



L'Interpolateur, une interface de contrôle multi-paramétrique

Daniel Teruggi

Groupe de Recherches Musicales, Institut National de l'Audiovisuel

116 Av du Prés. Kennedy 75220 Paris Cedex 16

dteruggi@ina.fr

Martin Spain

Faculty of Engineering and Information Sciences

Université de Hertfordshire

College Lane, Hatfield, AL10 91B

m.spain@herts.ac.uk

Résumé : Les interfaces de contrôle ont souvent imité des modèles inspirés des appareils analogiques du passé. Il est difficile dans ce contexte de contrôler plusieurs paramètres simultanément avec l'accès bi-dimensionnel de la souris. L'interpolateur propose une surface de contrôle dans laquelle des ensembles de données sont représentés par des cercles, permettant des interpolations complexes, basées sur le positionnement géographique des objets avec des champs d'action variables et une automatisation des déplacements.

Mots clés : Interpolation, interfaces, contrôle, multi-paramétrique, traitement du son, systèmes de contrôle graphique, GRM Tools.

Interfaces de contrôle

Dans le domaine de la manipulation virtuelle de sons, les interfaces jouent un rôle essentiel par leur implication dans le comportement des utilisateurs. Tout logiciel destiné à une utilisation technique ou de consultation, doit répondre à des contraintes bien précises, mais doit surtout proposer une interface d'utilisation adaptée à la fonction et simplifiant les tâches les plus usuelles.

Il est habituel dans ce domaine de s'inspirer d'analogies gestuelles issues d'expériences quotidiennes ou dictées par des pratiques manuelles. La virtualité des interfaces a été développée à partir de reconstructions ou simulations des modes de contrôle habituellement utilisés pour contrôler des systèmes physiques. Ainsi, dans le domaine du traitement du son, les interfaces graphiques ont simulé les boutons et potentiomètres linéaires des synthétiseurs et boîtes de traitement du passé, cela leur apportait une immédiateté opérationnelle et une clarté de compréhension.

Cette approche de la représentation a imprégné le développement des interfaces de contrôle, surtout ces dernières années, étant donné la facilité de programmation d'interfaces graphiques et l'argument indispensable qu'elles constituent pour tout produit destiné à une commercialisation. La reconstruction virtuelle d'interfaces physiques présente un problème majeur et c'est celui de l'accès de contrôle. Dans un système physique, plusieurs boutons ou réglettes peuvent être contrôlés par les différents doigts des deux mains ; dans une interface informatique l'accès privilégié reste la souris, ce qui limite le nombre de paramètres contrôlables au même temps.



Les systèmes inspirés de la réalité se révèlent alors efficaces si le nombre de paramètres à contrôler reste peu nombreux ; dès qu'une vingtaine de paramètres sont présents dans un système, leur contrôle par un seul paramètre physique devient complexe et décourageant.

Par ailleurs l'approche multi-paramétrique pour contrôler un système complexe n'est pas toujours la meilleure pour contrôler un système. Les algorithmes de traitement et de contrôle présentent toujours un nombre, plus ou moins important, de variables à contrôler (variables qui vont devenir des paramètres dans le contexte de l'interface). Le résultat de l'algorithme peut ne pas être de type paramétrique ; si l'algorithme propose la gestion d'un nuage d'événements sonores, contrôler chaque événement individuellement peut s'avérer impossible à partir de paramètres simples. Il faut alors des paramètres complexes ou bien des macro-paramètres permettant un contrôle global du système.

Les deux problématiques principales liées au développement des interfaces sont : comment créer des interfaces inspirées des particularités de l'accès de contrôle que représente la souris, et comment créer des systèmes de contrôle global en présence d'une multitude de variables à contrôler.

Le modèle GRM Tools

Le développement des algorithmes a rendu les paramètres de contrôle de plus en plus nombreux et il a fallu trouver des solutions pour les contrôler à partir de l'accès bidimensionnel de la souris. Parmi les solutions trouvées, outre celle d'éliminer les paramètres pouvant être considérés comme superflus, était celle de grouper de nombreux paramètres identiques en un ou deux paramètres généraux qui permettront soit de les contrôler tous en parallèle, soit d'introduire des facteurs de séparation entre les paramètres de manière à introduire une différenciation progressive.

Cette approche globale du contrôle paramétrique, tout en simplifiant le contrôle, introduit un mode opératoire général. Au lieu de déterminer chaque paramètre individuellement, une fonction conditionne le fonctionnement du système, fonctionnement dont le détail reste invisible à l'utilisateur, et le résultat est une action multi-paramétrique sur le son qui altère globalement sa constitution. Pour un ensemble d'oscillateurs, par exemple, on déterminera l'écart entre chaque fréquence et ainsi on contrôlera toutes les fréquences. En mode opératoire, pour mieux saisir le fonctionnement du système, une représentation graphique de l'action permet de comprendre l'implication de la variation du paramètre.

Les GRM Tools¹ ont été construits autour de cette approche qui cherche à réduire le nombre de paramètres tout en les rendant très puissants en termes de conséquences opérationnelles et expliqués à travers des fenêtres dynamiques qui rendent compte des changements principaux. Le nombre de paramètres par algorithme reste relativement réduit (moins de 20) et la combinatoire riche et extrêmement variée.

Un deuxième aspect concernant les algorithmes réside dans la possibilité de capturer l'état de l'ensemble de paramètres à un instant donné, pouvant être mémorisés dans un « setting » ou mémoire d'état. Plusieurs settings peuvent être créés sur chaque algorithme et rappelés de manière instantanée. Ainsi, une configuration du système est réalisée pour l'adapter aux contraintes de l'utilisateur. Un passage progressif d'un setting à un autre peut être réalisé, à

¹ GRM Tools©, logiciel de traitement développé par l'Ina-GRM destiné aux environnements TDM et RTAS de Digidesign, et à l'environnement VST de Steinberg.



vitesse de changement constante ou contrôlée manuellement ; permettant ainsi de trouver des états intermédiaires entre deux états prédéterminés.

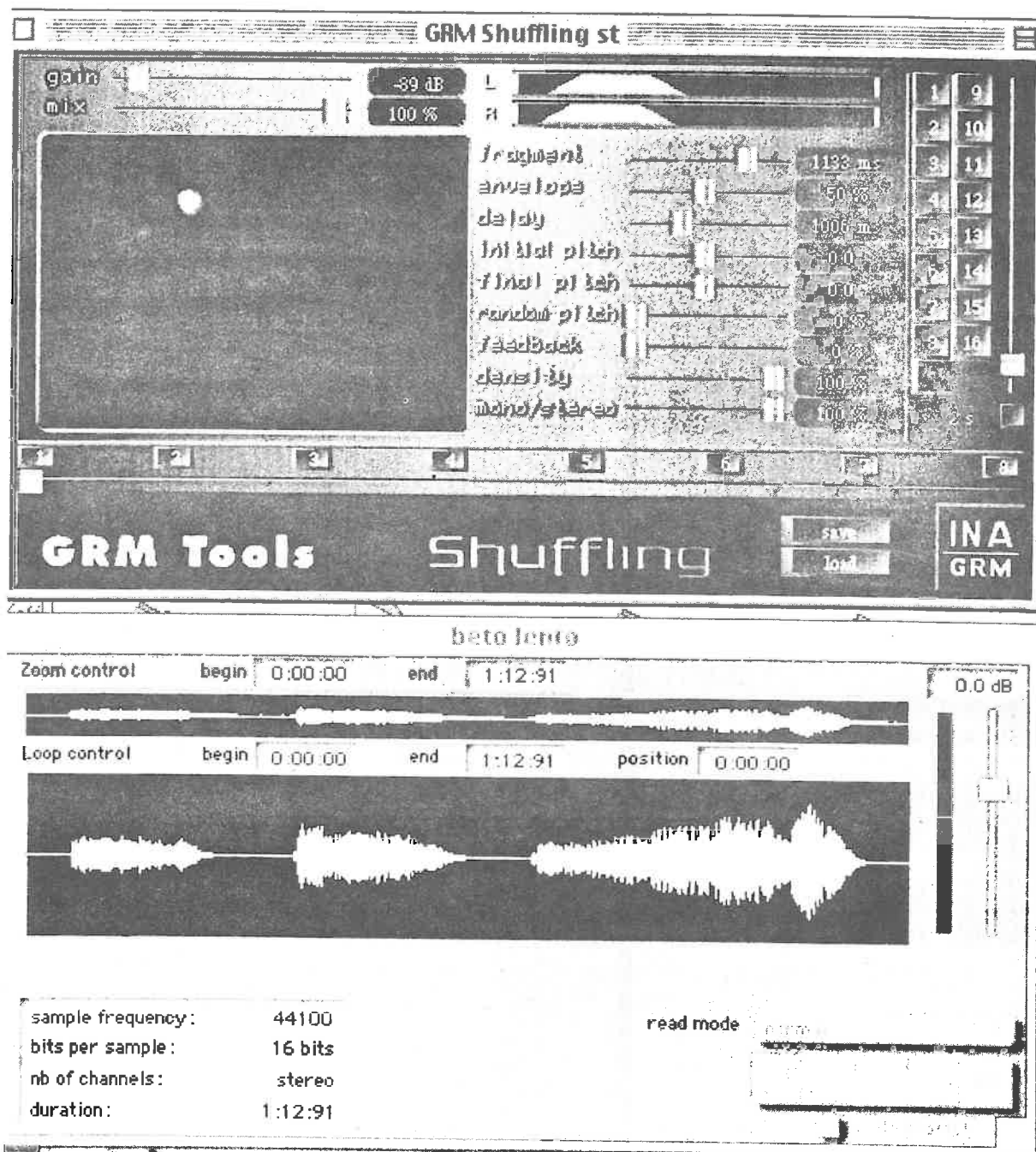


Fig. 1 Environnement de travail GRM Tools, en haut est présenté le plug-in de brassage *Shuffling* avec l'interface bidimensionnelle de contrôle permettant le contrôle simultané de la durée des fragments et de leur position temporelle (paramètres fragment et delay), les 16 cases à droite représentent les mémoires d'état ou « settings ». Plus bas se trouve le player permettant la lecture et enregistrement des sons.

L'Interpolateur

Un autre niveau de travail consiste à faire fonctionner plusieurs algorithmes simultanément sur un même son. Dans ces conditions, le nombre de paramètres devient rapidement très



important et, chaque algorithme devant être modifié à tour de rôle, le contrôle général devient impossible.

Un projet de recherche a été mis en place avec l'Université d'Hertfordshire² à Hatfield en Angleterre, pour développer un outil d'interpolation général pour l'ensemble des algorithmes de GRM Tools. Cet outil permet de mémoriser l'état des paramètres de l'ensemble des algorithmes présents sur GRM Tools et de les placer dans un espace bi-dimensionnel dans lequel des relations de type topographique vont se développer entre ses mémoires, cet espace est appelé espace de contrôle. Un champ d'action est établi autour de chaque mémoire et des interpolations très fines peuvent être réalisées entre plusieurs ensembles de valeurs. Deux types de champ d'action peuvent être établis, les champs circulaires, qui réalisent une interpolation dans toutes les directions à partir du point central, et les champs limités, appelés « projecteurs » qui orientent l'action dans une direction avec un degré d'ouverture et un rayon d'action. Des constructions topographiques très complexes peuvent être construites, les différentes couleurs indiquent des ensembles de paramètres différents associés à cette couleur.

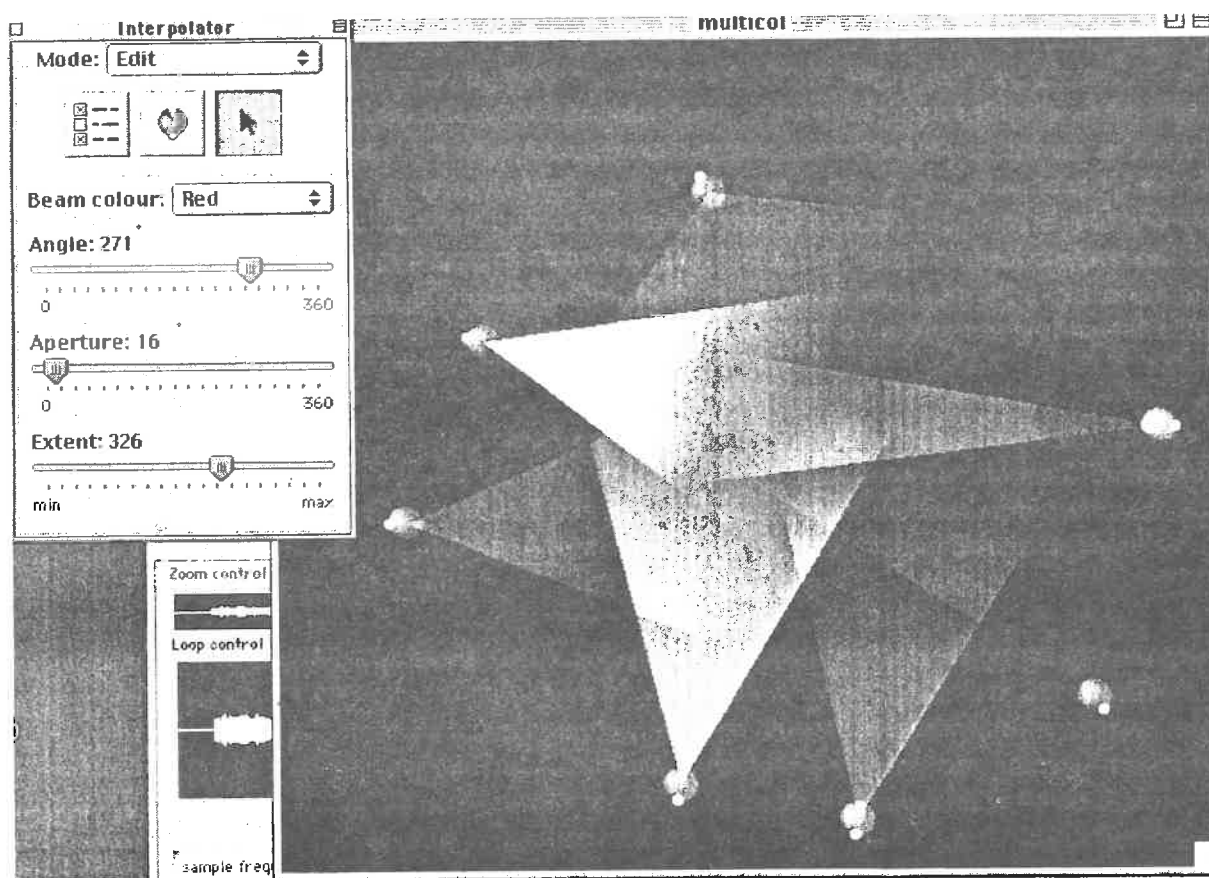


Fig. 2 Interface de contrôle de l'Interpolateur, en haut à gauche se trouve la fenêtre de configuration des paramètres. L'espace central noir où sont placés les projecteurs de différentes couleurs est l'espace de contrôle à l'intérieur duquel se réalisent les interpolations.

Sur l'interface, des ensembles de valeurs des paramètres en provenance d'algorithmes différents de GRM Tools (jusqu'à 4 plug-ins) représentent un état particulier de configuration. Cet état, représenté par un objet graphique constitué d'une sphère grise à partir de laquelle part un rayon de couleur, est placé dans l'espace bi ou tridimensionnel de l'interpolateur (Fig.

² L'université d'Hertfordshire est le seul centre en Grande-Bretagne réunissant les disciplines de : Informatique, Musique, Mathématique et Ingénierie électrique, orientées vers la recherche en Science et Technologie.

2). Des parcours contrôlés manuellement par la souris ou automatisés avec un séquenceur, sont alors possibles entre les différents états. Ces parcours vont provoquer des interpolations entre les différents états selon de modes de comportement différents. Si les états sont représentés par des champs circulaires (Fig. 3), alors l'interpolation est de type gravitationnel, et toutes les mémoires interagissent entre elles si leur rayon d'action se croise. Si les états sont représentés par des champs limités ou « projecteurs (Fig.2), alors l'interpolation se réalise à l'intérieur du rayon dégradé. En quittant le rayon du projecteur un changement abrupt aura lieu.

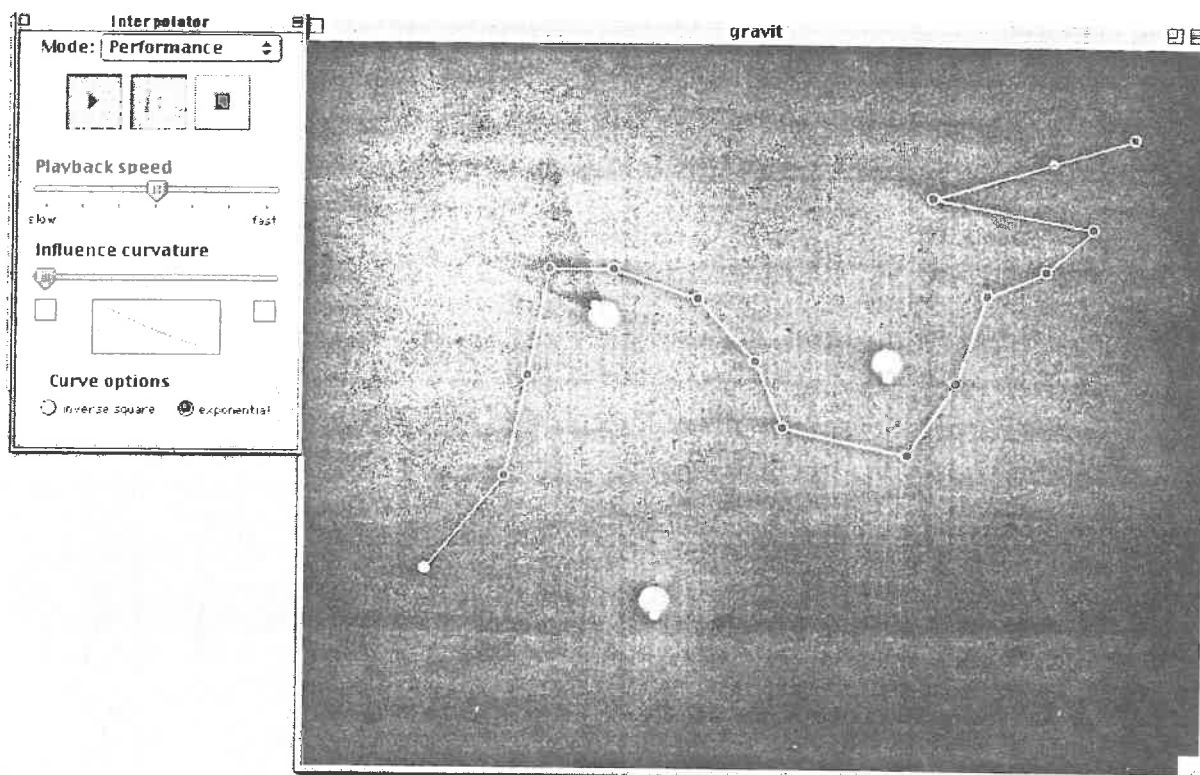


Fig. 3 Autre configuration de l'espace de contrôle avec des champs circulaires et un parcours séquencé qui peut être effectué à différentes vitesses.

L'espace de contrôle (carré noir), de taille variable, est un espace ouvert dans lequel sont incorporées les mémoires représentant les paramètres de différents plug-ins de GRM Tools. Une valeur par défaut lui est attribuée avant de placer les différents états ou mémoires (cette valeur par défaut peut être par exemple un état neutre où aucun traitement est réalisé sur le son). Les plug-ins de GRM Tools sont alors configurés selon les critères de l'utilisateur et un état ou mémoire est créée sur l'espace de contrôle ; cet état reprend les valeurs des paramètres des différents plug-ins. Une sélection peut être réalisée de telle sorte à ne capturer que certains paramètres ou bien en ne mémorisant que certains plug-ins. À ce moment-là des mémoires de couleur différentes sont créées (au choix de l'utilisateur) pour ainsi différencier des états qui contiendraient certains plug-ins et pas d'autres. Finalement la largeur du rayon est fixée ainsi que la longueur de son rayon d'action. Une fois les mémoires créées elles sont placées à différents endroits de l'espace de contrôle et l'on peut ; soit les rappeler, soit explorer l'espace existant entre elles. Si des rayons se croisent, une interpolation entre 2 ou plusieurs états se réalisera ; si une mémoire est isolée, l'interpolation se fera entre ses valeurs et les valeurs du fond données au départ.

Pendant l'interpolation, à tout moment, un nouvel état peut être créé. Ce nouvel état va modifier l'équilibre général du système. Un changement de position géographique d'un état apportera aussi un changement dans l'équilibre du système. Le système peut s'utiliser pour réaliser des interpolations entre deux états (passage progressif d'un ensemble de valeurs à un



autre) ou bien comme un espace d'exploration dès que plus de deux états interfèrent entre eux. Dans ce cas, il est possible d'obtenir des résultats tout à fait inattendus, nés de l'interaction entre les différentes valeurs.

D'un point de vue musical, un ensemble mémorisé dans l'interpolateur représente une décision à caractère musical. Une décision est une configuration intelligente d'un système selon des critères d'organisation propres à l'utilisateur ; celui-ci fixe des états des plug-ins et personnalise ainsi le système en fonction de ses objectifs ou désirs musicaux. Plusieurs personnalisations ou décisions sont introduites dans l'interpolateur et un mode de circulation est établi entre les décisions. Le résultat d'une telle action peut revêtir déjà un caractère musical abouti bien que très souvent le résultat soit une pré-organisation de type musical, c'est-à-dire un enchaînement d'événements établis selon les critères de l'auteur. La musique pouvant représenter un état encore supérieur de combinaison d'organisations sonores intentionnelles de ce type.

Concernant le passage d'un ensemble de données à un autre, les interpolations sont relativement faciles à percevoir dès qu'il s'agit de variations de hauteur ou d'intensité, mais elles deviennent difficiles à prévoir dès que les interpolations concernent d'autres types de paramètres dont le comportement est moins évident pour notre perception (des paramètres du type *random*, des paramètres d'écartement de fréquences ou des réinjections ont un comportement souvent difficile à suivre de manière linéaire, surtout s'ils sont combinés). La particularité du travail avec le son, dans lequel la perception d'une évolution ou d'une rupture dépend des phénomènes de perception, font que la linéarité d'une interpolation n'est pas forcément le meilleur modèle de description d'une variation. Très souvent une variation continue apportera un comportement de type "catastrophique" pour notre perception, de ce point de vue, l'interpolateur est un superbe outil pour faire émerger des comportements imprévus, toujours construits autour de la configuration du système réalisée par l'utilisateur en vue de l'obtention d'un résultat à caractère musical.

Une première version du logiciel a été développée par Martin Spain, étudiant en licence à l'Université de Hertfordshire, sous la direction de Richard Polfreman. Pour cela une version spéciale des GRM Tools a été développée par Emmanuel Favreau, pour pouvoir permettre le contrôle des paramètres à des ressources extérieures au logiciel. Cette première version a été finie en novembre 2000.

Dans cette première version, il est possible de capturer l'ensemble des paramètres et les organiser dans l'espace bi-dimensionnel de la surface de contrôle. Des interpolations peuvent ensuite se réaliser manuellement entre chaque mémoire et automatiquement à l'aide d'un séquenceur. Pour cette dernière opération, plusieurs points reliés par des traits sont placés dans l'espace et cette trajectoire est parcourue à des vitesses variables permettant de reproduire un parcours et de le modifier progressivement (voir Fig. 3).

Une phase de test est réalisée actuellement auprès des utilisateurs, ce qui permettra de vérifier son efficacité en termes de production et déterminer les améliorations à effectuer. Il faudra par la suite envisager une version intégrée à GRM Tools et étudier les possibilités d'utilisation de l'interface de contrôle sur d'autres applications y compris des applications non liées au contrôle de paramètres sonores.



Bibliographie :

E. Favreau, G. Racot, D. Teruggi, Evolution des outils, évolution des idées, dans Interfaces homme-machine et création musicale, Hermès science, Paris, 1999.

D. Teruggi : Le système Syter, Thèse de Doctorat, Université de Paris VIII, Saint-Denis, 1998.

D. Teruggi, L'interactivité dans les processus de création sonore, dans Interfaces homme-machine et création musicale, Hermès science, Paris, 1999.

