

Projet d'activité **2006**

Rapport de synthèse
Rapport détaillé

Relectures : Claire Marquet

Mise en page : Ghislaine Montagne

SOMMAIRE

.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
SOMMAIRE.....	17579
INTRODUCTION.....	61464
PREMIÈRE PARTIE :.....	4
RAPPORT DE SYNTHÈSE	4
RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT	8196
CRÉATION ET DIFFUSION MUSICALES	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
PÉDAGOGIE.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
RELATIONS EXTÉRIEURES	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
MÉDIATHÈQUE ET BUREAU D'ETUDES	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
MISSION DE COORDINATION ARTISTIQUE ET SCIENTIFIQUE ..	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
ACTIONS TRANSVERSALES	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
DEUXIÈME PARTIE :.....	29
RAPPORT DETAILLÉ.....	29
RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT	65535
1 ACOUSTIQUE.....	65535
1.1 Acoustique instrumentale.....	65535
1.2 Spatialisation - Acoustique des salles.....	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
1.3 Design sonore	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
2 PERCEPTION ET COGNITION MUSICALES	65535
2.1 Analyse et codage sensoriel du signal.....	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
2.2 Analyse des scènes auditives.....	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
2.3 Perception des attributs auditifs et des sources sonores.....	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
2.4 Cognition musicale.....	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
3 ANALYSE ET SYNTHÈSE DES SONS	1
3.1 Modèles d'analyse et de synthèse du signal audio.....	1
3.2 Traitement de la voix.....	36187
3.3 Nouveaux outils pour l'analyse musicale	61464
3.4 Traitement par le contenu et multimédia	61464
3.5 Modèles physiques de production sonore	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
3.6 Développements	8192
4 REPRESENTATIONS MUSICALES	306
4.1 Segmentation et reconnaissance de patterns dans la musique : perception, analyse, modélisation. <i>Erreur! Signet non défini.</i>	
4.2 Musicologie computationnelle, analyse.....	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
4.3 Modèles pour l'improvisation par / avec l'ordinateur	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
4.4 Contrôle de l'analyse et de la synthèse du signal à partir d'OpenMusic ..	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
4.5 Articulations CAO / temps réel	<i>Erreur! Signet non défini.</i>

4.6	Reconnaissance et analyse du rythme formel.....	Erreur! Signet non défini.
4.7	Développements OpenMusic.....	Erreur! Signet non défini.
5	FORMULATION DU MUSICAL.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
5.1	Écoutes signées.....	Erreur! Signet non défini.
5.2	Analyse génétique de musique contemporaine.....	Erreur! Signet non défini.
5.3	Formulation des activités musicales.....	Erreur! Signet non défini.
5.4	Historicité des prothèses perceptives : l'écriture des guides d'écoutes....	Erreur! Signet non défini.
5.5	Pratiques musicales et conception technico-organisationnelle des situations musicales	Erreur!
	Signet non défini.	
5.6	Pratiques et des situations autres que musicales.....	Erreur! Signet non défini.
5.7	Projet « cours d'action ».....	Erreur! Signet non défini.
5.8	L'activité cognitive des compositeurs.....	Erreur! Signet non défini.
6	APPLICATIONS TEMPS REEL.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
6.1	Ensemble d'objets SDIF et d'outils d'analyse/synthèse pour Max/MSP..	Erreur! Signet non défini.
6.2	Outils d'analyse et de suivi pour la parole et la voix chantée.....	Erreur! Signet non défini.
6.3	Outils graphiques.....	Erreur! Signet non défini.
6.4	Intégration de Max/MSP avec des outils complémentaires.....	Erreur! Signet non défini.
6.5	Captation et analyse du mouvement.....	Erreur! Signet non défini.
7	LOGICIELS LIBRES ET INGENIERIE LOGICIELLE.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
7.1	Logiciels libres.....	Erreur! Signet non défini.
7.2	Développement et valorisation de jMax.....	Erreur! Signet non défini.
7.3	Architectures distribuées.....	Erreur! Signet non défini.
8	SERVICES EN LIGNE.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
8.1	Projet SemanticHIFI.....	Erreur! Signet non défini.
8.2	Développements internes.....	Erreur! Signet non défini.
	CRÉATION ET DIFFUSION MUSICALES.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
1	CRÉATION MUSICALE.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
1.1	La sélection des compositeurs.....	Erreur! Signet non défini.
1.2	Les compositeurs en production.....	Erreur! Signet non défini.
1.3	Les compositeurs en recherche.....	Erreur! Signet non défini.
1.4	Les compositeurs du cursus de composition et d'informatique musicale	Erreur! Signet non défini.
1.5	Les portages.....	Erreur! Signet non défini.
2	LA DIFFUSION DE LA CRÉATION MUSICALE.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
2.1	La saison musicale parisienne.....	Erreur! Signet non défini.
2.2	Le festival Agora 2004 (du 2 au 16 juin 2004).....	Erreur! Signet non défini.
2.3	Résonances 2004 (du 13 au 22 octobre 2004).....	Erreur! Signet non défini.
2.4	Les tournées.....	Erreur! Signet non défini.
2.5	Le Réseau Varèse.....	Erreur! Signet non défini.
2.6	Les enregistrements discographiques.....	Erreur! Signet non défini.
	PEDAGOGIE.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
1	FORMATIONS À LA COMPOSITION ET À L'INFORMATIQUE MUSICALE.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
1.1	Cursus de composition et d'informatique musicale.....	Erreur! Signet non défini.
1.2	Stage de composition et d'informatique musicale.....	Erreur! Signet non défini.
1.3	Académie d'été Ircam/EIC/Acanthes 2004.....	Erreur! Signet non défini.
2	STAGES LOGICIELS.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
2.1	Traitement du son.....	Erreur! Signet non défini.
2.2	Composition assistée par ordinateur.....	Erreur! Signet non défini.
2.3	Interaction temps réel.....	Erreur! Signet non défini.
3	AUTRES FORMATIONS COURTES.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
3.1	Stages vidéo temps réel.....	Erreur! Signet non défini.
3.2	Stages design sonore.....	Erreur! Signet non défini.
3.3	Stage Spatialisateur dans ProTools.....	Erreur! Signet non défini.
3.4	Stage captation du geste pour le théâtre et pour la danse.....	Erreur! Signet non défini.
4	FORMATIONS UNIVERSITAIRES.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
4.1	DEA Atiam.....	Erreur! Signet non défini.
4.2	DEA musique, histoire, société.....	Erreur! Signet non défini.
4.3	DESS jeux vidéo et médias interactifs.....	Erreur! Signet non défini.
5	FORMATIONS SCOLAIRES.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.

SOMMAIRE

5.1	Ateliers Musique Lab.....	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
5.2	Atelier « Jupiter »	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
5.3	Ateliers découverte	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
5.4	Complément visite	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
RELATIONS EXTÉRIEURES		ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
1	LES PROJETS NATIONAUX ET EUROPEENS	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
1.1	Coordination selon les orientations scientifiques.....	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
1.2	Nouvelles formes de médiation de la musique : développement des écoutes signées et des projets du Studio hypermédia	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
1.3	Coordination avec le pôle spectacle.....	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
2	VALORISATION ET FORUM	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
2.1	Forum Ircam et retour d'usage	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
2.2	Stratégie d'externalisation.....	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
2.3	Stratégie « logiciels libres »	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
3	ÉDITION ET STUDIO HYPERMEDIA.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
3.1	Maquettes et outils du Studio hypermédia	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
3.2	Activités éditoriales	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
4	RESONANCES 2004 ET ACTIONS DE COMMUNICATION.....	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
4.1	Programme des Résonances 2004 et articulation avec Agora.....	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
4.2	Fichiers et supports de communication	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
4.3	Relations presse et communication internationale.....	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
4.4	Salons et conférences	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
4.5	Liste des collaborations citées	<i>Erreur! Signet non défini.</i>
BUREAU ETUDES ET METHODES.....		ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
1	SYSTEMES D'INFORMATION DE L'IRCAM	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
2	SUPPORT ET DEVELOPPEMENT SUR LA PLATE-FORME PC/WINDOWS	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
3	DEVELOPPEMENT DE SYSTEME GENERIQUE POUR LA NUMERISATION ET LA DIFFUSION	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
		NON DÉFINI.
4	COLLABORATIONS AVEC LE STUDIO HYPERMEDIA	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
5	FORMATION SUR LA NUMERISATION	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
6	RESEAUX SAVANTS	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
MEDIATHEQUE		ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
1	LES FONDS	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
2	CONSTITUTION D'ARCHIVES DE LA CREATION	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.

INTRODUCTION

Directeur : Bernard Stiegler

**Première partie :
RAPPORT DE SYNTHÈSE**

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

Directeur scientifique : Hugues Vinet

Les projets de recherche et de développement prévus pour l'année 2004 traduisent la mise en œuvre de nouvelles orientations tant d'ordre organisationnel, dans les rapports entretenus entre équipes et avec la communauté musicale de l'Ircam, que dans les contenus des travaux. Ils concrétisent la mise en place d'une nouvelle politique de recherche définissant ses principaux objectifs à court, moyen et long terme dans leur rapport aux problématiques intéressant la communauté artistique de l'Ircam. Les enjeux de développement logiciel font également l'objet d'une nouvelle approche, qui concerne notamment en 2004 la finalisation du logiciel AudioSculpt. De plus, le p

....

.....

.....

**Deuxième partie :
RAPPORT DÉTAILLÉ**

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

Directeur scientifique : Hugues Vinet

1 ACOUSTIQUE

1.1 Acoustique instrumentale

Responsable : René Caussé

La recherche comprend toujours des phases différentes à la fois dans son avancement, dans la qualité des résultats qu'elle produit, mais aussi pour les applications qui en découlent. Aujourd'hui, l'équipe se trouve dans une phase fertile en résultats qui, d'une part, apportent des réponses à des questions scientifiques posées depuis de nombreuses années et, d'autre part, permettent d'envisager des applications musicales. La thèse soutenue en 2003 dans l'équipe Acoustique instrumentale en est la parfaite illustration. Cette année deux autres thèses s'achèveront dont les premiers résultats sont très prometteurs.

....
.....
.....

2 PERCEPTION ET COGNITION MUSICALES

Responsable : Stephen McAdams

L'objectif principal des travaux de l'équipe est l'étude des représentations sensorielles et mentales, ainsi que des processus de traitement qui interviennent dans la perception des attributs musicaux et des relations entre ces attributs, la reconnaissance des sources sonores et la compréhension des structures musicales. Les mécanismes de base, considérés comme des processus d'analyse des signaux musicaux du point de vue de l'auditeur, doivent

....
.....
.....

3 ANALYSE ET SYNTHÈSE DES SONS

Responsable : Xavier Rodet

L'étude du signal audio-numérique est l'objectif central de l'équipe Analyse-Synthèse. Il peut s'agir d'en extraire tous types d'informations, ou de le synthétiser afin d'obtenir certaines propriétés sonores et musicales, ou encore de le transformer en fonction de besoins compositionnels, sans oublier des applications dans d'autres domaines comme le cinéma, le multimédia, la téléphonie ou même des domaines industriels. L'un des aspects les plus nouveaux est l'intérêt marqué par les compositeurs et les partenaires de l'Ircam pour le traitement et la synthèse de la voix. Ainsi un effort important lancé en 2005 sur ce thème trouve des débouchés nombreux cette année avec des travaux sur l'expressivité, la reconstitution d'une voix parlée, le projet VIVOS ou la transformation d'identité d'une voix. Un autre domaine qui se développe est celui du traitement orienté par le contenu. Cela signifie que la caractérisation de telle ou telle partie du signal musical, en temps et/ou en fréquence, non seulement fournit des informations musicales précieuses mais encore permet d'effectuer des traitements spécifiques, adaptés au problème et qui sans cette connaissance ne pourraient réussir. Ainsi, de nouveaux outils pour les compositeurs et musiciens pourront être conçus et construits. Il faut souligner que ces recherches et les développements qui en découlent, sont reliés naturellement aux Groupes de Travail avec les Compositeurs, « Voix » et « Orchestration » notamment. Par ailleurs, les travaux menés dans l'équipe sur la modélisation des résonateurs fournissent déjà des résultats intéressants, y compris en temps réel, ce qui doit conduire assez rapidement à des implémentations dans des environnements pour les applications musicales comme Max/MSP. Enfin l'outil SuperVP-AudioSculpt et ses nouvelles versions connaissent de plus en plus de succès. Son développement sera continué en particulier vers une ouverture permettant à d'autres développeurs ou étudiants de participer à l'addition de fonctionnalités nouvelles, et vers une meilleure synergie avec Max/MSP.

3.1 Modèles d'analyse et de synthèse du signal audio

Les progrès dans l'analyse du signal, c'est-à-dire dans la compréhension de sa structure et l'estimation de ses paramètres autorisant ainsi des traitements sonores de haute qualité, nécessitent des modèles, de structure, de production, ou de perception. De plus en plus, l'apprentissage automatique des modèles donne des résultats complémentaires voire meilleurs que ceux qui dépendent de l'expert. En conséquence, un point important est celui de la disponibilité de bases de données de sons et de musiques, permettant cet apprentissage et de bases de données de référence permettant l'évaluation. C'est une des raisons du projet MusicDiscover, avec bien sûr le développement de méthodes d'accès au contenu (Cf. ce paragraphe plus loin). Cependant, l'étude et le développement de nouvelles méthodes performantes d'analyse du signal reste tout à fait nécessaire. Nous y travaillerons notamment dans la recherche des fondamentaux (hauteurs) simples et multiples, essentiels pour le traitement des flux polyphoniques, le traitement du vibrato, l'adaptation automatique de la taille de la fenêtre d'analyse ou l'apprentissage automatique de modèles d'instruments.

3.1.1 MusicDiscover : Bases de données audio pour l'apprentissage et la référence

Dans les années précédentes, nos prévisions concernant le développement et l'utilisation de bases de données se sont confirmées. C'est en particulier le sujet du projet MusicDiscover

de l'ACI « Masse de Données » obtenu en 2004 par l'équipe pour 3 ans (jusqu'à 2007) et en collaboration avec d'autres centres de recherche. Les principaux points traités en 2006 seront :

- constitution de bases de données polyphoniques de référence ;
- mise en formes des fichiers, analyses et ajouts de méta-données ;
- utilisation pour les projets de reconnaissance des instruments, d'estimation de fondamentaux multiples et pour le projet orchestration.

Trois travaux de recherche doctorale participent à ce projet. La question de la description structurée des méta-données extraites du signal audio commencera à être abordée à la fin de l'année.

Participants : C. Yeh (Thèse), A. Livshin (Thèse), D. Tardieu (thèse), étudiant (stage)

Collaborations internes : équipes Applications Temps Réel, Systèmes Informatiques et Services en Ligne

Collaborations extérieures : G. Richard (ENST), L. Chen (LIRIS).

3.1.2 Détection du vibrato

La dilatation des sons utilisant la préservation des transitoires crée généralement des sons de qualité élevée, qui donnent souvent l'impression de sons naturels. Le plus grand problème en ce moment reste les sons avec vibrato, parce que, lors de la dilatation, la fréquence du vibrato sera modifiée et aura alors souvent une valeur située en dehors des valeurs naturelles. Actuellement, il n'existe aucun algorithme permettant d'éviter cette dégradation pour les sons polyphoniques. Pour résoudre ce problème il sera d'abord nécessaire de détecter les zones temps-fréquence où se situe une source avec vibrato. Si ces zones peuvent être détectées, des algorithmes pourraient ensuite être appliqués pour dilater sans modifier le vibrato.

Dans ce contexte, nous nous proposons de développer des outils pour la détection des zones temps-fréquence avec vibrato.

Participants : A. Roebel

3.1.3 Estimation de fréquence fondamentale (cas monophonique)

Le nouvel algorithme d'estimation de fréquence fondamentale (F0) monophonique, développé l'année dernière, ne permet pas encore la qualification automatique des estimations. En même temps, il a été demandé par plusieurs utilisateurs d'AudioSculpt de pouvoir sortir avec l'analyse F0 les valeurs qualifiant cette analyse en termes d'énergie reliée avec le fondamental ou en termes d'une « confiance ». En réponse à ces demandes, nous intégrerons les mesures de confiance existantes dans le nouvel algorithme d'estimation de F0, et en même temps nous étudierons des améliorations possibles de ces mesures.

Une base de données pour l'évaluation d'algorithme d'estimation de F0 a été mise au point en 2005 par Nicolas Obin en collaboration avec le CNMAT. En utilisant cette base, nous allons étudier l'impact des parties négligées dans le nouvel algorithme (rapide) par rapport à la version originale. Si nécessaire, le nouvel algorithme sera complété.

Participants : A. Roebel

3.1.4 Estimation de fréquences fondamentales multiples (polyphonique)

Depuis 2003, le travail d'estimation de fréquences fondamentales (F0) multiples se focalise sur la robustesse d'estimation des F0s dans une seule trame avec l'hypothèse que le nombre de F0s est connu. Pour l'année suivante, nous envisageons de construire un système capable d'estimer les F0s dans des enregistrements polyphoniques de façon générale.

Un premier problème qui n'a pas encore été étudié est l'estimation du nombre de sources sonores. En rapport avec ce problème nous allons considérer l'utilisation de modèles probabilistes modélisant le spectre résiduel qui ne serait pas expliqué par les F0 trouvés. Nous étudierons comment ce modèle du spectre résiduel pourra être intégré dans l'estimation des F0s mêmes et en plus, comment l'information extraite par la détection des transitoires pourra améliorer l'estimation de F0.

Pour évaluer notre algorithme, une base de données sera créée. Nous allons aligner une collection de morceaux polyphoniques, e.g. RWC, en utilisant les résultats donnés par le programme "Alignement de Partition". Ce travail sera effectué en partie dans le cadre du projet MusicDiscover de l'ACI « Masse de Données » de l'équipe et servira dans d'autres études, comme la reconnaissance des instruments.

Plusieurs coopérations dans l'équipe seront réalisées:

- Avec Arie Livshin: l'intégration des modèles de sources sera utilisée pour améliorer les résultats préliminaires.

- Avec Geoffroy Peeters: l'intégration de tempo, sera utilisé pour obtenir une conversion Audio-vers-Midi de haute qualité.

Participants : C. Yeh (Thèse), A. Roebel

Collaborations internes : A. Livshin (thèse)

Collaborations extérieures : G. Richard (ENST), L. Chen (LIRIS)

3.1.5 Suivi des partiels

Récemment des nouvelles méthodes pour l'amélioration du suivi des partiels utilisant des modèles prédictifs ont été proposés. Le modèle de suivi des partiels inharmoniques actuellement implanté n'utilise pas encore de prédiction d'évolution des paramètres du partiel. Il semble qu'une telle prédiction puisse améliorer les résultats. Les différentes possibilités de prédiction seront alors étudiées et une procédure sera mise au point qui nous permettra d'évaluer les résultats.

Participants : A. Roebel

3.1.6 Adaptation automatique de la taille de la fenêtre d'analyse

La taille de la fenêtre d'analyse est le paramètre central pour toutes les analyses et tous les traitements fondés sur la représentation spectrale des signaux. Actuellement, l'utilisateur doit choisir ce paramètre avant l'analyse ou le traitement. De plus, presque tous les algorithmes travaillent avec une taille de fenêtre fixe, tandis que le son et avec donc la taille optimale de fenêtre changent au cours du temps. Pour améliorer l'analyse, les algorithmes doivent être généralisés pour permettre l'utilisation d'une fenêtre variable. Par ailleurs, nous étudierons les possibilités d'automatisation du choix de la taille de la fenêtre d'analyse.

Participants : A. Roebel

3.1.7 Modèle de l'enveloppe spectrale d'un instrument

Grâce aux travaux de l'équipe Analyse-Synthèse et d'autres équipes (Services en Ligne notamment), plusieurs bases de données de sons instrumentaux sont désormais opérationnelles à l'Ircam. Par ailleurs de nouvelles techniques puissantes d'apprentissage (Modèles Multi-Gaussiens, Réseaux de Neurones, etc.) peuvent permettre de construire automatiquement, sur de telles bases de données, des modèles de certaines caractéristiques des sons des instruments (comme pour la parole dans le projet Transformation de l'identité d'une voix). En particulier, nous travaillerons sur l'enveloppe spectrale qui a des applications importantes en analyse, en reconnaissance ou en synthèse. La méthode d'estimation des enveloppes spectrales dite « True envelope », développée l'année dernière, permet une estimation précise de l'enveloppe spectrale d'un son. Le

modèle d'enveloppe spectrale (pour chaque instrument) à apprendre est une fonction de la hauteur, de la dynamique, du mode de jeu et si possible d'un paramètre définissant l'évolution temporelle d'une note (analogue à l'enveloppe ADSR par exemple). Un tel modèle sera utile dans de nombreux autres travaux : pour la formulation des informations a-priori sur les spectres des sources sonores attendus lors de l'estimation des F0 multiples, pour la séparation des sources sonores, pour le projet Orchestration, et pour la reconnaissance des instruments. En même temps ce modèle pourra nous aider à améliorer les résultats lors de la transposition des sons.

Participants : A. Roebel, G. Peeters, F. Villavicencio (thèse), D. Tardieu (thèse)

Collaborations internes : Chunghsin Yeh (Thèse)

Collaborations externes : J. J. Burred (Thèse, Université Technique de Berlin)

3.1.8 Analyse de babilllements d'enfants

Les voix et babilllements d'enfants sont des signaux qui n'ont fait l'objet que de très peu d'études. Dans un stage en 2005, nous avons abordé ce problème intéressant en collaboration avec le projet PILE (Programme International pour le Langage de l'Enfant) de la WAIMH (World Association for Infant Mental Health). Les voix d'enfant posent en effet des problèmes en rapport avec les signaux musicaux : fréquences fondamentales élevées, aspects de mélodie ou de mélodées, rugacité, bruits divers, etc. Cette collaboration sera poursuivie en 2006 dans le cadre d'une thèse financée par le projet PILE. Les principaux points étudiés seront :

- recueil et annotation de babilllements d'enfants
- constitution d'une base de données
- séparation des diverses sources dans les enregistrements (enfant, mère, bruits divers, etc.)
- classification des babilllements en fonction de pathologies

Participant : M. Holzer (thèse), X. Rodet, G. Peeters, A. Roebel

Collaborations interne : étudiant en séparation de sources (stage)

Collaborations extérieures: V. Desjardins, J. Kiss (projet PILE)

3.1.9 Modélisation et reconnaissance des événements musicaux

Nous avons obtenu une bourse de Thèse du CNRS pour une recherche sur l'extraction d'informations à partir du signal musical. Ce travail sera effectué en collaboration avec l'équipe Applications Temps Réel. L'objectif de la thèse est d'établir un modèle ainsi qu'une méthode -efficace en temps réel- de reconnaissance de ces événements musicaux. Il s'agit pour cela de s'appuyer sur des techniques d'estimation de paramètres musicaux de bas niveau et de les coupler à des méthodes statistiques de segmentation et de classification, en s'inspirant des travaux déjà menés dans le cadre de reconnaissance de la parole ou des images, sous une contrainte forte de réponse en temps réel. La stratégie envisagée consiste à élaborer un modèle statistique de détection basé sur des descripteurs bas niveau du signal d'entrée. Ceci implique d'articuler le travail de la thèse autour de trois problématiques :

- élaboration d'un modèle d'événements musicaux issus de modes de jeu d'un ensemble d'instruments,
- choix de descripteurs et implémentation en environnement temps réel,
- classification des descripteurs pour établir les états du modèle.

Participants : J. Bloit (Thèse), X. Rodet

Collaborations internes : équipe Applications Temps Réel

3.2 Traitement et synthèse de la voix

Dans le cadre de productions internes ou extérieures à l'Ircam, de nombreuses demandes concernent le traitement et la synthèse de la voix. Plusieurs actions ont été menées en 2005 pour développer ce domaine dans notre équipe : première version d'un synthétiseur à partir du texte (Talkapillar), travaux sur la transformation d'identité, travaux sur l'expressivité, travaux avec des compositeurs (J. Harvey, J. Fineberg), enfin Groupe de Travail avec des compositeurs sur la Voix. Ces efforts ont permis l'obtention d'une thèse sur l'expressivité qui commence en fin 2005, d'une bourse CNRS Post-Doctorale qui commence également en fin 2005 et enfin le montage d'un projet RIAM, nommé VIVOS, sur la transformation et synthèse de la parole en collaboration avec France-Télécom, l'IRISA, le Studio Chinkel et la société BeTomorrow. Ce projet a été tout particulièrement remarqué et apprécié par le jury d'experts du RIAM et devrait commencer en 2006.

3.2.1 Talkapillar : Reconstitution d'une voix parlée

Ce projet a pour but la reconstitution, par concaténation d'unités vocales, de la voix d'un locuteur, en continuité des travaux commencés dans les années précédentes. Cette année, les principaux objectifs seront :

- L'obtention d'une nouvelle base de données, de meilleure qualité que les précédentes, contenant plusieurs heures de parole prononcées par un même locuteur ;
- L'amélioration de la sélection des unités lors de la synthèse ;
- L'optimisation des performances et de la robustesse, dans la mesure des contraintes inhérentes aux moyens affectés pour le développement de ce système.

Ces travaux seront menés en partie dans le projet VIVOS (voir ci dessous).

Participants : X. Rodet , A. Marty (stage), G. Beller (thèse), chercheurs du projet VIVOS

Collaboration interne : D. Schwarz

3.2.2 Transformation de l'identité d'une voix

L'objectif est de transformer des signaux audio de la voix d'un locuteur dite source, afin qu'elle ressemble à la voix d'un autre locuteur dite cible. La qualité de l'opération se mesure par le naturel, la ressemblance, etc., de la voix transformée. Ce travail de thèse sera continué en 2006 et orienté vers l'évaluation de la transformation du modelé source-filtre (enveloppe spectral et résiduel) sur un corpus des plusieurs locuteurs .

Les principaux points à traiter sont :

- Évaluation de la transformation de l'enveloppe spectrale par modèle de mélange de gaussiennes (GMM);
- Prédiction du signal résiduel;
- Prédiction de la fréquence fondamentale à partir de l'information de l'enveloppe spectrale;
- Synthèse de voix de haute qualité à partir d'une enveloppe spectrale et signal résiduel modifiés.

Ces travaux seront menés en partie dans le projet VIVOS (voir ci dessous).

Participants : X. Rodet, F. Villavicencio (thèse), A. Roebel, G. Peeters

Collaboration interne : D. Schwarz, A. Marty (stage), G. Beller (thèse), chercheurs du projet VIVOS

3.2.3 Synthèse de l'expressivité dans la parole

Pour répondre aux besoins de traitement et de synthèse de voix parlée dans la création, un travail de thèse va être entrepris sur l'expressivité, ce terme désignant les émotions, l'affect, etc. En particulier, seront étudiés la compréhension de l'expressivité et sa génération contrôlée dans la transformation et dans la synthèse de parole. Les principales directions de travail seront :

- Enregistrement et analyse de performances d'un acteur.
- Conception d'un modèle génératif d'expressivité
- Développement d'un outil de transformation et de synthèse.

Ce projet doit permettre, à terme, de produire une voix expressive (ce qui n'est pas le cas de la parole de synthèse aujourd'hui). Nous pourrions donc ajouter à un texte à prononcer, l'information de l'expressivité, que le modèle génératif tentera de restituer comme si un locuteur réel (un acteur par exemple) l'avait prononcé dans l'état expressif désiré.

Ces travaux seront menés en partie dans le projet VIVOS (voir ci dessous).

Participants : G. Beller (thèse), X. Rodet, G. Peeters, A. Roebel

Collaboration interne : D. Schwarz

3.2.4 Projet VIVOS : transformation et synthèse de voix expressives pour applications multimédia

Les images de synthèse ont envahi de nombreux domaines multimédias, dessins animés, jeux vidéos et films notamment. Parallèlement à ce phénomène de fond, la voix reste aujourd'hui le parent pauvre en la matière : elle est la plupart du temps simplement enregistrée par des acteurs, synchronisée souvent de façon « manuelle » avec le mouvement des personnages et n'utilise presque aucune technique de synthèse, sauf à de rares exceptions.

Le but du projet est donc de permettre l'utilisation de voix de synthèse dans le multimédia en général et peut-être dans d'autres applications artistiques comme le théâtre. Ce projet est nommé « transformation et synthèse de voix expressives » car il apparaît que la question de l'expressivité est au centre du projet et conditionne très fortement l'utilisation de voix de synthèse en multimédia. Parmi les problèmes principaux posés à la recherche, citons :

- Ce sont des voix spécifiques qui doivent être entendues,
- La synthèse doit être de très haute qualité
- La destination créative et artistique impose de pouvoir modifier les caractéristiques des voix à volonté en fonction des effets particuliers ou artistiques désirés.

L'objectif que se fixe ce projet nécessite un certain nombre de moyens conceptuels et logiciels sans lesquels la chaîne de production de voix de synthèse ne pourrait fonctionner, et qui sont complémentaires :

Les méthodes:

- Transformation d'identité de voix
- Transformation de type et de nature de voix
- Synthèse de voix expressive
- Synthèse à partir du texte
- Synthèse à partir de corpus d'acteurs et personnages
- Interfaces utilisateur graphiques interactives

Les utilisations :

- Doublage simple, ou avec effets, expressivité
- Synthèse à partir du texte simple, ou avec effets et expressivité
- Post-processing

Ce projet a été élaboré en collaboration avec France-Télécom, l'IRISA, le Studio Chinkel et la société BeTomorrow. Il a été tout particulièrement remarqué et apprécié par le jury d'experts du RIAM et devrait commencer en 2006.

Une des tâches du projet est de mettre au point un logiciel interactif de traitement et de synthèse. Le travail mené dans cette partie sera donc en synergie avec le développement de SuperVP (pour l'amélioration et l'extension des traitements) et de AudioSculpt (pour les question d'interface utilisateur).

Participants : X. Rodet, deux chercheurs, G. Peeters, A. Roebel, G. Beller (thèse), F. Villavicencio (thèse), H. Hamdan (Post-Doc), A. Marty (stage)

Collaboration interne : D. Schwarz (équipe Applications temps réel)

Collaborations extérieures : France-Télécom, IRISA, Studio Chinkel, société BeTomorrow

3.2.5 Analyse-synthèse de la voix chantée

Un nouveau travail sera entrepris avec un chercheur sur une bourse post-doctorale du CNRS attribuée à l'Ircam. Le travail consistera en l'élaboration d'un modèle « signal », informé par la physique, de la production de la voix (chantée mais aussi parlée) et l'estimation des paramètres. Ces travaux seront menés en collaboration avec le projet VIVOS (voir ci dessus).

Participant : H. Hamdan (Post-Doc), T. Hélie, X. Rodet

Collaboration interne: Projet VIVOS, F. Villavicencio (Thèse)

3.3 Traitement par le contenu et nouveaux outils pour la musique

Le nouveau domaine connu sous les termes de « accès par le contenu » et «traitement par le contenu » ouvre des voix particulièrement intéressantes pour la création musicale. A titre d'exemple, le compositeur P. Alessandrini a pu en 2005 utiliser l'outil d'alignement de partition développé dans l'équipe pour spécifier des traitements dans Audiosculpt à des instants précis dépendant de notes d'une partition alignée et même à l'intérieur de notes. Autre exemple, le compositeur J. Fineberg a pu utiliser la segmentation de parole anglaise développé sur Macintosh dans notre équipe pour son travail sur sa pièce « Lolita ». Nos travaux en traitement par le contenu continueront donc en 2006, en particulier dans le cadre du groupe de travail avec les compositeurs Orchestration et des projets Semantic HI FI, MusicDiscover et Ecoute. Ils auront également, entre autres buts, celui de fournir de nouveaux outils pour la création, notamment pour permettre de spécifier des traitements dans Super-VP-Audiosculpt ou dans Max/MSP, ou de fournir des annotations automatiques (AudioSculpt).

3.3.1 Reconstruction de timbre pour l'orchestration

Le projet, commencé en 2005, a pour but de construire des outils informatiques pour aider les compositeurs à orchestrer leurs oeuvres. (Groupe de Travail Orchestration) Une première approche est la suivante : l'utilisateur fournit un son cible et un ensemble d'instruments disponibles, le système doit alors trouver la combinaison d'instruments qui se rapproche le plus du son cible. La version actuelle utilise une description du spectre moyen des sons et réalise une recherche exhaustive parmi toutes les combinaisons possibles pour déterminer les meilleures. Les principaux points pour 2006 sont les suivants :

- Évaluation des résultats obtenus en 2005. Réalisation d'orchestration avec Yan Maresz. Évaluation de l'ergonomie. Tests avec des musiciens.

- Amélioration de la description spectrale en introduisant des notions de saillance perceptive pour les partiels et de formant.
- Introduction de paramètres temporels, d'abord simples comme le temps d'attaque puis plus généraux pour décrire toute l'évolution d'un son.
- Modélisation des descripteurs pour utiliser des sons qui n'existent pas dans la base d'échantillons et pour accélérer le calcul.
- Réalisation d'une expérience perceptive a McGill avec Stephen McAdams dans le cadre d'une bourse de coopération avec le Québec.
- Collaboration avec Grégoire Carpentier et l'équipe représentation musicale pour la réalisation d'algorithmes de recherche efficace et surtout l'ergonomie du système.
- Collaboration avec l'équipe Service en Ligne pour la mise en place de la base de données de descripteurs.
- Participation au projet MusicDiscover.

Participant : D. Tardieu (thèse), X. Rodet, G. Peeters

Collaborations internes : Equipe Service en Ligne, Groupe Orchestration (Y. Maresz, G. Drouin), projet MusicDiscover

Collaborations externes : S. McAdams

3.3.2 Extraction d'information rythmiques pour le projet Semantic HIFI

L'outil d'extraction d'informations relatives au rythme d'un morceau de musique, développé dans le cadre du projet Semantic HIFI, permet désormais la détection du tempo (variable au cours du temps), l'estimation de la position des « battues » Peeters et l'estimation de la métrique.

L'objectif est maintenant

- d'améliorer la fonction d'observation en y incluant des informations relatives non seulement à l'accentuation mais également à la hauteur/accord
- d'étendre le nombre de métriques considérées (actuellement 4/4 , 3/4, 6/8). Ceci peut se faire par l'extension des gabarits rythmiques considérés (utilisant la variation d'accentuations/hauteurs/accords correspondant aux différentes métriques considérées).
- d'améliorer le modèle probabiliste permettant l'estimation simultanée du tempo et de la métrique
- d'inclure dans ce modèle probabiliste l'estimation de la position des temps
- d'étudier l'estimation automatique de la position du premier temps de la mesure.
- d'étudier la caractérisation des rythmes à partir des spectres de phase des signaux

L'objectif est également de permettre l'utilisation de cet outil à partir du logiciel Audiosculpt.

Participants: G. Peeters, étudiant (stage)

Collaboration interne : équipes Services en ligne, Représentations musicales

Collaboration extérieures: participants du projet SHF (UPF, Native Instrument), participants du projet MusicDiscover (ENST, LIRIS), participants du projet Ecoute

3.3.3 Extraction de tonalité pour le projet Semantic HIFI

L'outil d'extraction d'informations relatives à la tonalité/mode, développé dans le cadre du projet Semantic HIFI, permet une estimation de la tonalité/mode à partir d'une analyse brute du signal audio (en particulier dans le cas de la musique classique).

L'objectif est maintenant

- d'étudier une approche collaborative entre cet algorithme et l'algorithme de détection de fréquences fondamentales multiples développé dans la thèse de C. Yeh. En particulier par l'utilisation de probabilités a-priori d'observer certaines hauteurs dans telle tonalité/mode et d'observer telle tonalité/mode en présence de telles hauteurs.
- d'étudier l'estimation automatique de l'enchaînement temporel d'une suite d'accords, fonction de la tonalité et des f0 multiples trouvés

L'objectif est également de permettre l'utilisation de cet outil à partir du logiciel Audioscuplt.

Participants: G. Peeters, C. Yeh (thèse)

Collaborations externes : participants du projet SHF

3.3.4 Détection de structures pour le projet Semantic HIFI

L'outil d'extraction automatique de structure et de création de résumé sonore, développé dans l'équipe par G. Peeters, a subi de nombreuses évolutions dans le cadre du projet Semantic HIFI et suite à son utilisation dans le cadre du Corpus Médiathèque (musique contemporaine) : utilisation conjointe d'informations relatives au timbre et au contenu harmonique, à la structure hiérarchique, ... L'objectif est maintenant d'y inclure une meilleure utilisation des informations relatives au rythme :

- dans l'estimation de répétitions
- dans la segmentation en micro-structures.

L'objectif est également de permettre l'utilisation de cet outil à partir du logiciel Audioscuplt.

Participants : G. Peeters

Collaboration interne : équipes Services en ligne, Représentations musicales.

3.3.5 Recherches pour le projet Ecoute

Le projet Ecoute propose une chaîne éditoriale hypermédia permettant de constituer des collections sonores musicales, de les indexer finement au niveau inter-document et aussi intra-document, de les enrichir d'informations connexes de toutes natures, et de les valoriser sur tous nouveaux réseaux (Internet, mobiles, P2P) et nouveaux supports (DVD, SACD, PDA). Le projet cible deux champs d'application complémentaires, l'un commercial (producteurs de radio, gestionnaires de catalogues et d'illustrations sonores), l'autre institutionnel (Fonds sonores patrimoniaux publics, dont celui de l'Ircam, etc.).

Dans ce cadre les travaux de l'équipe Analyse-Synthèse seront les suivants:

- Caractérisation initiale d'un flux audio :

L'objectif est de fournir une indexation automatique brute d'archives radiophoniques ou d'enregistrements Ircam.

Les caractéristiques visées sont : indexation parole/musique/parole-musique et reconnaissance du genre du locuteur.

- Caractérisation fine d'un flux audio :

L'objectif est de fournir une indexation fine d'un flux audio pour la constitution automatique de bases de sons.

Les caractéristiques visées sont : segmentation des silences, segmentation des notes, détection d'onset, estimation de hauteur, estimation de structure.

- Caractérisation en timbre/rythme/harmonie.

L'objectif est d'utiliser simultanément des caractéristiques relatives au timbre, à l'harmonie et au rythme d'un morceau de musique afin de permettre une recherche par similarité musicale dans une large base de donnée.

Participants : G. Peeters

Collaboration interne : équipes Services en ligne, Représentations musicales

Collaboration externe : partenaires du projet Ecoute.

3.3.6 Reconnaissance des instruments

Le problème est de reconnaître dans un enregistrement musical mono ou stéréo le nom des différents instruments et les instants où ils jouent effectivement. Le travail de thèse a fourni des résultats très intéressants en 2006, en particulier dans le cas de deux instruments simultanés. Une collaboration fructueuse a été menée avec le projet « Estimation des fondamentaux multiples », chacun des projets apportant à l'autre des informations

améliorant les résultats. Ce travail sera poursuivi en 2006, en partie dans le cadre du projet Music Discover de l'ACI « Masse de Données » obtenue par l'équipe. Les principaux points traités seront :

- Création d'une base de données, d'une part par mixage d'enregistrements polyphoniques, d'autre part avec jusqu'à 4 instruments.
- Etude spécifique des instruments polyphoniques (piano, clavecin, guitare).
- Collaboration avec C. Yeh pour obtenir une conversion Audio-vers-Midi de haute qualité.
- Collaboration avec J. J. Burred et C. Yeh pour intégrer des modèles de source.

Participants : G. Peeters, A. Livshin (thèse), J. J. Burred (stage)

Collaborations internes: C. Yeh (thèse).

Collaborations extérieures : G. Richard (ENST), L. Chen (LIRIS).

3.3.7 Collaboration multimodale pour l'indexation

Cette thèse poursuivie au CEA pendant les années précédentes doit se terminer cette année. Elle a pour but d'obtenir notamment un système intégré d'indexation incluant la parole, le son et la vidéo et prenant en compte la multimodalité des documents. En particulier, les travaux sur la séparation musique/parole pourront être utilisés dans d'autres projets (Ecoute, MusicDiscover).

Participants : B. Delezoide (thèse)

Collaboration extérieure : C. Fluhr (CEA)

3.4 Modélisation physique de résonateurs : simulation en temps-réel et problèmes inverses

Les résultats obtenus pendant les stages de Rémi Mignot et Vanessa Smet en 2005 ont conduit d'une part à une réalisation d'un résonateur linéaire de cuivre (embouchure+tube droit+pavillon+rayonnement) fonctionnant en temps-réel (dans le système Pure Data), et d'autre part, à une réalisation faible coût d'un tube droit avec non-linéarité de propagation. Des recherches plus générales ont permis d'établir des outils d'approximation de systèmes linéaires de dimension infinie (représentations intégrales en coupures et pôles) et d'équation aux dérivées partielles non-linéaires avec contrôle de dimension infinie.

Ces travaux vont être poursuivis par:

- des recherches fondamentales sur l'amélioration des outils,
- des applications générales sur les phénomènes de propagation acoustiques, et
- des applications concrètes.

Deux classes de problèmes seront abordés: (a) la modélisation pour simulation numérique faible coût; (b) les problèmes inverses de type entrée/sortie (inversion de systèmes), ou estimation/optimalisation de paramètres (lutherie assistée par ordinateur).

3.4.1 Outils généraux

Ce chapitre vise l'amélioration de deux problèmes distincts : (1) l'optimisation des approximations de représentations intégrales en coupures et pôles (collaboration avec D. Matignon) ; (2) la résolution d'équations aux dérivées partielles (EDP) non linéaires avec contrôle de dimension infinie par les séries de Volterra et les techniques dites de « platitude » (collaboration avec B. Laroche). Concernant les séries de Volterra, la convergence est très délicate à prouver pour de nombreux problèmes. Une attention particulière sera portée sur ce problème.

Participant : Th. Hélié

Collaboration extérieure : (1)-D. Matignon (ENST) / (2)-B. Laroche (LSS-Université d'Orsay)

3.4.2 Propagation non linéaire

Certains problèmes de propagations non linéaires peuvent être résolus à l'aide de la méthode des caractéristiques. Un travail sur une classe d'EDP avec amortissement a été commencé avec C. Vergez. Les résultats obtenus devraient conduire à un algorithme de résolution exacte très faible coût.

Hors de ce cadre, les séries de Volterra permettent de continuer de traiter le problème avec une très bonne approximation. Un travail visera l'unification et résolution des modèles de propagation acoustique non linéaire avec pertes visco-thermiques dans les tubes courbes. On considèrera une EDP de type « Burgers-Lokshin-Webster » et on résoudra par les séries de Volterra.

Une application sur un résonateur solide non linéaire (de type corde, barre, membrane ou plaque) sera également proposée dans le cadre d'un stage co-encadré avec J. Bensoam. Le but est d'apprécier la pertinence de l'utilisation de séries de Volterra et de l'extension proposée par Th. Hélie avec B. Laroche, sur des systèmes pratiques à grande dimension.

Participant : Th. Hélie, étudiant (stage)

Collaboration interne : J. Bensoam (équipe Acoustique instrumentale)

Collaboration extérieure : C. Vergez (pour l'algorithme rapide)

3.4.3 Résonateurs d'instruments à vent et temps réel

Ce travail visera à améliorer les résultats obtenus sur plusieurs points: prise en compte des profils de courbure nulle et décomposition en sous-systèmes stables (ce point est encore critique aujourd'hui); développement des versions temps réel à partir du modèle unifié de type « Burgers-Lokshin-Webster ».

Participant : T. Hélie

3.4.4 Problèmes inverses entrée/sortie

L'idée est d'étendre des résultats obtenus pour les EDP hyperboliques en mécanique ou hydraulique aux EDP acoustiques modélisant les tuyaux ou guides d'ondes. Des fonctions énergie existent pour ces systèmes. Elles pourront être analysées comme des fonctions de Lyapunov candidates à l'élaboration du contrôle frontière. Les paramètres de commande du tube étant la surpression acoustique d'entrée et les paramètres de rayonnement au niveau de la sortie du tuyau.

Participant : T. Hélie

Collaborations extérieures : B. d'Andréa-Novel (ENSMP), J-M Coron (Université d'Orsay), D. Matignon. (ENST)

3.5 Développements

L'effort de développement qui a été fait sur AudioSculpt a porté ses fruits. Les nouvelles versions de l'ensemble SuperVP–AudioSculpt ont reçu un accueil remarquable, en particulier de la part des compositeurs. Le développement de ces outils sera donc poursuivi en 2006. L'évolution très rapide des plateformes (par exemple les nouvelles versions d'OSX « Tiger », le virage d'Apple vers Intel) nécessite une veille technologique attentive (e.g. mission à Apple Developer Connection en 2005) et des efforts constants d'adaptation afin que les logiciels ne soient pas rendus obsolètes par cette évolution. Une partie du développement sera aussi tournée vers une ouverture de SuperVP–AudioSculpt grâce à une architecture – un peu analogue à des « plugins » – permettant à des développeurs ou à des étudiants d'adapter des logiciels extérieurs pour être appelables par AudioSculpt. Le standard SDIF est de plus en plus apprécié par la communauté (Cf . par exemple les actes de l'ICMC 2005). Le développement et la maintenance seront donc poursuivis. Enfin, des

développements particuliers devront être entrepris dans le cadre de projets comme VIVOS, Semantic HIFI ou Ecoute.

3.5.1 SuperVP

Avec les performances actuelles des ordinateurs personnels, le vocodeur de phase peut être utilisé pour le traitement en temps réel. Pour étendre cette application, nous développerons, en collaboration avec l'équipe Applications temps-réel, une interface de communication des données qui permettra aux modules séparés de SuperVP ou à une séquence de modules d'être intégrés dans MAX/MSP. En même temps, on étudiera comment la gestion des paramètres peut être organisée pour que le contrôle temps réel soit possible également dans Max/MSP et dans AudioSculpt.

Pour pouvoir traiter les sons avec une taille de fenêtre variable, tous les algorithmes dans SuperVP devront être mis à jours.

Le module de transposition développé en 2004 dans l'équipe Applications temps-réel permet la transposition des pics individuels dans un spectre donné. Cet algorithme est fondé sur la méthode de transposition dans le domaine spectral de Dolson et Laroche. Ce module doit être intégré dans SuperVP pour y permettre de nouvelles transformations: « harmonizing », rendre un son inharmonique, etc.

Participants : A. Roebel

Collaborations internes : Norbert Schnell (équipe Applications temps réel)

3.5.2 AudioSculpt

De nouvelles fonctionnalités sont constamment ajoutées à AudioSculpt et son ergonomie et sa facilité d'utilisation sont largement améliorées. En 2006, le travail sera centré sur la maintenance du code source (pour suivre d'aussi près que possible les développements d'Apple), sur l'ajout de méthodes nouvelles d'interaction avec le son, et sur l'amélioration de l'interface existante. Les principaux développements seront :

- Remplacement des bibliothèques les moins récentes afin d'assurer le bon fonctionnement sur les Macintoshs à base d'Intel, et de profiter au mieux des améliorations disponibles dans les systèmes OSX récentes.
- Edition avancée du sonogramme (baguette magique, crayon intelligent)
- Copier-coller de régions définies en temps et fréquence sur le sonogramme
- Aide à l'annotation, y compris l'intégration de MIDI
- Extension de la modification interactive de l'affichage des analyses
- Conception d'un système d'intégration rapide des algorithmes externes

Participants : A. Roebel, N. Bogaards.

Collaborations extérieures : A. Lithaud (Béta testeur).

3.5.3 Pm2

Le moteur de l'analyse en partiel, Pm2, n'est pas encore intégré dans AudioSculpt comme c'est le cas pour SuperVP. Les moyens de communication pour les messages d'erreur seront à développer. Pour le moment, Pm2 est encore limité en ce qui concerne les sons multi-canaux. Nous proposons d'étudier les pistes de développement pour enlever ces limitations sans à avoir ré-écrire tout l'application.

L'algorithme de suivi de partiels inharmoniques de Pm2 pourrait être utilisé dans d'autres applications nécessitant un suivi. Une application intéressante sera par exemple le suivi des pics formantiques. Pour cela l'algorithme de suivi des partiels sera généralisé pour pouvoir être appliqué à d'autres données.

Participants : A. Roebel, N. Bogaards

3.5.4 Xspect

Pendant l'année dernière, nous avons réussi faire fonctionner XSpect sous Mac OSX. Pour pouvoir le distribuer en interne à l'IRCAM, il reste à améliorer un peu l'intégration de son interface X11 dans l'environnement du système OSX, ce qui sera fait en 2006.

Participants : A. Roebel, N. Bogaards

3.5.5 MatMTL

La bibliothèque des « templates » d'expression MatMTL est bien développée et permet le développement rapide des applications C++ à partir du code Matlab. Une amélioration possible qui sera étudiée en 2006, est le développement d'un générateur automatique du code C++ à partir du code Matlab.

Participants : A. Roebel, un étudiant (stage).

4 REPRESENTATIONS MUSICALES

Responsable : Gérard Assayag

L'équipe Représentations musicales est spécialisée dans l'étude des représentations symboliques de structures musicales et leurs applications en composition assistée par ordinateur (CAO) et en musicologie computationnelle (théories et analyse musicales à support informatique). Ce travail se fonde

....
.....
.....

L'automatisation du processus de numération des archives sonores (cf. 1.3) permettra de combler des retards dans la mise en ligne de celles-

