.680			
Length	0.708	Interp Beg	0.089	Cut Beg	0.000	<input type="button" value="Revert"/> <input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="OK"/>
Center	0.468	Interp End	0.239	Cut End	0.000	
Next Ctr	0.000	Scaler	0.000	Dilatation	1.000	

Figure 26

Modification de l'amplitude du segment "truuuaaaam" au moyen du paramètre scaler. Le paramètre varie entre -1 et +1. Une valeur de 1 signifie une mise à l'échelle de +12 dB, une valeur de -1 signifie -12 dB. Le principe général est d'ajouter à l'amplitude courante une valeur obtenue en multipliant le scaler par 12, dans le cas d'Additive.

## 3.2 Reconstitution du son original

Dans le dossier "tut-instts", nous avons reconstitué la phrase originale (cf. la section 2.2, "Cas d'un segment segmentant une phrase instrumentale") jouée par plusieurs instruments en assemblant des segments correspondant aux notes successives et à leurs transitions.

Le son original a été reconstitué en assemblant les segments AB, BC...PQ et en plaçant leurs centres à des distances correspondant à celles observées grâce aux marqueurs.

**alto19.aiff**

	Plats		Centre	Fond.	Midi	Perturbés		Centre
<b>A</b>	<b>0.00</b>	<b>1.07</b>	0.54	165.448	52.1	<b>0.94</b>	<b>1.27</b>	<b>1.10</b>
<b>B</b>	<b>1.19</b>	<b>1.75</b>	1.47	219.951	57	<b>1.65</b>	<b>2.06</b>	<b>1.80</b>
<b>C</b>	<b>1.94</b>	<b>2.67</b>	2.31	254.007	59.5	<b>2.59</b>	<b>2.84</b>	<b>2.75</b>
<b>D</b>	<b>2.78</b>	<b>2.90</b>	2.84	222.742	57.2	<b>2.87</b>	<b>3.02</b>	<b>2.95</b>
<b>E</b>	<b>2.98</b>	<b>3.05</b>	3.01	211.134	56.3	<b>3.02</b>	<b>3.18</b>	<b>3.10</b>
<b>F</b>	<b>3.12</b>	<b>3.22</b>	3.17	223.766	57.3	<b>3.18</b>	<b>3.32</b>	<b>3.25</b>
<b>G</b>	<b>3.27</b>	<b>3.35</b>	3.31	247.933	59.1	<b>3.30</b>	<b>3.45</b>	<b>3.40</b>
<b>H</b>	<b>3.41</b>	<b>3.50</b>	3.45	282.736	61.3	<b>3.46</b>	<b>3.62</b>	<b>3.50</b>
<b>I</b>	<b>3.62</b>	<b>3.88</b>	3.75	299.435	62.3	<b>3.77</b>	<b>4.15</b>	<b>3.90</b>
<b>J</b>	<b>4.04</b>	<b>4.41</b>	4.22	277.216	61	<b>4.40</b>	<b>4.53</b>	<b>4.45</b>
<b>K</b>	<b>4.50</b>	<b>4.58</b>	4.54	247.040	59	<b>4.56</b>	<b>4.71</b>	<b>4.60</b>
<b>L</b>	<b>4.71</b>	<b>5.21</b>	4.96	219.488	57	<b>5.19</b>	<b>5.37</b>	<b>5.30</b>
<b>M</b>	<b>5.34</b>	<b>5.43</b>	5.39	212.051	56.4	<b>5.37</b>	<b>5.57</b>	<b>5.50</b>
<b>N</b>	<b>5.50</b>	<b>5.60</b>	5.55	246.234	59	<b>5.57</b>	<b>5.74</b>	<b>5.65</b>
<b>O</b>	<b>5.69</b>	<b>5.77</b>	5.73	223.135	57.2	<b>5.74</b>	<b>5.90</b>	<b>5.80</b>
<b>P</b>	<b>5.86</b>	<b>5.96</b>	5.91	187.583	54.2	<b>5.92</b>	<b>6.13</b>	<b>6.00</b>
<b>Q</b>	<b>6.07</b>	<b>7.00</b>	6.53	164.124	51.9			

Figure 27

Tableau donnant la position des marqueurs (en secondes) délimitant les zones stables (Plats), les zones de transition (Perturbés) et les centres des segments à créer pour le son "alto19.aiff". Les colonnes Fond. et Midi donnent la hauteur des notes correspondant aux différentes zones stables (respectivement Hz et n° MIDI)

Ce positionnement a été effectué en utilisant la commande "Get Infos" pour chaque segment. Le paramètre "NextC" indique la distance entre le centre du segment sélectionné et le centre du segment suivant.

Segment Info						
Segment	AB-alto19	Original Length = 1.600				
Length	1.600	Interp Beg	0.288	Cut Beg	0.000	Revert
Center	0.950	Interp End	0.567	Cut End	0.000	Cancel
Next Ctr	0.8	Scaler	0.000	Dilatation	1.000	OK

Figure 28 Modification de la distance entre deux segments consécutifs

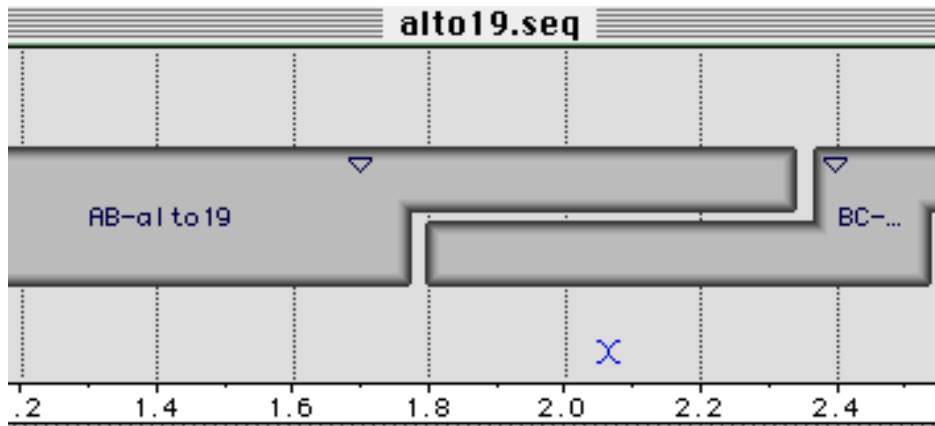


Figure 29 Extrait de la séquence "alto19.seq"

Une séquence a également été réalisée en assemblant les segments ne contenant pas de transition - A, B... Q - et les segments à transition courte - t-AB, t-BC... t-PQ -.

Les centres des segments ont été placés avec précision comme précédemment.



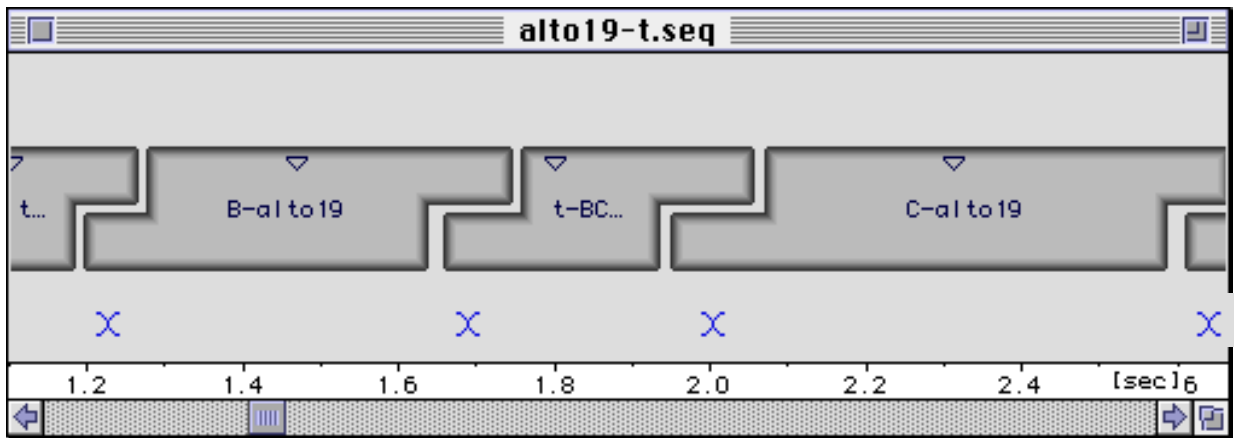


Figure 30 Extrait de la séquence "alto19.seq"

### 3.3 Modifications de l'ordre des segments

Les segments présents dans le container "Java.dico" sont extraits d'une longue phrase de voix chantée féminine. A partir de ces segments, nous avons effectué un montage différent de l'original.

▼	JavaExtrait	
▶	seclente	0.990
▶	èvibr	1.630
▶	tr1	0.710
▶	omordlent	0.770
▶	omordinf2	0.380
▶	omordlent	0.770
▶	tiercesup	0.750

Figure 31 Ordre des segments pour la séquence "Java-spe.seq"

Cet assemblage a produit une nouvelle phrase comportant parfois des sauts de fondamentale importants.

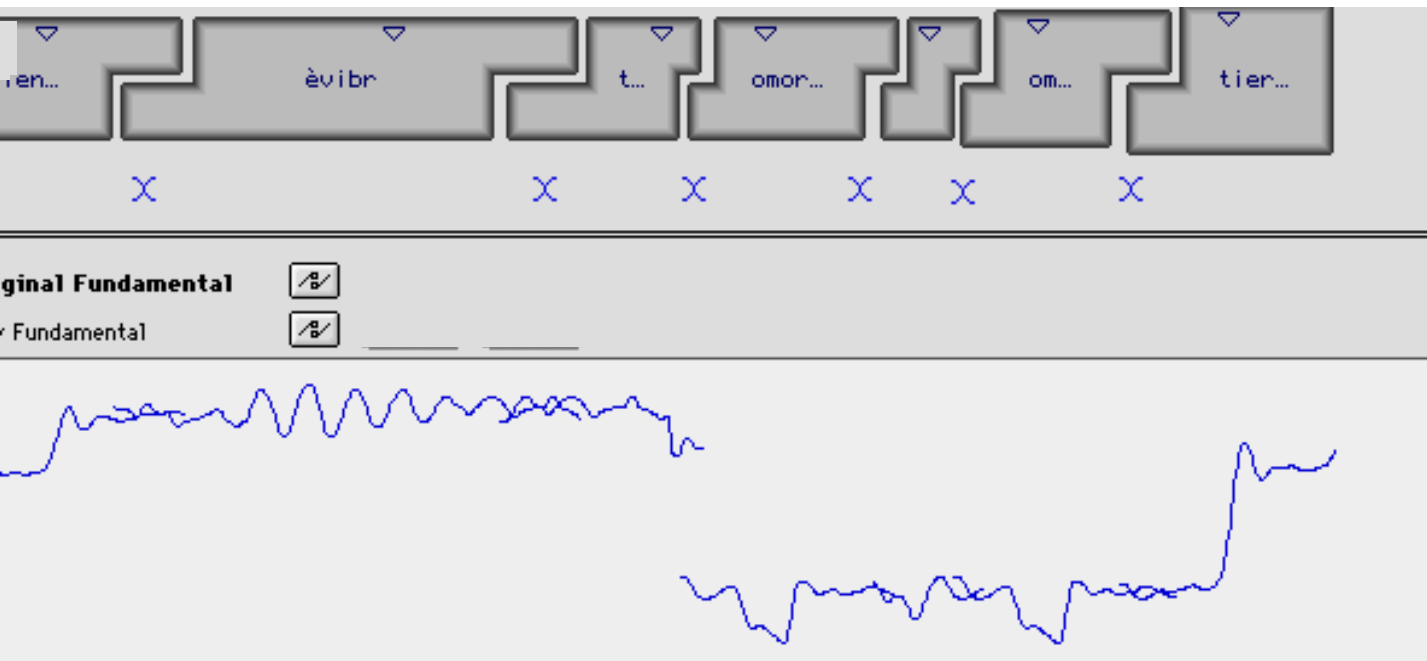


Figure 32 Séquence "Java-spe.seq"

L'interpolation entre les fondamentales permet de conserver un caractère assez naturel à la voix.

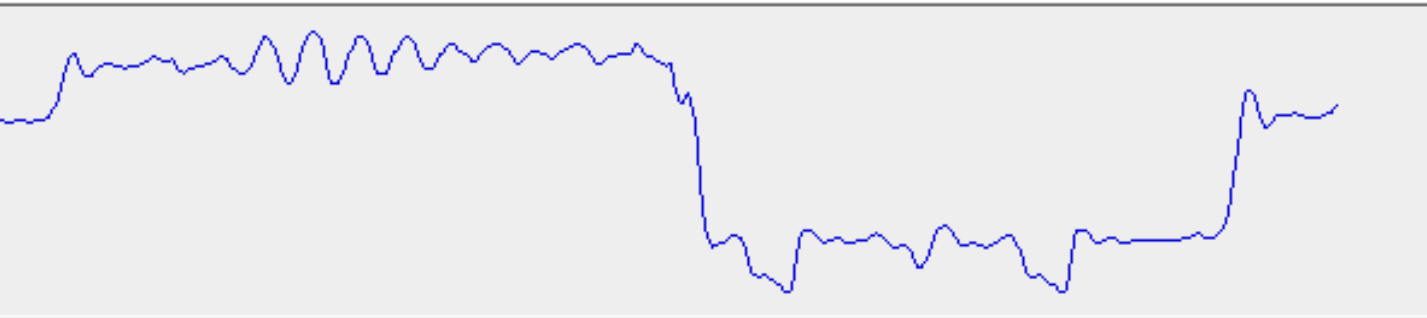


Figure 33 Trajet de la fondamentale après interpolation pour la séquence "Java-spe.seq"

Dans un deuxième temps, cet exemple a été utilisé pour effectuer des échanges de fondamentales avec un autre instrument (cf. plus bas la section "Transfert de fondamentales").

### 3.4 Mélange d'instruments

Nous avons enchaîné les sons "A" des différents instruments pour réaliser un son tenu dont le timbre varie en permanence d'un instrument vers l'autre.

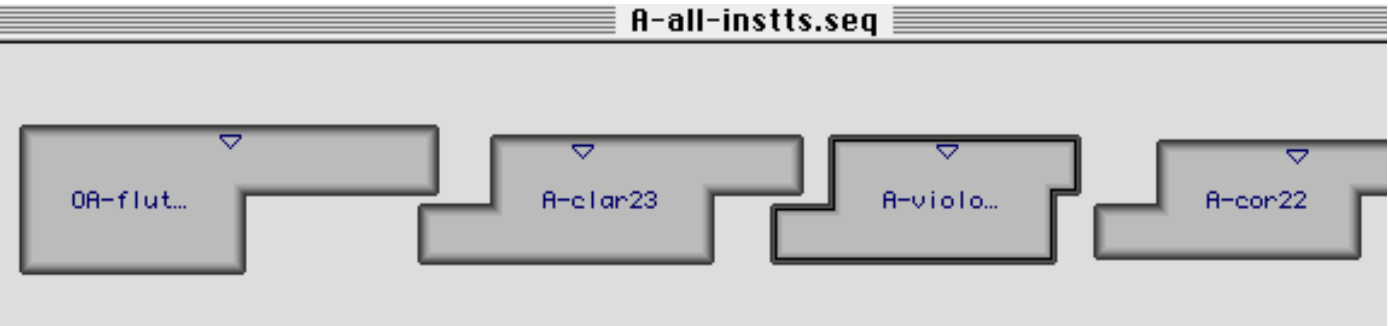


Figure 34 Ordre des segments pour la séquence "A-all-instts.seq"

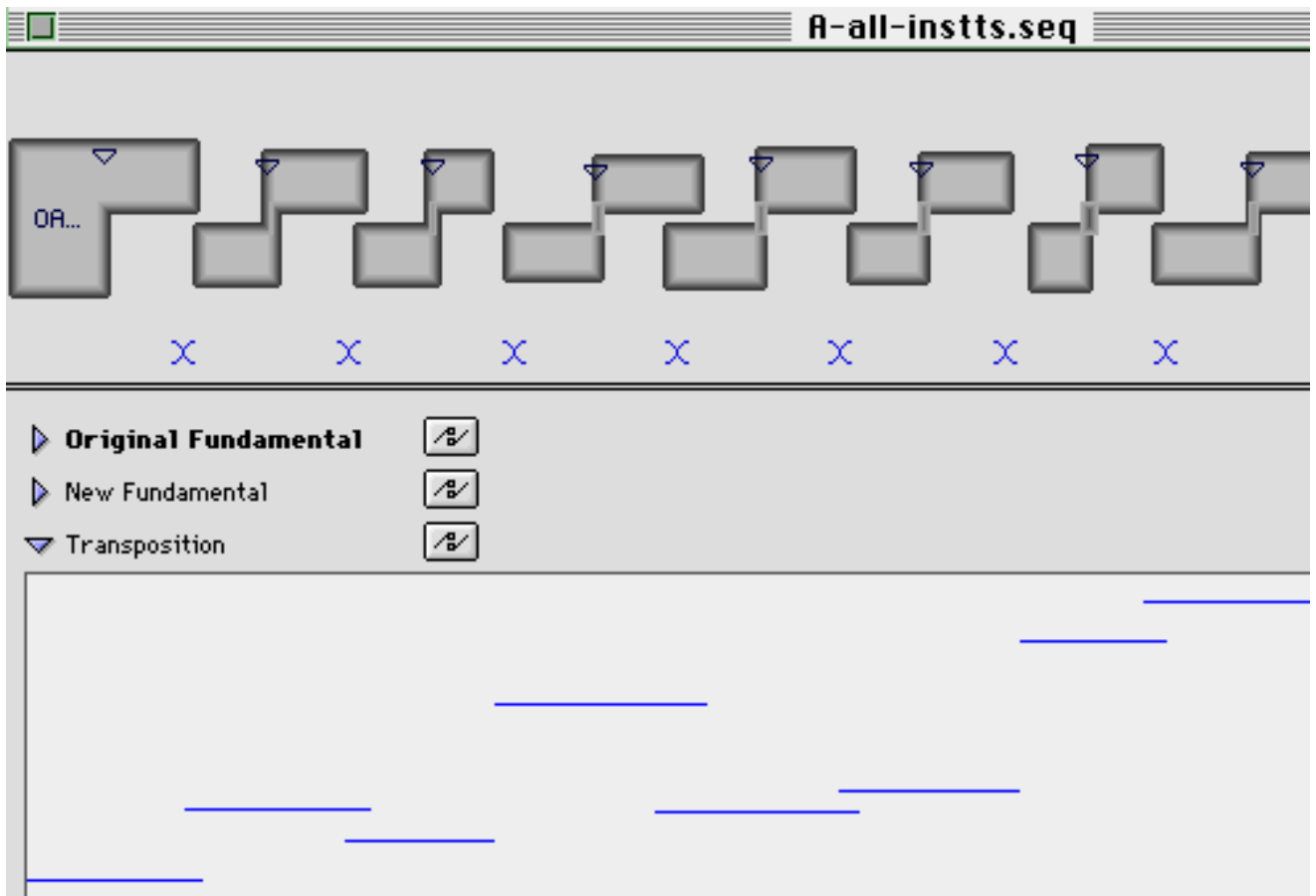


Figure 35 Fenêtre de transposition pour la séquence "A-all-instts.seq"

Tous les sons ont été transposés vers une même note : Fa3 en utilisant la fonction de transposition du programme segment.

## 3.5 Transfert de paramètres

### 3.5.1 Transfert de fondamentales

Pour étudier les différentes formes pouvant représenter un vibrato de fréquence, nous avons comparé et échangé les trajets des fondamentales de plusieurs sons: un son de flûte, un son de violon, un son de voix féminine de Java et un son de shakuhachi.

Voici les formes de ces fondamentales :

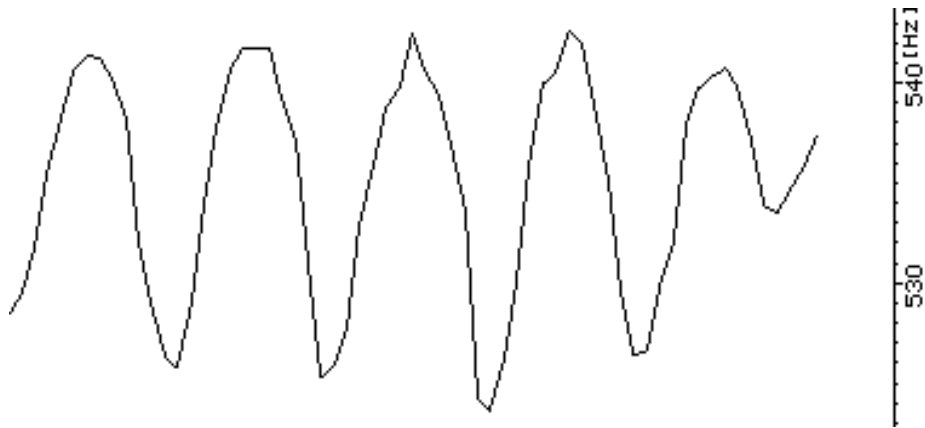


Figure 36 Extrait du trajet de la fondamentale d'un son de violon, durée 0.9 sec.

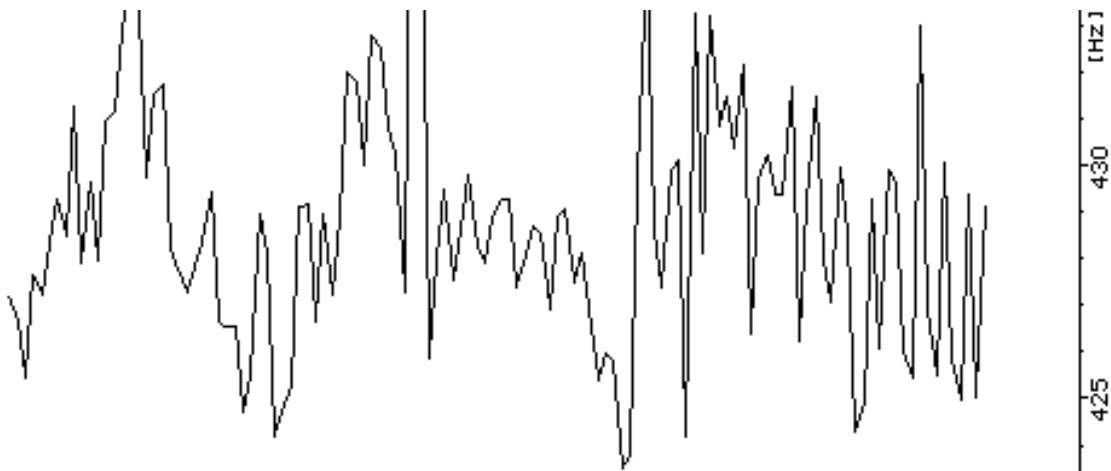


Figure 37 Extrait du trajet de la fondamentale d'un son de shakuhachi, durée 0.7 sec.

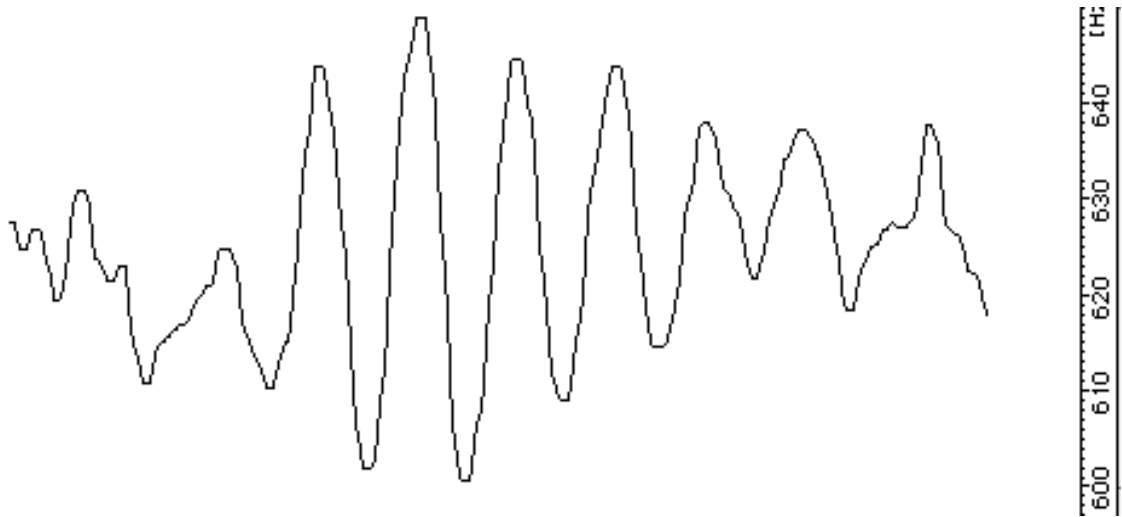


Figure 38 Extrait du trajet de la fondamentale d'un son de voix de java, durée 1.6 sec.

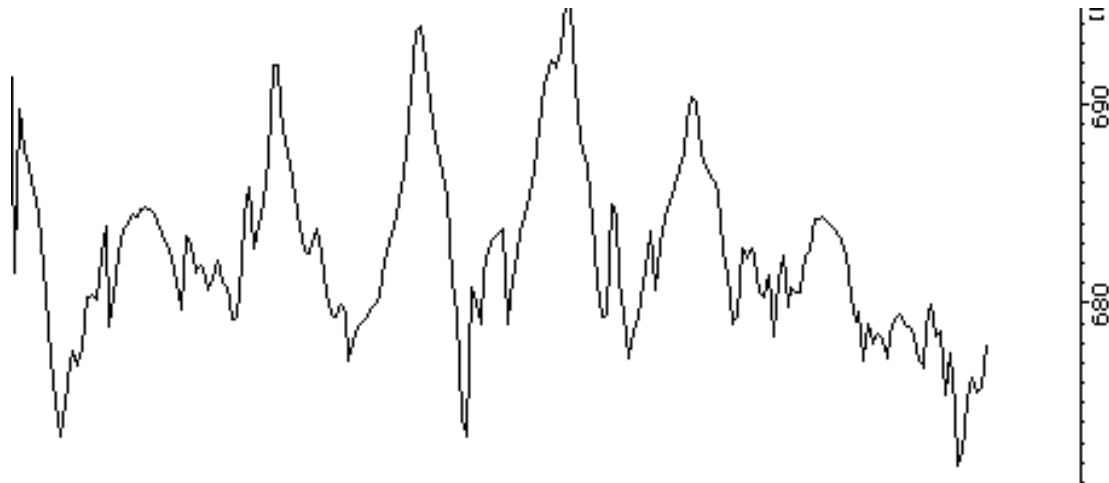


Figure 39 Extrait du trajet de la fondamentale d'un son de flûte durée 0.9 sec.

▶	🔗 L-violon18	0.420	
▶	🔗 Q-violon18	0.620	
▶	🔗 ShakuSol*vibr	1.080	
▶	🔗 ShakuLavibr	3.220	
▼	🔗 ShakuLavibr	0.730	
	<b>Original Fundamental</b>		
	<b>New Fundamental</b>		

Figure 40 Opération "glisser-déposer" du paramètre "New Fundamental" du segment "ShakuLavibr" vers le segment "A-violon18"

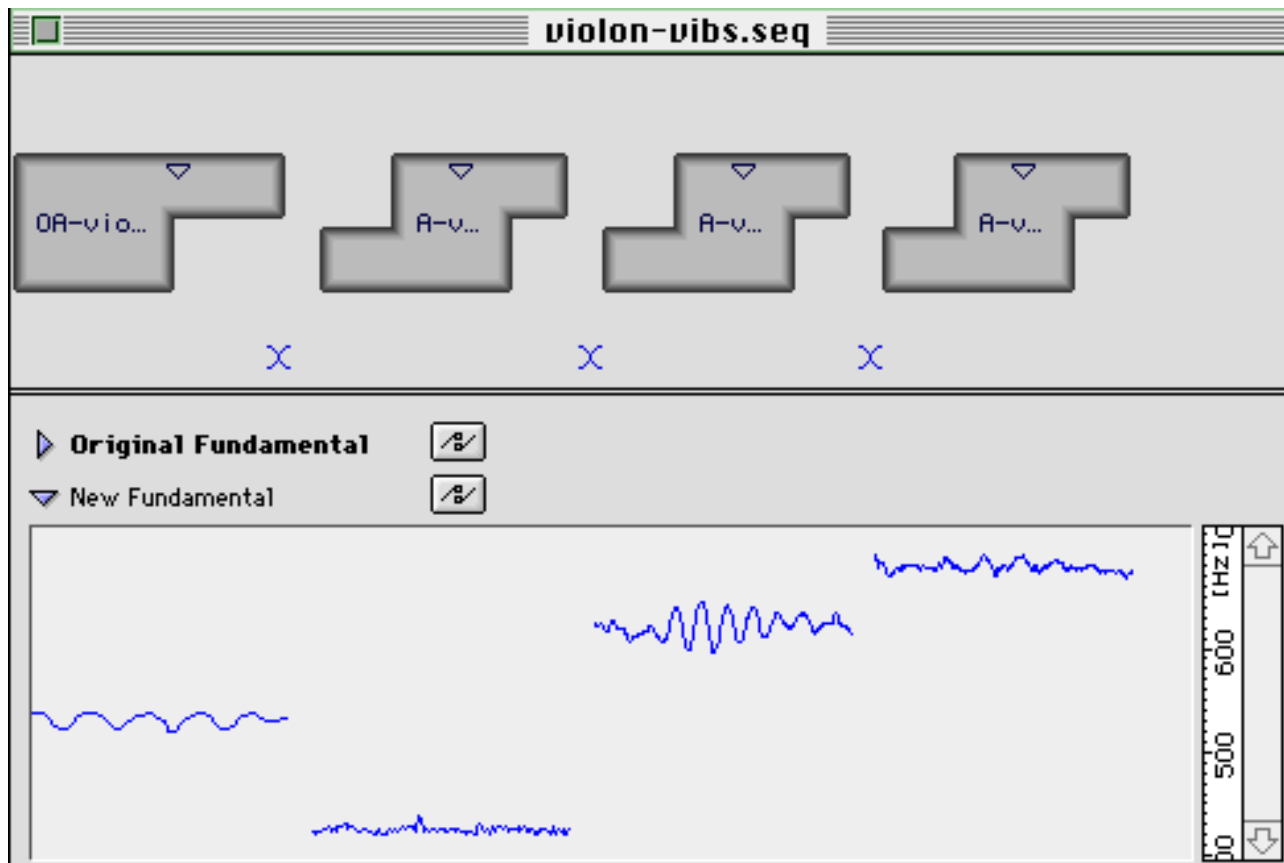


Figure 41 Séquence "violon-vibs.seq" comportant une note de violon répétée avec des trajets de fondamentales provenant de quatre diphones différents

Pour pallier aux différences de hauteurs de ces fondamentales, des transpositions ont été effectuées.

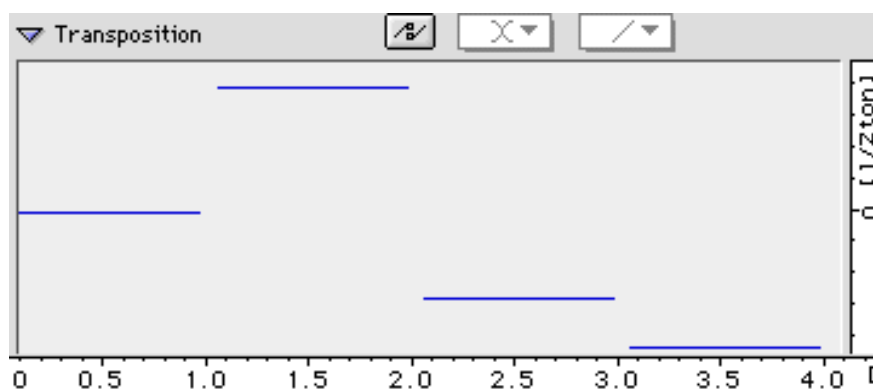


Figure 42 Fenêtre de transposition des segments de la séquence "violon-vibs.seq"

D'autres exemples ont été réalisés en plaçant sur la voix de Java une fondamentale issue d'un cri de loup et vice-versa.

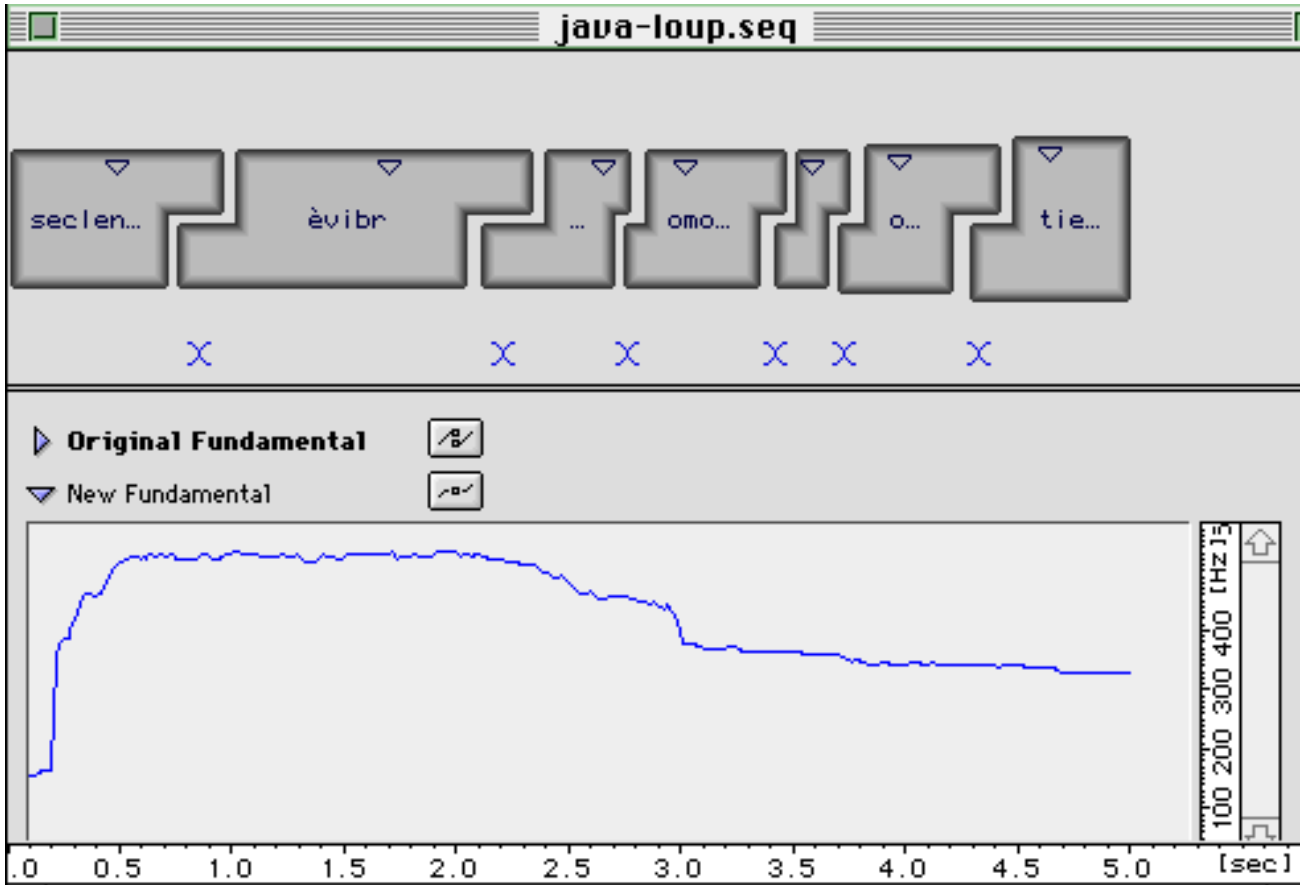


Figure 43

Séquence plaçant la fondamentale d'un cri de loup sur les segments d'une voix chantée. La bpf montre le trajet fondamental du cri du loup



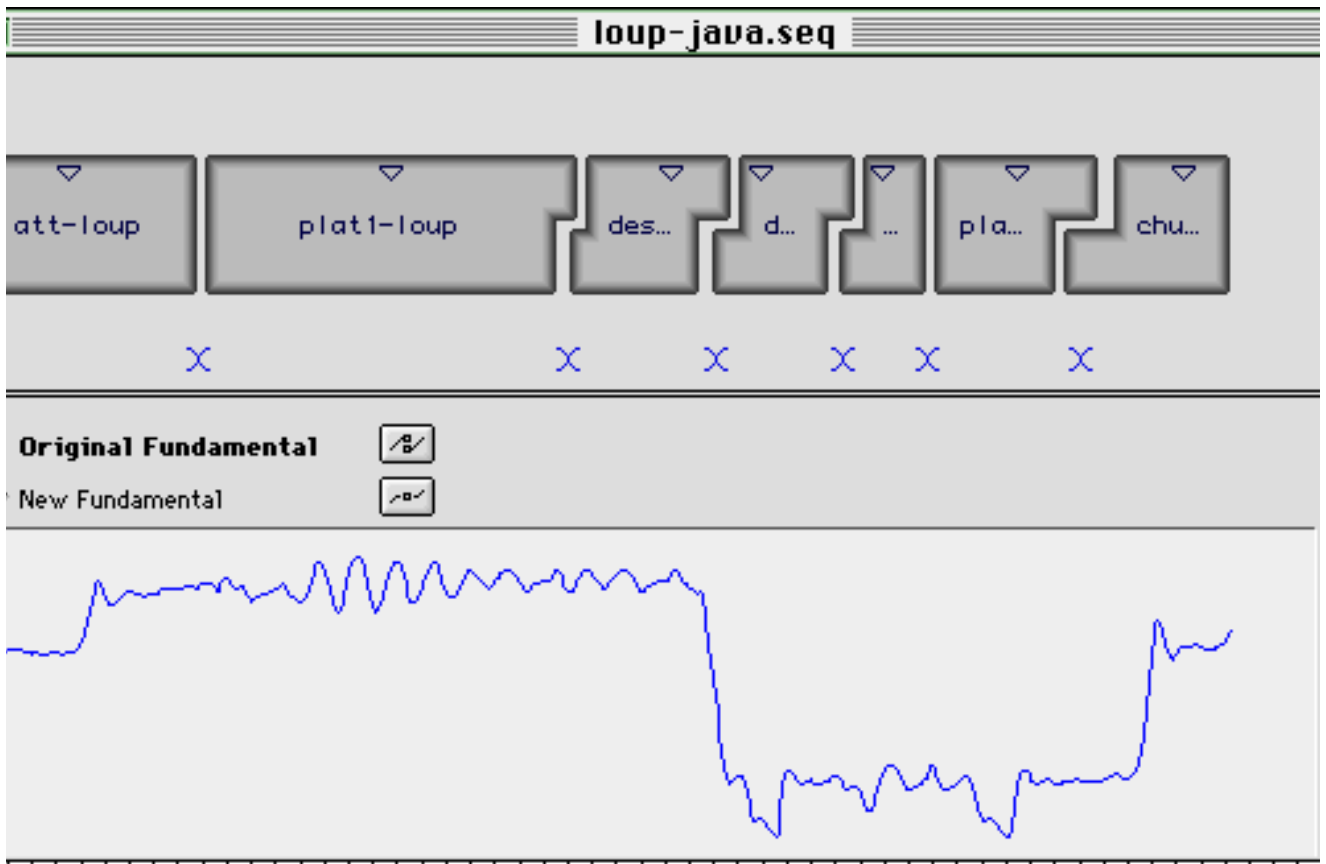


Figure 44 Séquence plaçant la fondamentale d'une voix chantée sur les segments d'un cri de loup. La bpf montre le trajet fondamental de la voix.

Dans le premier cas on obtient un son qui pourrait ressembler à une voix imitant le cri du loup et dans le second cas à un loup essayant de chanter.

### 3.5.2 Transfert des paramètres des partiels

Dans les exemples présents dans le dossier "tut-R-instts", nous avons échangé les amplitudes des partiels de deux sons : un son de violoncelle "Cello.aiff" et un son de guitare électrique "fred16.aiff". Le son de violoncelle, de hauteur 65 Hz est un son tenu, sans grande modification de timbre. Le son de guitare correspond à une note tenue également mais comporte d'importantes variations de timbres.

Nous avons d'abord créé une séquence de violoncelle assez longue en reproduisant plusieurs fois la plage stable du violoncelle.

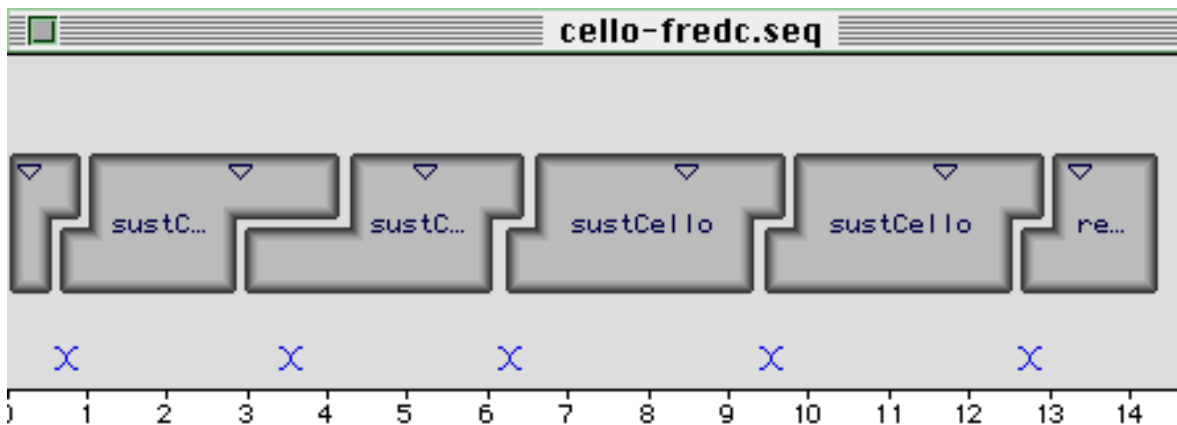


Figure 45 Séquence "cello-fredc.seq"

Ensuite, nous avons attribué à chacune des pages stables du violoncelle les amplitudes des partiels de la guitare provenant de plusieurs segments.

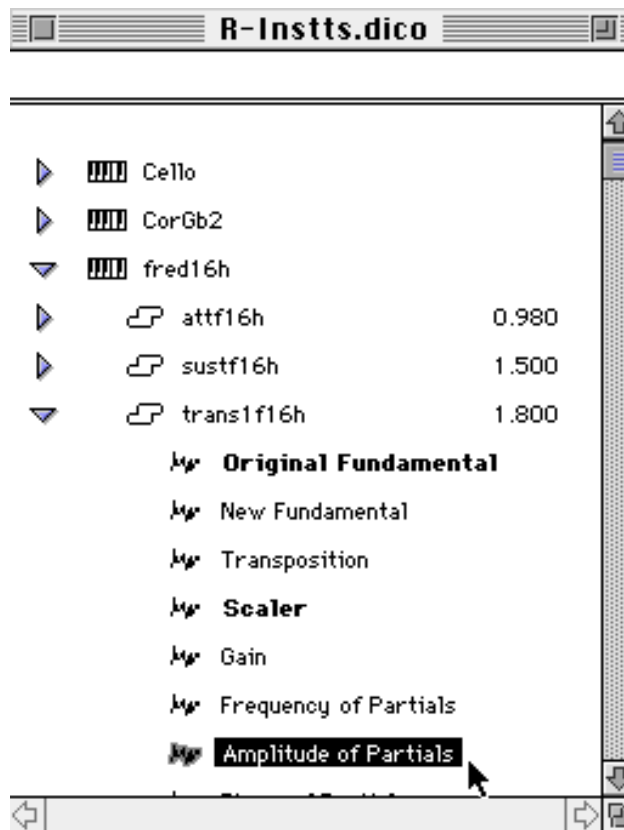


Figure 46 Prélèvement des amplitudes des partiels du segment "trans1f16h" par la méthode "glisser-déposer"

Ainsi, nous avons obtenu un son de violoncelle comportant un timbre riche en variations.

# 4 Les exemples Diphone

Les exemples Diphone sont organisés dans des dossiers séparés dont le contenu, pour être utilisé, doit être placé au premier niveau dans le dossier de l'application Diphone.

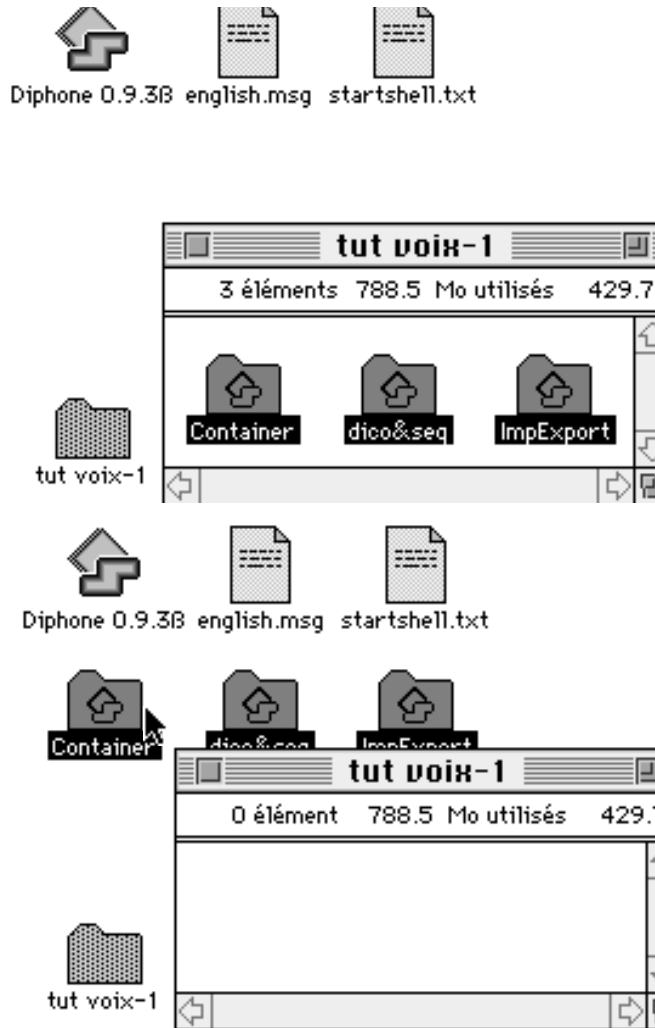


Figure 47

Déplacement des dossiers "Container", "dico&seq" et "ImpExport" au premier niveau du dossier de l'application Diphone

## 4.1 Le dossier "tut voix-1"

Ce dossier comporte deux sons "truuuaaaam.aiff" et "navire\_cantom.aiff" qui ont été analysés pour réaliser une interpolation progressive entre eux.

## 4.2 Le dossier "tut instts"

Ce dossier comporte neuf sons joués par des instruments reprenant la même phrase mais partant à chaque fois d'une note correspondant à la tessiture de l'instrument.

Voici les notes de départ utilisées par les différents instruments :

The image shows a musical score for nine instruments: flûte, clarinette, hautbois, basson, trompette, cor, trombone, violon, and alto. The score is written in 3/4 time and consists of two staves (treble and bass clef). The first note of each instrument is indicated by a '1' above the staff. The notes are: flûte (C4), clarinette (B3), hautbois (B3), basson (B3), trompette (C4), cor (B3), trombone (B3), violon (C4), and alto (C4).

Le dictionnaire "inst.dico" a été construit avec les segments de chaque instrument grâce à un découpage indiqué dans le paragraphe 2.2. Le découpage détaillé de chaque instrument est indiqué en annexe.

Plusieurs séquences ont été réalisées avec ce dictionnaire.

- "A-all-insts.seq" produit un son tenu par l'enchaînement de la première note de chacun des instruments, classés du moins brillant au plus brillant<sup>1</sup>.
- "Basson19.seq" et "alto19.seq" reproduit les sons originaux.

Les autres segments sont des mélanges d'instruments

1. Par utilisation de la librairie SpData dans PatchWork, Pottier L. 1996

 A-all-instts.seq  
 Alg-all-instts.seq  
 violon-flute.seq  
 basson19.seq  
 bas-alto-trb-cor.seq  
 alto-basson.seq  
 alto19.seq  
 inst.dico

---

Figure 48

Dossier "dico&seq" pour "tut intts"

## 4.3 Le dossier "tut R-instts"

Ce dossier comporte un son de cor, un son de violoncelle et un son de guitare électrique. Il a été utilisé pour créer des sons hybrides par échange de paramètres ou par l'interpolation entre deux sons.



A list of audio files in the 'tut R-instts' folder. Each file name is preceded by a small icon: a pair of headphones for the first six files and a square icon with a play symbol for the last file.

- cello-fred.seq
- cello-fredb.seq
- cello-fredc.seq
- cello.seq
- CorFred16
- fred16-oct.seq
- R-Instts.dico

Figure 49 Dossier "dico&seq" pour "tut R-instts"

## 4.4 Le dossier "tut animal"

Ce dossier comporte le son d'un cri de loup qui a été utilisé pour modifier la fondamentale d'un son de flûte ou d'un son de voix.

## 4.5 Le dossier "tut f0"

Ce dossier ne comporte pas de sons originaux. Les segments utilisés ont été prélevés dans des containers d'instruments (flûte, violon, voix de Java, shakuhachi) et des segments artificiels ont été créés à l'aide du programme PatchWork (son sinusoïdal ou en forme de dent de scie). Des séquences ont été réalisées en donnant à la fondamentale des valeurs fixes (comme par exemple "flûte sans vib.seq") ou en échangeant les fondamentales entre différents instruments (comme par exemple "flûte vibs.seq").

## 4.6 Le dossier "getstarted"

Ce dossier ne comporte que des dossiers vides. Il est à placer au premier niveau dans le dossier Diphone pour être utilisé comme point de départ pour la réalisation de nouveaux exemples. Il suffit de placer des sons dans le dossier "ImpExport:Sounds" pour pouvoir les analyser ou de placer des containers dans le dossier Container pour pouvoir y prélever des dipphones pour constituer des séquences.

# 5 Bibliographie

Assayag Gérard et Rueda Camillo, *The Music Representation Project at IRCAM*, ICMC Proceedings, 1993,

Battier Marc, *Diphone*, *Newsletter n° 1*, documentation Ircam, Paris, oct. 1996

Battier Marc et Adrien Lefèvre , *Diphone*, *Newsletter n° 2*, documentation Ircam, Paris, mars 1997

Depalle Philippe, Garcia Guillermo et Rodet Xavier, *Analysis of Sound for Additive Synthesis: Tracking of Partial Using Hidden Markov Models*, ICMC Proceedings, 1993, pp.94-97

Depalle Ph., Rodet X., Galas Th. and Eckel G., *Generalized Diphone Control*, ICMC Proceedings, 1993, pp. 184-187

Hanappe Peter, *AudioSculpt - User's Manual*, documentation Ircam, Paris, oct. 1994

Malt Mikhail, *PatchWork Introduction*, documentation Ircam, Paris, 1993.

Pauset Brice, *Diphone*, *manuel d'utilisation*, documentation Ircam, Paris, oct. 1996

Pottier Laurent, *PW-SpData : Vue d'ensemble, Référence, Tutoriel*, documentation Ircam, Paris, mars 1997.



# 6 Annexe : découpages des instruments

**violon-18a.aiff**

	Plats		Centre	Fond.	Midi	Perturbés		Centre
<b>O</b>						<b>0.00</b>	<b>0.30</b>	<b>0.10</b>
<b>A</b>	<b>0.27</b>	<b>1.00</b>	0.63	535.00	72.4	<b>0.96</b>	<b>1.40</b>	<b>1.18</b>
<b>B</b>	<b>1.35</b>	<b>1.75</b>	1.55	715.00	77.4	<b>1.71</b>	<b>2.06</b>	<b>1.87</b>
<b>C</b>	<b>2.10</b>	<b>2.60</b>	2.35	801.99	79.4	<b>2.52</b>	<b>2.72</b>	<b>2.62</b>
<b>D</b>	<b>2.67</b>	<b>2.73</b>	2.70	713.39	77.4	<b>2.69</b>	<b>2.84</b>	<b>2.78</b>
<b>E</b>	<b>2.85</b>	<b>2.93</b>	2.89	677.24	76.5	<b>2.84</b>	<b>2.99</b>	<b>2.92</b>
<b>F</b>	<b>2.95</b>	<b>3.00</b>	2.97	720.88	77.5	<b>2.97</b>	<b>3.10</b>	<b>3.05</b>
<b>G</b>	<b>3.10</b>	<b>3.15</b>	3.12	811.29	79.6	<b>3.10</b>	<b>3.24</b>	<b>3.18</b>
<b>H</b>	<b>3.23</b>	<b>3.28</b>	3.26	917.24	81.7	<b>3.24</b>	<b>3.43</b>	<b>3.31</b>
<b>I</b>	<b>3.40</b>	<b>3.63</b>	3.52	973.81	82.8	<b>3.57</b>	<b>3.82</b>	<b>3.66</b>
<b>J</b>	<b>3.76</b>	<b>4.06</b>	3.91	914.64	81.7	<b>3.96</b>	<b>4.20</b>	<b>4.10</b>
<b>K</b>	<b>4.18</b>	<b>4.24</b>	4.21	809.20	79.5	<b>4.18</b>	<b>4.37</b>	<b>4.26</b>
<b>L</b>	<b>4.34</b>	<b>4.76</b>	4.55	722.05	77.6	<b>4.70</b>	<b>4.89</b>	<b>4.81</b>
<b>M</b>	<b>4.87</b>	<b>4.93</b>	4.90	679.64	76.5	<b>4.87</b>	<b>5.05</b>	<b>4.96</b>
<b>N</b>	<b>5.00</b>	<b>5.07</b>	5.03	813.03	79.6	<b>5.03</b>	<b>5.16</b>	<b>5.10</b>
<b>O</b>	<b>5.14</b>	<b>5.23</b>	5.18	718.76	77.5	<b>5.18</b>	<b>5.35</b>	<b>5.26</b>
<b>P</b>	<b>5.33</b>	<b>5.41</b>	5.37	606.29	74.6	<b>5.35</b>	<b>5.56</b>	<b>5.44</b>
<b>Q</b>	<b>5.78</b>	<b>6.60</b>	6.19	533.83	72.3			

**basson19.aiff**

	Plats		Centre	Fond.	Midi	Perturbés		Centre
<b>A</b>	<b>0.01</b>	<b>1.57</b>	0.79	130.96	48	<b>1.38</b>	<b>1.92</b>	<b>1.72</b>
<b>B</b>	<b>1.72</b>	<b>2.30</b>	2.01	176.41	53.2	<b>2.15</b>	<b>2.65</b>	<b>2.49</b>
<b>C</b>	<b>2.49</b>	<b>3.36</b>	2.92	198.91	55.3	<b>3.22</b>	<b>3.45</b>	<b>3.39</b>
<b>D</b>	<b>3.39</b>	<b>3.48</b>	3.43	176.29	53.2	<b>3.44</b>	<b>3.62</b>	<b>3.57</b>
<b>E</b>	<b>3.57</b>	<b>3.66</b>	3.62	168.12	52.3	<b>3.65</b>	<b>3.76</b>	<b>3.73</b>
<b>F</b>	<b>3.73</b>	<b>3.81</b>	3.77	176.63	53.2	<b>3.77</b>	<b>3.93</b>	<b>3.88</b>
<b>G</b>	<b>3.88</b>	<b>4.00</b>	3.94	199.44	55.3	<b>3.94</b>	<b>4.10</b>	<b>4.07</b>
<b>H</b>	<b>4.07</b>	<b>4.19</b>	4.13	224.79	57.4	<b>4.14</b>	<b>4.30</b>	<b>4.27</b>
<b>I</b>	<b>4.27</b>	<b>4.56</b>	4.41	237.72	58.3	<b>4.43</b>	<b>4.79</b>	<b>4.70</b>
<b>J</b>	<b>4.70</b>	<b>5.13</b>	4.91	222.99	57.2	<b>5.05</b>	<b>5.30</b>	<b>5.21</b>
<b>K</b>	<b>5.21</b>	<b>5.35</b>	5.28	200.27	55.4	<b>5.27</b>	<b>5.52</b>	<b>5.47</b>
<b>L</b>	<b>5.47</b>	<b>6.01</b>	5.74	175.83	53.1	<b>5.96</b>	<b>6.21</b>	<b>6.17</b>
<b>M</b>	<b>6.17</b>	<b>6.23</b>	6.20	166.77	52.2	<b>6.21</b>	<b>6.39</b>	<b>6.34</b>
<b>N</b>	<b>6.34</b>	<b>6.44</b>	6.39	200.35	55.4	<b>6.43</b>	<b>6.59</b>	<b>6.53</b>
<b>O</b>	<b>6.53</b>	<b>6.64</b>	6.59	177.20	53.3	<b>6.57</b>	<b>6.77</b>	<b>6.67</b>
<b>P</b>	<b>6.67</b>	<b>6.82</b>	6.74	148.83	50.2	<b>6.76</b>	<b>6.96</b>	<b>6.96</b>
<b>Q</b>	<b>6.96</b>	<b>7.94</b>	7.45	132.03	48.2			

## trompette-18.aiff

	Plats		Centre	Fond.	Midi	Perturbés		Centre
<b>A</b>	<b>0.01</b>	<b>1.31</b>	0.66	397.79	67.3	<b>1.11</b>	<b>1.61</b>	<b>1.36</b>
<b>B</b>	<b>1.47</b>	<b>2.03</b>	1.75	531.81	72.3	<b>1.91</b>	<b>2.27</b>	<b>2.10</b>
<b>C</b>	<b>2.23</b>	<b>2.86</b>	2.55	594.11	74.2	<b>2.82</b>	<b>3.06</b>	<b>2.98</b>
<b>D</b>	<b>3.00</b>	<b>3.12</b>	3.06	535.16	72.4	<b>3.08</b>	<b>3.18</b>	<b>3.15</b>
<b>E</b>	<b>3.18</b>	<b>3.26</b>	3.22	505.92	71.4	<b>3.21</b>	<b>3.33</b>	<b>3.28</b>
<b>F</b>	<b>3.30</b>	<b>3.40</b>	3.35	528.90	72.2	<b>3.35</b>	<b>3.47</b>	<b>3.43</b>
<b>G</b>	<b>3.44</b>	<b>3.54</b>	3.49	589.57	74.1	<b>3.49</b>	<b>3.62</b>	<b>3.56</b>
<b>H</b>	<b>3.57</b>	<b>3.68</b>	3.62	660.74	76	<b>3.62</b>	<b>3.80</b>	<b>3.71</b>
<b>I</b>	<b>3.72</b>	<b>4.00</b>	3.86	713.89	77.4	<b>3.95</b>	<b>4.19</b>	<b>4.07</b>
<b>J</b>	<b>4.10</b>	<b>4.48</b>	4.29	661.16	76	<b>4.46</b>	<b>4.66</b>	<b>4.58</b>
<b>K</b>	<b>4.59</b>	<b>4.70</b>	4.64	596.85	74.3	<b>4.65</b>	<b>4.84</b>	<b>4.76</b>
<b>L</b>	<b>4.79</b>	<b>5.39</b>	5.09	534.28	72.4	<b>5.24</b>	<b>5.49</b>	<b>5.41</b>
<b>M</b>	<b>5.45</b>	<b>5.56</b>	5.51	504.79	71.4	<b>5.48</b>	<b>5.64</b>	<b>5.58</b>
<b>N</b>	<b>5.62</b>	<b>5.73</b>	5.68	596.14	74.3	<b>5.65</b>	<b>5.83</b>	<b>5.77</b>
<b>O</b>	<b>5.80</b>	<b>5.88</b>	5.84	530.84	72.2	<b>5.83</b>	<b>5.99</b>	<b>5.91</b>
<b>P</b>	<b>5.93</b>	<b>6.06</b>	5.99	445.59	69.2	<b>6.03</b>	<b>6.26</b>	<b>6.08</b>
<b>Q</b>	<b>6.14</b>	<b>7.49</b>	6.81	395.72	67.2			

## clarinette-23.aiff

	Plats		Centre	Fond.	Midi	Perturbés		Centre
<b>A</b>	<b>0.00</b>	<b>1.28</b>	0.64	450.61	69.4	<b>1.18</b>	<b>1.54</b>	<b>1.40</b>
<b>B</b>	<b>1.45</b>	<b>1.99</b>	1.72	599.78	74.4	<b>1.96</b>	<b>2.36</b>	<b>2.10</b>
<b>C</b>	<b>2.19</b>	<b>2.86</b>	2.53	669.29	76.3	<b>2.79</b>	<b>3.03</b>	<b>2.96</b>
<b>D</b>	<b>3.03</b>	<b>3.10</b>	3.07	598.01	74.3	<b>3.04</b>	<b>3.19</b>	<b>3.13</b>
<b>E</b>	<b>3.16</b>	<b>3.20</b>	3.18	566.23	73.4	<b>3.15</b>	<b>3.31</b>	<b>3.25</b>
<b>F</b>	<b>3.27</b>	<b>3.39</b>	3.33	596.69	74.3	<b>3.34</b>	<b>3.50</b>	<b>3.42</b>
<b>G</b>	<b>3.47</b>	<b>3.55</b>	3.51	670.00	76.3	<b>3.50</b>	<b>3.67</b>	<b>3.57</b>
<b>H</b>	<b>3.65</b>	<b>3.72</b>	3.68	752.75	78.3	<b>3.65</b>	<b>3.86</b>	<b>3.73</b>
<b>I</b>	<b>3.78</b>	<b>4.04</b>	3.91	794.52	79.2	<b>4.02</b>	<b>4.34</b>	<b>4.09</b>
<b>J</b>	<b>4.21</b>	<b>4.46</b>	4.34	753.64	78.3	<b>4.44</b>	<b>4.65</b>	<b>4.60</b>
<b>K</b>	<b>4.64</b>	<b>4.73</b>	4.68	670.29	76.3	<b>4.69</b>	<b>4.88</b>	<b>4.79</b>
<b>L</b>	<b>4.84</b>	<b>5.39</b>	5.11	601.24	74.4	<b>5.34</b>	<b>5.53</b>	<b>5.46</b>
<b>M</b>	<b>5.49</b>	<b>5.55</b>	5.52	565.20	73.3	<b>5.51</b>	<b>5.66</b>	<b>5.57</b>
<b>N</b>	<b>5.61</b>	<b>5.74</b>	5.68	670.30	76.3	<b>5.68</b>	<b>5.82</b>	<b>5.75</b>
<b>O</b>	<b>5.80</b>	<b>5.87</b>	5.84	598.67	74.3	<b>5.81</b>	<b>5.96</b>	<b>5.90</b>
<b>P</b>	<b>5.96</b>	<b>6.09</b>	6.03	505.19	71.4	<b>6.00</b>	<b>6.18</b>	<b>6.10</b>
<b>Q</b>	<b>6.16</b>	<b>7.40</b>	6.78	453.17	69.5			

**cor22.aiff**

	Plats		Centre	Fond.	Midi	Perturbés		Centre
<b>A</b>	0.05	1.43	0.74	240.50	58.5	1.06	1.97	1.57
<b>B</b>	1.68	2.32	2.00	323.75	63.7	2.12	2.69	2.41
<b>C</b>	2.48	3.50	2.99	366.61	65.8	3.48	3.71	3.60
<b>D</b>	3.64	3.73	3.68	322.66	63.6	3.72	3.87	3.79
<b>E</b>	3.83	3.90	3.87	303.59	62.6	3.88	4.02	3.94
<b>F</b>	3.98	4.08	4.03	319.46	63.5	4.03	4.16	4.10
<b>G</b>	4.13	4.20	4.16	358.48	65.5	4.16	4.32	4.22
<b>H</b>	4.26	4.37	4.32	401.10	67.4	4.32	4.52	4.40
<b>I</b>	4.45	4.53	4.49	426.42	68.5	4.50	5.02	4.74
<b>J</b>	4.81	5.25	5.03	400.60	67.4	5.16	5.41	5.30
<b>K</b>	5.35	5.42	5.39	359.84	65.5	5.38	5.64	5.48
<b>L</b>	5.54	6.17	5.86	321.16	63.5	6.08	6.35	6.22
<b>M</b>	6.29	6.39	6.34	308.43	62.8	6.35	6.49	6.42
<b>N</b>	6.44	6.50	6.47	350.70	65.1	6.48	6.65	6.55
<b>O</b>	6.60	6.69	6.64	322.22	63.6	6.64	6.83	6.74
<b>P</b>	6.78	6.89	6.84	270.72	60.6	6.83	7.03	6.93
<b>Q</b>	6.98	8.42	7.70	241.56	58.6			

**hautbois22**

	Plats		Centre	Fond.	Midi	Perturbés		Centre
<b>A</b>	<b>0.14</b>	<b>1.38</b>	0.76	452.89	69.5	<b>1.09</b>	<b>1.80</b>	<b>1.51</b>
<b>B</b>	<b>1.56</b>	<b>2.10</b>	1.83	611.81	74.7	<b>1.88</b>	<b>2.47</b>	<b>2.20</b>
<b>C</b>	<b>2.27</b>	<b>2.87</b>	2.57	681.28	76.6	<b>2.83</b>	<b>3.07</b>	<b>2.96</b>
<b>D</b>	<b>2.98</b>	<b>3.06</b>	3.02	611.34	74.7	<b>3.04</b>	<b>3.21</b>	<b>3.12</b>
<b>E</b>	<b>3.15</b>	<b>3.23</b>	3.19	575.59	73.7	<b>3.17</b>	<b>3.33</b>	<b>3.26</b>
<b>F</b>	<b>3.26</b>	<b>3.35</b>	3.30	607.12	74.6	<b>3.29</b>	<b>3.46</b>	<b>3.37</b>
<b>G</b>	<b>3.40</b>	<b>3.49</b>	3.45	688.48	76.8	<b>3.44</b>	<b>3.60</b>	<b>3.51</b>
<b>H</b>	<b>3.54</b>	<b>3.64</b>	3.59	771.00	78.7	<b>3.58</b>	<b>3.78</b>	<b>3.66</b>
<b>I</b>	<b>3.72</b>	<b>4.00</b>	3.86	819.42	79.8	<b>3.89</b>	<b>4.27</b>	<b>4.02</b>
<b>J</b>	<b>4.10</b>	<b>4.44</b>	4.27	769.72	78.7	<b>4.35</b>	<b>4.60</b>	<b>4.52</b>
<b>K</b>	<b>4.53</b>	<b>4.64</b>	4.59	686.85	76.7	<b>4.57</b>	<b>4.82</b>	<b>4.70</b>
<b>L</b>	<b>4.75</b>	<b>5.30</b>	5.03	603.13	74.5	<b>5.20</b>	<b>5.45</b>	<b>5.35</b>
<b>M</b>	<b>5.38</b>	<b>5.47</b>	5.43	574.26	73.6	<b>5.43</b>	<b>5.60</b>	<b>5.51</b>
<b>N</b>	<b>5.54</b>	<b>5.64</b>	5.59	686.93	76.7	<b>5.58</b>	<b>5.76</b>	<b>5.68</b>
<b>O</b>	<b>5.71</b>	<b>5.79</b>	5.75	607.19	74.6	<b>5.73</b>	<b>5.88</b>	<b>5.83</b>
<b>P</b>	<b>5.84</b>	<b>5.96</b>	5.90	514.87	71.7	<b>5.86</b>	<b>6.11</b>	<b>5.97</b>
<b>Q</b>	<b>6.06</b>	<b>7.27</b>	6.66	451.17	69.4			

**trombone-23.aiff**

	Plats		Centre	Fond.	Midi	Perturbés		Centre
<b>A</b>	<b>0.00</b>	<b>1.40</b>	0.70	149.99	50.4	<b>1.22</b>	<b>1.66</b>	<b>1.55</b>
<b>B</b>	<b>1.63</b>	<b>2.20</b>	1.91	200.18	55.4	<b>2.13</b>	<b>2.45</b>	<b>2.31</b>
<b>C</b>	<b>2.45</b>	<b>3.10</b>	2.78	226.12	57.5	<b>3.04</b>	<b>3.28</b>	<b>3.21</b>
<b>D</b>	<b>3.26</b>	<b>3.33</b>	3.30	198.34	55.2	<b>3.28</b>	<b>3.47</b>	<b>3.38</b>
<b>E</b>	<b>3.44</b>	<b>3.52</b>	3.48	191.91	54.6	<b>3.44</b>	<b>3.63</b>	<b>3.56</b>
<b>F</b>	<b>3.58</b>	<b>3.68</b>	3.63	207.10	56	<b>3.63</b>	<b>3.79</b>	<b>3.74</b>
<b>G</b>	<b>3.76</b>	<b>3.86</b>	3.81	223.31	57.3	<b>3.80</b>	<b>3.98</b>	<b>3.90</b>
<b>H</b>	<b>3.93</b>	<b>4.06</b>	3.99	254.65	59.5	<b>4.00</b>	<b>4.24</b>	<b>4.12</b>
<b>I</b>	<b>4.14</b>	<b>4.46</b>	4.30	269.78	60.5	<b>4.37</b>	<b>4.66</b>	<b>4.50</b>
<b>J</b>	<b>4.55</b>	<b>4.97</b>	4.76	251.45	59.3	<b>4.89</b>	<b>5.10</b>	<b>5.02</b>
<b>K</b>	<b>5.06</b>	<b>5.19</b>	5.12	226.38	57.5	<b>5.11</b>	<b>5.36</b>	<b>5.22</b>
<b>L</b>	<b>5.31</b>	<b>5.87</b>	5.59	201.33	55.5	<b>5.80</b>	<b>6.00</b>	<b>5.92</b>
<b>M</b>	<b>5.96</b>	<b>6.03</b>	5.99	190.03	54.5	<b>6.00</b>	<b>6.19</b>	<b>6.12</b>
<b>N</b>	<b>6.14</b>	<b>6.22</b>	6.18	224.38	57.3	<b>6.14</b>	<b>6.31</b>	<b>6.26</b>
<b>O</b>	<b>6.31</b>	<b>6.39</b>	6.35	199.75	55.3	<b>6.32</b>	<b>6.52</b>	<b>6.46</b>
<b>P</b>	<b>6.46</b>	<b>6.58</b>	6.52	170.27	52.6	<b>6.51</b>	<b>6.83</b>	<b>6.66</b>
<b>Q</b>	<b>6.73</b>	<b>7.73</b>	7.23	150.60	50.4			

**flute-24.aiff**

	Plats		Centre	Fond.	Midi	Perturbés		Centre
<b>A</b>	<b>0.00</b>	<b>1.27</b>	0.63	683.45	76.6	<b>1.12</b>	<b>1.45</b>	<b>1.30</b>
<b>B</b>	<b>1.41</b>	<b>1.90</b>	1.65	938.19	82.1	<b>1.86</b>	<b>2.17</b>	<b>2.01</b>
<b>C</b>	<b>2.16</b>	<b>2.68</b>	2.42	1034.74	83.8	<b>2.64</b>	<b>2.85</b>	<b>2.75</b>
<b>D</b>	<b>2.82</b>	<b>2.89</b>	2.86	905.41	81.5	<b>2.85</b>	<b>3.04</b>	<b>2.96</b>
<b>E</b>	<b>2.99</b>	<b>3.06</b>	3.03	866.11	80.7	<b>3.04</b>	<b>3.16</b>	<b>3.10</b>
<b>F</b>	<b>3.14</b>	<b>3.21</b>	3.18	902.93	81.4	<b>3.17</b>	<b>3.29</b>	<b>3.24</b>
<b>G</b>	<b>3.27</b>	<b>3.34</b>	3.30	1032.40	83.8	<b>3.31</b>	<b>3.45</b>	<b>3.36</b>
<b>H</b>	<b>3.41</b>	<b>3.48</b>	3.45	1142.81	85.5	<b>3.45</b>	<b>3.61</b>	<b>3.53</b>
<b>I</b>	<b>3.60</b>	<b>3.88</b>	3.74	1228.70	86.8	<b>3.79</b>	<b>4.10</b>	<b>3.91</b>
<b>J</b>	<b>4.00</b>	<b>4.34</b>	4.17	1150.73	85.6	<b>4.28</b>	<b>4.51</b>	<b>4.39</b>
<b>K</b>	<b>4.44</b>	<b>4.55</b>	4.49	1030.88	83.7	<b>4.49</b>	<b>4.70</b>	<b>4.59</b>
<b>L</b>	<b>4.66</b>	<b>5.21</b>	4.93	900.43	81.4	<b>5.12</b>	<b>5.31</b>	<b>5.23</b>
<b>M</b>	<b>5.27</b>	<b>5.36</b>	5.32	858.62	80.6	<b>5.32</b>	<b>5.49</b>	<b>5.40</b>
<b>N</b>	<b>5.45</b>	<b>5.53</b>	5.49	1024.52	83.6	<b>5.50</b>	<b>5.65</b>	<b>5.57</b>
<b>O</b>	<b>5.62</b>	<b>5.68</b>	5.65	909.80	81.6	<b>5.63</b>	<b>5.78</b>	<b>5.69</b>
<b>P</b>	<b>5.74</b>	<b>5.85</b>	5.80	764.27	78.6	<b>5.78</b>	<b>5.98</b>	<b>5.89</b>
<b>Q</b>	<b>5.95</b>	<b>7.25</b>	6.60	682.00	76.6			

# Index

## A

A-all-instts.seq 36  
alto19.seq 33  
AudioSculpt 21

## B

Bandwidth 16  
Bouriez G. 2  
bpf 13

## C

Carrive J. 2  
Cello.aiff 41  
Centre 31  
clar23 24  
Container 20, 21  
Create Dictionary From Script 20  
ctr 22

## D

De Boer M. 2  
Depalle Ph. 2, 7

## F

F0 12, 13  
FFT 9, 12  
File 25  
Fond. 31  
Fondamentale  
  voir fréquence fondamentale 12  
fred16.aiff 41  
Fréquence fondamentale 12

## G

Galas Th. 2  
Garcia G. 2, 7

## H

hamming 9  
hanning 9  
Hosxe X. 2

## I

ImpExport 7  
inst.dico 25, 26

## J

Java-spe.seq 34

## L

Lefèvre A. 2, 7

## M

Midi 31

## N

navire\_cantom 22, 27  
navire\_cantom.aif 27  
navirtruam.seq 28  
New Analysis 7  
New Dictionary 25  
New Fundamental 38  
NextC 31  
Noise threshold 12  
Nouno G. 2

## P

Pas d'avancement 11  
PatchWork 46  
Perturbés 31  
Pic 16  
Plats 31  
Poirot G. 2  
Pottier L. 2

## R

Rodet X. 2, 7  
Rogers Ch. 2

## S

scaler 30  
Script 20  
Seuil de bruit 12  
Sound 7

## T

Taille de la fenêtre 9, 10  
tr\_uuuuuuam 22, 27, 29  
tr\_uuuuuuam.aiff 27  
Transfert de fondamentales 37  
Transfert de paramètres 37  
tut animal 46

tut f0 46  
tut instts 44  
tut R-instts 46  
tut voix-1 44  
tut-instts 23, 31  
tut-R-instts 12, 41

## V

violon-vibs.seq 39