



HAL
open science

Diphone

Xavier Rodet, Adrien Lefèvre

► **To cite this version:**

Xavier Rodet, Adrien Lefèvre. Diphone. Journées d'Informatique Musicale, 1997, Lyon, France.
hal-03106708

HAL Id: hal-03106708

<https://hal.science/hal-03106708>

Submitted on 12 Jan 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Diphone

Xavier Rodet et Adrien Lefèvre
Ircam - 1, place Igor Stravinsky 75004 Paris
rod@ircam.fr lefevre@ircam.fr <http://ircam.fr/>

***Résumé:** Diphone est un logiciel de contrôle de la synthèse. Il permet la création de phrases musicales par concaténation et articulation de segments de sons. Nous présentons la dernière version en date de Diphone, actuellement implémentée sur PowerMacintosh.*

1. Concepts élémentaires de Diphone

1.1. Paramètres

Dans une méthode d'analyse-synthèse (par exemple l'analyse-synthèse additive, présentée dans cette version), on appelle paramètres les valeurs issues de l'analyse et/ou fournies au synthétiseur. Diphone ne manipule pas les sons directement, mais les paramètres qui représentent les sons, ce qui est commun à toute méthode d'analyse-synthèse.

Dans l'analyse-synthèse additive, les principaux paramètres sont les fréquences, amplitudes et phases des partiels. Ces données, variables dans le temps, sont recueillies dans un fichier appelé «fichier de partiels». A cette méthode s'ajoute pour le programme Diphone la notion de fréquence fondamentale (appelée F0). Ce paramètre représente la fréquence fondamentale du son analysé, variable dans le temps.

1.2. Basic-segment et Bpf

Diphone concatène des segments de sons représentés sous forme de paramètres. Ces paramètres sont en général obtenus par une analyse d'un son existant.

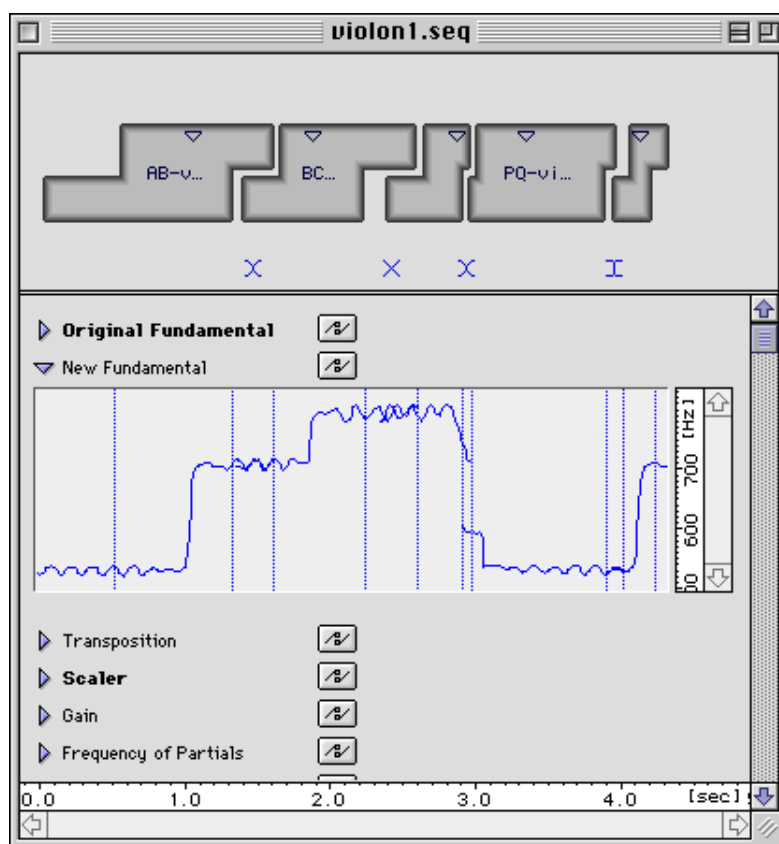


Figure 1 - Basic-segments et Bpfs.

- Un basic-segment est l'ensemble des paramètres, fonctions du temps, qui décrivent un son (généralement de durée courte). Les paramètres sont exprimés comme une fonction du temps. Un segment a un début et une fin.

- Une bpf (break point function, ou fonction affine par morceaux) est une approche de courbe réalisée par une série de points reliés entre eux par des segments de droites. Une bpf peut être simple (une seule courbe); c'est le cas pour des paramètres tels que fréquence fondamentale, transposition ou gain. D'autres peuvent être multiples (multi-bpf: plusieurs courbes); c'est le cas des paramètres tels que fréquence des partiels, amplitude des partiels ou phase des partiels.

Les paramètres sont représentés sous forme de bpf. Seule la bpf de la fréquence fondamentale est présentée dans la figure 1 ci-dessus.

1.3.Séquence

Des segments peuvent être assemblés en une séquence pour construire une phrase musicale. Les segments présents dans une séquence peuvent être eux-mêmes constitués de sous-segments, c'est-à-dire contenir une séquence.

- Un segment est soit un basic-segment, soit un composite-segment, c'est-à-dire un segment qui contient une séquence.
- Une séquence est une concaténation de segments.

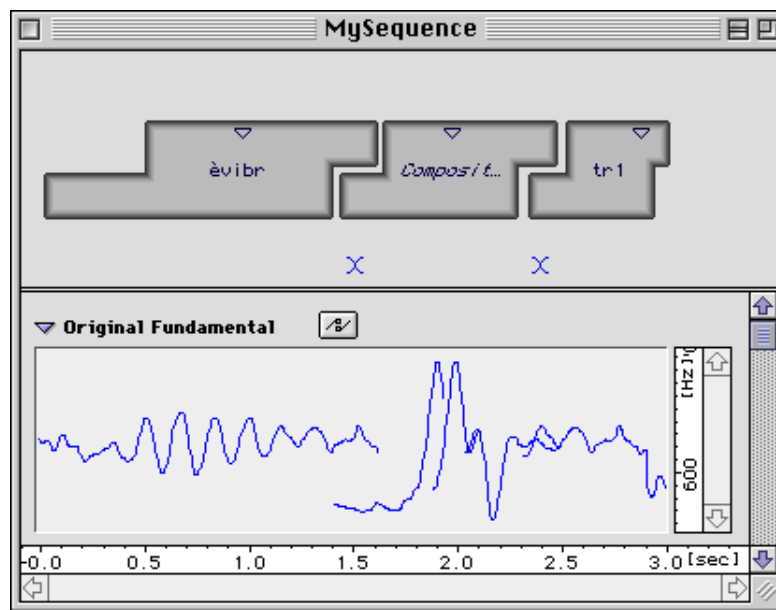


Figure 2 - Basic-segment et composite-segment dans une séquence.

Dans la figure 2 ci-dessus, il y a un composite-segment (celui dont le nom est écrit en italique); en double-cliquant dessus, on accède à ses sous-segments, comme représentés sur la figure 3. On retrouve la même structure représentée hiérarchiquement dans un dictionnaire en figure 4.

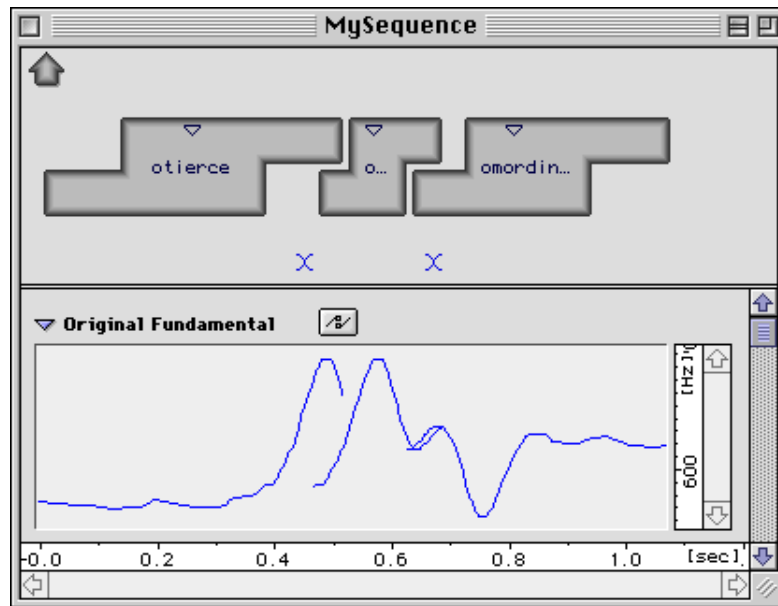


Figure 3 - Basic-segments dans un composite-segment.

1.4. Dictionnaire et Instrument

- Un Instrument est un groupe de segments.
- Un Dictionnaire est un fichier qui contient des instruments.

C'est à partir d'un dictionnaire dans lequel sont rangés des segments, que l'on construit des séquences par simple drag&drop (de la fenêtre dictionnaire à la fenêtre séquence).

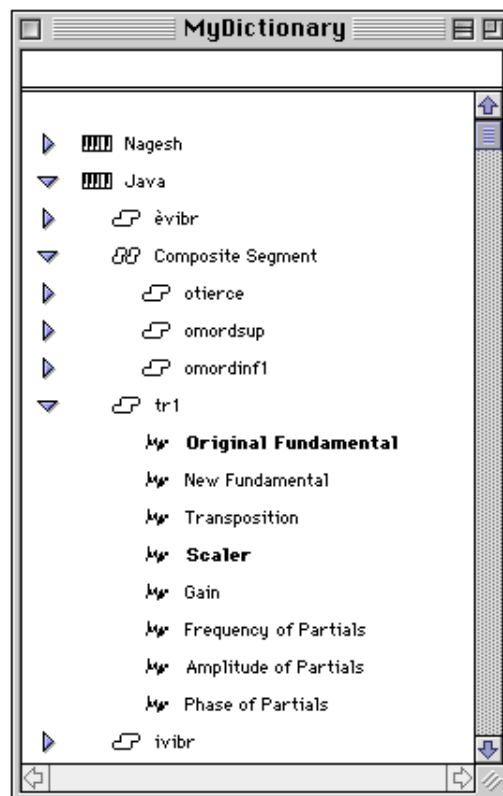


Figure 4 - Fenêtre d'un dictionnaire.

1.5. Traitement musical

La spécificité musicale du programme Diphone consiste en sa capacité de traiter conjointement des segments de sons dans leurs caractéristiques discontinues, discrètes (le centre de chaque segment) et continues (grâce aux interpolations entre segments), et ce, avec une très grande précision dans leur montage. En plus du principe généralisé de l'interpolation des paramètres et du positionnement précis du centre de chaque segment, il est possible d'agir distinctement sur les paramètres des segments en remplaçant les bpf d'un segment par les bpf d'un autre. Cette possibilité permet par exemple d'appliquer une fondamentale commune à l'ensemble des segments d'une séquence, lorsque les segments originaux présentent des fréquences fondamentales différentes.

Il est possible d'éditer les bpf et de modifier ainsi les paramètres dans leurs évolutions les plus fines.

Le principe même de Diphone permet la cohabitation de la souplesse des articulations possibles et de la rigueur formelle liée à la grille temporelle sur laquelle s'inscrivent les centres des segments.

2. Le calcul dans Diphone

2.1. Structure d'un segment

Voici, sous la forme d'un schéma, la structure d'un segment. On distingue une zone initiale et une zone finale sur lesquelles s'opère l'interpolation, et un instant de référence, celui appelé «centre».

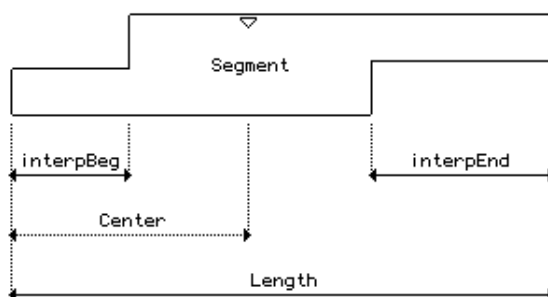


Figure 5 - Les zones du segment.

Chaque segment possède trois zones: une zone d'interpolation en début (désignée par interpBeg), une zone centrale de non-interpolation, et une zone d'interpolation en fin (désignée par interpEnd).

2.2. Interpolation

Lorsque des segments sont assemblés en séquence pour construire une phrase musicale, les paramètres ainsi reconstruits peuvent présenter des discontinuités à la frontière de deux basic-segments. Un lissage de la discontinuité est donc effectué autour de chaque frontière inter-segments. Ce processus de lissage, ou articulation, effectue généralement une interpolation entre les valeurs du segment précédent et celles du segment suivant.

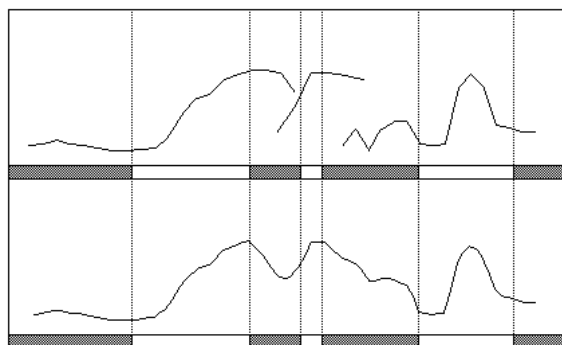


Figure 6 : Échantillonnage et interpolation des courbes.

Sur la figure 6 ci-dessus, la partie du haut représente une suite de bpts d'un paramètre donné (par exemple la fondamentale) avant l'interpolation; la partie du bas la même suite après l'interpolation. Les interpolations ne se font que sur les parties de bpts dans les zones de temps grisées sur le schéma, correspondant aux zones inter-segments dans la séquence. Diphone dispose de plusieurs types d'interpolation: linéaire, logarithmique, lissée, etc.

2.3. La notion de centre d'un basic-segment

Ce qu'on appelle centre d'un segment est l'instant (entre son début et sa fin) où l'on admet qu'il y a un maximum de changement dans les paramètres; par exemple la présence d'une consonne entre deux voyelles dans un segment de voix parlée.

Le centre est utilisé pour le placement du segment à un temps donné. Si par exemple un segment contient une attaque ou une transition brusque, c'est l'instant précis (perceptuellement) de cette attaque ou transition que doit pointer le centre afin que, par exemple pour obtenir un certain rythme, il suffise de placer les centres sur les temps correspondants au rythme voulu.

Les durées des zones d'interpolation peuvent être modifiées; le centre du segment correspond néanmoins à la limite de l'extension de ces zones d'interpolation.

3. Création d'un dictionnaire de segments.

La commande Create Dictionary from Script (menu File) permet de construire un ou plusieurs instruments, réunis dans un dictionnaire. L'opération de création part d'un fichier texte appelé le script de découpage; les basic-segments sont créés à partir de la définition des segments contenus dans ce fichier script. Le dictionnaire créé de cette manière est particulier, puisqu'il renferme l'ensemble des fréquences, amplitudes et phases des partiels qui constituent la partie lourde de l'ensemble des paramètres.

Dans le modèle additif, la création d'un dictionnaire passe avant tout par l'étape d'analyse additive du son. Cette fonctionnalité est disponible dans Diphone.

Dans la figure 7 est représenté sous forme d'un schéma la chaîne de fabrication d'un dictionnaire de segments de modèle additif. A partir d'un fichier son aiff, on effectue une analyse additive. Lorsqu'une analyse est convenable, l'utilisateur peut demander à Diphone de découper des segments dans le fichier de partiels à partir d'un script de découpage. Ce script peut être calculé à partir de PatchWork auquel on a fourni un fichier de marqueurs issus d'AudioSculpt.

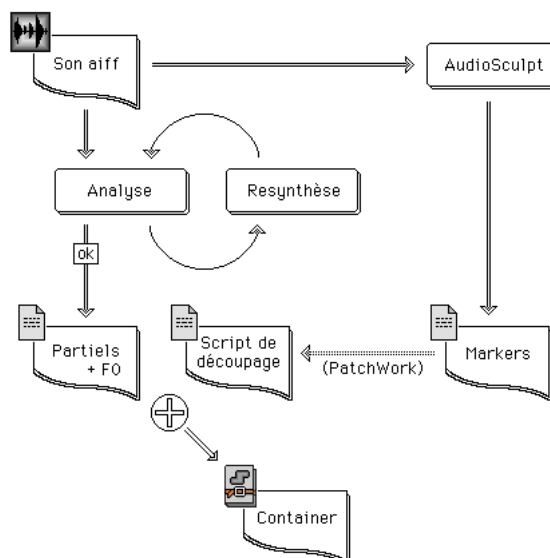


Figure 7 - Création d'un dictionnaire additif

4. Conclusion

Diphone est avant tout une abstraction d'un principe générale de concaténation de paramètres, quelqu'en soit la nature. Diphone ne connaît pas *à priori* le modèle d'analyse-synthèse dans lequel on travaille; c'est à dire qu'en général il ne traite pas les relations entre les différents paramètres qu'il calcule. Seuls des modules particuliers appelés Importer et Exporter créent le lien entre Diphone et les modèles d'analyse-synthèse. A chaque modèle d'analyse-synthèse, on associe un couple de modules Import/Export. Concrètement ces modules doivent être implémentés sous forme de Plug-in; par exemple des bibliothèques partagées, liées dynamiquement au logiciel Diphone.

Références

La majeure partie de ce document fait partie de la documentation du logiciel Diphone 1.2, écrite par Marc Battier et Brice Pauset.

- [Rodet et al. 84] X. Rodet, P. Cointe, *Formes: Composition and Scheduling of Processes*, C. M. J., MIT Press, Vol. 8, No 3, Fall 84.
- [Potard 86] Y. Potard, P.F. Baisnee, J.B.B. Barrière. *Experimenting with Models of Resonance*. Proc. of ICMC, The Hague, Netherlands, Sept. 1986.
- [Rodet et al. 88] X. Rodet, P. Depalle, G. Poirot, *Diphone Sound Synthesis*, Int. Computer Music Conference, Koeln, RFA, Sept. 88.
- [Rodet 92] X. Rodet, P. Depalle, *A new additive synthesis method using inverse Fourier transform*, Int. Comp. Music Conf., San-Jose, Oct. 92.
- [Depalle et al. 93] P. Depalle, X. Rodet, Th. Galas & G. Eckel, *Generalized Diphone Control and Synthesis*, Int. Comp. Music Conf., Tokyo, Sep. 93.
- [Depalle et al. 94] P. Depalle, G. García & X. Rodet, *A virtual Castrato (!?)*, Proc. Int. Computer Music Conference, Aarhus, Denmark, Oct. 1994.
- [Rodet et al. 96] X. Rodet, A. Lefèvre, *Macintosh Graphical Interface and Improvements to Generalized Diphone Control and Synthesis*, Proc. Int. Comp. Music Conference, Hong-Kong, Sept. 96.
- [Battier 96] M. Battier & B. Pauset, *Diphone: Manual d'utilisation*, IRCAM, Nov. 1996.
- [Battier 97] M. Battier, L. Pottier & A. Lefèvre, *Diphone: Tutoriel*, IRCAM, 1997