

Myriam DESAINTE-CATHERINE
ENSEIRB – LaBRI – SCRIME
Université Bordeaux 1
Tél. ENSEIRB : +33 (0) 556.84.23.30
Tél. LaBRI : +33 (0) 556.84.69.26
E-mail : myriam@labri.u-bordeaux.fr

Christian ELOY
CNR – SCRIME
Bordeaux
E-mail : christian.eloy@wanadoo.fr

Rapport d'activités du SCRIME

– 2001 –

SOMMAIRE

1	Le SCRIME	3
2	Activités de recherche	5
3	Thèmes de recherche fondamentale	11
4	Projets de recherche appliquée à la musique électroacoustique	19
5	Activités artistiques	27
6	Activités pédagogiques	31

SCRIME

UNIVERSITÉ BORDEAUX 1
351, COURS DE LA LIBÉRATION
F-33405 TALENCE CEDEX
Tél. : +33 (0) 556.96.29.85
Fax : +33 (0) 556.84.66.69
[HTTP://WWW.SCRIME.U-BORDEAUX.FR/](http://www.scrime.u-bordeaux.fr/)

Le SCRIME

Le SCRIME est une convention de partenariat entre le CNR¹, l'ENSEIRB² et l'Université Bordeaux 1. Le SCRIME dispose de studios de création et de recherche à l'Université Bordeaux 1. Le SCRIME a pour objectifs :

- de favoriser la collaboration entre scientifiques et artistes à des fins de recherche et de création. Les échanges doivent enrichir les deux parties sans privilégier l'une au détriment de l'autre. Les artistes doivent bénéficier d'un transfert de connaissances scientifiques, et les scientifiques de l'expertise musicale des créateurs;
- de diffuser les résultats des recherches dans la communauté internationale;
- de favoriser la diffusion internationale des oeuvres artistiques;
- de promouvoir les collaborations scientifiques et artistiques avec d'autres centres de recherche et de création en France ou à l'étranger;
- de favoriser les actions pédagogiques dans les institutions partenaires ainsi que dans les autres établissements publics d'enseignement et de création à tous les niveaux.

Le SCRIME est codirigé par

- Myriam Desainte-Catherine, directrice scientifique. Maître de Conférences en informatique à l'ENSEIRB et chercheur en informatique au LaBRI dans l'équipe image et son.
- Christian Eloy, directeur artistique, professeur de composition de musique électroacoustique au CNR, compositeur.

1. Conservatoire National de Région de Bordeaux

2. Ecole Nationale Supérieure d'électronique, Informatique et Radiocommunication de Bordeaux

Activités de recherche

Les chercheurs du SCRIME

Les chercheurs ou artistes suivants participent activement aux projets de recherche du SCRIME :

- Anthony Beurivé, doctorant.
- Myriam Desainte-Catherine, maître de conférences en informatique à l'ENSEIRB, responsable du projet informatique musicale de l'équipe image et son du LaBRI, habilitée à diriger des recherches.
- Laurent Dupont, compositeur et musicien intervenant.
- Pierre Hanna, doctorant en deuxième année d'informatique de l'université Bordeaux 1.
- Christophe Havel, compositeur.
- György Kurtag, compositeur.
- Mathieu Lagrange, doctorant en première année de thèse.
- Sylvain Marchand, maître de conférences en informatique à l'Université Bordeaux 1.
- Edgar Nicouveau, compositeur.
- Jean-Michel Rivet, compositeur.
- Robert Strandh, professeur en informatique à l'université Bordeaux 1.

Recherche fondamentale au SCRIME

Le thème général des recherches est la modélisation du son et de la musique en vue du développement en temps différé et en temps réel de l'analyse, des traitements et de la synthèse sonore et musicale. La recherche fondamentale est effectuée par des chercheurs de l'équipe *image et son* du LaBRI dans le cadre de doctorats ou de mémoires de DEA : Anthony Beurivé, Myriam Desainte-Catherine, Pierre Hanna, Mathieu Lagrange, Sylvain Marchand, Robert Strandh.

Recherche appliquée à la musique électroacoustique

Ce type de recherche est un ensemble de projets concrets qui sont proposés par des compositeurs à des fins artistiques ou pédagogiques et qui nécessitent des compétences techniques. Ces projets peuvent donner lieu, à court ou moyen terme à des sujets de recherche fondamentale. Les projets les plus importants actuellement sont les suivants :

- **Dolabip** : un instrument pour l'éveil musical, dirigé par Myriam Desainte-Catherine et György Kurtag,
- **Métamusique** : dirigé par Myriam Desainte-Catherine et Christophe havel,
- **Mididance** : un système interactif danse/musique, dirigé par Edgar Nicouveau.

D'autre part, des ateliers sur les sujets suivants se sont déroulés en présence de compositeurs et de chercheurs.

- Typologie, définition et classement des sons, dirigé par György Kurtag et Guillaume Largillier.
- Projet de développement de l'Upic : Anthony Beurivé, Frédéric Curien, Myriam Desainte-Catherine, Christian Eloy, Guillaume Largillier, Sylvain Marchand, Philippe Narbel, Edgar Nicouleau.

Collaborations de recherche

Collaborations locales

Électronique :

- Jacques Boéblion, électronicien à l'ENSERB : réalisation de capteurs spécialisés pour l'instrument d'éveil musical pour les enfants *Dolabip*, étude et conception du matériel pour le projet "masques et voix".
- Éliane Garnier, électronicienne à l'ENSERB : conception d'une carte sonore basée sur le modèle de synthèse additive structurée élaboré au LaBRI.

Psychologie :

- Bénédicte Gourdon (psychologue de l'enfance, laboratoire de psychologie clinique et psychopathologie de l'Université de Bordeaux II), observation et analyse des scénances d'éveil musical en milieu scolaire, expertise en ce qui concerne la motricité selon l'âge des enfants pour la conception de capteurs spécialisés.

Pédagogie :

- Anne-Marie Garcia (conseillère pédagogique éducation musicale, inspection académique), Cécile Brocard (ancienne directrice de l'école maternelle Georges Lassere), pédagogie de terrain autour de l'instrument d'éveil musical.
- Groupe Eclats, convention de collaboration pour expertiser et bâtir un programme pédagogique avec le système *Dolabip*, et pour organiser les interventions scolaires.

Psychoacoustique :

- Laurent Demany, directeur de recherche en psychoacoustique à l'université de Bordeaux 2, perception des bruits dans le cadre de la thèse de doctorat de Pierre Hanna.
- Catherine Semal, professeur en psychoacoustique à l'université de Bordeaux 2, encadrement des étudiantes réalisant les grilles d'observation des enfants dans le cadre du projet *Dolabip*.

Collaborations industrielles

- Algory : une convention a été établie pour le développement et la commercialisation de la technologie SAS. La première version de *Dolabip* a été développée dans ce cadre.
- France Telecom R&D : contrat pour la thèse de doctorat de Mathieu Lagrange sur l'analyse de sons en vue de la compression et de l'indexation.

Collaborations nationales

- Jean Haury : étude formelle de l’interactivité. Une première mission a été effectuée en janvier 2001.

Collaborations internationales

- co-organisation d’un atelier << son >> COST – *European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research* – en juin-juillet 2001, sur les techniques spectrales et temporelles pour l’estimation de la hauteur du son (*pitch detection*) par Sylvain Marchand.
- Tempo Reale (Florence, Italie) : invitation (Gyorgy Kurtag et Myriam Desainte-Catherine) au colloque sur l’éveil musical au moyen de l’ordinateur à Florence en octobre 2001. Projet européen en vue.

Publications

Livres ou Revues internationales avec comité de lecture

- [1] **Kablan Barbar, Alain Miniussi et M.Desainte-Catherine**, *The semantics of musical hierarchies*, Computer Music Journal, volume 17(4), p30-37, Décembre (1993).
- [2] **Kablan Barbar, Anthony Beurivé et Myriam Desainte-Catherine**, *On the resolution of musical conflicts*, Journal of New Music Research, 25(4) pp. 382-397 (1996).
- [3] **Myriam Desainte-Catherine et Sylvain Marchand**, *High precision Fourier analysis Using Signal Derivatives*, Journal of the Audio Engineering Society, 48(7/8), p654-667, July/August 2000.
- [4] **Myriam Desainte-Catherine et E.Nicouleau**, *Segmentation et formalisation d’une oeuvre électroacoustique*, Musurgia VII/2, p73-85, 2000.
- [5] **Sylvain Marchand**, *Musical Audio Effects in the SAS Model*, Journal of New Music Research, 22(5), 2001, A paraître.
- [6] **Gérard Assayag, Anthony Beurivé et Myriam Desainte-Catherine**, *Composition Assistée par Ordinateur*, dans "Recherches et applications en informatique musicale", Hermès, 1998.
- [7] **Kablan Barbar, Anthony Beurivé et Myriam Desainte-Catherine**, *Structures hiérarchiques pour la composition assistée par ordinateur*, dans "Recherches et applications en informatique musicale", Hermès, 1998. Ce livre est une sélection d’articles des JIM’94, 95 et 96.
- [8] **Myriam Desainte-Catherine**, *Modèles temporels: logique et pratique*, in the computer music book of the collection IC2, "Du signal au signe musical", encyclopédie "État de l’art de l’ingénieur", Hermès, à paraître en 2002.

Communications et conférences se rapportant au projet de recherche

- [9] **Kablan Barbar, Alain Miniussi et Myriam Desainte-Catherine**, *A representation of musical pieces based on attributed grammars*, Actes de ECAI’92³ Workshop on Artificial Intelligence and Music, Vienne (Autriche), 1992.

3. ECAI (European Conference on Artificial Intelligence)

- [10] **Kablan Barbar, Anthony Beurivé et Myriam Desainte-Catherine**, *Incremental evaluation of musical hierarchies*, Actes du premier Simpósio Brasileiro de Computação e Música, Caxambu, Brésil 1994, p99–105.
- [11] **Kablan Barbar, Anthony Beurivé et Myriam Desainte-Catherine**, *Structure hiérarchique et relations temporelles d'une pièce de musique*, Actes des Journées d'Informatique Musicale, Paris, 1995.
- [12] **Myriam Desainte-Catherine**, *The Hierarchical Structure May Improve the Resolution of Musical Problems*, Journées d'Informatique Musicale, Caen, 1996.
- [13] **Sylvain Marchand**, *Improving Spectral Analysis Precision with an Enhanced Phase Vocoder using Signal Derivatives*, Proceedings of the Digital Audio Effects (DAFx'98) Workshop, 114–118, 1998, Barcelona, November.
- [14] **Myriam Desainte-Catherine et Sylvain Marchand**, *Un modèle pour unifier musique et son dans une composition multiéchelle*, proceedings of JIM'99, Paris, 1999.
- [15] **Robert Strandh et Sylvain Marchand**, *Real-Time Generation of Sound from Parameters of Additive Synthesis*, Proceedings of the Journées d'Informatique Musicale (JIM'99), 83–88, 1999, Paris, Mai, CEMAMu.
- [16] **Myriam Desainte-Catherine et Sylvain Marchand**, *Towards a modelisation of sound timbre and electroacoustic music forms*, proceedings ICMC'99, China, september 1999, p260–263.
- [17] **Sylvain Marchand et Robert Strandh**, *InSpect and ReSpect: spectral modeling, analysis and real-time synthesis software tools for researchers and composers*, Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC'99), 341–344, 1999, Beijing, Octobre, International Computer Music Association (ICMA).
- [18] **Myriam Desainte-Catherine**, *Combinatoire des pfaffiens et modélisation sonore et musicale*, Habilitation à diriger des recherches, Novembre, 1999.
- [19] **Sylvain Marchand**, *Musical Sound Effects in the SAS Model*, Proceedings of the Digital Audio Effects (DAFx'99) Workshop, 1999, Trondheim, December.
- [20] **Anthony Beurivé**, *Un logiciel de composition musicale combinant un modèle spectral, des structures hiérarchiques et des contraintes*, Proceedings of the Journées d'Informatique Musicale (JIM2000), 21–30, 2000, Bordeaux, Mai, SCRIME.
- [21] **Sylvain Marchand**, *ProSpect : une plate-forme logicielle pour l'exploration spectrale des sons et de la musique*, Proceedings of the Journées d'Informatique Musicale (JIM2000), 31–40, 2000, Bordeaux, Mai, SCRIME.
- [22] **Myriam Desainte-Catherine et Pierre Hanna**, *Statistical approach for sounds modeling*, Proceedings of the Digital Audio Effects (DAFx'00) Workshop, 2000, Verona, December.
- [23] **Sylvain Marchand**, *Compression of sinusoidal modeling parameter*, Proceedings of the Digital Audio Effects (DAFx'00) Workshop, 2000, Verona, December.
- [24] **Sylvain Marchand**, *Modélisation informatique du son musical*, doctorat en informatique de l'Université Bordeaux 1, 12 décembre 2000.
- [25] **Pierre Hanna and Myriam Desainte-Catherine**, *Influence of Frequency Distribution on Intensity Fluctuations of Noise*, Proc. of Workshop on Digital Audio Effects'01 (Limerick, Ireland)", University of Limerick and COST (European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research), Décembre 2001.
- [26] **Anthony Beurivé et Myriam Desainte-Catherine**, *Representing Musical Hierarchies with Constraints*, Proceedings of CP'01, Musical Constraints Workshop, Paphos, Cyprus, Décembre 2001.

- [27] **Sylvain Marchand**, *An Efficient Pitch-Tracking Algorithm Using a Combination of Fourier Transforms*, Proceedings of the Digital Audio Effects (DAFx'01) Conference, Limerick, Irlande, University of Limerick and COST (European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research), Décembre 2001.
- [28] **Mathieu Lagrange** et **Sylvain Marchand**, *Real-Time Additive Synthesis of Sound by Taking Advantage of Psychoacoustics*, Proceedings of the Digital Audio Effects (DAFx'01) Conference, Limerick, Irlande, University of Limerick and COST (European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research), Décembre 2001.
- [29] **Myriam Desainte-Catherine**, **György Kurtag**, **Bénédicte Gourdon**, **Sylvain Marchand** et **Catherine Semal**, *Dolabip : Un éveil musical avec l'ordinateur*, soumis au colloque "Apprendre avec l'ordinateur à l'école", Université Bordeaux 2, janvier 2002.
- [30] **Myriam Desainte-Catherine**, **György Kurtag**, *La pédagogie de l'interactivité*, soumis au colloque sur la créativité musicale, Liège, Belgique 2002.

Logiciels

Nos logiciels sont développés sur linux et sont publiés sous la licence GPL. Ces logiciels sont accessibles depuis la page d'accueil du SCRIME.

- InSpect : logiciel d'analyse de sons musicaux [3], développé par Sylvain Marchand (<http://www.scrime.u-bordeaux.fr/InSpect/>)
- ProSpect : environnement de programmation scheme pour manipuler symboliquement des sons musicaux, en lien avec InSpect, développé par Sylvain Marchand (<http://www.scrime.u-bordeaux.fr/ProSpect/sources/>)
- Boxes : logiciel de composition musicale combinant une représentation hiérarchique, des contraintes et des sons spectraux, développé par Anthony Beurivé (<http://dept-info.labri.u-bordeaux.fr/ beurive/BOXES/>)
- Dolabip : une version autonome écrite en TclTk par Laurent Kerhoas de la société Algor, et une version nouvelle développée par Anthony Beurivé sur la plate-forme jmax.

Thèmes de recherche fondamentale

Modélisation informatique du son musical (analyse, transformation, synthèse)

Thèse de doctorat de Sylvain Marchand

Dirigée par Myriam Desainte-Catherine

Soutenue le 12 décembre 2000

Pour manipuler informatiquement et musicalement les phénomènes physiques que sont les sons, il est nécessaire de définir une représentation mathématique pour ces sons ayant de bonnes propriétés informatiques et musicales, c'est-à-dire où les transformations musicales peuvent s'exprimer simplement et s'effectuer efficacement.

La modélisation sonore jette un pont entre le monde réel, physique, analogique et le monde formel, mathématique, numérique. L'analyse sonore consiste en l'extraction de paramètres pour le modèle à partir de sons du monde réel. Symétriquement, la synthèse sonore consiste en la reproduction des sons à partir de leur modélisation.

Modélisation

Les modèles spectraux paramètrent le son au niveau de l'oreille interne et sont ainsi proches de la perception. A la base de ces modèles se trouve la synthèse additive, qui permet de reproduire fidèlement beaucoup de sons naturels et de les manipuler. La structure de base de ce modèle est le partiel, oscillateur quasi-sinusoidal dont la fréquence et l'amplitude évoluent lentement dans le temps. Les paramètres du modèle – les fréquences et les amplitudes de tous les partiels – sont trop nombreux et éloignés de la perception, ce qui rend l'utilisation musicale du modèle additif difficile.

Le modèle de Synthèse Additive Structurée (SAS) [16] contraint les paramètres de la synthèse additive classique pour donner naissance à seulement quatre nouveaux paramètres très proches de la perception et du vocabulaire musical. En effet, dans le modèle SAS, tout son monophonique peut être décrit en terme d'amplitude, fréquence, couleur et inharmonicité, grandeurs variant lentement dans le temps. Ces paramètres permettent de modifier indépendamment les grandeurs musicales telles que la hauteur, l'intensité ou la durée, tout en constituant une base solide pour l'étude scientifique du timbre. Le modèle SAS permet une représentation compacte des sons (compression audio [23]) et favorise également une unification de représentation du son et de la musique à un niveau sous-symbolique [14], car les définitions d'un son ou d'une opération musicale peuvent s'y faire de la même manière, ce qui a pour effet de briser la frontière arbitraire entre musique et son. Une plate-forme logicielle pour l'exploration spectrale des sons et de la musique, baptisée *ProSpect* [21], a été développée et sert de base à d'autres logiciels dans le domaine de l'informatique musicale.

En plus du modèle lui-même, il faut également pouvoir disposer d'une méthode d'analyse précise pour obtenir les paramètres du modèle à partir de sons existants, ainsi qu'une méthode de synthèse rapide pour générer un son numérique à partir de sa modélisation, si possible en temps réel.

Analyse

La précision de la méthode d'analyse est primordiale car elle est le facteur essentiel de la qualité perçue pour les sons résultants. L'analyse sonore est un problème difficile. Nous proposons une nouvelle méthode d'analyse: la transformée de Fourier à l'ordre n [3], [13]. Cette méthode étend l'analyse de Fourier à court terme classique en tirant parti des n premières dérivées mathématiques du signal sonore. Elle permet d'extraire très précisément les paramètres spectraux des sons, autorisant ainsi des modifications ultérieures plus précises sur la structure intime de ces mêmes sons. Nous calculons la transformée de Fourier discrète (en utilisant l'algorithme FFT) à la fois pour le signal et ses dérivées, puis les rapports entre les raies spectrales au sein des différents spectres nous permettent de déterminer très précisément les fréquences instantanées des partiels du son, fréquences permettant à leur tour de retrouver les valeurs des amplitudes correspondantes. En pratique, notre méthode nécessite de petites fenêtres d'analyse et par conséquent l'analyse s'en trouve accélérée tout en étant très précise, y compris sur le plan de la résolution temporelle. Cette méthode a été implantée dans le logiciel d'analyse *InSpect* [17]. En pratique, notre méthode nécessite de petites fenêtres d'analyse et par conséquent l'analyse s'en trouve accélérée tout en étant très précise, y compris sur le plan de la résolution temporelle. De plus, la réanalyse des paramètres spectraux provenant de cette première analyse se révèle être d'une grande utilité pour apporter une ébauche de solution à des problèmes réputés très difficiles comme la compression sans perte, le suivi de hauteur [27] ou la séparation de sources par exemple.

Synthèse

Mais les modèles sonores ne seraient que de peu d'utilité sans une méthode de synthèse capable de générer les sons à partir de leurs représentations, et ce si possible en temps réel. Les modèles spectraux basés sur la synthèse additive nécessitent le calcul d'un grand nombre d'oscillateurs sinusoidaux à l'aide d'un algorithme très efficace. Nous avons développé une méthode de synthèse sonore rapide, capable de produire des centaines d'oscillateurs sinusoidaux en temps réel [15]. Cette méthode a été implantée dans un logiciel de synthèse, *ReSpect* [17]. Elle repose sur des algorithmes optimisés de génération incrémentale de fonctions mathématiques (notamment la fonction sinus). Nous assurons la continuité du signal généré et nous évitons les instabilités numériques. En ce qui concerne la performance, nous pensons être parvenus à un nombre d'opérations par oscillateur presque optimal. Afin d'accélérer encore le processus de synthèse, nous envisageons de réduire à la volée le nombre de partiels à synthétiser en tirant parti de phénomènes psycho-acoustiques comme le masquage [28]. Ceci aura pour effet d'augmenter encore la performance de l'algorithme de synthèse sans pour autant dégrader la qualité du son perçu.

Applications

Les applications du modèle de Synthèse Additive Structurée (SAS) sont nombreuses. La proximité des paramètres sonores de la perception permet d'utiliser le modèle SAS à des fins d'éducation musicale. La manipulation des sons peut être réalisée par programmation symbolique dans un langage fonctionnel [21]. Elle est plus intuitive et les effets sonores numériques peuvent être définis facilement dans ce modèle [19]. La synthèse de la voix chantée est également un sujet de recherche intéressant, étant donné que le modèle SAS se prête bien à la modélisation des voyelles et permet d'en contrôler aussi bien la hauteur et le volume que le timbre, et ceci dynamiquement dans le temps.

Modélisation statistique de bruits et de transitoires**Thèse de doctorat de Pierre Hanna**

Dirigée par Myriam Desainte-Catherine

Les compositeurs de musique électroacoustique utilisent souvent des bruits naturels (grincements, frottements, ...). Les sons utilisés proviennent pour la majeure partie d'enregistrements, souvent multiples avant d'obtenir la source escomptée ou bien pour obtenir des variations de celle-ci. L'utilisation de l'informatique et du numérique doit pouvoir permettre une représentation mathématique intuitive, de manière à pouvoir effectuer des transformations pertinentes à la fois du point de vue musical que sur le plan de la perception.

Existant

De nombreux modèles spectraux, plus proches de la perception, ont été développés, mais ne sont destinés qu'à la modélisation des instruments musicaux "classiques" ou les voyelles de la parole. Par exemple, la thèse de Sylvain Marchand propose un modèle de Synthèse Additive Structurée (SAS), destiné à manipuler efficacement et intuitivement les sons harmoniques ou pseudo-harmoniques, monophoniques, sans bruit ou transitoire, et sans réverbération. Une composante bruit indépendante peut être analysée et ajoutée à ces harmoniques, seulement sous la forme de bruit blanc filtré. Cette hypothèse semble très réductrice. C'est pourquoi une nouvelle approche moins générale est nécessaire, permettant d'analyser d'autres sons naturels, de définir de nouveaux paramètres de contrôle afin de pouvoir effectuer des modifications, et de resynthétiser en temps réel le son original transformé ou pas.

Modèle statistique et spectral, lié à la perception

La complexité de ces sons laisse à penser que l'utilisation des outils statistiques pourrait s'avérer intéressante. La définition de base sera celle des physiciens et électroniciens (bruits thermiques) : les bruits peuvent être définis par une somme d'un grand nombre de sinusoides dont les amplitudes, fréquences et phases sont des variables aléatoires. Cette hypothèse constitue la base de notre travail et permet de conserver une certaine homogénéité avec le travail effectué par Sylvain Marchand sur les sons harmoniques ou pseudo-harmoniques.

Un premier modèle spectral et statistique a donc été mis au point [22] en définissant, dans un premier temps, comme paramètres la fonction de densité de probabilité de fréquences, le nombre de fréquences, les probabilités de suivi de partiels et l'enveloppe spectrale (couleur). L'une des grandes difficultés est de pouvoir proposer une méthode d'analyse précise pour obtenir les paramètres souhaités, sachant que les techniques utilisées pour d'autres modèles reposent sur des hypothèses trop restrictives pour notre étude.

Analyse

La première importante partie du travail consiste donc à relier mathématiquement les paramètres statistiques tels que les fonctions de densité de probabilités des variables aléatoires, aux paramètres perceptifs tels que la couleur ou les variations d'intensité. Pour cela, une définition précise et mathématique des sons étudiés doit être donnée et doit pouvoir être vérifiée. Cette partie du travail reste encore à peaufiner. Mais les hypothèses sur les sons analysés sont liés à

la présence de composantes harmoniques (des techniques plus précises peuvent être utilisées) et à l'absence de transitoires.

La perception des sons naturels et des bruits est encore très mal comprise. Cependant des études psychoacoustiques montrent l'importance des variations d'intensité, notamment pour expliquer la discrimination de bruits de différentes densités spectrales. Des propositions de modélisation ont été faites dans le but de démontrer les résultats de ces expériences. Les travaux que nous effectuons envisagent l'utilisation de ces mêmes modèles pour développer d'une part une méthode de caractérisation de sinusoïdes, c'est-à-dire savoir reconnaître dans un spectre les partiels isolés des composantes bruitées. D'autre part, nous souhaitons développer une technique permettant d'estimer le nombre de sinusoïdes nécessaires pour modéliser le son étudié 25.

Par ailleurs, les transitoires (attaques) nécessitent un traitement particulier. Pour cela, l'utilisation des propriétés statistiques peut permettre de détecter ces transitoires dans des bruits et de définir un critère discriminatoire entre les bruits stationnaires et les bruits dits impulsifs. Une étude à ce sujet est en cours.

Synthèse

Parallèlement à la mise au point d'une méthode d'analyse, il est nécessaire de pouvoir synthétiser les sons numériques en temps réel d'après les paramètres statistiques. Les études sur les variations d'intensité 25 devraient permettre de choisir entre plusieurs techniques de tirage des fréquences pour pouvoir accélérer la synthèse sans avoir de répercussion sur les propriétés acoustiques des sons.

Par ailleurs, une étude de synthèse de bruits impulsifs va être menée, qui pourra peut-être déboucher sur une méthode de synthèse de transitoires. Celles-ci vont être abordées dans un premier temps comme du bruit comportant une forte variation d'intensité.

Perspectives

L'objectif final est donc de développer un modèle d'analyse-synthèse de sons complexes à partir de techniques statistiques, permettant de contrôler notamment les variations d'intensité (fréquence et amplitude). La synthèse de consonnes, de voix chuchotées peut être envisagée, pour permettre alors l'extension du modèle SAS. De plus, des transformations telles que l'allongement des sons pourraient être appliquées à ces mêmes sons.

Aide à la composition musicale

Thèse de doctorat d'Anthony Beurivé

Dirigée par Myriam Desainte-Catherine

En informatique musicale, indépendamment du développement de modèles pour analyser, représenter et synthétiser des sons sur ordinateur, il est également nécessaire d'étudier des mécanismes qui permettent d'assembler des sons à l'échelle des pièces de musique, c'est-à-dire sur des intervalles de temps de l'ordre de plusieurs minutes à plusieurs dizaines de minutes, voire plus. Pour le compositeur, cela correspond à placer des sons (souvent une multitude de sons) les uns par rapport aux autres dans le temps, et à travailler sur leurs différentes relations (par exemple, leurs équilibres réciproques en amplitude, en fréquence, etc.).

Dans ce domaine, deux types de logiciels sont couramment employés : d'une part les séquenceurs MIDI et audionumériques, qui permettent d'écrire les pièces de musique sous la forme de pistes superposées sur lesquelles sont placés les événements sonores (sons, messages MIDI) ; d'autre part, des logiciels de traitements temps réel qui permettent de générer dynamiquement de la musique en fonction d'événements divers comme le déplacement de danseurs devant des capteurs. Dans ce dernier cas, ce n'est pas uniquement la musique générée qui est l'objet de l'écriture, mais aussi le programme qui transforme les événements extérieurs en musique, et qui, sur des séquences d'événements différentes, génère différemment la musique.

Au SCRIME, nous poursuivons des recherches sur chacune de ces formes de composition musicale. En ce qui concerne la forme employant des séquenceurs, nous travaillons sur des alternatives à la représentation par pistes. En effet, l'utilisation de pistes découle des techniques d'enregistrement de sons sur supports électromagnétiques (bandes magnétiques à quatre pistes, par exemple), ou encore, mais moins directement, des techniques d'écriture sur papier de pièces à plusieurs instruments. Lorsqu'une réécriture importante de la pièce ou une réorganisation des sons sur la bande s'impose, l'obligation de passer par les pistes existantes est très contraignante, sur ces supports en particulier, mais aussi avec les séquenceurs courants.

Les alternatives que nous étudions sont basées sur la constatation qu'il n'est pas nécessaire d'imposer une structure à base de pistes dans un logiciel de composition musicale, mais qu'il est préférable de donner au compositeur les moyens de construire les structures dont il a réellement besoin, au moment où il en a besoin. Celles-ci peuvent être de simples mélodies ou accords, mais aussi des organisations temporelles plus complexes, à différentes échelles, ou encore, et pourquoi pas, des pistes. À la charge du logiciel de maintenir ensuite les structures ainsi construites et de les modifier selon les choix du compositeur.

Plusieurs autres centres de recherche ont déjà suivi un tel raisonnement, que ce soit l'Ircam avec PatchWork et OpenMusic, ou Grame avec Elody, pour n'en citer que deux. Chacun aborde la question de façon un peu différente et y apporte des solutions originales, permettant de dégager petit à petit des mécanismes qui, au final, s'avéreront nécessaires dans un outil intégré de composition musicale.

En ce qui nous concerne, l'originalité de nos travaux se situe dans l'étude d'algorithmes permettant de maintenir automatiquement une pièce de musique en fonction de sa structure et des relations que le compositeur a spécifiées entre les éléments de la pièce. Lorsque le compositeur fait une modification dans sa pièce, comme par exemple déplacer un son ou en augmenter la durée ou le volume, un algorithme calcule immédiatement les modifications à apporter aux autres éléments pour garder intactes leurs relations. Ainsi, une simple opération d'édition peut entraîner une modification complexe d'une partie de la pièce, et ceci uniquement en accord avec les informations données par le compositeur.

Pour obtenir le même résultat avec les séquenceurs courants, il serait nécessaire d'effectuer

manuellement toute une série d'opérations. Ici, l'algorithme permet d'obtenir automatiquement le même résultat. Toute la difficulté réside dans la conformité des résultats obtenus avec ceux attendus par le compositeur. Il est ainsi possible de catégoriser les algorithmes en fonction de différents critères, comme par exemple l'ampleur des modifications qu'ils entraînent.

Résultats

Depuis l'année dernière, les travaux sur l'aide à la composition musicale ont porté leurs fruits, puisque un logiciel nommé BOXES a été réalisé, qui démontre l'intérêt de donner au compositeur le libre choix sur l'organisation structurelle de ses pièces. Le logiciel permet également des modifications automatiques et appropriées des dates des éléments d'une pièce à la suite de simples opérations d'édition, et ceci en fonction de la structure de la pièce et de contraintes temporelles placées par le compositeur entre ces éléments. De plus, le logiciel intègre un modèle de synthèse additive développé au SCRIME, qui permet entre autres choses de changer la durée des sons tout en conservant leur hauteur et leur couleur.

Perspectives

Le logiciel BOXES a fait la preuve des concepts que nous étudions en matière d'aide à la composition, mais ce n'est encore qu'un prototype. Il demande à être développé dans plusieurs directions, pour intégrer des fonctionnalités conventionnelles mais indispensables à une composition musicale effective, et pour étendre les résultats de nos travaux. Il est par exemple question de l'utiliser en combinant une certaine forme de composition en temps réel avec les algorithmes de mises à jour automatiques. Ainsi, si une structure musicale devait apparaître dynamiquement au cours de l'interprétation, elle pourrait s'insérer parmi les éléments déjà écrits, provoquant des mises à jours de la partie de la pièce restant à jouer.

Accélération de la synthèse sonore

DEA d'informatique de Mathieu Lagrange

Responsables : Sylvain Marchand et Robert Strandh

Le modèle additif est un modèle sonore dans lequel les sons sont représentés comme des ensembles de partiels. Ces partiels sont des oscillateurs quasi-sinusoidaux contrôlés en amplitude et en fréquence. La synthèse additive consiste alors à générer chaque son à l'aide d'une superposition d'un grand nombre de sinusoides dont les fréquences et les amplitudes varient lentement dans le temps.

Le problème est alors de pouvoir calculer simultanément un grand nombre de sinusoides. Pour ce faire, des algorithmes très efficaces ont été proposés. La plupart sont basés sur une description recursive de la fonction sinus. Avec cette approche il est possible de générer chaque sinus avec seulement une addition et une multiplication pour chaque échantillon. Or on ne peut guère espérer mieux, puisqu'une addition sans multiplication (resp. une multiplication sans addition) ne pourrait produire qu'une progression arithmétique (resp. géométrique), très éloignée de la fonction sinus souhaitée. Notons toutefois qu'il existe d'autres méthodes pour accélérer la génération des sinusoides.

Mais une autre approche consiste à utiliser les résultats de la psychoacoustique pour réduire le nombre de partiels à synthétiser, c'est-à-dire pour réduire la taille du problème au lieu de diminuer la complexité de la solution.

Il s'agit pour ce faire de tenir compte des mécanismes de la perception. Quand deux partiels sont suffisamment proches en fréquence, alors celui avec la plus petite amplitude est susceptible d'être rendu inaudible par la simple présence de l'autre partiel à son voisinage. Ce phénomène psychoacoustique est connu sous le nom de phénomène de masquage et apparaît dès que le nombre de partiel est suffisamment élevé. Ce phénomène est utilisé pour la compression par MPEG II niveau 3 (MP3).

Le phénomène de masquage persiste un certain temps après que le partiel masquant ait disparu. Plus curieusement peut-être, le phénomène de masquage apparaît quelques millisecondes avant que le partiel masquant ne soit réellement présent. Ces deux derniers phénomènes sont regroupés sous le nom de masquage temporel.

Le travail réalisé consiste à utiliser le phénomène de masquage en vue de réduire dynamiquement le nombre de partiels à générer. Il s'agit dans un premier temps de comprendre les phénomènes de masquage, le principe de la synthèse additive, et de proposer ensuite un algorithme efficace permettant d'obtenir suffisamment rapidement la réduction du nombre de partiels à générer.

Projets de recherche appliquée à la musique électroacoustique

Dolabip : un instrument pour l'éveil musical

Responsable artistique : György Kurtag

Responsable scientifique : Myriam Desainte-Catherine

Objectifs du projet

L'objectif de ce projet est le développement d'un outil pédagogique pour l'éveil musical en école publique. Les logiciels commerciaux de composition de musique sont inadaptés pour une utilisation collective en milieu scolaire. Afin de favoriser le développement des stratégies d'écoute chez l'enfant, nous proposons de concevoir une palette d'outils pédagogiques d'exploration sonore équipés de dispositifs adaptés à la motricité des enfants. Ces outils sont les suivants.

- Un synthétiseur de sons en temps réel et programmable comportant
 - des dispositifs matériels permettant de piloter en temps réel des sons produits par un ordinateur,
 - un logiciel de synthèse de sons en temps réel commandé par les dispositifs,
 - un méta-instrument permettant de configurer le simulateur de jeu afin d'obtenir des instruments variés.
- Un instrumentarium développé au moyen du synthétiseur précédent, favorisant des stratégies d'écoute variées chez l'enfant, accompagné de programmes pédagogiques liés à l'expérimentation (recherche instrumentale, mode de jeu), la composition et l'improvisation, au moyen de ces instruments et adaptés à différents cycles scolaires.

Méthodologie

Nous avons procédé au préalable à une observation en école maternelle qui nous a dévoilé la carence de logiciels adaptés aux enfants pour la création sonore et musicale. Nous avons pu observer que les interfaces basées sur un système procédural sont complexes pour les enfants car elles imposent un ordre dans les opérations à effectuer. En particulier, les menus déroulant posent des problèmes de manipulation de la souris pour cliquer et glisser. Les enfants ont aussi des difficultés pour concentrer leur attention à la fois sur l'activité motrice de manipulation de la souris et sur la vision de sa représentation à l'écran. Ces deux activités ne sont pas localisées au même endroit et leur simultanéité leur pose des problèmes.

Ces observations nous ont conduits à envisager le développement d'outils mieux adaptés aux enfants et à nos objectifs pédagogiques. Le projet est maintenant constitué de quatre parties :

- [1] Des observations pratiques en cycle deux de l'école maternelle et élémentaire sont conduites par une équipe composée d'un musicien, d'une psychologue, d'institutrices et de musiciens intervenants en milieu scolaire. L'équipe procède à des observations éthologiques selon un

protocole établi à l'avance, ainsi qu'à un éveil musical destiné à aider les enfants à écouter, jouer ensemble et à prendre en main l'instrument.

- [2] Une équipe de recherche pédagogique menant une réflexion sur la conception d'un cursus sur trois ans, adapté au cycle en question. Elle est pluridisciplinaire. Musiciens, compositeurs, psychologue, psychoacousticien et informaticien la constitue. Cette équipe établit de plus les protocoles des observations éthologiques et procède à l'analyse de leurs résultats.
- [3] Une équipe de développement logiciel des outils nécessaires pour expérimenter le programme pédagogique.
- [4] Une équipe de recherche qui développe les fondements scientifiques du projet, incluant en particulier les modèles sonores rendant compte de la perception.

Spécification d'un outil pédagogique

Nous nous sommes confrontés au problème de la place de l'ordinateur à l'école, quelque part entre l'enseignant et les élèves. Nous avons choisi de lui donner le rôle d'un outil pédagogique, non didactique, mais au contraire 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* pouvant servir différents objectifs pédagogiques. Nous sommes parvenus à la spécification suivante concernant cet outil.

- [1] L'écran est mis de côté afin de favoriser l'écoute des enfants et permettre une utilisation collective. L'outil est donc un instrument collectif de musique produisant des sons en temps réel pendant que les enfants jouent en utilisant des périphériques.
- [2] L'outil doit fournir des variations sonores aussi audibles que possible afin que les enfants puissent facilement les analyser et associer l'écoute avec le geste.
- [3] Plusieurs sortes de périphériques doivent être fournis afin d'étudier les aspects ergonomiques de l'outil.
- [4] L'outil doit favoriser l'exploration sonore, spécialement dans la phase de soutien. Dans le but de développer conjointement la finesse du geste et de l'écoute, les variations sonores ne doivent pas fournir de paliers perceptibles à l'audition, qui engendreraient en conséquence des paliers dans le geste. La perception des variations doit donc être continue.
- [5] L'outil doit pouvoir être configuré selon différents objectifs pédagogiques et permettre diverses expérimentations.

Ce système est à rapprocher de l'O.M.A.O. (Orchestre de Musique Assistée par Ordinateur) de Rémi Dury, des studios Puce Muse. L'O.M.A.O. est un dispositif qui permet à six personnes de jouer de la musique ensemble sur un seul ordinateur au moyen de deux types d'accès : un clavier-mousse et un joystick. Dolabip diffère de l'O.M.A.O. d'une part en ce qui concerne le modèle sonore sur lequel il est conçu [16] et d'autre part en ce qui concerne ses objectifs pédagogiques ciblés sur le cycle deux de l'école publique.

Description de l'outil Dolabip

La première version de Dolabip a été développée par la société Algory. 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.

FIG. 1 – *L'interface graphique de Dolabip*

L'interface de l'éditeur d'instrument est représentée sur la figure 1. La structure arborescente représente une expression calculant un son 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.

La deuxième version de Dolabip est toujours sous licence GPL. Elle tourne sur la plate-forme libre *jmax*⁴ sous Linux. Cette version a été développée par Anthony Beurivé dans le cadre d'un contrat 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).

Expérimentations en milieu scolaire

Des expérimentations avec Dolabip sont menées en milieu scolaire à l'école Georges Lasserre de Talence en cycle deux. (Nous disposons de quatre classes à PAC sur le cycle deux). 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.

Durant l'année 2000-2001, nous avons procédé à des observations éthologiques en grande section de maternelle. Les protocoles ont été établis par l'équipe de recherche pédagogique en collaboration avec Catherine Semal, psychoacousticienne et Bénédicte Gourdon, psychologue de l'enfance. Deux étudiantes en maîtrise de sciences cognitives ont réalisé leur mémoire sur ce

4. développée par l'IRCAM (www.ircam.fr)

sujet.

L'échantillon était composé de 12 filles et 9 garçons. Les enfants ont été observés de façon individuelle, placés chacun à leur tour devant l'instrument équipé du joystick ou bien de la table MIDI. Leur unique consigne était de jouer avec le périphérique. Il s'est avéré très rapidement que les enfants avaient une nette préférence pour le joystick, aussi, les observations que nous décrivons par la suite se sont déroulées uniquement avec ce périphérique.

Quatre instruments étaient proposés séquentiellement. Les enfants étaient filmés et observés par les étudiantes selon une grille destinée à évaluer les points suivants.

Déclenchement et arrêt du jeu. On a mesuré le temps que chaque enfant met à trouver comment déclencher un son. Ce point est destiné à améliorer l'ergonomie de l'instrument. Pour certains instruments, le son se déclenche en appuyant sur un bouton, pour d'autres en secouant le manche. Certains boutons du joystick étant disposés en arrière, les enfants ont mis du temps à les découvrir et à les essayer.

Mains utilisées. Les enfants utilisent la main droite, la main gauche, les deux mains simultanément ou bien les deux mains en alternance. La main droite est la plus utilisée. On observe une alternance des mains plus fréquente en fin d'expérience, attestant d'une fatigue croissante des bras des enfants. Il a été conclu qu'il était nécessaire que l'enfant puisse poser ses coudes tout en jouant pour éviter toute fatigue.

Position de la main sur le joystick. Les enfants positionnent leurs mains à la base, au milieu ou bien en haut du manche. La main est le plus souvent positionnée au milieu du manche, ce qui rend difficilement accessibles les boutons situés en haut du manche.

Mouvements utilisés. Les mouvements utilisés sont des parcours des axes horizontaux et verticaux, des diagonales et des cercles. La nature des mouvements utilisés dépend des instruments explorés, ce qui indique que l'enfant n'est pas sourd au son produit par son geste. Dans le cas où l'instrument favorise un axe, l'enfant explore plus particulièrement cet axe. Dans le cas contraire, les mouvements circulaires sont plus nombreux. Il serait intéressant de leur proposer des instruments favorisant les diagonales afin d'observer si cela change la proportion des gestes.

Utilisation des différents boutons. Le manche est la partie la plus accessible et la plus attirante pour les enfants, ainsi que la molette située sur la base. Parmi les boutons, seul le bouton de tir, situé en haut du manche est favorisé.

Les questions qui restent posées concernent l'influence de l'écoute sur le geste. Comment observer objectivement si le geste de l'enfant est conduit par l'écoute ou bien par la motricité? En effet, quand un enfant se met à secouer vivement le manche du joystick, comment déterminer s'il est focalisé sur son geste ou bien sur le son produit? Cette observation nous permettrait de mesurer la qualité des instruments concernant l'association geste/écoute. En effet, si l'écoute prend le pas sur le geste, ce qui est notre objectif, c'est que l'association est réussie. Une piste consisterait à proposer aux enfants des instruments favorisant des mouvements différents. Dans le cas où l'écoute de l'enfant conduit son geste, les proportions de mouvements devraient être radicalement différentes d'une expérience à l'autre.

Équipe

Jeanine Belluye : directrice de l'école élémentaire.

Cécile Brocard : ancienne directrice de l'école maternelle.

Myriam Desainte-Catherine : directrice scientifique du SCRIME.

Anne-Marie Garcia : conseillère pédagogique éducation musicale.

Fabienne Guy : intervenante Eclats.

Bénédicte Gourdon : psychologue de l'enfance, membre du laboratoire de psychologie clinique et psychopathologie de l'Université de Bordeaux II.

Sophie Grelier : Directrice pédagogie Éclats.

György Kurtag : compositeur et instrumentiste, membre du SCRIME.

Isabelle Kurtag : intervenante.

Hélène Ragues : directrice de la maternelle.

Arnaud Romet : intervenant Eclats.

Les institutrices des quatre classes : Mesdames Bruneau (moyenne grande section), Carrère (CP), Hindaoui (grande section) et Régnier (CP).

Modélisation d'un percussionniste
--

Responsable artistique : Christophe Havel

Responsable scientifique : Myriam Desainte-Catherine

Objectif du projet

Il s'agit de créer et de réaliser un spectacle musical associant des instrumentistes traditionnels (interprètes et improvisateurs) à un méta-instrument électroacoustique.

Originalité du projet

Elle consiste à utiliser le formidable potentiel gestuel et musical d'instrumentistes en l'appliquant à un instrument autre que leur instrument traditionnel. Chaque musicien joue virtuellement, avec ses propres réflexes mécaniques et auditifs, devant ou avec des capteurs adaptés à son instrument d'origine. L'ensemble des informations recueillies est envoyé vers un ordinateur qui génère l'ensemble des sons en fonction d'une partition écrite à l'avance. Mais à la différence d'une écriture traditionnelle, la partition consiste en divers environnements de réactions aux sollicitations instrumentales. L'oeuvre est alors définie par la forme générale proposée aux instrumentistes, les environnements et les modes de jeu associés, et la facture des sons électroniques.

Application

La formation actuellement envisagée est guitare, saxophone, percussion et thérémin. Pour les deux premiers instruments, le problème de la captation du geste peut dans un premier temps être résolu par l'utilisation des instruments MIDI déjà existants, et le thérémin fournit un signal audio directement utilisable. Par contre, le cas de la percussion est beaucoup plus délicat : il s'agit de capter et de reconnaître une gestique se déroulant en trois dimensions sans qu'il n'y ait de frappe sur des points précis. Il ne doit pas y avoir de bruits percussifs parasites, comme c'est le cas avec les pad employés actuellement.

L'ensemble des informations de jeu instrumental (MIDI ou audio) sont gérés par MAX/MSP sur Mac Intosh qui pilote également les sons générés en fonction de la partition. L'oeuvre pourrait être créée au Molière-Scène d'Aquitaine, où une première présentation des travaux en cours a eu lieu au mois de mai 2000.

Projet de réalisation d'une interface gestuelle pour percussionniste

Ce projet a été étudié l'an dernier par Éric Menu et Marie-Claire Gaudin, étudiants en troisième année de l'ENSEIRB. Ils ont réalisé une analyse en temps différé de gestes (down, up, fla, frisé, ...) d'un percussionniste qui avaient au préalable été enregistrés au moyen du radiobaton de Max Matthews chez Daniel Arfib.

En 2000-2001, trois étudiants en troisième année de l'ENSEIRB ont travaillé sur ce projet. Ils ont utilisé deux Flock of bird pour capter les gestes et ont réalisé une analyse temps réel dont le résultat est traité par des objets jmax.

Le résultat de ce travail n'est pas encore utilisable en raison du retard trop perceptible entre le coup et le résultat sonore. Il s'agit cette année de travailler sur l'anticipation du coup afin de réduire ce retard. Cette maquette a été présentée lors du festival des 10 ans de Proxima Centaury au TNT.

Autres projets d'utilisation artistiques

Gilbert Tiberghien, metteur en scène et directeur de la compagnie du même nom, a assisté à la présentation de la percussion virtuelle au TNT et serait très intéressé pour l'utiliser dans un projet qu'il est en train de monter pour l'année prochaine, sur le thème d'Orphée. De même, Christophe Havel et Guillaume Largillier l'utiliseront aussi - si ça marche à temps - pour la musique du film pour les Ciné-concerts (en plus des métamorphoses et de la simulation visuelle sur écran 3D).

Activités artistiques

Manifestations et concerts du SCRIME

- 25 janvier 2001 : concert-lecture Amphi 700 (E. Nicouveau, J. Haussmann, J. Loiseau)
- 21 février 2001 : concert université Toronto (C. Eloy D. Trescos, J. Daney)
- 1 mars 2001 : concert-lecture Amphi 700 (G. Kurtag, G. Largillier, W. Griffiths, A. Rotureau)
- 29 mars 2001 : concert Halle des Chartrons (créations D. Trescos, P. Jakubowsky)
- 30 mars 2001 : concert Montréal, échange avec le conservatoire (D. Trescos, JM. Rivet, C. Eloy)
- 26 avril 2001 : concert à l'ENSEIRB (créations JM. Rivet, C. Havel, C. Eloy, E. Nicouveau)
- 4 mai 2001 : prise de son Grand théâtre (Henri Sauguet) (JM. Rivet . D. Trescos)
- 10 mai 2001 : Ciné-concert Ecole de chimie *La grève* / P. Jodlowski
- 31 mai 2001 : présentation Mollat (P. Jakubowski)
- 2 et 3 juin 2001 : 2 concerts au festival de Belfort FIMU (JM. Rivet, J. Loiseau, D. Trescos, W. Griffiths, A. Bazin, G. Largillier)
- 12 juin 2001 : concert co-production Ensemble Musique Nouvelle / SCRIME Halle des Chartrons (C. Eloy)
- 21 juin 2001 : présentation création radiophonique, labo microélectronique (JM. Rivet / J. Arsel)
- 28 octobre 2001 : concerts TNT - Rencontres et créations des 10 ans de Proxima Centauri
- 22 novembre 2001 : concert église de Talence (colloque art et sciences) (G. Largillier, C. Eloy)
- 6 décembre 2001 : inauguration du Hangar 20 Cap Sciences à Bordeaux (JY. Pontus, C. Eloy)

Compositeurs accueillis dans les studios du SCRIME

- Jean-Michel Rivet (Juin 2000 - Juin 2001)
- David Trescos (Septembre 2000 - Avril 2001)
- Bernard Baritaud (Janvier - Mars 2001)
- Pascale Jakubowsky (Mai - Septembre 2001)
- Jean Arzel (Octobre 2000 - Juin 2001)
- Johann Loiseau (Octobre 2000 - Juin 2001)
- Guillaume Largillier (mai 2000 - septembre 2001)
- François Pachet (Juillet 2001)
- Renaud Bourrie (Juin - Septembre 2000)

Créations musicales du SCRIME

7 oeuvres réalisées dans les studios du SCRIME, données en création lors de concerts organisés par le SCRIME: D. Trescos C. Havel E. Nicouleau C. Eloy JM. Rivet J. Arsel P. Jakubowsky

- Frôlement d'elle 13' Jean-Michel Rivet
- Quetzacoatl 14' David Trescos
- Du Grain 11' Guillaume Largillier
- DEL 16 12' Christian Eloy
- Pillows Strike Again 11' Guillaume Largillier
- Dans les yeux des nomades 15' Pascale Jakubowsky
- Ecoute cette petite âme qui chante 90' Jean Arsel et Jean-Michel Rivet (Création Radiophonique)
- Métamorphose 12' Christophe Havel

Autres activités

- bande-son de l' exposition ' Masques Intéactifs' R. Bourie
- récupération et mastering d' archives sonores pour CD JM. Londeix J. Daney A. Rotureau
- montage et mastering du CD de Proxima Centauri C. Havel
- préparation répétition de la pièce interactive avec capteurs gestuels ' Feu Follet' E. Nicouleau
- prises de son pour bibliothèque recherche (sons d' origine vocale et instrumentale)
- réalisation du CD Concours SCRIME 2000 en coproduction avec l' Ina-GRM

Projets en cours de programmation

- participation à Ciné-concert 2002 avec le Jean Vigo et le TNT
- présentation publique et mise en vente du CD Concours SCRIME 2000
- concert au Goethe Institut à Bordeaux
- projet d' action artistique et culturelle au Mali (A. Rotureau, W. Griffiths)
- concert à l' ENSEIRB
- concert au Globe-théâtre

Aspects matériels

- Nombre d' installation du système de diffusion 16 voies avec transport : 16 montages en extérieur
- Temps d' occupation des studios A et B
 - Studio A : équipé Pro-tools TDM console 24 pistes
 - 2480 heures (juin 2000 à novembre 2001)

- Studio B : mise en service en mars 2001 équipé G4 avec Digi01 820 heures (Mars 2001 à novembre 2001).

Activités pédagogiques

Université Bordeaux 1

- DESS IMM⁵ 60 heures de cours intégré.
 - Module “Technologies” - partie son
 - Formats sonores (4h) - Sylvain Marchand
 - “Séquenceur” MAX (6h) - Christophe Havel (Conservatoire National de Région)
 - Divers [sous réserve] (Editeurs de sons, Outils de composition musicale, Séquenceurs)
 - Psychoacoustique - perception du son (10h)
Sylvain Clément (Bordeaux 2)
 - Modèles physiques - Modèles formels (20h)
Sylvain Marchand
 - Composition musicale (12h)
Christian Eloy (Conservatoire National de Région)
 - TP: acoustique des salles (2h)
Emmanuel Mérida (École d’Architecture)
 - Analyse sonore (8h)
Sylvain Marchand
 - Synthèse sonore (10h)
Myriam Desainte-Catherine
 - Protocoles d’informatique musicale (14h)
Yann Orlarey (GRAME)
- DEA informatique : acoustique, psychoacoustique, modèles sonores, analyses de sons (10h),
Myriam Desainte-Catherine et Sylvain Marchand.

ENSEIRB

- Deuxième année filière informatique et télécommunication : UV *Données multimédia*, 60 h de cours intégré. Programme : Interfaces graphiques et interfaces sonores (MIDI et interactivité, Midishare, extension de jmax), Georges Eyrolles, Anthony Beurivé et Myriam Desainte-Catherine.
- Troisième année filière informatique et électronique : cours *Analyse et synthèse de son*, 20h de cours, Myriam Desainte-Catherine.
- En projet pour la filière informatique et télécommunication : une option multimédia en troisième année en 2002-2003, Georges Eyrolles et Myriam Desainte-Catherine.

Activités pédagogiques réalisées dans les studios

- cours CEFEDDEM préparation au DE C. Eloy / E. Nicouleau - 20 heures d'enseignement + 20 heures de travail personnel en studio avec tutorat
- cours DESS Multimédia C. Eloy / C. Havel
- master-class, conférences et concert à l' Université de Toronto C. Eloy
- cours perfectionnement CNR 3 étudiants du CNR (8 h hebdomadaires)
- stages d' étudiants ENSEIRB (développement) M. Desainte-Catherine C. Havel E. Nicouleau

Écoles maternelle et primaire

- 4 classes à P.A.C. (éducation nationale) 100 heures de sensibilisation et pratique artistique dans le cadre du projet Dolabip, en collaboration avec Eclats.
- conférence lycée Eiffel C. Eloy - musique techno / musique électroacoustique
- en projet : concert éducatif à l'école G.Lassere de Talence

Autres activités

- ateliers Max et protocols pour compositeurs et chercheurs - G. Largillier