

Rapport d'activités de recherche et développement du SCRIME 2005

February 7, 2006

1 Présentation du SCRIME

Le SCRIME résulte d'une convention de partenariat entre le CNR¹, l'ENSEIRB² et 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 artistes bénéficient 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.

1.1 Personnel du SCRIME

- Direction artistique : Christian Eloy;
- Direction scientifique et administrative : Myriam Desainte-Catherine;
- Secrétaire : Annick Alexaline (Contrat d'accompagnement vers l'emploi - CAE à plein temps, géré par l'Université Bordeaux 1 sur les crédits du SCRIME jusqu'en mai 2006);
- Assistant ingénieur : Depuis janvier 2005 : Christian Faurens (géré par l'ENSEIRB à mi-temps);
- Ingénieur développement : Julien Villain (Contrat à durée déterminée géré par le LaBri sur les crédits du SCRIME ayant pris fin en septembre 2005).

1.2 Chercheurs

Les chercheurs sont des permanents du LaBRI³ (Myriam Desainte-Catherine, Pierre Hanna, Sylvain Marchand et Robert Strandh), un ATER (Mathieu Lagrange) et des doctorants (Martin Raspaud, Matthias Robine, Joan Mouba et Guillaume Meurisse). Depuis 2004, trois compositeurs ont été admis en tant que chercheurs associés au LaBRI. Il s'agit de Christophe Havel, Gyorgy Kurtag et Egdar Nicouleau.

¹Conservatoire National de Région de Bordeaux

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

³Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique, UMR 5800

Locaux

Les studios du SCRIME ont été inaugurés en 2000. Ils sont situés dans la maison d'Élise, dans l'enceinte universitaire. Ces locaux comportent deux studios de composition et un studio de développement.

En 2004, l'université a aménagé une salle d'une cinquantaine de mètres carrés, située dans le château Bonnefont (à côté des studios du SCRIME), pour que le SCRIME l'utilise comme troisième studio de composition. Cette salle est maintenant équipée en multicanaux.

2 Recherche fondamentale

La recherche fondamentale scientifique du SCRIME s'effectue au LaBRI dans l'équipe Image et Son. De plus, le SCRIME développe des projets artistiques en collaboration avec les compositeurs.

D'une manière générale, la recherche en informatique musicale est divisée en deux domaines assez disjoints: un domaine symbolique qui est lié à la modélisation de pièces musicales, de règles musicales dans le but d'une aide à l'analyse et à la composition; et un domaine sous-symbolique qui est lié à l'analyse, le traitement et la synthèse de sons. Nous abordons ces deux domaines en tentant de trouver des représentations compatibles pouvant cohabiter dans un même logiciel.

L'objectif principal des recherches du thème Modélisation du Son et de la Musique est de développer des modèles de sons et de partitions permettant diverses interactions en temps réel ou différé. Ces modèles pourraient donner lieu à de nouveaux instruments permettant l'interaction avec des pièces musicales sur support, ces interactions pouvant aller de la spatialisation des sources sonores du morceau jusqu'au jeu improvisé avec un musicien virtuel.

Au niveau symbolique, nous avons surtout travaillé sur des représentations temporelles, explicites ou implicites. Nous étudions un système d'optimisation de contraintes temporelles basées sur les relations d'Allen afin d'éditer, sous contraintes, un document sonore hiérarchique.

Concernant la modélisation sonore, nous nous intéressons plus particulièrement aux sons musicaux. Il nous faut donc impérativement considérer la polyphonie (plusieurs sons joués simultanément), ce qui complexifie grandement les méthodes d'analyse sonore à mettre en œuvre. De plus, la composante bruitée des sons musicaux est souvent importante (à la fois quantitativement et qualitativement). Les modèles à définir doivent tenir compte de toutes ces contraintes.

De plus, nous souhaitons que les modèles soient proches de la perception. Il s'agit donc de modéliser les sons au niveau du récepteur (de l'auditeur), et non pas au niveau de la source émettrice (comme c'est le cas pour les modèles physiques par exemple). Ce choix nous amène à travailler en collaboration avec les psychoacousticiens, et en représentation spectrale.

En plus du modèle, nous souhaitons une chaîne d'analyse / synthèse complète, contrairement à ce qui se fait classiquement en indexation par exemple, où seul l'analyse compte et où la modification des paramètres obtenus en vue d'une resynthèse d'un son transformé est *a priori* exclue.

Nous portons nos efforts sur les algorithmes et les structures de données. Même si des bases solides en traitement du signal ou probabilités sont essentielles, nous pensons arriver à des problèmes plus algorithmiques et combinatoires.

Dans nos recherches, la priorité va à la compréhension (recherche fondamentale) plutôt qu'au traitement (ingénierie). Une fois les mécanismes fondamentaux compris, nous utilisons ces résultats dans de nombreuses applications, souvent implantées sous forme de logiciels libres développés sur systèmes d'exploitation UNIX (Linux, MacOS X). Ces logiciels sont destinés aussi bien aux scientifiques qu'aux musiciens.

2.1 Modélisation à long terme

Basés sur les travaux d'Helmholtz et de Fourier, les modèles sinusoidaux décomposent le son sous forme d'une somme de sinusoides (les partiels) dont les paramètres (fréquences et amplitudes) varient lentement dans le temps.

Les paramètres des partiels à chaque trame d'analyse constituent une représentation à court terme. Pour obtenir une représentation à long terme, il s'agit de reconstituer les évolutions dans le temps des

paramètres des partiels à partir de la représentation à court terme. Cette phase est communément appelée le suivi de partiels.

La représentation sinusoïdale à long terme est essentielle pour de nombreuses applications comme par exemple le codage audio-numérique, la classification des sources sonores, ou les transformations musicales de grande qualité. Cependant, l'existant en matière d'algorithmes de suivi de partiels est assez limité. Nous avons proposé de nouveaux algorithmes basés sur l'exploration de trajectoires dans le futur, l'extrapolation des trajectoires futures basée sur la prédiction linéaire, et l'utilisation du contenu hautes fréquences des évolutions des paramètres des partiels.

Ainsi, par exemple, lors de l'analyse d'un son harmonique, seuls quelques paramètres sont extraits par un algorithme de suivi de partiels, en particulier la fréquence et l'amplitude des sinusoides qui composent le son à un moment donné. Mais il existe d'autres paramètres qui pourraient être extraits par un réanalyse des paramètres estimés lors de la première étape. De manière similaire, il doit être possible d'extraire hiérarchiquement des paramètres du son. Un modèle hiérarchique sonore permet de modéliser les sons à plusieurs niveaux, c'est-à-dire au niveau du son, mais aussi au niveau du contrôle du son, et au niveau des variations du contrôle. Cela permettrait d'agir à tous les niveaux sur le son, du microscopique au macroscopique. La thèse de Martin Raspaud a pour but de proposer un tel modèle pour réaliser un étirement temporel de grande qualité, en agissant sur tous les niveaux de la hiérarchie. Nous avons notamment proposé une technique d'étirement temporel préservant la hauteur, le timbre, et aussi les micro modulations présentes à l'intérieur du son (vibrato, trémolo). Les travaux actuels concernent l'utilisation des évolutions des paramètres de contrôle comme critère de regroupement des sinusoides en "entité sonore".

La modélisation à très long terme est une perspective de recherche intéressante, notamment dans le cas de la voix parlée. Il s'agit par exemple de coder la totalité des évolutions de chaque partiel au cours d'un segment de parole (une voyelle, voire une phrase entière). Une collaboration en cours avec Laurent Girin de l'ICP laisse entrevoir des perspectives intéressantes pour le codage et la compression des sons de parole.

2.2 Modélisation de sons polyphoniques

Nos recherches se concentrent principalement sur l'étude d'une représentation structurée des sons polyphoniques. De nombreux sons issus d'instruments de musique ou de voix possèdent des modes de vibration qui peuvent chacun être modélisés sous la forme d'une sinusoïde dont les paramètres de fréquence et d'amplitude varient lentement au cours du temps. L'identification de ces partiels à partir d'un enregistrement numérique pose de nombreux problèmes dans le cas polyphonique. La prise en compte de la prédictabilité de l'évolution de ces paramètres ainsi que l'absence théorique de hautes fréquences dans ces mêmes évolutions ont permis de proposer des améliorations notables dans ce domaine.

Cette modélisation avancée de l'évolution des paramètres des partiels a été mise à profit pour l'interpolation longue de données manquantes avec pour application la restauration d'enregistrements et la transmission en "streaming".

L'étape suivante consiste à regrouper les partiels issus de la même entité sonore (note), chaque entité étant perçue par le système auditif humain non plus comme plusieurs sons simples mais comme un unique son complexe. Pour cela, on étudie de nombreux critères tels que l'apparition / disparition simultanée des partiels, la relation d'harmonicité entre les fréquences des partiels ainsi que l'évolution corrélée des paramètres des partiels. Ce dernier critère ayant l'avantage d'être générique, nous étudions des famille de métriques permettant la comparaison de partiels selon ce critère. Une plate-forme basée sur la base de données d'enregistrement d'instruments musicaux de l'IOWA, pour l'évaluation de ces métriques est actuellement en cours de développement. Les informations contenues dans les évolutions étant représentatives de l'expression de l'instrumentiste/locuteur. Ces métriques pourront être appliquées à la caractérisation de l'instrumentiste/locuteur.

De plus, la combinaison pertinente de l'ensemble des critères à l'aide de méthodes de classification statistiques est actuellement à l'étude pour proposer de nouvelles méthodes de séparation de sources.

2.3 Modèle unifié

L'essentiel des recherches a été consacré jusqu'à maintenant à la modélisation des parties périodiques du signal. Un son périodique de base, comme par exemple une sinusoïde pure, n'est pourtant pas un son naturel. Ce n'est que depuis quelques années que la partie bruitée du son est prise en considération. La qualité de rendu des sons n'en est que meilleure. Toutefois, la représentation de cette partie repose sur des hypothèses peu restrictives et approximatives, car les sons étudiés restent majoritairement des sons instrumentaux peu bruités.

Actuellement la plupart des modèles sonores sont actuellement des modèles hybrides. Ces modèles décomposent les sons sous la forme d'une somme de sinusoïdes variant lentement dans le temps (composante déterministe) d'une part, et d'une partie bruitée (composante stochastique) d'autre part. Ces modèles sont adaptés aux sons bruités, comme les sons naturels. Nous avons montré que la modélisation sinusoïdale, bien adaptée aux sons déterministes, pouvait également à court terme permettre de générer des sons bruités (modèle CNSS). Nous souhaitons maintenant définir un modèle spectral unifié, plus souple, où parties déterministe et stochastique seront indissociables. Nos recherches portent actuellement sur les méthodes d'analyse de la partie stochastique de tels sons. Jusqu'à maintenant, la partie stochastique était obtenue à partir du son original par soustraction de la partie sinusoïdale, appelée résiduel. Nous proposons de nouvelles méthodes grâce auxquelles l'analyse de la partie bruitée peut se faire conjointement à l'analyse de la partie sinusoïdale. De cette façon l'analyse de la partie bruitée n'est plus tributaire des erreurs d'analyse des paramètres sinusoïdaux.

2.4 Méthode polynomiale rapide de synthèse additive

Les modèles spectraux paramètrent le son au niveau de l'oreille interne et sont ainsi proches de la perception. À 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 cette synthèse est le partiel, oscillateur quasi-sinusoïdal dont la fréquence et l'amplitude évoluent lentement dans le temps. Mais dans le cadre de sons complexes, les paramètres de la synthèse additive - les fréquences et les amplitudes de tous les partiels - sont très nombreux, ce qui rend l'utilisation musicale du modèle additif difficile. Nous travaillons sur une nouvelle méthode rapide de synthèse sonore utilisant des polynômes pour remplacer les fonctions sinusoïdales. Habituellement, un échantillon est calculé pour chaque oscillateur, et la somme de tous ces échantillons donne un échantillon du son. Le temps de calcul est alors proportionnel au nombre d'oscillateurs et à la fréquence d'échantillonnage choisie. En utilisant des polynômes pour approcher les oscillateurs, nous pouvons additionner les coefficients polynomiaux pour obtenir les coefficients d'un polynôme générateur. Seul ce générateur est régulièrement évalué pour donner les échantillons du son. Cependant, comme l'approximation polynomiale n'est valable que sur une partie de la période d'un oscillateur, il faut gérer les événements d'actualisation des coefficients polynomiaux. Nous utilisons pour cela une file de priorité, dont l'utilisation détermine la complexité de notre méthode. Cette synthèse polynomiale est particulièrement efficace pour les signaux basse fréquence, car l'actualisation des coefficients polynomiaux est moins fréquente.

2.5 Modèle hiérarchique

Lors de l'analyse d'un son harmonique, seuls quelques paramètres sont extraits par un algorithme de suivi de partiels, en particulier la fréquence et l'amplitude des sinusoïdes qui composent le son à un moment donné. Mais il existe d'autres paramètres qui pourraient être extraits par une réanalyse des paramètres estimés lors de la première étape. De manière similaire, il doit être possible d'extraire hiérarchiquement des paramètres du son.

Un modèle hiérarchique sonore permet de modéliser les sons à plusieurs niveaux, c'est-à-dire au niveau du son, mais aussi au niveau du contrôle du son, et au niveau des variations du contrôle. Cela permettrait d'agir à tous les niveaux sur le son, du microscopique au macroscopique. La thèse de Martin Raspaud a pour but de proposer un tel modèle pour réaliser un étirement temporel de grande qualité, en agissant sur tous les niveaux de la hiérarchie. Nous avons notamment proposé une technique d'étirement temporel préservant la hauteur, le timbre, et aussi les micro modulations présentes à l'intérieur du son (vibrato,

trémolo). Les travaux actuels concernent l'utilisation des évolutions des paramètres de contrôle comme critère de regroupement des sinusoïdes en "entité sonore".

2.6 Spatialisation sonore

En partant d'un son stéréo (provenant par exemple d'un CD audio), la technique DUET permet de localiser les sources sonores dans l'espace, en s'inspirant des mécanismes intervenant dans la perception binaurale (avec les deux oreilles). Nous reprenons les résultats récents d'Harald Viste à l'EPFL (École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse) sur la modélisation acoustique et psychoacoustique pour la localisation des sons. Il s'agit d'une modélisation binaurale dérivée des HRTF (*Head-Related Transfer Functions*). La méthode développée permet de localiser les diverses sources sonores, et de les séparer.

Récemment, il a été montré que l'on pouvait aussi interagir avec ces sources durant l'écoute, pour par exemple en changer la position spatiale perçue. Ainsi, si dans un enregistrement rock on entend un chanteur au milieu, une guitare vers la gauche et une batterie à l'avant, on peut vouloir faire glisser la guitare vers la droite, ou supprimer la voix du chanteur (effet karaoké).

Nous nous intéressons cette année à un nouveau sujet de recherche concernant l'écriture de la spatialisation. Notre objectif est de nous baser sur un ensemble de paramètres perceptifs liés à la perception spatiale et de proposer un modèle de spécification de ces paramètres satisfaisant les pratiques des compositeurs. Ces travaux vont se dérouler dans le cadre d'un master recherche.

2.7 Modélisation de partitions

Dans le contexte de la musique contemporaine, nous souhaitons définir un modèle d'édition de partitions musicales adapté au processus incrémental de la création. Faisant suite aux recherches ayant donné lieu au logiciel BOXES validant un modèle d'édition avec optimisation de contraintes temporelles basées sur les relations de Allen, nous cherchons à étendre le champ des contraintes à d'autres dimensions musicales. Nous exhibons ainsi des modèles de contraintes génériques pouvant s'appliquer à des courbes abstraites pouvant représenter l'évolution de divers paramètres musicaux. Les variables du système de contraintes admettent des domaines continus ou bien discrets. Nous travaillons actuellement à la conception d'un algorithme hybride de résolution de ces contraintes, certains domaines étant continus et d'autres finis.

Ces travaux se déroulent dans le cadre d'une thèse en collaboration avec l'université de Beyrouth (Liban). De plus, dans le cadre d'un stage de master, le système BOXES va être intégré à Open Music (IRCAM).

Une autre direction de recherche sur ce sujet consiste à introduire des événements interactifs dans la partition. Le modèle précédant est étendu et comprend donc des événements statiques et interactifs mis en cohérence temporelle au moyen de contraintes. Ainsi, le compositeur peut exprimer des propriétés concernant la pièce telle qu'elle devra être jouée, limitant ainsi l'espace de liberté de l'interprétation.

Ces travaux se déroulent dans le cadre d'une thèse en collaboration avec l'IRCAM et ont donné lieu à un article en revue et deux articles en conférences internationales.

3 Projets artistiques en collaboration

3.1 Dolabip : un instrument pour l'éveil musical

L'objectif de ce projet est le développement d'outils pédagogiques pour l'éveil musical en école publique permettant aux jeunes enfants de jouer dans un espace sonore virtuel au moyen de périphériques adaptés à leur motricité.

Nous avons décidé de procéder par étapes successives donnant lieu chacune à un outil dont l'objectif pédagogique est clairement défini.

- L'exploration sonore en solo est la première étape du projet. Cet outil est opérationnel et exploité pédagogiquement en écoles maternelles et primaires.
- La deuxième étape concerne le jeu à plusieurs enfants. Nous avons terminé le développement de la première maquette du logiciel "cartes" permettant de faire jouer plusieurs enfants sur un même

espace sonore tout en pouvant se repérer visuellement. Cette maquette va être testée cette année en maternelle.

L'instrument est utilisé par des classes maternelle et élémentaires lors d'ateliers de découvertes sonores et musicales. Le passage du sonore au musical utilise actuellement un catalogue de gestes codant des types de jeux (jouer : tous ensemble; un petit groupe; seul; juxtaposer; empiler; imiter ...) ou des types de sons (court; droit; vague ...) élaboré au fil des ateliers. Les composants du catalogue sont aussi utilisés par les enfants comme outils de composition et de direction d'orchestre. Nous envisageons cette année d'intégrer les U.S.T (Unités Sémiotiques Temporelles) développées par le MIM (le Laboratoire Musique et Informatique de Marseille) à ces dispositifs pédagogiques.

Nous envisageons une collaboration avec François Delalande pour l'exploitation pédagogique de ces outils avec les enfants, ainsi que la validation de nos méthodes.

3.2 Modélisation d'une percussion aérienne

L'objectif de ce projet est de créer et de réaliser un spectacle musical associant des instrumentistes traditionnels (interprètes et improvisateurs) à un méta-instrument électroacoustique. Nous utilisons un dispositif constitué de deux Flocks of Birds, d'un PC permettant l'acquisition des positions en trois dimensions et d'un Macintosh effectuant la synthèse sonore. Nous avons étudié la détection des coups joués par un percussionniste au moyen des deux capteurs.

Le dispositif a été utilisé dans le cadre de plusieurs concerts en France et à l'étranger (concert à Belfast, festival *sonorities* avec Proxima Centauri, présentation de la percussion aérienne au SARC).

3.3 Diffusion par le geste

L'objectif de ce projet consiste à substituer les manipulations de curseurs de la table de diffusion par des gestes inspirés de ceux du chef d'orchestre devant les instrumentistes (les enceintes); *la diffusion* consistant, à partir d'un support stéréophonique, *d'interpréter* l'oeuvre en agissant sur un ensemble d'enceintes acoustiques (8 à 16) disposées dans la salle de concert, les enceintes ayant des rôles différents selon leurs caractéristiques comme, leur bande passante mais aussi leur emplacement dans le lieu : proche, au loin, en réflexion etc. ... Nous utilisons deux capteurs *Flocks of Birds*, un dans chaque main. Ces capteurs transmettent les coordonnées tridimensionnelles ainsi que les rotations toutes les 10 ms. Au moyen de ces capteurs, il faut rétablir des codes gestuels paramétrés permettant de commander la diffusion, c'est-à-dire de contrôler le volume de chacune des enceintes. Les informations symboliques associées à chaque geste sont utilisées ultérieurement pour commander le volume de chaque enceinte. Le projet mené avec le compositeur Jean-Michel Rivet est dans sa phase finale, sa mise en pratique récente a révélé sa fiabilité. Il reste une dernière commande à mettre en oeuvre : Une enceinte *virtuelle* étant *un volume général*, celui simultané de toutes les enceintes. L'évolution de ce projet sera de permettre l'interprétation d'oeuvre à partir d'un support octophonique, support de plus en plus apprécié et répandu.

3.4 Le projet MidiDanse

Le MidiDanse est une interface électronique permettant de capter les mouvements d'un musicien/danseur et de les restituer en musique. Le système est composé d'un réseau de capteurs qui détecte les déplacements et les mouvements d'un ou de deux musiciens/danseurs sur une scène. Les informations, ainsi obtenues, sont traitées instantanément par le système et permettent de générer des ordres MIDI1 transmis ensuite à un ordinateur. L'ordinateur, équipé d'un logiciel musical, pilote un synthétiseur, relié à des enceintes, et permet de diffuser la musique correspondant aux ordres MIDI.

Deux ensembles de sept faisceaux lasers, placés l'un au dessus de l'autre, balayent la scène horizontalement et se croisent en son milieu. Les faisceaux lasers sont constitués par des émetteurs/récepteurs disposés sur des supports verticaux dont la position peut-être modifiée en fonction de l'utilisation. L'espace balayé par les faisceaux couvre une surface circulaire de six mètres de diamètre environ.

Le second prototype du MidiDanse a été utilisé pour la première fois, en situation réelle, lors d'une audition de la classe de composition électroacoustique au conservatoire national d'Angoulême. Il a été très bien accueilli tant par la personne qui l'a utilisé que par le public. Nettement plus fiable et efficace

que le prototype précédent, son utilisation est beaucoup plus agréable. La technologie laser pour les faisceaux apporte une grande précision et un attrait visuel très intéressant.

4 Logiciels

Les logiciels du SCRIME sont développés sur GNU-Linux et bientôt MacOS X 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 développé par Sylvain Marchand. Une nouvelle version du logiciel d'analyse sonore *InSpect* est en cours de développement. Cette nouvelle version, qui prend en compte les avancées de la recherche dans le domaine, se veut portable (Linux, MacOS, voire Windows) et utilisable par le plus grand nombre à des fins scientifiques et / ou artistiques (<http://www.scrime.u-bordeaux.fr/InSpect/>)
- 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 avec une interface graphique en TCL/Tk par Laurent Kerhoas de la société Algory, retouchée par Anthony Beurivé (<http://www.scrime.u-bordeaux.fr/dolabip/>)
- Objets jmax : sas4jmax (incluant la spatialisation binaurale en trois dimensions de sons SAS), cnss4jmax (Colored Noise by Sums of Sinusoids), joystick4jmax, osc4jmax.

5 Publications se rapportant à la recherche depuis 2005

Livres ou Revues internationales avec comité de lecture

P. HANNA AND M. DESAINTE-CATHERINE, *CNSS Model : a Statistical and Spectral Model for Representing Noisy Sounds with Short-Time Sinusoids*, EURASIP Journal on Applied Signal Processing, (2005).

M. LAGRANGE, S. MARCHAND, AND J.-B. RAULT, *Long Interpolation of Audio Signals Using Linear Prediction in Sinusoidal Modeling*, Journal of the Audio Engineering Society, (2005).

Communications et conférences

M. LAGRANGE, "A New Dissimilarity Metric for the Clustering of Partial Using The Common Variation Cue," in *International Computer Music Conference*, Barcelona, Spain, Sept. 2005.

M. LAGRANGE, S. MARCHAND, and J.-B. RAULT, "Tracking Partial for the Sinusoidal Modeling of Polyphonic Sounds," in *Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP05)*, Philadelphia, New York, USA, Mar. 2005, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

M. LAGRANGE, S. MARCHAND, and J.-B. RAULT, "Improving Sinusoidal Frequency Estimation Using a Trigonometrical Approach," in *Proceedings of the Digital Audio Effects (DAFx05) Conference*, Madrid, Spain, Sept. 2005.

M. RASPAUD, S. MARCHAND, and L. GIRIN, "A Generalized Polynomial And Sinusoidal Model For Partial Tracking And Time Stretching," in *Proceedings of the Digital Audio Effects (DAFx05) Conference*, Madrid, Spain, Sept. 2005, Universidad Politécnica de Madrid, pp. 24–29, ISBN: 84-7402-318-1.

M. DESAINTE-CATHERINE, P. HANNA, M. LAGRANGE, S. MARCHAND, M. RASPAUD, and R. STRANDH, “SCRIME Studio Report,” in *Proceedings of International Computer Music Conference (ICMC'05)*, 2005.

N. LOUIS and P. HANNA, “Statistical Classification Of Natural Noisy Sounds,” in *Proceedings of the fourth International Workshop on Content-Based Multimedia Indexing (CBMI'05)*, 2005.

6 Rapport d'activités artistiques

Le SCRIME ayant pour ambition d'intégrer le cercle très fermé des centres nationaux de création labellisés et soutenus par le ministère de la Culture (quatre pour l'instant en France), s'est fixé comme objectif de satisfaire au cahier des charges, en phase terminale d'écriture, de cette charte des centres nationaux. Nous travaillons sur quatre axes principaux : la recherche, la création, la diffusion et l'enseignement.

Le SCRIME s'est produit ou a participé à une vingtaine de manifestations durant l'année 2005; les concerts se sont déroulés dans l'agglomération bordelaise, en France, mais aussi à l'étranger (Italie, Irlande):

- 15 février 05 : concert-lecture Bonnefont (F. Dumeaux)
- 1 mars 05 : concert-lecture Forum Talence (V. Tabanou)
- 5 avril 05 : participation à la nuit de la création salle Vitez à Bordeaux
- 3/5 mai 05 : concert festival Sonorities à Belfast (C. Eloy)
- 14/15 mai : 2 concerts FIMU à Belfort
- 17 mai 05 : concert-lecture Forum Talence (P. Jakubowski)
- 24 mai 05 : concert scolaires Halle des Chartrons
- 25 mai 05 : concert Halle des Chartrons 2 créations
- 3/4 juin 05 : 2 concerts Festival Synthèse à Bourges
- 9/10 juin 05 : conférence et concert à Rome (C. Eloy)

Le SCRIME participe à quelques grandes manifestations nationales (Fête de la science, Festival de Belfort, Nicéphores Days à Chalon, SIMC à Paris, Journées de l'Electro au CNSMD de Lyon, IMEB à Bourges) où la valeur de son travail et de ses compositeurs est reconnue ; ce sont souvent des problèmes de moyens qui limitent sa participation aux manifestations internationales.