



**HAL**  
open science

## Spécification de la synthèse sonore appliquée à la pédagogie musicale

Myriam Desainte-Catherine, György Kurtag

► **To cite this version:**

Myriam Desainte-Catherine, György Kurtag. Spécification de la synthèse sonore appliquée à la pédagogie musicale. Journées d'Informatique Musicale, Jun 2003, Montbéliard, France. hal-02994196

**HAL Id: hal-02994196**

**<https://hal.science/hal-02994196>**

Submitted on 7 Nov 2020

**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.

# Spécification de la synthèse sonore appliquée à la pédagogie musicale

Myriam Desainte-Catherine      György Kurtag  
SCRIME, LaBRI, université Bordeaux 1  
351, cours de la Libération 33405, Talence Cedex, France  
myriam@labri.u-bordeaux.fr gkurtag@aol.fr

## Résumé

*Nous présentons un projet d'ordre pluridisciplinaire dont l'objectif est le développement d'outils pédagogiques de synthèse sonore pour l'éveil musical.*

## 1 Introduction

Nous présentons le projet *Dolabip* dont l'objectif est le développement d'outils pédagogiques pour l'éveil musical en école publique. Dans ce projet, nous avons choisi de ne pas donner à l'ordinateur un rôle didactique, mais plutôt de doter nos outils d'une souplesse suffisante pour pouvoir servir différents objectifs fixés par l'enseignant. Le support principal de l'enseignement musical étant l'instrument de musique, nous avons envisagé le développement d'un outil permettant de construire divers instruments de musique *virtuels*. Notre premier objectif consiste à favoriser le développement des stratégies d'écoute chez l'enfant. Pour cela, nous proposons de concevoir une palette d'outils pédagogiques d'exploration sonore équipés de dispositifs adaptés à la motricité des enfants. Ces outils comportent un synthétiseur de sons en temps réel et programmable piloté par des dispositifs matériels et un instrumentarium développé au moyen du synthétiseur, favorisant des stratégies d'écoute variées chez l'enfant et accompagné de programmes pédagogiques.

Ce projet est porté par une équipe pluridisciplinaire. En effet, les aspects du projet sont les suivants.

1. Des résultats récents de recherche en modélisation sonore par analyse/synthèse permettent d'alimenter sa palette sonore. En effet, grâce à ces modèles, des sons concrets préalablement analysés et modélisés peuvent être transformés.
2. Le développement logiciel est en perpétuelle évolution, en fonction des retours des musiciens intervenants et des pédagogues. Disposant d'une bibliothèque de synthèse et de transformations sonores basée sur les recherches décrites au point [1], il pose surtout des problèmes d'interface et d'expressivité.
3. Les programmes pédagogiques sont conçus par une équipe de pédagogues spécialistes des jeunes enfants, et des instruments adaptés sont développés au moyen de l'outil décrit au point [2].
4. Des interventions d'éveil musical sont menées en milieu scolaire en utilisant les instruments du point [3].
5. Des expérimentations psychoacoustiques et psychologiques permettent de répondre à certaines questions concernant l'ergonomie des dispositifs matériels et des instruments.

Dans cet article nous présentons tous les aspects du projet, en discutant plus particulièrement celui concernant implémentation logicielle et l'interface de la synthèse sonore.

## 2 Recherche et développement

Le premier modèle sonore que nous avons utilisé est le modèle SAS [DM99] (Structured Additive Synthesis). Il permet de modéliser des sons harmoniques monophoniques sans bruit. Après avoir été analysés avec le logiciel InSpect [MS99], un son est modélisé au moyen de quatre paramètres qui sont l'amplitude, la fréquence (de la fondamentale), la couleur et l'inharmonicité. Un son peut donc être enregistré, analysé et exploité de diverses façons en synthèse en faisant varier ses paramètres. En particulier, un tel son peut être détaché de son support temporel et être parcouru à une vitesse pilotée par le musicien, en avant en arrière, en s'arrêtant. Un tel jeu procure une écoute tout à fait nouvelle des sons, en favorisant la concentration sur l'analyse auditive. L'intérêt principal du modèle SAS est l'indépendance de ses paramètres, permettant d'expérimenter l'écoute séparément sur chacun d'eux. De plus, il est particulièrement bien adapté aux transformations de morphing et de synthèse croisée.

Nous commençons cette année à exploiter la synthèse de bruits par le modèle CNSS [HD02] (Coloured Noise by Sums of Sinusoids). Cette synthèse permet de maîtriser la densité spectrale des bruits et bien que non encore reliée actuellement à l'analyse, elle procure une large palette de textures sonores.

### 2.1 Première version du logiciel

La première version de Dolabip a été développée par la société Algory<sup>1</sup>. C'est un logiciel tournant sur PC sous Linux (licence GPL) et permettant de définir des instruments de musique virtuels. Un instrument de musique virtuel est un logiciel associant des gestes appliqués sur un périphérique à des variations de paramètres sonores. Les périphériques disponibles pour cette version sont un joystick, une table MIDI et un clavier.

L'interface de l'éditeur d'instrument est représentée sur la figure 1. La structure arborescente représente une expression calculant un son SAS à partir des paramètres sonores stockés en mémoire et des commandes provenant des périphériques. Les paramètres sonores produits à la racine de l'arbre (c'est-à-dire en haut) constituent un son. Les enseignants peuvent donc éditer dynamiquement cette structure afin de construire divers instruments.

### 2.2 Deuxième version du logiciel

La deuxième version de Dolabip est toujours sous licence GPL<sup>2</sup>. Elle tourne sur la plateforme libre *jmax*<sup>3</sup> sous Linux. Cette version a été développée par Anthony Beurivé au sein du SCRIME. Son interface est moins accessible pour les non spécialistes de *jmax* mais elle est plus facilement extensible et portable (MacIntosh et bientôt Windows). De plus, le modèle sonore n'est plus limité aux sons SAS.

Cette version se présente comme un ensemble d'objets *jmax* permettant la synthèse SAS et CNSS. Un sous-réseau SAS est produit au moyen d'objets permettant le transport des paramètres SAS (en particulier, éclatement d'un son SAS en ses quatre paramètres, reconstruction d'un son SAS à partir de quatre paramètres). La synthèse CNSS se présente quant à elle comme un unique objet *jmax* très général. Cet objet devrait se dériver et se simplifier avec l'expérience.

---

1. Accessible depuis la page du SCRIME : [www.scrime.u-bordeaux.fr](http://www.scrime.u-bordeaux.fr)  
2. Les objets *jmax* sont accessibles depuis la page du SCRIME  
3. développée par l'IRCAM ([www.ircam.fr](http://www.ircam.fr))

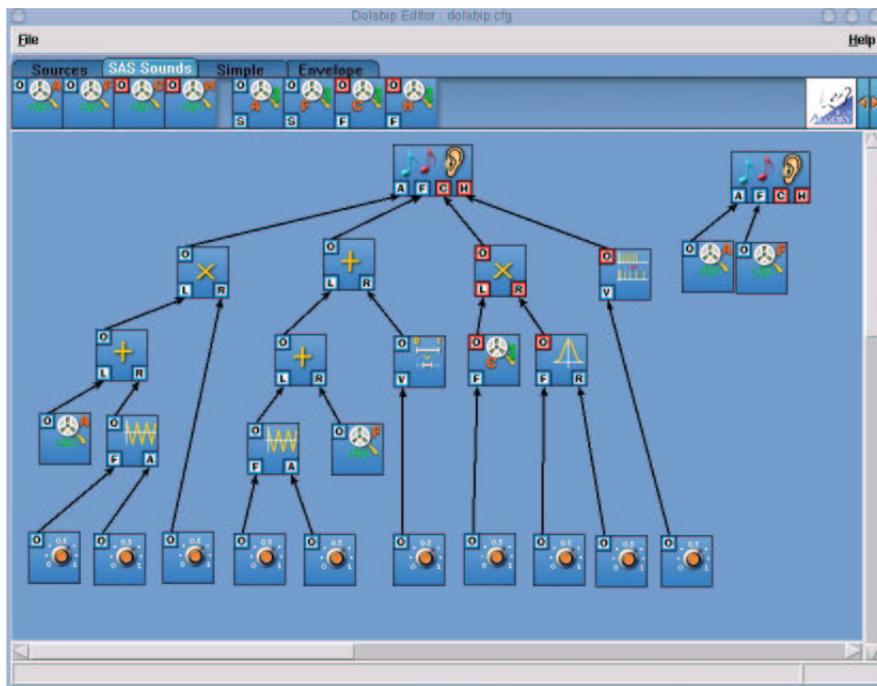


FIG. 1 – L'interface graphique de Dolabip

### 2.3 Troisième version

Cette troisième version est encore en cours de développement. Ce développement est parti du constat que la programmation sous jmax n'est pas à la portée de tous les musiciens intervenants. Or, pour le bon développement du projet, il est important que les musiciens intervenants s'impliquant sur le terrain puissent eux-mêmes facilement modifier ou même construire des instruments en adéquation avec leurs besoins. Dans le cas contraire, le processus se trouverait ralenti et de plus certaines idées pourraient se perdre complètement.

La première version de Dolabip a une expressivité limitée aux sons SAS et offre une interface abordable pour un musicien. Par contre, jmax présente l'expressivité d'un langage de programmation, avec toute la complexité de son utilisation pour un non spécialiste. Le problème consiste donc à concevoir une interface plus simple que celle de jmax, permettant une variété suffisante de possibilités. En analysant les instruments ayant été développés jusque là dans le cadre de ce projet, nous avons constaté que l'idée initiale était souvent spatiale. À l'espace 3D des axes X, Y et Z, sont associés des mécanismes de synthèse dépendant des valeurs des variables de chaque axe et définissant des régions [WW]. En effet, la synthèse pour l'exploration sonore consistant surtout à maintenir les phases de soutien des sons, une certaine cohérence du son autour de chaque position spatiale est nécessaire. Cette cohérence est obtenue par la continuité sonore, c'est-à-dire la continuité de tous les paramètres du son, ou bien la continuité musicale. Une trajectoire gestuelle traversant une région produit alors un son, ou une série de sons dont la cohérence est inscrite dans le type de la région. Or, on constate combien il est difficile d'analyser un instrument tel qu'il est représenté dans la première version de Dolabip, malgré la simplicité de l'interface. En effet, les régions sonores à l'origine de la conception des instruments ne sont pas explicites.

Nous avons donc envisagé une interface non procédurale pour la construction d'instruments en utilisant une spécification spatiale. L'objet de base est la carte sonore 2D. Une carte sonore est un ensemble de régions du plan, chacune des régions étant associée à un algorithme de

synthèse ou de traitement sonore. Lorsqu'une trajectoire provenant des périphériques d'entrée traverse une région, celle-ci déclenche son algorithme de synthèse en transmettant les paramètres de la trajectoire ainsi que les événements additionnels se produisant simultanément. Les régions peuvent se superposer, ce qui correspond à un mixage, dans le cas de deux régions de synthèse, ou bien à un effet dans le cas où l'une d'elle est un traitement. Un ordre d'empilement des régions est donc défini, ce qui les place dans un espace 2D et demi.

### 3 Expérimentations en milieu scolaire

Les interventions à l'école sont de deux sortes. Nous menons des recherches expérimentales nous permettant de répondre à certaines questions concernant l'ergonomie des dispositifs matériels et des instruments. Nous menons aussi des interventions d'éveil musical avec l'instrument Dola-bip.

#### 3.1 Pédagogie de terrain

La plupart des éveils musicaux sont orientés vers le développement de l'écoute par la perception auditive. Notre objectif pédagogique principal est de favoriser la créativité des enfants. Nous proposons une pédagogie basée sur l'interactivité dans le but de relier la perception avec l'action et d'associer en conséquence le développement de l'écoute avec celui de la créativité. La finesse d'analyse de l'écoute devrait alors être reliée avec la finesse de la motricité dans une boucle d'adaptation et de réaction.

Concernant les dispositifs matériels, le joystick a été choisi afin de procurer une prise en mains rapide aux enfants et un plaisir immédiat. Le succès du joystick dans le cadre des jeux vidéo devrait favoriser le succès de notre opération en produisant chez l'enfant un transfert cognitif des jeux vidéo vers la musique électroacoustique.

#### 3.2 Expérimentations psychologiques et psychoacoustiques

L'objectif de ces expérimentations consiste à cerner les stratégies d'exploration sonore des enfants afin de leur proposer des instruments ergonomiques pouvant servir des objectifs pédagogiques variés.

Les études expérimentales ont porté principalement sur les deux questions suivantes. D'une part, l'ergonomie du périphérique et des instruments virtuels permet-elle aux enfants une prise en main rapide et intuitive? D'autre part, peut-on adapter la programmation d'instruments aux contraintes de l'utilisation, par une analyse statistique de l'utilisation des contrôleurs continus et discrets du joystick?

Nous avons procédé à des observations éthologiques en grande section de maternelle concernant l'ergonomie du dispositif. Les protocoles ont été établis par les auteurs et des étudiants en maîtrise de sciences cognitives [Sal, Cas]. Une première conclusion concernant les périphériques a pu être obtenue : entre la table MIDI et le joystick, les enfants ont une préférence très nette pour le joystick. Les autres conclusions concernent l'utilisation des boutons pour déclencher et arrêter le jeu, les mains utilisées et leur position, les mouvements utilisés en fonction de l'instrument joué [DCK02].

D'autres expérimentations en collaboration avec Catherine Semal, professeur de psychologie à l'université de Bordeaux 2, sont menées actuellement pour tenter d'analyser les stratégies d'exploration sonore des enfants en les corrélant avec leur créativité.

## 4 Conclusion

Nous avons présenté le projet Dolabip dans ses aspects pluridisciplinaires. L'interface de la synthèse sonore est dans ce projet un maillon important reliant les interventions sur le terrain et le développement logiciel. Une bonne interface pourrait même être prise en mains par certains instituteurs ou institutrices et permettre par là un développement plus rapide des applications pédagogiques. On peut aussi envisager une utilisation de cette interface pour servir la pédagogie de la synthèse sonore dans des cycles scolaires supérieurs.

### Remerciements

Nous menons ces recherches dans le cadre du SCRIME<sup>4</sup>, subventionné par la DMDTS du ministère de la culture, le conseil régional d'Aquitaine, le conseil général de la Gironde et l'ID-DAC. Le projet SCRIME est le résultat d'une convention de coopération entre le Conservatoire National de Région of Bordeaux, ENSEIRB (École Nationale Supérieure d'Électronique, Informatique et Radiocommunication de Bordeaux) et l'Université Bordeaux 1. Il est composé de compositeurs de musique électroacoustique et de chercheurs scientifiques. Il est administré par le LaBRI (Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique).

### Références

- [Cas] Céline Castède. Le joystick : nouvel instrument d'éveil musical. Maîtrise de sciences cognitives, Université Bordeaux 2.
- [DCK02] Myriam Desainte-Catherine and György Kurtag. La pédagogie de l'interactivité. In *Proc. Colloque dédié à la créativité musicale de l'ESCOM*, Liège, Belgique, Mars 2002. International Computer Music Association (ICMA).
- [DM99] Myriam Desainte-Catherine and Sylvain Marchand. Structured additive synthesis: Towards a model of sound timbre and electroacoustic music forms. In *Proc. of International Computer Music Conference'99 (Beijing, China)*, Pékin, Chine, octobre 1999. International Computer Music Association (ICMA).
- [HD02] Pierre Hanna and Myriam Desainte-Catherine. Real-time noise synthesis with control of the spectral density. In *Proceedings of the Digital Audio Effects Workshop*, Hamburg, Germany, September 2002.
- [MS99] Sylvain Marchand and Robert Strandh. Inspect and respect: spectral modeling, analysis and real-time synthesis software tools for researchers and composers. In *Proc. of International Computer Music Conference'99 (Beijing, China)*, Pékin, Chine, octobre 1999. International Computer Music Association (ICMA).
- [Sal] Keti Sallaberry. Étude de l'amélioration ergonomique d'un instrument électroacoustique pour l'éveil musical. Maîtrise de sciences cognitives, Université Bordeaux 2.
- [WW] David Wessel and Matthew Wright. Problems and prospects for intimate musical control of computers. [www.cnmat.Berkeley.EDU](http://www.cnmat.Berkeley.EDU).

---

4. Studio de Création et de Recherche en Informatique et Musique électroacoustique, [www.scrime.u-bordeaux.fr](http://www.scrime.u-bordeaux.fr)