

# 2013

## Rapport d'activité

■ INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ACOUSTIQUE/MUSIQUE

# ircam



INSTITUT  
DE RECHERCHE  
ET COORDINATION  
ACOUSTIQUE /  
MUSIQUE



<b>■ 1. POLITIQUE GÉNÉRALE</b> .....	<b>5</b>
L'IRCAM EN 2013: ATTRACTIVITÉ – DISSÉMINATION .....	6
LE CONSEIL D'ADMINISTRATION .....	8
LE CONSEIL SCIENTIFIQUE .....	9
LES TUTELLES SCIENTIFIQUES DE L'UMR STMS .....	10
L'ORGANIGRAMME .....	11
LES CHIFFRES CLÉS 2013 .....	13
2013 EN IMAGES .....	14
<b>■ 2. L'ATTRACTIVITÉ RENFORCÉE</b> .....	<b>17</b>
L'EXCELLENCE SCIENTIFIQUE RECONNUE PAR LES ACTEURS PROFESSIONNELS DE LA RECHERCHE .....	18
ÉVALUATION AERES .....	18
SOUTIENS INSTITUTIONNELS .....	18
NOUVEAUX PROJETS DE LA RECHERCHE: ERC, PROJETS EUROPÉENS ET NATIONAUX .....	19
<b>LA CRÉATION ARTISTIQUE NOURRIE PAR LES COLLABORATIONS</b>	
<b>AVEC LES ACTEURS DU SPECTACLE VIVANT</b> .....	20
MANIFESTE-2013 .....	20
LES COMPOSITEURS EN RECHERCHE MUSICALE 2013 .....	24
LE CONCOURS RÉSIDENCE RECHERCHE MUSICALE ET LES ARTISTES EN RECHERCHE .....	25
<b>LES FILIÈRES «MÉTIERS» ENRICHISSENT L'IRCAM</b> .....	27
LE DOCTORAT DE MUSIQUE: RECHERCHE EN COMPOSITION .....	27
LE MASTER ATIAM .....	27
LE DNSEP/MASTER DESIGN SONORE .....	30
LE CURSUS ET SON ÉVOLUTION .....	32
DE MULTIPLES SOLlicitATIONS .....	34
<b>■ 3. LE RAYONNEMENT DES ACTIVITÉS</b> .....	<b>37</b>
<b>LA DIFFUSION DES PRODUCTIONS ARTISTIQUES</b> .....	38
LES TOURNÉES .....	38
LA SAISON PARISIENNE .....	38
ULYSSE NETWORK (2012-2016) .....	38
LE RÉSEAU VARÈSE .....	40
<b>LA SCIENCE S'EXPOSE</b> .....	41
CITÉ DES SCIENCES, LA VOIX .....	41
RÉPLIQUES ART-SCIENCE-SOCIÉTÉ: LA POSTÉRITÉ DE L'ŒUVRE À L'ÂGE DU NUMÉRIQUE .....	42
LE PRIX «IMPACT SOCIÉTAL» DU NUMÉRIQUE DE L'ANR DÉCERNÉ AU PROJET INTERLUDE .....	42
LE PRIX DE L'INNOVATION INDUSTRIELLE DÉCERNÉ AU PROJET ANTESCOFO .....	43
PUBLICATION DE THÉORIE DE LA COMPOSITION MUSICALE AU 20 <sup>E</sup> SIÈCLE .....	43
PUBLICATION DE LA RECHERCHE MUSICALE À L'IRCAM .....	43
LES RENCONTRES SPÉCIALISÉES .....	44
<b>LA DIFFUSION DES TECHNOLOGIES ET DES SAVOIRS</b> .....	48
LA MUTATION RÉUSSIE DU FORUM DES TECHNOLOGIES .....	48
LA VALORISATION INDUSTRIELLE DES LOGICIELS ET TECHNOLOGIES DE L'IRCAM .....	50
LE CENTRE DE RESSOURCES DE L'IRCAM .....	51
LA FORMATION PROFESSIONNELLE .....	53
LES ATELIERS DE LA CRÉATION .....	54
LES PARCOURS MUSIQUE MIXTE .....	55
LA SÉRIE DE FILMS «IMAGES D'UNE ŒUVRE» .....	55
ARIAM .....	55

## ■ 4. RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT : ..... 57

<b>INTRODUCTION</b> .....	58
SYNTHÈSE DES TRAVAUX DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT .....	58
LES PROJETS DE RECHERCHE EN COURS .....	62
<b>L'ACTIVITÉ RECHERCHE</b> .....	64
ÉQUIPE ACOUSTIQUE INSTRUMENTALE .....	64
ÉQUIPE ESPACES ACOUSTIQUES ET COGNITIFS .....	69
ÉQUIPE PERCEPTION ET DESIGN SONORES .....	77
ÉQUIPE ANALYSE ET SYNTHÈSE DES SONS .....	82
ÉQUIPE REPRÉSENTATIONS MUSICALES .....	93
ÉQUIPE ANALYSE DES PRATIQUES MUSICALES .....	104
ÉQUIPE INTERACTIONS MUSICALES TEMPS RÉEL .....	109
ATELIER MÉCANIQUE .....	114
<b>LES PRINCIPAUX LOGICIELS</b> .....	115
MODALYS .....	115
SPAT .....	116
SUPERVP .....	118
VOICEFORGER .....	118
AUDIOSCULPT .....	119
IRCAMLAB TS .....	119
SNAILANALYZER .....	120
BRASSYFX .....	120
IRCAMFILTER .....	121
IRCAMALIGN .....	121
MODULES D'INDEXATION AUTOMATIQUE .....	122
OPENMUSIC .....	123
ANTESCOFO .....	124
ASCOGRAPH .....	125
OMAX .....	126
SOMAX .....	127
ATO-MS .....	128
PAPERCOMPOSER .....	128
MUBU POUR MAX .....	129
IMTREDITOR .....	129
VOICEFOLLOWER ET MOTIONFOLLOWER .....	130
GF (SUIVI CONTINU) .....	130
IAE .....	131
SUPERVP POUR MAX .....	131
IRCAMDESCRIPTOR- .....	132
CATART .....	132
FTM & CO .....	133

## ■ 5. LES RESSOURCES ..... 135

<b>LES RESSOURCES HUMAINES</b> .....	136
<b>LA COMMUNICATION ET LES ÉDITIONS</b> .....	138
<b>LES MOYENS FINANCIERS</b> .....	142
<b>LE SERVICE INFORMATIQUE</b> .....	145

## ■ 6. ANNEXES ..... 147

<b>L'ÉQUIPE IRCAM</b> .....	148
<b>LES ŒUVRES PRÉPARÉES À L'IRCAM</b> .....	150
<b>LA SAISON PARISIENNE</b> .....	153
<b>MANIFESTE</b> .....	154
<b>LES TOURNÉES 2013</b> .....	157
<b>LES SÉMINAIRES INVITÉS RECHERCHE ET CRÉATION</b> .....	158
<b>LES SÉMINAIRE PROSPECTIVE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT : GROUPE DE TRAVAIL</b> .....	159
<b>LES SÉMINAIRES RECHERCHE ET TECHNOLOGIE</b> .....	160
<b>LES SÉMINAIRES INVITÉS RECHERCHE ET TECHNOLOGIE</b> .....	161
<b>LES SOUTENANCES</b> .....	162
<b>LES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS</b> .....	163





# POLITIQUE GÉNÉRALE



## L'IRCAM EN 2013 : ATTRACTIVITÉ – DISSÉMINATION

---

La dynamique de l'Ircam se caractérise en 2013 par un mouvement inédit d'attractivité et de rayonnement, qui traverse tous les départements. Le nombre de sollicitations extérieures s'est démultiplié, en direction de l'expertise scientifique, l'innovation technologique et de la force de production artistique de l'Ircam dans plusieurs champs pluridisciplinaires : spectacle vivant, post-production, articulation entre arts visuels et arts du temps, conjonctions Art-Science. En retour, la diffusion des pratiques, des outils et des œuvres issues des studios et labos, a permis à l'institut de la Place Stravinsky de conforter sa présence aux rendez-vous de l'innovation et de la création artistique, nationaux et internationaux. Pour mémoire, l'Ircam a participé activement aux journées Quaero, à l'exposition « La Voix, une expo qui vous parle » à la Cité des Sciences et de l'Industrie, au prix Oseo de l'innovation, aux journées ANR, aux festivals de Donaueschingen et Acht Brücken à Cologne, à Musica à Strasbourg, à la Biennale de Venise, au Tokyo Spring Festival outre le Festival-Académie ManiFeste-2013 à Paris.

Ce double mouvement d'attractivité et de dissémination concerne cinq champs prioritaires : l'interdisciplinarité au sein même de l'Unité Mixte de Recherche, l'extension sensible et la diversité des productions, les résidences en recherche musicale, la visibilité accrue du Forum et de la valorisation industrielle, l'étendue des formations et de l'action culturelle.

Au sein de l'UMR, les recherches sont mieux articulées entre les équipes : convergence de ce qui relève du signal, de la structure et du processus. Soutenant ces effets de croisement, le développement des outils et des environnements au sein de chaque département mutualise l'usage des technologies autour du temps et de l'interaction, autour de la spatialisation et de la voix, de l'acoustique instrumentale et des modèles physiques. Il faut noter l'adaptation de technologies éprouvées de l'Ircam aux applications mobiles. L'activité générale de l'UMR est soutenue par 27 projets collaboratifs en cours, dont cinq nouveaux obtenus pour l'année 2013, projets qui couvrent tout le spectre de la recherche, de l'industrie phonographique (cf. base de référence Bee Music) à l'écoute binaurale (Bili), du Web Audio (Wave), à l'aide à la facture instrumentale (Pafi, Cagima). L'année a été marquée par ailleurs par la publication attendue des volumes de *Théories de la composition musicale au 20<sup>e</sup> siècle*. La dynamique de la recherche reçoit le soutien des plus grandes institutions en France. Après le CNRS et l'UPMC qui assure l'obtention de deux postes d'enseignants chercheurs, l'Inria a ainsi formalisé la création de l'équipe-projet MuTant sur les langages temps réel pour le traitement des informations musicales. L'attractivité se mesure tout à la fois au nombre et au renouvellement des doctorants et au succès singulier de jeunes chercheurs de talent. Un premier ERC (European Research Council) a été ainsi obtenu par un chercheur CNRS au sein de l'équipe Perception et design sonores, travaillant sur les mécanismes émotionnels induits par l'écoute de la musique. L'ensemble du travail de l'UMR a été évalué très positivement par l'AERES.

Sur le plan proprement artistique, l'Ircam s'est engagé visiblement et durablement dans le champ du spectacle vivant, notamment de l'opéra et du théâtre. La présence de nouvelles signatures comme le chorégraphe François Verret ou l'artiste Gisèle Vienne, a contribué à cette extension initiée auparavant avec des compositeurs comme Luca Francesconi (tournée de l'opéra *Quartett*), comme Georges Aperghis (tournée de l'œuvre multimedia *Luna Park*) ou dans une génération plus jeune, Sebastian Rivas et son opéra inspiré par la guerre des Malouines, *Aliados*. Les ateliers In vivo théâtre, In vivo vidéo, In vivo danse, un processus d'expérimentation précédant l'hypothèse d'une production, distinguent l'Académie de l'Ircam des multiples académies musicales existant en Europe, en pariant sur les projets collaboratifs et sur les contraintes fertiles que la scène exerce sur l'imaginaire musical. Dans cet esprit, l'événement fédérateur de ManiFeste-2013 consacré à l'art du montage et à

l'intégration technologique, a pleinement rempli son rôle d'exposition d'artistes prestigieux (Heinz Holliger) et d'une nouvelle génération de musiciens. L'intérêt porté au spectacle vivant n'amoindrit pas le domaine purement musical comme en témoignent le portrait de la maturité de Yan Maresz et le succès de Mauro Lanza à Paris et à la Biennale de Venise. Focalisé sur l'interprétation (la voix avec Barbara Hannigan et la percussion avec Steven Schick), ManiFeste-2013 initiait par ailleurs une « réplique » sciences-arts-technologie » soutenue par la Sacem : *Postérité, devenir et oubli, l'œuvre du numérique*, avec la participation d'artistes, de chercheurs et d'intellectuels, tels que Pierre Boulez, Nicolas Bourriaud, Régis Debray, Roberto Di Cosmo, Emmanuel Hoog, Michaël Levinas, ou encore Slava G. Turyshev.

Les formations au sein de l'Ircam ont étendu en 2013 leurs strates d'activité et partant, la diversité des métiers concernés. Élaboré en 2013, le doctorat Recherche en composition, opération emblématique de Sorbonne Universités, se distinguera nettement du doctorat en musicologie en s'adressant à des personnalités qui désirent poursuivre une double formation de compositeurs et chercheurs. À côté de la filière toujours recherchée du Master Atiam, le Coursus en composition et informatique musicale (équivalent Master) demeure la voie repérée pour l'émergence internationale du jeune compositeur. À ce massif s'ajoutent les formations professionnelles, la reconduite pour trois années du Master en design sonore organisé avec l'École supérieure des Beaux-Arts du Mans et l'ENSCI et, dans le champ de l'action culturelle, le programme des Ateliers de la Création mêlant arts visuels et arts du son, à destination des élèves d'écoles professionnelles. Enfin, la consolidation de l'Académie annuelle de l'Ircam repose fortement sur le Réseau européen Ulysses que fédère l'Ircam avec 12 partenaires. La plate-forme Ulysses-network.eu s'avère aujourd'hui un outil indispensable de partage de données pour le repérage et la promotion de la jeune création musicale.

Parallèlement aux appels à projets émis par la Pédagogie, le département des Interfaces recherche/création assure un maillage étroit entre recherche et expérimentation artistique. Le processus de sélection qui octroie des bourses de résidence est lui-même collaboratif, impliquant en amont l'ensemble des acteurs de ces résidences : chercheurs, ingénieurs, réalisateurs en informatique musicale. Le Concours Résidence recherche musicale s'ouvrait pour la première fois en 2013 à d'autres disciplines, aux chorégraphes, metteurs en scène et vidéastes. Autre vecteur disséminateur des savoir-faire Ircam, le Forum des technologies constitue un axe fédérateur interne et externe essentiel à l'Ircam. Mutualiser en interne les développements technologiques par le biais de la « forge », et attirer de nouveaux membres : cet élément communautaire est particulièrement sensible lors des ateliers du Forum qui, en 2013, se déroulaient partiellement hors les murs (Ircam live@Gaité lyrique). Dernier vecteur capital pour le rayonnement de l'Ircam, la valorisation industrielle qui vise l'usage par le grand public des technologies made in Ircam, avec notamment le développement des architectures nomades ou la valorisation d'Antescofo. Ce processus continu de valorisation tendra à s'accélérer en 2014 sur de nouvelles plates-formes Web et par l'officialisation de contrats de licences.

La dynamique qu'explique l'ensemble de ce rapport d'activité repose partiellement sur l'accroissement des recettes propres de l'Ircam – plus de 30 % du budget annuel en 2013 – et sur les recettes de la valorisation industrielle. En revanche, la réduction de la subvention du programme 186 (Secrétariat général, mission Recherche) a affecté négativement et directement l'Ircam, avec 8 % de réduction pour une subvention fléchée vers l'emploi de chercheurs permanents. Par son rattachement au programme 131 du ministère de la Culture et de la communication, l'Ircam a pu bénéficier en 2013 du dégel de la subvention liée à la DGCA et d'un échange continu et fructueux avec sa tutelle principale quant aux grands enjeux stratégiques.

# LE CONSEIL D'ADMINISTRATION

---

**Au 31 décembre 2013 :**

## **PRÉSIDENT**

**Alain SEBAN**, président de l'Association  
Président du Centre Pompidou

## **MEMBRES**

### ■ de droit

#### **MICHEL BIDOIT**

Directeur scientifique de l'Institut des sciences informatiques  
et de leurs interactions (INS2I) au CNRS

#### **Michel ORIER**

Directeur de la DGCA, ministère de la Culture et  
de la communication

#### **JACQUES DUBUSCS**

Chef du SSRI A6, ministère de l'Enseignement supérieur  
et de la Recherche

### ■ désignés

par le président du Centre Pompidou

#### **Bernard BLISTÈNE**

Directeur du Musée, Centre Pompidou

#### **Agnès SAAL**, trésorière de l'Association

Directrice générale du Centre Pompidou

par le ministre de la Culture et de la Communication

#### **Michel FANO**, secrétaire de l'Association

Compositeur

### ■ élus par l'Assemblée générale

#### **Laurent BAYLE**

Directeur de la Cité de la musique

#### **Pierre BOULEZ**

Compositeur

Directeur honoraire de l'Ircam

#### **Claude CADOZ**

Directeur de l'ACROE (Association pour  
la création et la recherche des outils d'expression)

#### **Jean CHAMBAZ**

Président de l'université Pierre et Marie Curie – Paris-6

#### **Jean-Charles POMEROL**

Conseiller à la présidence de l'université Pierre et Marie Curie  
– Paris-6

## **ASSISTE - avec voix consultative**

#### **Frank MADLENER**

Directeur de l'Ircam

## **ASSISTENT**

#### **Gérard ASSAYAG**

Directeur de l'UMR - STMS

#### **Michel MUCKENSTURM**

Administrateur

#### **Hugues VINET**

Directeur scientifique de l'Ircam

## **Représentant du personnel de l'Ircam**

#### **Michel RAMOS**

Contrôleur Financier, ministère de la Culture  
et de la communication

#### **Daniel BÉCARD**

Adjoint aux Établissements publics, département de contrôle  
budgétaire, ministère de la Culture et de la communication

#### **Astrid BRANDT-GRAU**

Cheffe du Département de la recherche, de l'enseignement  
supérieur et de la technologie (DREST), ministère de la Culture  
et de la communication

#### **Michel GIRE**

Commissaire aux comptes

## LE CONSEIL SCIENTIFIQUE

La composition du conseil scientifique de l'Ircam, renouvelée en décembre 2013 pour deux ans, est la suivante :

Experts présents		Pays	Affiliation/ statut
Berry	Gérard	F	INRIA, professeur Collège de France
Dubus	Bertrand	F	Professeur ISEN
Beaudouin-Lafon	Michel	F	Professeur université Paris-1 – LRI
Berger	Jonathan	USA	Professeur CCRMA, Stanford University, USA
Blauert	Jens	D	Professeur émérite, université de Bochum, D
Sylvie Max-Collinart	Astrid	F	Représente Astrid Brandt Grau, DREST, ministère de la Culture et de la communication
Johnson	Patrick	F	Directeur de recherche Dassault Systèmes
Maître	Henri	F	Professeur Télécom ParisTech
Lamnabhi-Laguarrigue	Françoise	F	Directeur de recherche – L2s-Supelec
Truchetet	Frédéric	F	Professeur université de Bourgogne
Van Roy	Peter	B	Professeur université de Louvain
Wessel	David	USA	CNMAT, Berkeley University, USA

## LES TUTELLES SCIENTIFIQUES DE L'UMR STMS



<http://www.ircam.fr/stms.html>

L'Ircam, association à but non lucratif reconnue d'utilité publique, est associée au Centre Pompidou et placée sous la tutelle du ministère de la Culture et de la communication.

Le développement de liens structurels avec de grandes institutions de recherche et d'enseignement supérieur constitue pour l'Ircam une priorité destinée à promouvoir son inscription dans le paysage national et international de la recherche.

L'unité mixte de recherche STMS (Sciences et technologies de la musique et du son-UMR 9912), regroupe chercheurs et enseignants-chercheurs de l'Ircam, du CNRS et de l'UMPC (université Paris-6) autour d'un projet scientifique pluridisciplinaire.

Dans le cadre du CNRS, l'UMR est rattachée à titre principal à l'Institut des sciences et technologies de l'informatique et de ses interactions (INS2I) et à titre secondaire aux instituts INSIS (Sciences de l'ingénierie et des systèmes), INSHS (Sciences de l'homme et de la société) et INSB (Sciences biologiques). Dans le cadre de l'UPMC, elle est intégrée à la faculté d'Ingénierie – UFR 919 relevant du Pôle de recherche Modélisation et ingénierie.

Une collaboration a été initiée avec l'Inria autour de la création de l'équipe projet commune MuTant, portant sur l'élaboration de langages synchrones pour la musique et l'analyse temps réel des flux audio.

La période contractuelle en cours de l'UMR s'étend de janvier 2011 à décembre 2013.

Directeur : Gérard Assayag

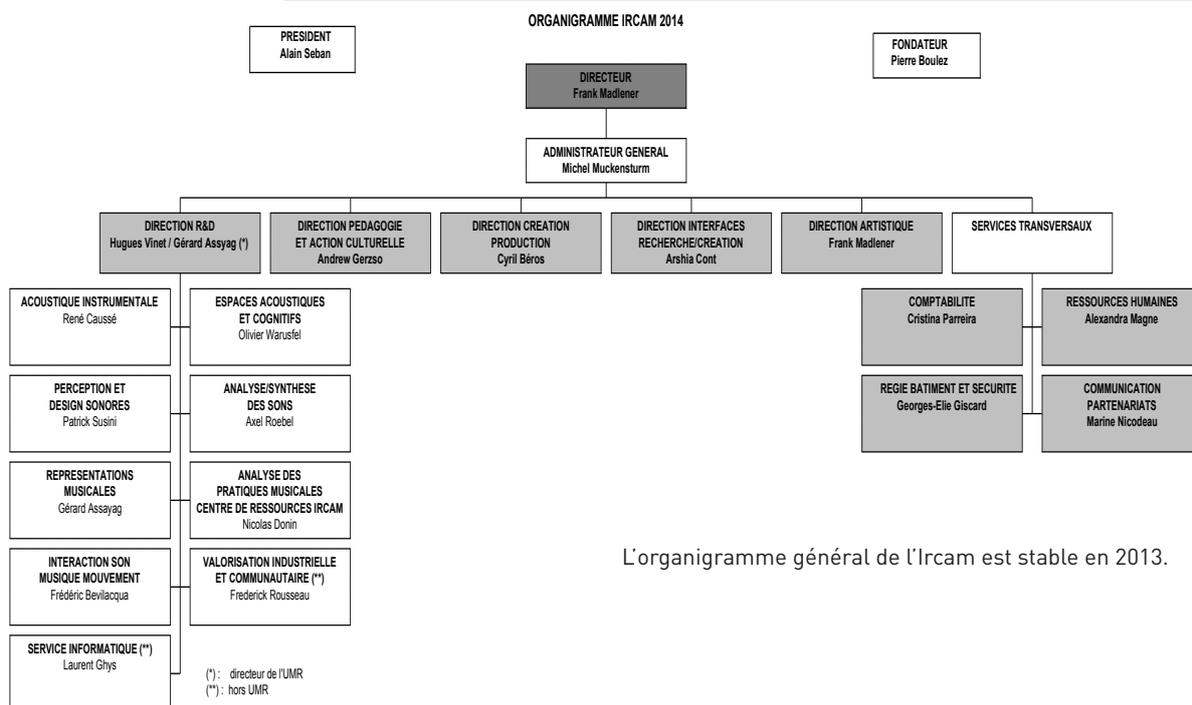
Directeur-adjoint : Hugues Vinet

L'année 2013 marque pour l'UMR la fin d'une période contractuelle et la préparation d'un nouveau cycle quinquennal 2014-2018 selon un projet de recherche qui a reçu, avec le bilan scientifique, une évaluation très positive de la part de l'AERES.

En 2013, le laboratoire est constitué des équipes suivantes :

- Acoustique instrumentale ;
- Espaces acoustiques et cognitifs ;
- Perception et design sonores ;
- Analyse et synthèse des sons ;
- Représentations musicales ;
- Analyse des pratiques musicales ;
- Interactions musicales temps réel ;
- Centre de Ressources Ircam regroupant un fonds documentaire commun entre le CNRS et l'Ircam.

# L'ORGANIGRAMME



L'organigramme général de l'Ircam est stable en 2013.

La communauté de travail de l'Ircam est en croissance de trois personnes. L'équipe permanente en représente 51 %. L'effectif permanent enregistre une réduction de deux personnes suite au passage d'un RIM et d'un ingénieur du son permanent vers l'intermittence.

Le nombre de salariés en CDD est en augmentation, principalement au sein du département Recherche et développement pour faire face au succès des appels à projets et du département de la création suite au passage en intermittence (cf. supra).

Le laboratoire de recherche intègre dans sa structure une large communauté de stagiaires, doctorants, chercheurs invités et salariés détachés.

Le nombre de salariés détachés augmente en 2013, avec le recrutement de deux maîtres de conférences à l'université Pierre et Marie Curie, l'un en section 27 (informatique) dans l'équipe Représentations musicales (informatique symbolique, orchestration assistée par ordinateur), l'autre en section 61 (traitement de signal) dans l'équipe Analyse et synthèse des sons sur le traitement de la voix.

L'origine des dix sept salariés détachés est la suivante :

- 9 personnes détachées par le CNRS ;
- 3 personnes détachées par l'UPMC ;
- 2 personnes détachées par l'INRIA ;
- 3 autres organismes universités (Strasbourg, Lille, Paris-8).

## ■ Les effectifs 2013 en ETP :

Départements	Salariés		Non Salariés				Total
	CDI	CDD	Stagiaires	Doctorants	Chercheurs invités	Salariés détachés	
Recherche & Développement	34	19	12	21	3	17	105
Création	20	8	1	0	0	0	29
Pédagogie	8	1	0	0	0	0	10
IRC	4	0	0	0	0	0	4
Communication et partenariats	6	1	0	0	0	0	7
Services généraux	15	0	0	0	0	0	16
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>171</b>
Effectif 2012	88	26	13	22	3	15	167
Évolution	-2	5	-0	-2	0	2	3



## LES CHIFFRES CLÉS

### PERSONNES

**171** personnes employées  
(en équivalent temps plein)

### PUBLICATIONS

**42** articles pour des  
revues à comité de lecture

**93** conférences invitées  
dans des congrès nationaux  
et internationaux

**39** ouvrages scientifiques  
ou chapitres d'ouvrages

**11** thèses de doctorat  
et HDR

### CRÉATIONS : CONCERTS ET SPECTACLES

**88** concerts et spectacles

Dont

**13** en saison

**22** ManiFeste – le festival

**15** ManiFeste – Académie

**38** tournées

**36 232** spectateurs

**101 812** dans le cadre d'installations

### DIFFUSION WEB

**249 699** brahms.fr

**241 222** ircam.fr

**120 502** médiathèque.fr

**71 133** forumnet.fr

**682 556** soit

**1 870** visiteurs par jour en 2013

**8 janvier – 2 février**

*La nuit tombe de Guillaume Vincent au Théâtre des Bouffes du Nord*

Spectacle issu du projet In Vivo Théâtre 2012.



© Elisabeth Carecchio

**14 janvier**

*Concert « Gesualdo/Momi »*

Musique vocale Renaissance/XXI<sup>e</sup> siècle sous la direction de Rachid Safir.



© Francis Pearron

**18 janvier**

*La Semaine du Son à l'Ircam*

Le son spatialisé.

**20 janvier – 21 mars – 8 novembre**

*Tensio, de Philippe Manoury*

En tournée aux festivals Ultraschall (Berlin), Ars Musica (Bruxelles), Musica Viva (Munich).



© Pauline de Mitt



© Rudy Amisano

**19 mars – 24 et 28 septembre  
13-17 novembre**

*Quartett, de Luca Francesconi en tournée*

Cité de la musique (Paris), Casa da Musica (Porto), festival Musica (Strasbourg), opéra de Lille.

**23 mars**

*Cérémonie du Prix de l'Innovation industrielle* décerné par le ministère du Redressement productif et Oseo.



© Oseo

**26 mars**

*Concert et table ronde « Versus Nunes »* en hommage au compositeur portugais.



© Jean Radel

**28 mars**

*Présentation du bilan du projet Quaero.*



**6 et 13 avril**

*Ateliers-concerts Cursus 1*

Quatorze études pour découvrir la jeune création Ircam.



© Jean Radel

**17 avril**

*Le projet Interlude : prix « Impact sociétal »* de l'Agence Nationale de la Recherche.



© MRP

**14 mai**

*Ateliers de la création*

journée nationale de restitution.



© Hervé Véronèse Centre Pompidou

**21 mai**

*Antescofo sur scène à Bercy* « Objet de la Nouvelle France Industrielle ».



© MRP

## 2013 en images



**29 mai - 30 juin**

**ManiFeste-2013**

Deuxième édition du festival-académie de l'Ircam, rendez-vous de la création à Paris, fédérant une quinzaine de partenaires de la culture, de la formation et de la recherche.

**6 - 12 juin**

**Wagner Dream de Jonathan Harvey**

Au Welsh National Opera.



© Florian Kleinfenn

**12 - 14 juin**

**Répliques Art-Science**

Rencontres internationales et débats autour du « Dark Digital Age ».



© RERO

**17-19 juillet**

**Université d'été HC2**

Workshop du projet européen « Human Computer Confluence Research in Action ».



© DR

**19-22 septembre**

**Bedroom Eyes au CENTQUATRE**

Spectacle de Cyril Teste issu du projet In Vivo Théâtre 2012.



© MxM

**27 septembre**

**Concert « Harvey Dream »**

à la Cité de la musique avec Matthias Pintscher et l'Ensemble intercontemporain.



© Aymeric Warmé-Janville

**Octobre**

**« Théories de la composition musicale au XX<sup>e</sup> siècle »**

Parution aux éditions Symétrie.



**4 -12 octobre**

**Aliados, de Sebastian Rivas**

En tournée aux festivals Musica (Strasbourg) et Roma Europa (Rome).



© Philippe Stirnweiss

**5 octobre**

**Nuit Blanche à l'Ircam**



© Deborah Lopatin



**12 et 13 octobre**

**Trois concerts à la Biennale de Venise**

**19 octobre**

**Création de Registre des lumières de Raphaël Cendo**  
À Donaueschingen.



© Tilman Stamer

**20-22 novembre**

Les ateliers du Forum

**21 novembre**

**Concert « Ircam Live » à la Gaîté lyrique**



**29 novembre**

**Concert de l'Ensemble intercontemporain au Centre Pompidou**

Créations de Ulrich Kreppein et Arnulf Herrmann.



© Soany Guigand Fotodesign

**9 décembre**

**Concert « Trio » à l'Ircam**

Création de Marc Monnet par Tedi Papavrami, François-Frédéric Guy et Xavier Philips.



© AMR



**10 décembre - 28 septembre**

**« La voix, l'expo qui vous parle »**

À la Cité des sciences et de l'industrie.





## **L'ATTRACTIVITÉ RENFORCÉE**



## L'EXCELLENCE SCIENTIFIQUE RECONNUE PAR LES ACTEURS PROFESSIONNELS DE LA RECHERCHE

La convergence au cours de l'année 2013 d'évaluations, de projets et de l'attribution de nouveaux moyens importants marque la reconnaissance des institutions nationales et internationales pour les recherches accueillies à l'Ircam dans l'UMR STMS.

### ÉVALUATION AERES

Les conclusions de l'évaluation de l'unité mixte de recherche STMS menée fin 2012 par l'AERES (Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement de la recherche) ont été publiées courant 2013. Portant sur le bilan scientifique 2007-2012 et le projet 2014-2018 de l'unité, elle se traduit, dans la continuité de l'évaluation précédemment menée en 2009, par l'attribution de notes élevées sur l'ensemble des critères, dont la note maximale A+ sur 5 d'entre eux, confirmant l'excellence scientifique et le rôle de premier plan joué par le laboratoire aux niveaux national et international.

C1	C2	C3	C4	C5	C6
Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité académiques	Relations avec l'environnement social, économique et culturel	Organisation et vie de l'entité	Implication dans la formation par la recherche	Stratégie et projet à cinq ans
A+	A+	A+	A	A	A+

### SOUTIENS INSTITUTIONNELS

Le soutien renouvelé des tutelles de l'UMR a été particulièrement affirmé en 2013, avec le recrutement de deux maîtres de conférences à l'université Pierre et Marie Curie : Philippe Esling en section 27 (informatique) dans l'équipe Représentations musicales (informatique symbolique, orchestration assistée par ordinateur) et Nicolas Obin en section 61 (traitement de signal) dans l'équipe Analyse et synthèse des sons sur le traitement de la voix. Ce soutien vient renforcer la force de recherche de l'Ircam sur ses thématiques prioritaires. En ce qui concerne le CNRS, les deux chercheurs recrutés en 2012, Jean-Julien Aucouturier (section 44) et David Roze (section 9, filière contractuelle handicap), ont été titularisés dans l'année.

Il est également à noter la décision de création, début 2013, de l'équipe-projet Inria MuTant, intégrée à l'équipe Représentations musicales, associant l'Inria, l'Ircam et le CNRS autour d'un projet dirigé par Arshia Cont sur les langages temps réel pour le traitement des informations musicales.

Le renouvellement des doctorants à la rentrée universitaire 2013 a été également soutenu, avec l'arrivée de 12 nouvelles recrues dans les équipes, dont 2 financées par des contrats doctoraux de l'UPMC octroyés par l'école doctorale EDITE et 3 financées dans le cadre de Labex (laboratoires d'excellence) dont nous sommes partenaires : SMART (Interactions humain/machines/humain intelligentes dans la société numérique) coordonné par l'UPMC et le CAP (Création, arts et patrimoines) coordonné par l'université Paris-1 Panthéon-Sorbonne.

## NOUVEAUX PROJETS DE LA RECHERCHE : ERC, PROJETS EUROPÉENS ET NATIONAUX

La reconnaissance internationale des recherches de l'UMR STMS à l'Ircam est confirmée par la sélection en 2013 par le Conseil européen de la recherche (ERC – European Research Council) dans le cadre d'un Starting Grant, du projet CREAM (Cracking the emotional code of music) présenté par Jean-Julien Aucouturier, chercheur CNRS récemment recruté dans l'équipe Perception et design sonores, et qui vise à caractériser les mécanismes émotionnels induits par l'écoute de la musique, à l'interface entre traitement du signal et neurosciences.

Les autres projets acceptés fin 2013 comprennent :

- *EFFICACe* (extensions temporelles pour les environnements de composition assistée par ordinateur), projet ANR jeune chercheur de Jean Bresson visant à étendre l'environnement OpenMusic à des paradigmes de programmation réactifs pour l'interaction (équipe Représentations musicales);
- *ChaNTer* (chant numérique avec contrôle temps réel), projet ANR ContInt visant la réalisation d'un synthétiseur de voix chantée en français à partir de texte et de partition (équipes Analyse et synthèse des sons et Interaction musicales temps réel);
- *Cosima* (plate-forme auteur pour la création d'expériences participatives situées), projet ANR ContInt consacré à la réalisation de situations d'interaction collaborative (geste, son spatialisé, image, équipes Interactions musicales temps réel et Espaces acoustiques et cognitifs);
- *Skat-VG* (Sketching Audio Technologies Using Vocalizations and Gestures), programme ICT FET, destiné à l'étude et l'utilisation d'imitations vocales et gestuelles à des fins d'esquisse en design sonore (équipes Perception et design sonores, Analyse et synthèse des sons et Interactions musicales temps réel).

L'ensemble de ces projets, la plupart menés en synergie entre plusieurs équipes sur des thématiques prioritaires et prospectives du laboratoire, représente un financement additionnel de 3,5 M€ qui, dans un contexte d'obtention de plus en plus compétitif, contribue pour une part importante au soutien des activités.

## LA CRÉATION ARTISTIQUE NOURRIE PAR LES COLLABORATIONS AVEC LES ACTEURS DU SPECTACLE VIVANT

La réalisation scénique est l'une des formes fédératrices aujourd'hui à l'Ircam, et que privilégient un grand nombre d'artistes actifs dans les studios et laboratoires de la Place Stravinsky.

### MANIFESTE-2013

Festival international et académie pluridisciplinaire, rendez-vous de la création et de l'émergence artistiques à Paris pendant un mois, ManiFeste-2013 a réuni dans un espace commun d'expression près de cent compositeurs, interprètes, metteurs en scène, acteurs, vidéastes, chorégraphes, danseurs ; tous protagonistes d'une intrigue temporelle intégrant la technologie. L'irruption du réel et son montage sur le plateau du spectacle vivant : en filigrane des rendez-vous de ManiFeste, le journal d'un artiste, fortuit et nécessaire, anodin et historique, improvisé et prémédité. Au cœur du festival, la partition de l'excès et de la profondeur chez Gisèle Vienne, le montage de tableaux vivants chez François Verret, le journal d'une vie (Holliger-Hölderlin), la torsion de l'archive et de la mémoire défaillante de deux alliés improbables, Lady Thatcher et le sénateur Pinochet dans l'opéra *Aliados*. L'opération fondatrice du montage a agi au sein même d'une discipline ou à sa lisière, comme dans les programmes In Vivo Vidéo, In Vivo Danse, ou In Vivo Théâtre, supervisé par Heiner Goebbels. C'est précisément à la marge des mondes électroniques et instrumentaux que s'est déployée la virtuosité singulière de Yan Maresz dont ManiFeste-2013 a dessiné le portrait de la maturité.

#### ■ Le Festival

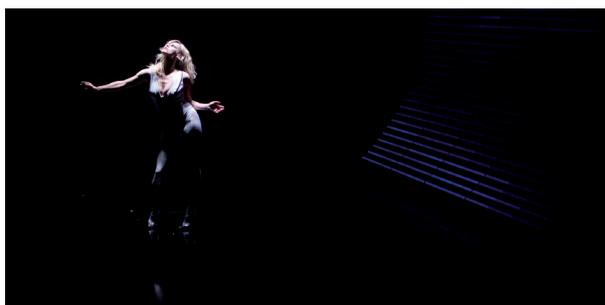
Vingt-et-une créations mondiales et premières françaises  
Carmine Emanuele Cella, Sébastien Gaxie, Jean-Luc Hervé, Heinz Holliger, Jacques Lenot, Yan Maresz, Luis Naón, Lorenzo Pagliei, Robert H. Platz, Alberto Posadas, Wolfgang Rihm, Sebastian Rivas, Luis-Fernando Rizo-Salom, Philippe Schœller, François Verret, Gisèle Vienne et les jeunes compositeurs du Cursus 2 de l'Ircam : Laurent Durupt, Heera Kim, Vittorio Montalti, Diana Soh.

Une quarantaine de propositions artistiques différentes  
Concerts, spectacles, opéra, installation, sorties d'atelier, master classes publiques, conférences, films...

80 % de taux de remplissage



*Germination* © Astrid Verspieren



*The Pyre* © Maarten Vanden Abeele

#### ■ L'académie

- 274 candidatures ;
- 139 participants ;
- 11 ateliers.

Parmi les 139 participants :

- trente-cinq compositeurs pour les ateliers de composition, cinq réalisateurs en informatique musicale, quarante-deux jeunes interprètes, dix-neuf auditeurs libres ;
- sept élèves du Diplôme d'artiste interprète (DAI) et deux élèves de Master 2 ont participé, dans le cadre d'un partenariat avec le Cnsm dp, à l'atelier d'interprétation du répertoire électroacoustique (AIRE), à la master class de musique de chambre et d'ensemble de Heinz Holliger et à la master class duo de pianistes de Jean-François Heisser et Jean-Frédéric Neuburger ;
- dix-sept instrumentistes issus du Lucerne Festival Academy Orchestra ont suivi les master classes d'ensemble et de musique de chambre de Heinz Holliger ;

- douze jeunes étudiants de diverses universités américaines ont suivi un atelier d'informatique musicale dédié, dans le cadre du partenariat mis en place avec le CIEE.

Les participants avaient en moyenne 28 ans et venaient d'Europe (59 % (dont France 25 %)), des Amériques (23 %), d'Asie (13 %), du Moyen-Orient (3 %) et d'Océanie (2 %).

Élargissant les ateliers de composition dirigés en 2013 par Magnus Lindberg, James Dillon et Yan Marez, le champ interdisciplinaire s'est ouvert largement avec le programme In Vivo Danse impliquant quatre chorégraphes et supervisé par Thierry De Mey et Samuel Favre, et le programme In Vivo Vidéo conçu avec Le Fresnoy et encadré par Andrea Cera. Des master classes de Steven Schick, Jean-François Heisser et Jean-Frédéric Neuburger ont été proposées à de jeunes musiciens venus du monde entier pour travailler avec des professionnels de premier plan. L'académie a ainsi donné aux participants la possibilité d'étudier le montage d'un film, d'une forme musicale ou d'une proposition chorégraphique, de pratiquer et d'analyser le répertoire du XX<sup>e</sup> siècle.



Yan Marez (France)  
© Alice Blangero



James Dillon (Royaume-Uni)  
© DR

L'académie a également proposé une série d'événements étroitement associés auxquels tous les stagiaires ont pu assister librement : un atelier sur l'écriture vocale au XX<sup>e</sup> siècle pour les compositeurs avec Barbara Hannigan, des analyses de leurs œuvres par les compositeurs invités, les créations du Coursus 2 de l'Ircam, la scénographie de la musique par des étudiants de Heiner Goebbels (In Vivo Théâtre), une conférence et un concert autour de *Mantra* de Stockhausen avec Jean-Frédéric Neuburger et Jean-François Heisser, des concerts présentant les œuvres des compositeurs invités et des créations expérimentales, tout droit sorties des laboratoires de l'Ircam et, enfin, la création d'un « open space » pour favoriser des rencontres et activités informelles entre les stagiaires.



Jean-Frédéric Neuburger  
© Carole Bellaïche



Magnus Lindberg (Finlande)  
© Saara Vuorgoki/Fimic

Quatre partenaires principaux ont participé à la mise en œuvre de l'académie : l'Ensemble intercontemporain – ensemble associé permanent –, le CENTQUATRE-Paris, l'Orchestre Philharmonique de Radio France et Les Spectacles vivants-Centre Pompidou. Cette deuxième édition s'est appuyée par ailleurs sur le concours d'acteurs importants du domaine de la culture et de la formation supérieure : le Conservatoire national supérieur de musique et de danse de Paris, le Council on International Education Exchange (universités américaines), le Théâtre des Bouffes du Nord, la Lucerne Festival Academy, Charleroi Danses, Centre chorégraphique de la Fédération Wallonie-Bruxelles, micadances, Paris, Le Fresnoy-Studio national des arts contemporains ainsi que le réseau européen Ulysses.

#### Les ateliers de composition

Atelier de composition pour ensemble instrumental :

- sous la direction du chef Jean Deroyer avec l'Ensemble intercontemporain et la soprano Valérie Philippin ;
- du 17 au 29 juin ;
- huit compositeurs retenus ;
- cinq œuvres présentées au concert de sortie d'atelier.

Sous la direction de Jean Deroyer, les musiciens de l'Ensemble intercontemporain ont travaillé les œuvres de huit compositeurs stagiaires. Ce travail, réalisé au plus proche des solistes virtuoses de la formation, ouvre une relation privilégiée par la jeune création. Les compositeurs stagiaires pouvaient y adjoindre une voix, avec la participation de Valérie Philippin. Chaque pièce a été enregistrée y compris celles qui n'ont pas été retenues pour le concert des stagiaires.

Session de l'Orchestre Philharmonique de Radio France :

- sous la direction du chef d'orchestre Pascal Rophé ;
- les 18 et 19 juin ;
- quatre compositeurs retenus.

Quatre compositeurs, dont deux retenus parmi les participants de l'atelier de l'Ensemble intercontemporain, ont été sélectionnés pour présenter une esquisse à raison d'une session de travail chacun. Chaque esquisse a bénéficié d'un enregistrement.

Atelier de composition pour ensemble vocal :

- sous la direction du chef James Weeks avec l'ensemble Exaudi ;
- du 17 au 29 juin ;
- six compositeurs retenus ;
- quatre œuvres présentées au concert de sortie d'atelier.

L'ensemble vocal Exaudi et son directeur musical James Weeks a proposé à six compositeurs d'expérimenter les spécificités de l'écriture pour voix. Chaque pièce a été enregistrée y compris celles qui n'ont pas été retenues pour le concert des stagiaires.

Atelier de composition pour la voix :

- sous la direction de la soprano Barbara Hannigan ;
- du 19 juin au 21 juin.



Barbara Hannigan © Elmer de Haas

La chanteuse Barbara Hannigan a proposé aux compositeurs un atelier sur l'art vocal du 20<sup>e</sup> siècle. Elle a travaillé également sur les partitions des compositeurs impliqués sur les ateliers Ensemble intercontemporain et Exaudi.

Atelier de composition, danse, percussion et électronique in Vivo Danse :

- sous la direction du compositeur Thierry De Mey et du percussionniste Samuel Favre, avec les chorégraphes Christine Gérard, Alban Richard, Mark Lorimer et Clinton Stringer ;
- du 17 au 30 juin ;
- six compositeurs et six percussionnistes retenus.



Mark Lorimer © Aliocha Van der Avoort

Atelier de composition pour danse et percussion solo, avec ou sans électronique, travaillant sur des modes de travail réactifs entre musique et danse, entre plateau et studio de recherche. Dans cet atelier, dirigé par le compositeur Thierry De Mey, les chorégraphes (Christine Gérard, Alban Richard, le duo Mark Lorimer et Clinton Stringer) sont associés à deux jeunes compositeurs. Dans un esprit de cooptation mutuelle, six compositeurs initient chacun un projet scénique, avec, dans le cas d'une œuvre avec électronique, le soutien technologiques de l'Ircam, et la participation d'un percussionniste. Samuel Favre a encadré les percussionnistes de l'atelier. Tous les projets ont été présentés au public et ont fait l'objet d'une captation vidéo et audio.

Atelier de composition de musique électronique et vidéo In Vivo Vidéo :

- sous la direction de Andrea Cera ;
- du 17 au 29 juin ;
- six compositeurs retenus.

Écrire une musique électronique comme reflet ou contrepoint d'une vidéo créée en amont par un vidéaste du Fresnoy, expérimenter la relation entre la forme et le rythme du montage, le mixage sonore et l'articulation musique/image : telles sont les propositions de ce tout nouvel atelier. Encadrés par Andrea Cera, les six compositeurs stagiaires ont proposé une esquisse pour pièce électronique et vidéo. En parallèle, cinq jeunes élèves vidéastes du Fresnoy ont réalisé de nouvelles créations vidéo à partir de pièces du répertoire de l'Ircam. Tous les projets ont été présentés au public et chaque stagiaire et élève a reçu une copie vidéo et stéréo du travail réalisé.

Des intervenants extérieurs ont été invités à apporter un éclairage particulier sur leur travail de la musique et du son à l'image : Peter Szendy, Philippe Schœller, Jean-Pierre Laforce.

Les master classes d'interprétation

Master class percussion de Steven Schick :

- du 13 au 21 juin ;
- six percussionnistes retenus ;

Les percussionnistes stagiaires ont travaillé en premier lieu avec le percussionniste américain Steven Schick des œuvres du répertoire du 20<sup>e</sup> siècle. Parallèlement, ils ont été impliqués dans l'atelier In Vivo Danse sous l'égide du percussionniste Samuel Favre.



Steven Schick © Delphine Oster

Master class duo de pianistes Jean-Frédéric Neuburger et Jean-François Heisser :

- du 26 au 29 juin ;
- quatre duos de pianistes et deux duos de percussionnistes retenus ;

Des duos constitués de pianistes ont travaillé le répertoire contemporain pour deux pianos avec les pianistes Jean-François Heisser et Jean-Frédéric Neuburger. Ils ont eu la possibilité de se joindre à de jeunes percussionnistes.

Master class d'interprétation pour ensemble et musique de chambre de Heinz Holliger :

- encadrée par les solistes de l'Ensemble intercontemporain Odile Auboin, Alain Billard, Jens McManama, Frédérique Cambreling, Sophier Cherrier, Didier Pateau, Benny Sluchin et l'équipe pédagogique DAI avec Hae-Sun Kang ;
- du 24 au 30 juin.



Heinz Holliger  
© Julieta Schildknecht

Dirigée par Heinz Holliger, cette master class d'interprétation pour musique de chambre et ensemble est constituée de musiciens ayant participé au Lucerne Festival Academy Orchestra et de quelques élèves du DAI « Répertoire contemporain » du Conservatoire national supérieur de musique et de danse de Paris.

Atelier d'interprétation du répertoire électroacoustique :

- encadré par Grégoire Lorieux, Carlo Laurenzi (Ircam) et Hae-Sun Kang (DAI Cnsmdp) ;
- du 17 au 28 juin ;
- cinq réalisateurs en informatique musicale et quatre musiciens du Cnsmdp retenus ;
- cinq œuvres présentées au concert de sortie d'atelier.

Cet atelier est destiné aux ingénieurs du son, réalisateurs en informatique musicale (RIM), et aux compositeurs désireux de se perfectionner et d'enrichir leur pratique du répertoire de la musique mixte pour instrument soliste. Encadrés par des membres de l'équipe Ircam (réalisateurs en informatique musicale et ingénieurs du son), les stagiaires ont participé à l'interprétation de l'œuvre, allant des répétitions jusqu'au concert.

L'atelier d'informatique musicale

- sous la direction de réalisateurs en informatique musicale chargés de l'enseignement à l'Ircam (Éric Daubresse, Jean Lochar, Grégoire Lorieux, Mikhail Malt, Tom Mays et Alexander Mihalič) ont animé un atelier consacré aux nouvelles technologies ;
- du 17 au 29 juin ;
- 7 compositeurs retenus dans le cadre de l'appel à candidatures/12 jeunes étudiants issus des universités américaines dans le cadre du partenariat CIEE.

Cet atelier analyse l'intégration de la technologie dans certaines œuvres réalisées à l'Ircam. Il permet aux stagiaires de découvrir et d'exposer ces technologies dans le cadre de leurs propres compositions. Des œuvres des compositeurs invités ont été analysées, ainsi que quelques autres œuvres marquantes du répertoire de l'Ircam. Outre les compositeurs sélectionnés par le jury de l'académie, l'atelier a accueilli également douze jeunes étudiants des universités américaines dans le cadre d'un partenariat avec le Centre parisien d'études critiques Council International Study Programs France.



## LES COMPOSITEURS EN RECHERCHE MUSICALE 2013

Le département Interfaces recherche/création renforce et soutient l'interaction entre la recherche scientifique et la communauté artistique, en s'ouvrant à l'ensemble des acteurs de l'informatique musicale dans un environnement collaboratif et prospectif international.

L'appel à projet de recherche musicale et artistique est diffusé via la plate-forme Ulysses, les mailing-lists d'artistes, ingénieurs, chercheurs et membres du Forum inscrits sur la plate-forme forumnet.

Les projets reçus sont étudiés afin d'en déceler un intérêt de collaboration avec les équipes R&D Ircam et des laboratoires partenaires (notamment le LABRI), mais également en vue d'une éventuelle production artistique dans le cadre de la saison artistique ou le festival ManiFeste.

Les résultats des projets de recherche musicale sont disséminés à travers les publications du département Interfaces recherche/création et par les Séminaires recherche & création. Ceux-ci sont le fruit des interactions entre idées musicales nouvelles et domaines d'investigation des équipes scientifiques (voir détail des séminaires 2013 en annexe).

En sus de ces rencontres, une activité régulière de concertation entre les réalisateurs en informatique musicale (Rim) et le secteur scientifique a lieu chaque année. Chaque Rim est responsabilisé par rapport à une technologie particulière dont il devient le «Rim référent». Il devient l'interlocuteur privilégié des artistes demandeurs de technologies spécifiques. Chaque «Rim référent» établit un rapport de retour d'usage afin d'aider les équipes scientifiques à élaborer les plans de développement des logiciels qui, arrivés à maturité, trouveront leur place dans la production musicale, l'offre du Forum et/ou la Valorisation industrielle.

Le programme de résidence en recherche musicale est ouvert aux compositeurs, musiciens professionnels ou étudiants qui souhaitent effectuer leur recherche musicale et artistique au sein de l'Ircam.

Lors de sa nomination, chaque candidat se voit accorder une bourse de résidence dans un laboratoire associé au cours d'une période déterminée (de trois à six mois). Pendant cette période, les candidats travaillent en collaboration avec une équipe-projet à l'Ircam et participent à la vie intellectuelle de l'institut.

À la fin de leur séjour, les candidats partagent les résultats de leurs travaux avec la communauté de la recherche musicale internationale sous la forme de documents et de présentations publiques.

En 2013 les artistes accueillis en résidence sont :

### ■ Christopher Trapani

#### Projet

«Canon rythmique temps réel avec Antescofo».

Le but de ce projet est de pouvoir synchroniser un son enregistré avec un son d'instrument live en utilisant une prédiction temps réel. Dans un premier temps, il s'agit de créer des canons rythmiques convergents en temps réel où le son d'instrument se synchronise avec une voix enregistrée à partir d'une écriture. L'idée est de créer un système modulaire à l'aide d'un suiveur de partition et un détecteur du tempo d'instrumentiste pour synchroniser en temps réel la voix enregistrée d'une manière prédictive pour une synchronisation exacte de la fin des phrases.

Le résultat recherché n'est pas seulement la possibilité de synchroniser les deux médiums d'instruments live et électronique avec une écriture au-delà du paradigme de réactivité, mais principalement d'utiliser la prédiction temps réel d'un suiveur de partition pour une homogénéité rythmique, surtout pour la fin des phrases.

Résidence menée au sein de l'équipe-projet MuTant (Représentation musicale) et dans le cadre du projet ANR INEDIT.

### ■ Alexander Sigman

#### Projet

«Alarm/will/sound».

Résidence de 4 mois, équipe PDS (Perception et design sonores).

Dans le champ du design sonore dans l'industrie automobile, le compositeur Alexander Sigman s'intéresse à la recherche et à la production de sons d'alerte. Pour cela une collaboration, est établie avec le producteur et artiste visuel allemand Matthias Megyeri (invité à l'Ircam en 2013), en vue d'une série d'installations qui incorporent un concept sonore innovant dans les prototypes d'alerte sonore de voiture automobile.



Les objectifs du projet sont les suivants :

- extension du vocabulaire sonore pour la conception des alertes sonores ;
- introduction de nouveaux paradigmes d'interaction avec les modules de production sonore ;
- étude, développement et documentation des relations sémiotiques entre le vocabulaire sonore et la fonction d'alerte par les tests perceptifs ;

- exploration et redéfinition des fonctions sociales et communications des systèmes d'alerte ;
- examen des frontières entre l'espace privé et environnement public pour des systèmes sécuritaires.

Dans ce projet, et avec la collaboration de l'équipe PDS, il s'agit d'élaborer des bibliothèques sonores interactives en ayant recours aux méthodologies, concepts, et techniques existantes au sein de l'équipe, ainsi qu'aux logiciels distribués par le Forum Ircam (AudioSculpt, Modalys, etc.). Par ailleurs, Alarm/will/sound donnera lieu à un projet de collaboration entre l'Ircam et le Künstlerhaus Stuttgart, Institut für Auslandsbeziehungen (IfA), Universität der Künste (UdK) Berlin, et Mercedes-Benz.

#### ■ Per Bloland

##### Projet

Un modèle physique d'interaction de corde et électro-aimant.

Résidence de 5 mois dans l'équipe Acoustique instrumentale. Le but de ce projet était de produire un modèle physique de couplage entre une corde de piano et un électro-aimant. Le modèle était basé sur l'étude d'un piano électromagnétique préparé, instrument capable d'étendre largement les possibilités sonores du piano. Le modèle a trois fonctions principales :

- la possibilité de générer des sonorités nouvelles par une source sonore ;
- la facilité d'accès à la recherche sur les propriétés des cordes sous l'influence d'une source d'excitation externe ;
- la faisabilité de l'expérimentation et de la composition musicale avec le nouvel instrument sans la présence d'un instrument physique.

Ce couplage a été intégré dans Modalys comme un nouveau type de connexion, appelé « Induction ». Le modèle physique de cette interaction permet un plus grand degré de liberté concernant la résonance et pour l'électro-aimant d'être de n'importe quelle forme et taille et construite en n'importe quel matériau.



#### ■ Jaime E. Oliver La Rosa

##### Projet

« Suivi de geste dans les contrôleurs vidéos ».

Résidence de deux mois dans l'équipe IMTR.

La percussion silencieuse et les contrôleurs MANO développés par l'auteur fournissent des données continues, multidimensionnelles et interdépendantes pour la performance de la musique électronique. Ces contrôleurs vidéo seront la cible d'expérimentations pour l'intégration des nouveaux outils de suivi de geste implémentés par l'équipe IMTR. Ce projet a pour but de développer des logiciels qui favorisent de nouveaux moyens de suivre la performance gestuelle des capteurs vidéo pour un contrôle compositionnel des sons, pour accéder aux outils de performances et compositions musicales qui ne sont pas exploitables autrement.

### LE CONCOURS RÉSIDENCE RECHERCHE MUSICALE ET LES ARTISTES EN RECHERCHE

Le concours de Résidence recherche musicale s'est ouvert en 2013 à d'autres disciplines. Des chorégraphes, metteurs en scène et vidéastes peuvent dorénavant participer à l'appel à projets. En 2013, une cinquantaine d'artistes internationaux ont participé à l'appel à projets à travers la plate-forme Ulysses <http://www.ulysses-network.eu>

Chaque dossier de candidature est évalué par un jury composé d'au moins un artiste, un chercheur et un réalisateur en informatique musicale.

Les lauréats pour la période de septembre 2014 à août 2015 sont :

#### ■ Geof Holbrook

##### Projet

« Toward a GA-oriented composition environment ».

L'objectif est de construire un environnement de composition intégré, qui permet la visualisation et la manipulation d'une procédure générative multi-processus. Des outils seront intégrés à l'environnement OpenMusic.

##### Durée

Résidence de 4 mois dans l'équipe RepMus.

#### ■ José Miguel Fernandez

##### Projet

« Étude de l'écriture de l'interaction et synchronisation en musiques mixtes ».

L'objectif principal de ce projet est de doter l'électronique dans la musique mixte d'un caractère plus musical, interactif et vivant en étudiant et développant de nouvelles fonctionnalités du suiveur de partitions Antescofo et du langage et de l'éditeur graphique (Ascograph) associés.

##### Durée

Résidence de 6 mois en 2014-15 dans l'équipe MuTant (INEDIT).

■ **Richard Dubelski et Gregory Beller**

Projet

«Synékine».

Le projet Synékine possède plusieurs dimensions ;

- recherche scientifique sur les phénomènes synesthésiques, le traitement du signal, le fonctionnement du cerveau ;
- recherche performative regroupant la participation d'interprètes autour de la notion de synékinésie ;
- recherche technique et de développement pour la création de nouvelles interfaces homme-machine ;
- une dimension artistique et sociale avec une diffusion continue du projet via les réseaux sociaux et un cycle de performances.

Durée

Résidence de 3 mois dans les équipes Interaction son musique mouvement et Analyse et synthèse des sons et collaboration avec le projet Interlude2 et SKAT-VG.

■ **John MacCallum**

Projet

«Heart rate data from contemporary dancers».

Le compositeur John MacCallum et le chorégraphe Teoma Naccarato proposent un projet collaboratif qui examine l'utilisation des données de fréquence cardiaque de danseurs contemporains en temps réel pour conduire une composition poli-rythmique pour ensemble instrumental avec électronique live.

Durée

Résidence de 4 mois en 2014-15 dans l'équipe Représentations musicales (INEDIT) et collaboration dans le cadre du projet EFFICAC(e).

■ **Paul Clift**

Projet

«Acoustic-Aggregate-Synthesis»

- création de modèles acoustiques de synthèse en temps différé (généralement à partir de sources acoustiques sonores instrumentales) ;
- comparaison en temps réel de la matrice avec une source sonore acoustique et, sur la base de cette comparaison, la synthèse et la diffusion des constituants de l'agrégat qui fournissent de façon aussi proche que possible un rendu du modèle acoustique prédéfini ;
- élaboration de stratégies qui permettront la diffusion de cette synthèse.

Durée

Résidence de 6 mois dans l'équipe Analyse et synthèse des son et en collaboration avec l'équipe Acoustique instrumentale

■ **D'autres artistes en recherche ont été accueillis au sein des équipes R&D.**

Alain Billard, clarinettiste, membre de l'Ensemble inter-contemporain et professeur au CNSMD de Paris a effectué une résidence de six mois dans l'équipe Acoustique instrumentale pour la conception d'un prototype de clarinette basse hybride acoustique/électronique. Grâce à un dispositif électroacoustique ajouté dans le corps de l'instrument, des sons traités électroniquement sont rayonnés directement par l'instrument. L'instrument équipé permet une réelle hybridation des sons acoustiques et électroniques.

Le fruit de cette collaboration est à l'étude pour une mise en place de demande de brevet.

## LES FILIÈRES « MÉTIERS » ENRICHISSENT L'IRCAM

### LE DOCTORAT DE MUSIQUE : RECHERCHE EN COMPOSITION

Ce doctorat a été proposé en 2013 par l'Ircam et construit en collaboration avec les universités Paris-Sorbonne et Pierre et Marie Curie (UPMC). L'objectif est, d'une part, de créer une filière doctorante pour les compositeurs (postes universitaires), et d'autre part, de créer les conditions pour que des compositeurs puissent, à l'instar des doctorants scientifiques, s'inscrire dans la durée dans la recherche musicale à l'Ircam. Distinct du doctorat de musicologie, il s'adresse à des compositeurs de haut niveau, titulaires d'un master (ou d'un diplôme équivalent accompagné d'une expérience significative en composition), proposant notamment des projets intégrant une dimension technologique dans le travail de composition et désireux de poursuivre une double formation de compositeurs et de chercheurs. Le diplôme récompense une double compétence de compositeur, dont attestent les travaux de fin d'études, et de chercheur, matérialisée par la soutenance d'une thèse.

Ce doctorat sera ouvert aux candidats désirant mener leurs recherches parmi un ou plusieurs des thèmes suivants :

- *Matériau et forme* : catégories et paramètres musicaux, composition assistée par ordinateur, musique/son/bruit, thématisme et narrativité ;
- *Instrument et interprète* : modes de jeu, geste, collaborations interprète/compositeur, analyse acoustique, instruments augmentés, lutherie électronique ;
- *Voix, texte, parole* : rapports musique/texte, approches linguistiques et acoustiques, sémantique et expressivité, synthèse et traitement de la parole, pluralité des langues ;
- *Orchestration, instrumentation* : traités et règles (de l'explicitation de l'artisanat à la formalisation), timbre et instrumentation, aide informatique à l'orchestration ;
- *Interactivité* : installations sonores, musique mixte, improvisation, multimédia ;
- *Espace sonore et scène* : dramaturgie, scénographie, opéra, théâtre, architecture, spatialisation sonore ;
- *Méthodologie et aspects transversaux* : analyse et théorie, création collaborative, documentation de processus, approches qualitatives et quantitatives, perception et cognition.

La formation doctorale sera assurée conjointement par les trois établissements ; elle comprend des cours doctoraux et des séminaires conjoints, délivrés par l'université Paris-Sorbonne, l'UPMC et l'Ircam. La délivrance du diplôme repose sur la production de travaux de création (dont le programme doit être en rapport avec le projet de recherche) et la soutenance de la thèse doctorale, devant des jurys communs aux établissements partenaires.

Le premier appel à candidatures aura lieu en mars 2014 dans la perspective d'accueillir les premiers doctorants à la rentrée universitaire d'octobre.

### LE MASTER ATIAM

#### ■ Chiffres clés

Promotion 2012-13 :

- 17 étudiants ;
- 35 enseignants, dont 13 responsables d'UE ;
- face à face pédagogique : 350 h/étudiant.

Partenaires : Ircam, UPMC et Télécom ParisTech.

#### ■ Objectifs de la formation

Créée à l'initiative de plusieurs institutions françaises actives dans le domaine de la recherche musicale et soutenue par le ministère de la Culture et de la communication, la formation Atiam est le fruit d'une collaboration étroite entre l'Ircam, l'UPMC, et Telecom ParisTech. Elle est conçue pour délivrer les bases scientifiques et la culture musicale permettant d'aborder les recherches dans les domaines de l'acoustique musicale, du traitement du signal sonore et de l'informatique musicale. Ses débouchés se trouvent principalement dans la recherche et l'enseignement, mais aussi dans l'industrie, dans les domaines du son et de la musique. Depuis la création d'Atiam en 1993, l'Ircam assure la coordination pédagogique et l'accueil de la formation (site Atiam : <http://www.atiam.ircam.fr/>).

**Promotion 2012-2013**

(17) FEISTHAUER Laurent – abandon en cours d’année

Nom	Prénom	Établissement fréquenté avant Atiam
ARDAILLON (1)	Luc	ISEP
BAHU (2)	Hélène	UPMC
BLANDIN (3)	Rémi	UPMC
CAURE (4)	Hélianthe	ENS-Cachan
DURAND (5)	Simon	École Centrale Paris/Supméca
HEMERY (6)	Edgar	Université d’Édimbourg
ISNARD (7)	Vincent	Université de Brest
LAFAY (8)	Grégoire	UPMC
LECOMTE	Pierre	École Centrale Paris/ENSAM
LOSTANLEN (9)	Vincent	Télécom ParisTech
MAGRON (10)	Paul	ENPC
MAHENC (11)	Guillaume	UPMC
MANNONE (12)	Maria	Conservatoire de musique de Palerme
MARCHAND (13)	Ugo	ESPCI
PANIZZOLI (14)	Alexandre	UPMC
RAUS (15)	David	Université d’Orsay
SAULNIER (16)	Hugo	Université du Maine



**Organisation Pédagogique**

Septembre à décembre (S3) : UE obligatoires

Intitulé de l’enseignement	Code UE	Responsable
AG : Acoustique générale	NI 416	Benoît Fabre (LAM, UPMC)
AM : Acoustique musicale	NI 417	Jean-Dominique Polack (LAM, UPMC)
TSA : Traitement du signal audionumérique	NI 418	Roland Badeau (Télécom ParisTech)
TSM : Traitement du signal musical	NI 419	Bertrand David (Télécom ParisTech)
PPIM : Paradigmes de programmation en informatique musicale	NI 407	Carlos Agon (Ircam, UPMC)
STIM : Sciences et technologies de l’information musicale	NI 410	Emmanuel Saint-James (UPMC)
MSV : Musique et sciences depuis 1945	NI 421	Moreno Andreatta (Ircam, Cnrs)
CMC : Création musicale contemporaine	NI 420	Mikhail Malt (Ircam)
IP : Insertion Professionnelle		Isabelle Viaud-Delmon (Ircam, Cnrs)
UE libre		
Examens S3 : première vague fin octobre/deuxième vague mi-décembre		

Janvier à juin (S4) : UE d'options et stage

Intitulé de l'enseignement	Code UE	Responsable
PCM : Perception et cognition musicales	NSA30	Daniel Pressnitzer (ENS, Cnrs)
MSE : Musique, son et espace sonore	NSA31	Benoît Fabre (UPMC)
AIM : Auto-oscillations : de la physique à la synthèse numérique	NSA32	Jean Kergomard (LMA, Aix-Marseille II)
DAI : Descripteurs audio et indexation : panorama des évolutions et méthodes	NSA33	Bertrand DAVID (Télécom ParisTech)
ETS : Élaborations et transformations de sons	NSA34	Bertrand DAVID (Télécom ParisTech)
MMIM : Modèles mathématiques pour l'informatique musicale	NSA35	Marc Chemillier (EHESS)
CGS : Contrôle gestuel de la synthèse	NSA36	Hugues Genevois (LAM, UPMC)
Stage de recherche de 4 mois		
Examens S4 : UE d'option fin février, soutenance de stage fin juin ou début septembre		

**■ Résultats**

Sur les 17 étudiants de la promotion 2012-13, 100 % ont obtenu leur diplôme à l'issue de la formation et 80 % poursuivent actuellement leur parcours en thèse.

**■ Enseignements**

Enseignements communs avec le Coursus

Partant de l'observation que des cours Atiam peuvent intéresser les compositeurs du Coursus et que des cours prévus pour les compositeurs sont également susceptibles d'intéresser les scientifiques, des expériences croisées visant à mélanger les deux populations ont été régulièrement mises en place en 2013, favorisant ainsi les échanges et les possibilités de collaborations réciproques. Deux cours communs ont ainsi été programmés :

- en janvier, un cours de Daniel Pressnitzer sur le thème « illusion, perception, musique » ;
- en novembre, deux interventions et un atelier sur *Genesis* par Claude Cadoz.

À la rentrée, en octobre, les étudiants des deux promotions ont pu se rencontrer pour échanger autour des problématiques scientifiques rencontrées par les compositeurs du Coursus. Ces thématiques ont ensuite été abordées dans le cadre de l'UE MSV (Musique et sciences depuis 1945).

**■ Réseaux des anciens étudiants Atiam**

L'annuaire Atiam, répertoire de toutes les promotions d'étudiants depuis la création de la formation en 1993 mis en ligne en septembre 2011, compte plus de cent profils actifs sur le site Internet, mis à jour régulièrement. La coordination continue à rassembler des données actualisées sur la situation des 350 étudiants qui ont suivi Atiam depuis la création de la formation en 1993 et poursuit sa « campagne » de relances afin d'alimenter et de compléter l'annuaire (lien de l'annuaire : <http://annuaire-atiam.ircam.fr/>).

Atiam est également présent sur le réseau professionnel LinkedIn. Le groupe « master Atiam Alumni » compte 130 anciens étudiants. Il permet aux membres de la communauté Atiam d'échanger des offres d'emploi et de valoriser leurs projets. Pour la coordination, il s'agit d'un outil supplémentaire qui permet de créer des ponts entre les différentes promotions.

Le site Atiam propose enfin une nouvelle rubrique dans laquelle sont rassemblés des témoignages d'anciens étudiants afin de permettre aux candidats de se faire une idée plus précise des débouchés à la fin du Master. (Lien de la rubrique : <http://www.atiam.ircam.fr/temoignages/>).

**■ Une nouvelle maquette pour le Master**

La promotion 2013-14 est la dernière à suivre l'actuelle maquette du Master. En 2013, les réflexions ont avancé concernant les contenus des nouvelles UE listées ci-dessous :

- Fondamentaux pour l'acoustique, le traitement du signal et l'informatique appliqués à la musique (responsable : Moreno Andreatta, CNRS/Ircam) – 54 h CM et 6 h TD ;
- Acoustique musicale (responsable : Benoît Fabre, UPMC) – 50 h CM et 10 h TD ;
- Traitement du signal musical (responsable : Bertrand David, Télécom ParisTech) – 44 h CM et 16 h TD ;
- Informatique musicale (responsable : Carlos Agon, UPMC) – 50 h CM et 10 h TD ;
- Projets et applications musicales (responsable : Emmanuel Saint-James, UPMC) – 20 h CM et 40 h de projet.

## LE DNSEP/MASTER DESIGN SONORE

### ■ Chiffres clés

- 9 étudiants ;
- 2 semestres de cours et de stages ;
- 1 workshop applicatif de 2 semaines.

Partenaires : Ircam, EPCC Tours-Angers-Le Mans site du Mans, ENSCI-les ateliers, Laum.

### ■ Partenariats

Le pool original de partenaires regroupant une école d'art (École supérieure des Beaux-arts du Mans), une université (LAUM), une grande école de design (ENSCI-les ateliers) et un institut de recherche (Ircam) en pointe sur la question du design sonore, a permis de concevoir une formation diplômante en deux ans couvrant les domaines variés de connaissances scientifiques, méthodologiques et culturelles nécessaires à l'exercice du métier. L'intégration à cette filière en design sonore se fait sur concours, à l'entrée de la 4<sup>e</sup> année de l'École supérieure des Beaux-Arts du Mans et débouche après deux ans d'études sur l'obtention d'un DNSEP mention Design sonore (Diplôme national supérieur expression plastique), habilité par le ministère de la Culture et de la communication et valant grade de Master. La formation donne en outre une place très importante (plus de la moitié du temps) aux travaux en ateliers, aux projets personnels des étudiants et à la mise en situation professionnelle, au travers de sessions projets et de rencontres avec des professionnels, de stages en entreprise ou dans des laboratoires.

### ■ Promotion 2013/2014

4 étudiants du Master 1 2012/2013 ont continué en Master 2 : Adrien Garcia, Lou Le Jard, Clément Mancheron, Yohei Yamakado.

À l'issue de l'appel à concours lancé au début de l'année, 5 étudiants ont été sélectionnés mi-mai pour suivre le Master 1 :

Maxime Neveu, Arnaud Ouin, Thomas Rotureau, Laurie Saulnier, Benoît Villemont.

### ■ Workshop applicatif – novembre

Encadrement : Roland Cahen (ENSCI), Valérie Druet (ENSCI), Ludovic Germain (ESBAM), Olivier Houix (ESBAM/Ircam), Philippe Langlois (ESBAM), Gégouire Lorieux (Ircam), Nicolas Misdariis, Sarngsan Na Soontorn (ENSCI), Matt Sindall (ENSCI), Patrick Susini (Ircam), équipe IMTR (Ircam).



Les étudiants de l'École supérieure des Beaux-arts du Mans et de l'ENSCI se sont associés pour travailler sur les interactions gestes/sons dans le cadre de la conduite automobile, en partenariat avec un grand constructeur automobile, PSA Peugeot-Citroën. Les étudiants ont été invités à suivre les scénarios proposés par le partenaire en terme d'interactions homme-machine et à explorer les possibilités de demain.

- du 12 au 22 novembre, à l'Ircam et à l'ENSCI : durant le premier jour du workshop, PSA a exprimé ses attentes aux étudiants, qui ont pu se mettre en situation d'utilisation des interfaces actuelles dans des voitures mises à disposition pour l'occasion. Répartis en plusieurs groupes, les étudiants ont pu bénéficier des savoir-faire techniques et artistiques de l'équipe d'encadrement ;
- le 15 novembre, à l'Ircam : les étudiants ont présenté les 1<sup>ers</sup> résultats de leurs réflexions à PSA. Le dialogue entre celui-ci et les groupes de travail a permis de recadrer certains projets et d'ouvrir de nouvelles pistes ;
- le 22 novembre, chez PSA : les différents projets ont fait l'objet d'une présentation formelle chez le partenaire. Les personnes présentes ont fait un retour très positif sur ce rendu d'une grande qualité.

■ **Programme 2013/2014**

Année 4 – master 1	Enseignant	Semestre 7	Semestre 8
<b>Initiation à la recherche Suivi de mémoire, philosophie, histoire des arts</b>		<b>9 ECTS</b>	<b>9 ECTS</b>
Pré-mémoire		-	9 ECTS
Suivi de mémoire		2 ECTS	-
Histoire des arts		2 ECTS	-
Culture générale, philosophie	C. Domino, F. Lahache	2 ECTS	-
Histoire et théorie du sonore	P. Langlois	2 ECTS	-
Recherches personnelles (Bilan de fin de semestre)		1 ECTS	-
<b>Projet plastique, prospective, méthodologie, production</b>		<b>20 ECTS</b>	<b>20 ECTS</b>
2 Ateliers, workshops ou ARC à choisir		4 ECTS	-
Cours LAUM, ITEM	L. Dufrechou, B. Gazengel	2 ECTS	-
Acoustique des salles, perception, et acoustique signal			
Création sonore	F. Bourdier	2 ECTS	-
Perception et cognition de l'objet sonore (Ircam)	P. Susini, N. Misdariis	1 ECTS	-
Informatique sonore et technique son	O. Houix	2 ECTS	-
Radio On	C. Domino, P. Langlois,	2 ECTS	-
Méthodologie créative en Design sonore	L. Germain	1 ECTS	-
Création musicale	L. Germain, O. Houix, P. Langlois	1 ECTS	-
Workshop applicatif ENSCI + Ircam (10 jours)		4 ECTS	-
Workshop Arduino	L. Germain, M. Denneaud	1 ECTS	-
Stage ou voyage à l'étranger		-	14 ECTS
Bilan stage ou voyage devant un jury		-	6 ECTS
<b>Atelier de langue étrangère</b>		<b>1 ECTS</b>	<b>1 ECTS</b>

Année 5 – master 2	Enseignant	Semestre 9	Semestre 10
<b>Méthodologie de la recherche Suivi de mémoire</b>		<b>20 ECTS</b>	<b>-</b>
Suivi de mémoire		2 ECTS	
Histoire des arts	J. Camelo	1 ECTS	-
Culture générale, philosophie	C. Domino, F. Lahache	1 ECTS	-
Histoire du design	D. Cornille	1 ECTS	-
Atelier de langue étrangère	D. Flynn	1 ECTS	-
Création sonore	S. Gattino	1 ECTS	-
Méthodologie créative en design sonore	L. Germain	1 ECTS	-
Radio On	P. Langlois	2 ECTS	-
Informatique sonore et technique son	O. Houix	1 ECTS	-
Création musicale	P. Langlois, O. Houix, L. Germain	1 ECTS	-
Workshop applicatif ENSCI + Ircam (10 jours)		4 ECTS	-
2 Ateliers et/ou ARC à choisir		4 ECTS	-
<b>Mise en forme du projet personnel</b>		<b>10 ECTS</b>	<b>-</b>
Projet professionnel (Bilan de fin de semestre)		10 ECTS	-
<b>Épreuves du diplôme</b>		<b>-</b>	<b>30 ECTS</b>
Soutenance du mémoire		-	5 ECTS
Soutenance plastique		-	25 ECTS

## LE CURSUS ET SON ÉVOLUTION

Le Coursus de composition et d'informatique musicale, articulé sur deux années, a pris sa vitesse de croisière et récolte les fruits de l'engagement fort de l'Ircam pour la jeune création.

L'année universitaire 2012/2013 a accueilli 14 jeunes compositeurs en Coursus 1 (10 en 2013-2014) et la sixième promotion du Coursus 2 est composée de 5 compositeurs.

### ■ Équipe pédagogique

6 formateurs : 5 Rims chargés de l'enseignement, 4 en CDI – Éric Daubresse, Jean Lochard, Grégoire Lorieux, Mikhail Malt –, 1 en CDD – Alexander Mihalic (2012-2013), Marco Liuni (2013-2014) – en remplacement d'Emmanuel Jourdan en congé de formation jusqu'en décembre 2014 – 1 compositeur associé en CDD – Mauro Lanza (2012-2013), Hèctor Parra (2013-2014).

### ■ Partenaires

- Cnsm dp (Cursus 1);
- Haute école de musique de Genève;
- Sacem (Cursus 2);
- Le Fresnoy-studio national des arts contemporains (Cursus 2).

### ■ Contenus pédagogiques Coursus 1

S'initier aux nouvelles technologies appliquées à la composition

La formation pratique à l'informatique musicale permet à une quinzaine de jeunes compositeurs âgés de moins de 35 ans, sélectionnés par un comité de lecture, de s'initier et de réfléchir aux problématiques théoriques et compositionnelles de l'informatique musicale. Intensive et à temps plein, elle aborde les domaines de la composition assistée par ordinateur, du traitement du signal, de la synthèse sonore et de l'écriture de l'interaction. Des séminaires avec des compositeurs invités articulent les apprentissages techniques dans une perspective compositionnelle. Depuis la rentrée 2012, des cours communs Atiam/Cursus sont mis en place, les thématiques de ces deux formations pouvant se recouper : cours de Christian Zanesi, compositeur (septembre 2012), Moreno Andreatta, chercheur et coordinateur du master Atiam (octobre 2012), Daniel Pressnitzer, chargé de recherche au CNRS (janvier 2013) et pour le 1<sup>er</sup> trimestre de l'année scolaire 2013-2014, Claude Cadoz, directeur de l'ACROE (novembre 2013).

Chaque étape du programme est ponctuée par une esquisse permettant de valider les acquis. Pour l'année scolaire 2013-2014, une étude supplémentaire a été ajoutée au programme de formation. Elle portait sur la synchronisation du jeu instrumental avec l'électronique, réalisé en collaboration avec deux instrumentistes du Cnsm dp.

La fin de l'année scolaire s'achève par la présentation d'un projet final pour instrument soliste et électronique lors des ateliers-concerts à l'Espace de projection de l'Ircam au mois d'avril. Les études ont été créées par les élèves musiciens du Cnsm dp dans le cadre du partenariat « parcours-crétation » : Gérard Buquet (classes de tuba), Hae-Sun Kang (élèves en DAI contemporain), Valérie Guillorit et Elène Golgevit (classes de chant).

À l'issue de cette première année, les compositeurs émergents possèdent les bases nécessaires pour se forger une vision complète du domaine de la musique et du son, poursuivre l'apprentissage en autoformation, suivre l'évolution technologique du secteur et évaluer les dispositifs nécessaires à la réalisation de leurs projets musicaux.

### Promotion 2012-2013 (3 septembre 2012-26 avril 2013)

- Germán Alonso (Espagne);
- Javier Elipe Gimeno (Espagne);
- Pablo Galaz (Chili);
- Núria Giménez Comas (Espagne);
- Sampo Haapamäki (Finlande);
- Juan Camilo Hernández Sánchez (Colombie);
- Geof Holbrook (Canada);
- Maija Hynninen (Finlande);
- Antonio Juan-Marcos (Mexique);
- Sua Seo (Corée du sud);
- Pierre Stordeur (France);
- Blaise Ubaldini (France);
- Gabriele Vanoni (Italie);
- Davor Branimir Vincze (Croatie).

Promotion 2013-2014 (2 septembre 2013-18 avril 2014)

- Francisco Alvarado (Espagne);
- Violeta Cruz (Colombie);
- Carlos De Castellarnau Artero (Espagne);
- Mayu Hirano (Japon);
- Seongmi Kim (Corée du sud);
- Andrea Mancianti (Italie);
- Ye Shen (Chine);
- Januibe Tejera de Miranda (Brésil);
- Fredy Vallejos (Colombie);
- Julien Vincenot (France).

Chiffres clés

- 545 h de formation/stagiaire, dont 316 h d'ateliers «hands-on» et 36 h de séminaires de composition, 112 h dédiées aux projets et suivi individuel, 6 h de rencontres avec les équipes scientifiques, 75 h de rendez-vous individuels répartis entre septembre 2012 et avril 2013;
- 2 élèves accueillis en Coursus 1 dans le cadre du master 1 à l'HEM de Genève (2012-2013);
- compositeurs invités en 2012-2013: Christian Zanesi, Thierry de Mey, Agostino di Scipio;
- 3 cours croisés promotion Coursus et Atiam (année scolaire 2012-2013);
- Ateliers-concerts: les 6 et 13 avril 2013, Ircam, Espace de projection, concerts complets 600 spectateurs en tout.

**■ Contenus pédagogiques Coursus 2**

Formation spécialisée en composition, recherche et technologies musicales

Durant une année complète à temps plein entre octobre et juin, la formation spécialisée permet aux compositeurs d'acquérir les connaissances, les compétences et savoir-faire pratiques nécessaires à la réalisation de leur projet artistique. Après une phase d'enseignement de trois mois, l'année débouche sur la réalisation et la création publique de leur projet artistique, accompagné par les équipes de l'Ircam, notamment par un pédagogue spécialisé associé à chaque projet. Conçu dans un esprit d'expérimentation, le projet est susceptible de faire appel à d'autres domaines tels que la danse ou l'image, grâce aux partenariats que l'Ircam développe avec d'autres structures européennes de formation. La proximité avec les laboratoires de recherche permet à l'étudiant de s'initier à la collaboration avec les chercheurs et lui offre une fenêtre sur les développements technologiques les plus récents, contribuant ainsi à l'épanouissement de son projet artistique. En outre, parallèlement à la réalisation de son projet, le compositeur est amené à participer à la vie intellectuelle de l'institut (séminaires, compositeurs invités, rencontres avec les chercheurs, présentations de son projet dans différents contextes). Les réalisations artistiques des compositeurs suivant le Coursus 2 sont présentées lors du festival ManiFeste ou de la saison musicale de l'Ircam.



Francisco Alvarado



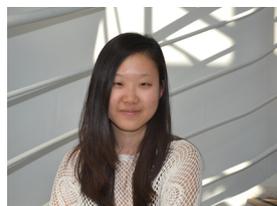
Violeta Cruz



Carlos De Castellarnau Artero



Mayu Hirano



Seongmi Kim



Andrea Mancianti



Ye Shen



Januibe Tejera de Miranda



Fredy Vallejos



Julien Vincenot

Créations promotion Coursus 2 2012/2013

- 4 créations dans le cadre de ManiFeste-2013;
- création française d'Aurélien Dumont dans le cadre de ManiFeste-2014.

- Aurélien Dumont (France)

*Abîme apogée*

Pour ensemble et électronique

Avec le Klangforum Wien

Encadrement pédagogique Ircam/Alexander Mihalic

Création le 13 septembre 2013 à l'auditorium San Fedele de Milan dans le cadre du Mito festival, en tournée à Graz le 4 octobre 2013, avec le soutien du réseau Ulysses

Création française le 20 juin 2014 à Paris, dans le cadre du festival ManiFeste-2014.

- Laurent Durupt (France)

*P-Server*

Pour flûte, clarinette, basson, trompette, percussion, piano, alto, contrebasse, électronique et scénographie

Ensemble Le Balcon

Mise en scène et scénographie : Anna Schewelew,

Fabian Offert

Encadrement pédagogique Ircam/Jean Lochard

Création le 21 juin 2013 au Théâtre des Bouffes du Nord dans le cadre du festival ManiFeste-2013.

- Heera Kim (Corée du sud)

*Things We Said Today*

Pour 2 sopranos, alto, ténor, 2 basses

Avec Les Cris de Paris

Encadrement pédagogique Ircam/Éric Daubresse

Création le 8 juin 2013 à l'Ircam dans le cadre du festival ManiFeste-2013

- Vittorio Montalti (Italie)

*Tentative d'épuisement*

Pour flûte/flûte piccolo/flûte basse, hautbois, clarinette/clarinette basse, percussion, piano/clavier MIDI, violon, alto, violoncelle et électronique

Ensemble du Lucerne Festival Academy Orchestra, direction Heinz Holliger

Encadrement pédagogique Ircam/Mikhail Malt

Création le 30 juin 2013 à l'Ircam dans le cadre du festival ManiFeste-2013

- Diana Soh (Singapour)

*Arboretum: of myths and trees*

Pour soprano, 2 flûtes, harpe, piano et électronique

Ensemble Court-circuit, direction Jean Deroyer

Soprano, Élise Chauvin

Encadrement pédagogique Ircam/Grégoire Lorieux

Création le 19 juin 2013 à l'Ircam dans le cadre du festival ManiFeste-2013

#### Promotion 2013-2014

Pablo Galaz (Chili)

Núria Giménez Comas (Espagne)

Marcin Stanczyk (Pologne)

Blaise Ubaldini (France)

Gabriele Vanoni (Italie)

#### Chiffres clés :

- 720 heures de formation et accompagnement au projet, dont 18h de journées d'étude et séminaires, 72 h de séminaires compositeurs invités, 96 h ateliers hands-on, 12 h de rendez-vous individuels avec les compositeurs invités, 480 h suivi de projet, 42 h suivi individuel;
- compositeurs invités en 2012-2013: Christian Zanesi, Thierry de Mey, Agostino di Scipio;
- 3 cours croisés promotion Cursus et Atiam (année scolaire 2012-2013);

- 4 créations dans le cadre de ManiFeste-2013 et une création à Milan dans le cadre du Mito festival, avec le soutien du réseau Ulysses.

## DE MULTIPLES SOLLICITATIONS

### ■ Sciences Po

Afin de sensibiliser des jeunes « décideurs » de demain au milieu artistique – artistes, pratiques culturelles, institutions, méthodes de management – deux projets ont été conçus en 2013 en collaboration avec Sciences Po : un « Projet collectif » sur la création et la mise en œuvre d'une saison musicale et un « Atelier artistique » autour des caractéristiques musicales de voix parlées.

#### Le Projet collectif (quatre élèves Master « Affaires publiques »)

Octobre 2013 – mai 2014

Ce projet est construit autour d'une série d'événements qui rythment la saison de l'institut : les ateliers du Forum, l'exposition « La voix, l'expo qui vous parle » présentée à la Cité des Sciences et de l'Industrie, l'opéra *Aliados* de Sebastian Rivas, *Les Aveugles* un spectacle de Daniel Jeanneteau, le monodrame *Te Craindre en ton absence* de Hèctor Parra et enfin les Ateliers-concerts Cursus 1.

Ces productions et rendez-vous forment la colonne vertébrale du projet collectif. Pour chacun de ces rendez-vous, il s'agit d'analyser les intentions qui y ont présidé, intentions artistiques, techniques, technologiques ou scientifiques, intentions du programmateur ou de l'institution qui la communique, et de les mettre en regard de la perception du spectateur, de l'auditeur ou du praticien. Autant de « discours » qui ne se recouvrent pas, mais permettent de mieux cerner les sens multiples de l'innovation. Dans chaque cas il s'agit d'entreprendre une enquête auprès des protagonistes principaux d'une production en voie d'achèvement, en amont de la date de réalisation en interrogeant les concepteurs, les interprètes, les réalisateurs et les médiateurs afin de comprendre les enjeux d'un rendez-vous public, sa singularité dans la saison, sa préparation. La perception par le/les public(s) fera l'objet d'un travail spécifique après la réalisation de chaque production. L'étudiant, dont la connaissance évoluera tout au long du projet collectif, deviendra à terme un sujet privilégié pour la perception et la mesure de l'innovation culturelle.

#### Les Ateliers artistiques (18 élèves licence 2<sup>e</sup> année)

Printemps 2014

Le matériau de l'atelier est la voix parlée, quotidienne ou savante. L'atelier propose une prise de conscience des différentes caractéristiques musicales de voix parlées à travers des lectures de textes d'origines diverses ou d'enregistrements de voix littéraires, quotidiennes, radiophoniques, théâtrales, poétiques, politiques, d'annonces (métro,

SNCF), publicitaires, téléphoniques. Après avoir repéré et commenté ces caractéristiques musicales de la parole, le travail s'appuie à la fois sur l'invention d'une notation musicale et sur des transformations informatiques de la voix pour la construction en binôme, puis en collectif, de polyphonies vocales.

### ■ Fémis

#### Cours Max/MSP

Une collaboration étroite a été mise en place avec la Fémis, notamment avec les étudiants du département son de 3<sup>e</sup> année. Chaque année, l'Ircam accueille pendant une semaine les 6 élèves du département son de la Fémis afin d'approfondir leurs connaissances sur le logiciel Max/MSP pour les préparer à l'utilisation du Spatialisateur dans un contexte de post-production cinématographique. À la fin de la semaine, ils découvrent des systèmes de diffusion plus avancés tels que l'Ambisonics et la WFS à travers des exposés des équipes de recherche de l'institut. En 2013, l'Ircam a dispensé deux formations. Une première session a été organisée du 25 février au 8 mars (intervenant extérieur Manuel Poletti) pour laquelle l'Ircam a accueilli exceptionnellement 6 élèves russes de l'école VGIK à Moscou en visite à la Fémis. Une deuxième session a eu lieu du 26 au 30 septembre (intervenant équipe Pédagogie : Jean Lochar).

#### Séminaire «Forme, format, formatage» organisé avec Alain Bergala

Ce séminaire auquel ont assisté environ 80 élèves de la Fémis (\*) a été organisé en deux parties :

- le matin : une sensibilisation pour les élèves sur la notion de la forme dans la musique avec des exemples classiques tels que sonata-allegro, thèmes et variations, canon et fugue, mais aussi des formes plus contemporaines, telles que l'improvisation, la musique aléatoire et le blues ;
- l'après-midi : une série alternée d'extraits de films et d'œuvres musicales suivie des discussions autour de la notion de la construction de la forme.  
Films de Martin Arnold, Alain Clarke, Jean-Luc Godard, Jonas Mekas, Artavazd Pelechian, Jean Daniel Polet, Jean Marie Straub et Daniele Huillet. œuvres musicales de Pierre Boulez, Steve Reich, Philippe Schoeller, Hector Parra et Helmut Lachenmann.

(\*) élèves de 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> année représentant les métiers suivants : réalisation, son, scénarios, image, montage, mais aussi production, exploitation (distribution) et décors.

### ■ Centre parisien d'études critiques/CIEE

Depuis quelques années, les universités américaines encouragent leurs élèves à effectuer des séjours à l'étranger. À travers le Council on International Educational Exchange (CIEE) basé aux États-Unis, le Centre parisien d'études critiques a recruté et accueilli 12 élèves venant des prestigieuses écoles de musique des universités de Yale, Princeton, Indiana, Skidmore, Wesleyan et Towson, mais aussi l'Eastman School of Music. Ces élèves ont été accueillis à l'Ircam pendant les quatre semaines de ManiFeste-2013.

Pendant les deux premières semaines, les élèves ont suivi des cours sur les logiciels de l'Ircam ainsi que des cours du musicologue Peter Szendy sur l'écoute, analyse et commentaire autour des œuvres jouées pendant ManiFeste-2013. Ensuite, les élèves ont intégré les activités de l'académie pendant deux semaines en participant aux ateliers de composition donnés par Magnus Lindberg, Yan Maresz et James Dillon. Des thèmes et problématiques issus de ces ateliers ont alimenté des travaux pratiques et des projets en informatique musicale.

### ■ Welcome week de l'UPMC

La «Welcome week» de l'UPMC est un événement convivial à destination des nouveaux étudiants et visant à leur faire découvrir les services de l'université, les associations étudiantes, etc.

Moreno Andreatta y est intervenu le 12 septembre au cours d'un «Café Sciences à Cœur» où, accompagné d'autres chercheurs, il a pu échanger avec des étudiants sur le thème «Maths, robots et musique» et évoquer le Master Atiam.

### ■ Conférences Horizon sciences à l'UPMC

«Horizon sciences» est un cycle de conférences organisé par l'UPMC au bénéfice de ses étudiants pendant le premier semestre de leur première année de licence. Les objectifs principaux de ces interventions sont de sensibiliser les étudiants aux métiers et aux enjeux de la recherche scientifique et de leur donner des clés pour construire leur parcours professionnel.

En 2013, l'UPMC a sollicité l'Ircam pour intervenir dans deux conférences qui ont réuni chacune plus de 70 étudiants :

- le 16 octobre, «Musique et représentations symboliques» par Moreno Andreatta (Ircam/CNRS) et Andrew Gerzso (Ircam) ;
- le 23 octobre, «Musique et représentations acoustiques» par Nicolas Obin (Ircam/UPMC) et Andrew Gerzso (Ircam).

■ **Visites**

Le département organise des visites de l'Ircam sur demande. Les motivations des visites doivent être en rapport avec les activités spécifiques de l'institut. En général, d'une durée de trois heures environ, elles sont organisées en deux parties: tour de l'institut (studios, chambre anéchoïque, espace de projection, médiathèque); présentations en fonction du contenu spécifique de la visite.

Professeurs d'Art Appliqués (Académie de Versailles)

– 10 janvier

Visite de 40 professeurs du technologique (collège et lycée technique). Après un survol du fonctionnement de la recherche musicale, ce groupe de professeurs a assisté à des présentations sur les logiciels de traitement sonore développés à l'Ircam et sur le « design sonore » par l'équipe Perception et design sonores.

Cambridge College (Royaume-Uni) – 6 février

Visite de 20 étudiants (de « sixth form », équivalant à la classe de Terminale en France) inscrits dans un programme « Music Technology » dans leur école. Les étudiants ont eu un aperçu des différentes technologies développées à l'Ircam à travers des présentations des équipes de la pédagogie et du département Recherche et développement.

La Fémis – 20 mars

Visite de 18 étudiants (6 producteurs, 5 scénaristes, 6 réalisateurs et 1 étudiant son). Après une présentation générale de l'Ircam, les élèves ont découvert des extraits de films des projets de collaboration musique/image menés par des compositeurs de l'Ircam: Martin Matalon, *Metropolis* de Fritz Lang; Yan Maresz, *Paris qui dort* de René Clair; Philippe Schoeller, *Exercice de l'État* de Pierre Schoeller. Ces projections ont été suivies par des recherches sur la voix qui ont abouti dans différents films (*Vatel* réalisé par Roland Joffé, *Les amours d'Astrée et de Céladon* d'Éric Rohmer, *Marilyn* de Philippe Parreno, *Juger Pétain* de Maha Productions) ainsi qu'une démonstration des logiciels de l'Ircam utilisés dans la post production (Ircam Tools).

CRR de Paris – 11 avril

« Atelier contemporain » pour les 18 élèves de Suzanne Giraud; visite de l'institut avec aperçu des technologies Ircam et rencontre avec Hèctor Parra.

Conservatoire national supérieur de musique et de danse de Paris – 24 mai

Visite de 6 étudiants inscrits dans la nouvelle formation Diplôme de composition de musique à l'image (DCMI). Les élèves ont assisté à une série de présentations montrant les recherches et technologies de l'Ircam utilisées en lien avec le cinéma (analyse/synthèse de la voix, spatialisation, Ircam Tools).

École d'art américaine de Fontainebleau – 16 juillet

8 compositeurs et musiciens accompagnés par le compositeur Alain Gaussin. Visite de l'institut.

Département New media at the University of Maine – 17 octobre

Visite de l'institut par un groupe de 22 étudiants. Aperçu des technologies Ircam et rencontre avec Hèctor Parra (compositeur) et Carlo Laurenzi, (réalisateur en informatique musicale).

Institut ICART (Paris) – 7 novembre

Visite de 20 étudiants en management culturel accompagnés par Claude Samuel fondateur d'Acanthes. Après une présentation sur les objectifs et le fonctionnement de l'institut, notamment de la partie artistique, les étudiants ont rencontré la compositrice Patricia Alessandrini qui a présenté son projet d'installation.

UPMC – 7 novembre

Suite aux conférences « Horizon sciences », l'Ircam a proposé d'organiser une visite de l'institut le 7 novembre. Une vingtaine d'étudiants de la Licence sciences et muscologie ont ainsi découvert les espaces (studios, chambres anéchoïque, Espro) et assisté à des démonstrations des équipes de recherche sur les thèmes suivants:

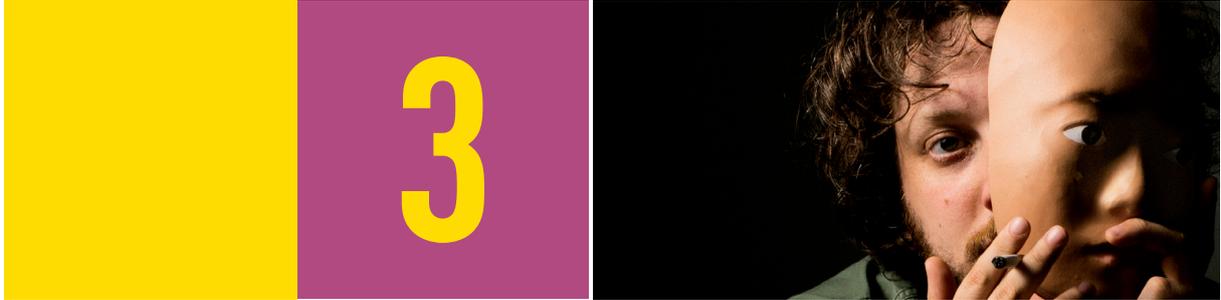
- Antescofo (équipe MuTant, Représentations musicales);
- Analyse et synthèse de la voix (équipe Analyse et synthèse des sons);
- OMax (équipe Représentations musicales);
- Spatialisation du son (équipe Espaces acoustiques et cognitifs);

Parmi les intervenants, les anciens Atiam ont pu partager leur expérience du Master.

Ateliers autour d'Aliados de Sebastian Rivas

Organisés en collaboration avec T & M et le Théâtre de Saint-Quentin-en-Yvelines:

- le 14 décembre: visite avec aperçu des technologies Ircam et présentation de l'électronique par Robin Meier dans l'opéra *Aliados* de Sebastian Rivas. Public: groupe de spectateurs du Théâtre de Saint-Quentin-en-Yvelines.
- le 20 et 21 janvier: même programme. Public: classes de seconde, lycées de Versailles et Rambouillet.



## **LE RAYONNEMENT DES ACTIVITÉS**



## LA DIFFUSION DES PRODUCTIONS ARTISTIQUES

Au cours de sa saison parisienne et hors les murs, l'Ircam a pu présenter des œuvres scéniques qui constituent aujourd'hui un répertoire, en particulier l'opéra *Quartett* de Luca Francesconi d'après Heiner Müller, représenté à Porto, Lille, Paris après la création à la Scala de Milan. Parmi les lieux partenaires de la saison, il faut noter l'apport de chacun d'entre eux dans un champ disciplinaire investi par les productions de l'Ircam : électronique et forum des technologies à la Gaité lyrique, danse au Centre Pompidou, musique d'ensemble et vocale à la Cité de la Musique, théâtre musical et technologique au CENTQUATRE. Les grands rendez-vous européens de la création musicale ont accueilli les productions récentes de l'Ircam : Donaueschingen et Cologne (création de Raphael Cendo), Musica (opéra *Aliados*), Biennale de Venise (œuvre vocale de Mauro Lanza), Tokyo Spring Festival.

### LES TOURNÉES

Après ManiFeste-2013, productions en reprise ou nouvelles créations :

- poursuite du *Chantier 2014-2018* de François Verret avec la MC2 Grenoble en 2014/2015 ;
- tournée de *The Pyre* de Gisèle Vienne en 2013/2014 ;
- reprise du spectacle *Aliados* dans le cadre du Réseau Varèse et en tournée sur la saison 2013/2014 ;
- reprise de *Tutti* de Yan Maresz le 9 juin 2013 à Cologne ;
- reprise de *Tenebrae* d'Alberto Posadas le 17 juin 2013 à Cologne ;
- reprise de *Ludus de Morte Regis* de Mauro Lanza en octobre 2013 à la Biennale de Venise ;
- reprise de quelques créations de l'atelier de composition de l'ensemble Exaudi à Aldeburgh Music en 2014.

Pendant l'année 2013,

- nombreuses reprises d'œuvres de Philippe Manoury (*Tensio* et *Echo-Daimonon*) et de Jonathan Harvey (*Speakings*, *Wagner Dream*) ;
- reprise de *Quartett* de Luca Francesconi à la Cité de la musique à Paris, puis Porto, Strasbourg (dans le cadre du Réseau Varèse) et Lille ;
- pour la première fois, forte présence de l'Ircam avec deux concerts au Tokyo Spring Festival ;
- trois concerts de l'Ircam à la Biennale de Venise ;
- création de *Registre des lumières* de Raphaël Cendo au Festival de Donaueschingen et à Cologne ;
- créations et reprises d'œuvres de jeunes compositeurs dans le cadre du Réseau Ulysses (Roque Rivas, Aurélien Dumont).

### LA SAISON PARISIENNE

- Quatorze créations des compositeurs du Coursus 1, deux créations mondiales et deux créations françaises : Germán Alonso, Javier Elípe Gimeno, Luca Francesconi, Pablo Galaz, Núria Giménez, Sampo Haapamäki, Juan Camilo Hernández, Arnulf Herrmann, Geof Holbrook, Maija Hynninen, Antonio Juan-Marcos, Ulrich Kreppein, Marc Monnet, Matthias Pintscher, Sua Seo, Pierre Stordeur, Blaise Ubaldini, Gabriele Vanoni, Davor Branimir Vincze ;
- neuf concerts et deux spectacles.

La saison s'est déployée à l'Ircam, au Centre Pompidou, à la Cité de la musique, à La Gaité lyrique, au CENTQUATRE et au Théâtre des Bouffes du Nord.

Participation à la production de deux spectacles : *La Nuit Tombe* de Guillaume Vincent avec le Théâtre des Bouffes du Nord pour un mois de représentations et *Bedroom Eyes* de Cyril Teste avec le CENTQUATRE pour trois représentations. Ces deux projets sont issus du programme In Vivo Théâtre de ManiFeste-2012, l'académie.

### ULYSSES NETWORK (2012-2016)

#### ■ Le projet

Le réseau Ulysses : réseau des lieux européens de professionnalisation de la jeune création – 2<sup>e</sup> année.

Le réseau Ulysses fédère l'action de 13 institutions européennes fortement engagées dans le soutien et la promotion de la jeune création. Ces partenaires (académies d'été, résidences, programmes de soutien liés à des ensembles ou des festivals) jouent un rôle fondamental dans le repérage, l'accompagnement, la professionnalisation et le développement de carrière des jeunes compositeurs et musiciens européens. Les activités du réseau permettent aux jeunes artistes musicaux contemporains de développer une expérience individuelle à partir de rencontres, d'échanges et de bénéficier de parrainages au contact de grands compositeurs et d'interprètes. Ainsi, l'objectif du réseau est de permettre aux œuvres de jeunes artistes de toucher un public toujours plus large, de favoriser leur circulation en Europe, mais aussi de stimuler les coproductions transnationales et des formes artistiques innovantes. Ainsi, les activités ont été structurées selon quatre grands programmes :

- *Meet and Create* : mettre en place des résidences européennes pour les jeunes artistes ;
- *Beyond Limits* : faciliter la coproduction européenne et la circulation des œuvres hors frontières ;
- *Not Alone* : rendre possible de nouvelles formes artistiques au travers d'activités interdisciplinaires ;
- *Design the future* : développer des activités pour le jeune public et les très jeunes artistes/musiciens amateurs.

Sous la coordination de l'Ircam, les institutions partenaires coorganisatrices du réseau sont :

- Aldeburgh Music (Aldeburgh, Grande-Bretagne) ;
- Brivas Muzikas Agentura (Mazasalaca, Lettonie) ;
- Budapest Music Center (Budapest, Hongrie) ;
- Divertimento Ensemble (Milan, Italie) ;
- Flagey (Bruxelles, Belgique) ;
- Gaudeamus Muziek Week (Utrecht, Pays-Bas) ;
- Fondation Royaumont/Voix Nouvelles (Asnières-sur-Oise, France) ;
- IEMA (International Ensemble Modern Academy, Frankfort, Allemagne) ;
- IKI/OPUS XXI (Hamburg, Allemagne) ;
- impuls (Academy for Contemporary Music, Graz, Autriche) ;
- Internationale Musiktage (Darmstadt, Allemagne) ;
- Time of Music (Vitsaari, Finlande).

Trois projets réalisés en 2013 montrent la diversité et la richesse des activités menés dans le cadre du projet Ulysses.

#### «Giocare la Musica»

Partenaires : Divertimento Ensemble (IT), Flagey (BE)

Ce projet a été conçu comme une nouvelle approche à la musique contemporaine. Un groupe d'enfants âgées de 8 à 10 ans ont collaboré avec les musiciens du Divertimento Ensemble afin de produire les éléments pour des créations par les deux compositeurs Clara Ianotta et Marco Momi. Ces créations ont été jouées – avec le concours des enfants – dans le cadre de la saison Rondo du Divertimento Ensemble. Les créations ont eu lieu le 12 mai. Ensuite, le partenaire Flagey a repris les œuvres le 3 décembre avec le concours de l'Ensemble Musiques Nouvelles sous la direction de Jean-Paul Dessy, et le chœur d'enfants de l'école Saint-Henri à Woluwé Saint-Lambert, dirigé par Sarah Goldfarb.

#### «Out at Sea» : atelier de composition d'opéra

Partenaires : Budapest Music Foundation (HU), Divertimento Ensemble (IT), Ircam (FR)

L'œuvre du théâtre absurde *Out at Sea* de Sławomir Mrożek's était le point de départ pour un projet inédit : demander aux jeunes compositeurs de créer collectivement un opéra (avec trois chanteuses et quatre instrumentistes) où chaque compositeur compose pour un personnage. Ce projet a commencé avec un atelier de composition et dramaturgie

au cours duquel l'œuvre a pris forme. L'opéra a été créé le 19 décembre et existe en deux versions :

- Version I : *Out at Sea 123*, avec les compositeurs Máté Balogh, Diana Soh et Christian Flury ;
- Version II : *Out at Sea 456*, avec les compositeurs Koka Nikoladze, Samu Gryllus et Mariana Ungreanu.

D'autres exécutions prévues : le 26 février 2014 à Milan avec le Divertimento Ensemble et le 9 juillet 2014 pendant le festival ManiFeste-2014 à Paris. Encore d'autres reprises sont prévues avec le partenaire Brivas Musikas Agentura (LV) et Flagey (BE).

#### Projet : Raphaël Cendo – œuvre pour chœur ensemble et électronique.

Partenaires : Ircam (FR), Brivas Musikas Agentura (LV)

Il s'agit d'une œuvre commandée par le festival Donaueschinger Musiktage en 2013. La création a eu lieu le 19 octobre avec la collaboration de l'ensemble vocal Vokalensemble Stuttgart ainsi que l'ensemble Musik Fabrik Köln dirigé par Marcus Creed. D'autres exécutions ont eu lieu le 24 octobre à Cologne (DE) dans la WDR-Funkhaus am Wallrafplatz, le 14 juin pendant le festival ManiFeste-2014 à Paris et le 1<sup>er</sup> octobre pendant le festival Musica à Strasbourg.

#### ■ Valorisation : Ulysses Project, Ulysses Platform et Ulysses Community

## ULYSSES network

Le site officiel : une référence pour le suivi des actions développées au sein du réseau

Adresse du site : <http://project.ulysses-network.eu/>

Le site officiel Ulysses, développé en mai 2012 et alimenté par l'Ircam, permet aux partenaires européens de promouvoir leurs activités – collaborations, créations et reprises de ces créations au sein du réseau. Il est la référence officielle pour les internautes et les institutions qui souhaitent s'informer sur les activités du réseau.

#### La plate-forme Ulysses : outil de partage de données et d'organisation de concours

Adresse de la plate-forme : <http://ulysses-network.eu/>

Cet outil structure le réseau européen Ulysses déjà constitué, en facilitant l'organisation des appels à candidatures organisés par les partenaires du projet. Conçus et suivis en ligne, ces appels à candidatures ont permis aux institutions porteuses d'organiser leurs sélections de jeunes artistes contemporains en ligne en temps réel et malgré l'éloignement géographique, autant des candidats que des membres du jury. En 2013, 16 concours ont pu être organisés en ligne, pour l'Ircam mais aussi pour les structures partenaires du réseau européen (Fondation Royaumont, Flagey, par exemple). On dénombre aujourd'hui 8 259 comptes, artistes candidats

et professionnels organisateurs de concours confondus. Ces concours ont généré une base riche, contenant les données de jeunes artistes du milieu de la musique contemporaine. Central, cet outil se veut, dans sa version finale, un outil de référence pour les professionnels des musiques nouvelles, communauté et carrefour de données sur la jeune création.

#### La communauté Ulysses : outil social et de travail collaboratif en ligne

En 2013, les équipes de l'Ircam ont travaillé en collaboration avec les institutions partenaires du réseau Ulysses à la conception et au développement d'un outil communautaire en ligne qui répondra aux besoins spécifiques des jeunes artistes (compositeurs, interprètes, artistes plasticiens...) et aux structures liées au secteur des musiques nouvelles et plus largement de la création contemporaine (festivals, académies, centres musicaux, ensembles...).

La mise en ligne officielle de cet outil est prévue le 7 février 2014.

#### La Newsletter mensuelle

La newsletter trimestrielle du réseau Ulysses permet aux partenaires du réseau de promouvoir leurs activités passées et à venir et valorise les institutions qui œuvrent à la promotion de la jeune création contemporaine.

En décembre 2013, la newsletter du réseau disposait de 588 abonnés.

#### Une présence active au sein des réseaux sociaux

La page Facebook vient compléter les informations diffusées via le site officiel du réseau, et informe en temps réel un nombre grandissant d'internautes sur les activités du réseau et des partenaires associés au réseau. Cette page dispose en 2013 de 451 abonnés.

Les pages Youtube et Soundcloud permettent d'archiver les enregistrements de concerts effectués dans le cadre des activités du réseau et de les promouvoir en ligne grâce aux relais que sont le site officiel et la page Facebook.

## LE RÉSEAU VARÈSE

Créé à Rome en 1999, le Réseau Varèse réunit vingt-trois partenaires représentant seize pays européens. Depuis 2000, soutenu par le programme Culture 2000 de la Commission européenne, il s'emploie à favoriser les échanges européens et la diffusion de projets musicaux européens. Le nouveau projet 2009-2014 a pour objectif de développer, inciter et consolider les coopérations européennes en matière de création musicale, par le biais de collaborations artistiques transnationales et grâce à la diffusion des œuvres et des productions à l'échelle européenne, via les membres du réseau. Onze programmes musicaux, un programme de commandes aux compositeurs, un développement des activités pédagogiques et éducatives et un cycle de conférences constituent le projet du Réseau Varèse pour la période 2009-2014.

Les dossiers engagés par l'Ircam dans ce cadre sont suivis administrativement par l'équipe de la production.

En 2013, l'Ircam implique et sollicite le réseau Varèse dans la création et la diffusion des projets suivants :

- Luca Francesconi : *Quartett* ;
- Sébastien Rivas : *Aliados*.

**RÉSEAU**  
EUROPEAN NETWORK FOR THE CREATION  
AND PROMOTION OF NEW MUSIC  
**VARÈSE**



Culture

## LA SCIENCE S'EXPOSE

### CITÉ DES SCIENCES, LA VOIX

*Cité des sciences et de l'industrie, décembre 2013 – septembre 2014*

La Cité des sciences et de l'industrie-Universcience et l'Ircam mènent depuis de nombreuses années une collaboration qui s'est notamment traduite par la réalisation de l'exposition permanente sur le son et, en 2011, par la co-production d'un ensemble d'événements et de réalisations sous l'intitulé Méridien Art-science-société. L'Ircam a ainsi été associé en tant que partenaire à la conception de l'exposition temporaire «La voix, l'expo qui vous parle», inaugurée en décembre 2013, qui propose un parcours ludique et interactif autour de trois thématiques principales, corps et voix, expression et voix, art et voix. L'exposition a fait l'objet d'une large diffusion médiatique et connaît un large succès d'affluence.

L'Ircam a plus particulièrement contribué à l'exposition par la co-production de trois films pédagogiques (encadré) et de quatre bornes interactives intégrant ses réalisations technologiques récentes :

- les deux premières bornes proposent des transformations de voix, d'une part, de locuteurs connus et enregistrés, d'autre part, de sa propre voix. La technologie Trax utilisée permet des transformations de genre (voix d'homme en femme ou inversement) et d'âge (voix d'enfant, d'adulte, de personne âgée) ;
- la troisième borne, scénarisée dans un espace rappelant une cabine de douche, permet au chanteur amateur d'être accompagné par un chœur virtuel dont il peut sélectionner la constitution (nombre de voix de femmes selon un contenu harmonique prédéfini) ;
- la quatrième borne intègre une avancée récente de recherche réalisant un casting vocal : la voix des participants est analysée et placée dans un espace tridimensionnel peuplé de voix connues, selon une proximité spatiale rendant compte de la similarité de timbre entre ces voix.

Parallèlement à l'exposition, l'Ircam propose des visites et des rencontres avec des chercheurs et/ou compositeurs en résidence de création à l'Ircam travaillant sur le thème de la voix pour prolonger l'exposition.

Participants Ircam :

Greg Beller, Andrew Gerzso, Benjamin Lévy, Xavier Rodet, Axel Roebel, Hugues Vinet

À l'occasion de l'exposition «La Voix, l'expo qui vous parle» à la Cité des sciences deux films ont été créés en sus des bornes audiovisuelles des équipes R&D.

«Voix et identité» présente deux approches :

- la synthèse de la parole à partir du texte a été illustrée par «Le petit chaperon rouge» synthétisé à partir d'une analyse de la voix du comédien André Dussolier ;
- pour la transformation de la voix parlée, les voix du Maréchal Pétain (pour le film *Juger Pétain* de Maha Productions) et de Marilyn Monroe (pour le film *Marilyn* de Philippe Parreno) ont été créées en transformant la voix des comédiens avec des masques sonores.



«Transformation de la voix chantée» trace l'évolution des travaux sur la voix à l'Ircam à travers trois cadres d'utilisation :

- la post-production (film *Farinelli* de Gérard Corbiau pour lequel il a fallu créer une voix de castrat) ;
- le concert «live» (où dans l'œuvre *Strette* d'Héctor Parra la voix de la chanteuse Valérie Phillipin a été transformée afin de lui donner un caractère métallique) ;
- l'improvisation (illustrée par l'artiste «rappeur» Rocé) où il s'agit de faire une analyse et restitution stylistique en temps réel de la voix.

Les deux films ont été écrits et réalisés en collaboration avec Gisèle Productions.



## RÉPLIQUES ART-SCIENCE-SOCIÉTÉ : LA POSTÉRITÉ DE L'ŒUVRE À L'ÂGE DU NUMÉRIQUE

### ■ Colloque organisé par l'Ircam-Centre Pompidou et la Sacem

Ircam, 12-13 juin 2013; Sacem, 14 juin 2013

Avec le soutien de la DREST du ministère de la Culture et de la communication et de l'université Pierre et Marie Curie

#### Argument

Le « digital dark age » désigne une situation future où les données électroniques seront illisibles car stockées sur des supports caducs dans des formats oubliés. Cette problématique touche tous les domaines du savoir et de l'art, de l'archivage et de la création. Elle s'étend à mesure que la mémoire de l'humanité est convertie en bits. Quelles stratégies face à « l'oubli numérique » ? L'enjeu crucial de la pérennité concerne et rassemble aujourd'hui des chercheurs et des artistes autour du partage, de la transmission et du « prix » de la connaissance, comme en témoigne l'actualité du logiciel libre ou du cloud computing.

La création d'aujourd'hui intègre également un grand nombre de technologies dont on mesure la rapidité foudroyante de mutation. L'obsolescence interroge aussitôt l'invariant d'une œuvre. Quel devenir pour ce qui porte la date d'une technique bientôt révolue ? Montage et archivage, vintage et remake, interprétation et réinterprétation authentique signalent l'inventivité artistique en prise directe avec la fuite du temps technologique.

De la musique aux arts visuels, du cinéma à la création des jeux vidéo, de l'informatique à l'ingénierie des connaissances, l'enjeu de la postérité concerne tout à la fois les outils, les langages et les œuvres. Du 12 au 14 juin 2013, l'Ircam, en partenariat avec la Sacem et avec le soutien de la DREST du ministère de la Culture et de la communication et de l'UPMC, a donc initié une rencontre internationale et interdisciplinaire où des acteurs majeurs de la création et des sciences aux positions divergentes ont débattu de l'innovation et de la permanence, de l'éphémère et de la durée, de la mémoire et de « l'amnésie créatrice ». Une confrontation entre Faust et Janus.

#### Conférenciers invités :

Christine Berthaud, Alain Bonardi, Thierry Bouche, Jean-Baptiste Clais, Delphine Dauga, Robert Di Cosmo, Christophe Dessimoz, Philippe Dubois, Andrew Gerzso, Anne Laforet, Amadeo Napoli, Frédérick Raynal, Slava G. Turyshev.

#### Débats :

- Nicolas Bourriaud, Jean-Baptiste Clais, Christophe Bruno, Radu Mihaileanu – Modérateur : Emmanuel Tellier ;
- Pierre Boulez, Régis Debray, Pierre Le Marquis – Modérateur : Frank Madlener ;

- Patrick Bazin, Emmanuel Hoog, Michaël Levinas, Laurent Petitgirard, Bruno Racine – Modérateur : Didier Si Ammour.

#### Coordination

Sylvain Lumbroso, Hugues Vinet et Sylvie Benoit

## LE PRIX « IMPACT SOCIÉTAL » DU NUMÉRIQUE DE L'ANR DÉCERNÉ AU PROJET INTERLUDE

À l'occasion des Rencontres du numérique qu'elle organisait les 17 et 18 avril 2013 à la Cité des sciences et de l'industrie, l'Agence nationale de la recherche a décidé d'attribuer quatre prix du numérique à quatre projets dans le champ des technologies de l'information parmi les 400 qu'elle a financés depuis sa création en 2007, dans le cadre d'appels à programmes sélectifs. Elle a décerné, sous la présidence de Nicolas Paparoditis et la vice-présidence de Philippe Roy, le prix de l'impact social au projet Interlude coordonné par l'Ircam (coordinateur : Frédéric Bevilacqua), mené en collaboration avec le Grame, l'Atelier des Feuillantines et les sociétés DaFact, Orbe et Voxler, portant sur de nouveaux paradigmes numériques pour l'exploration et l'interaction gestuelle expressive avec des contenus musicaux. L'attribution de ce prix récompense un travail pionnier sur l'interaction geste/son, qui avait déjà reçu en 2011 le prix international Guthmann du meilleur instrument électronique. Il vient plus largement conforter le modèle original d'innovation de l'Ircam qui, à partir de problématiques posées par la création contemporaine, élabore des inventions qui trouvent des applications dans de larges sphères de la société : production musicale et audiovisuelle professionnelle, lutherie électronique, éducation et produits multimédia grand public.



Remise du prix à Frédéric Bevilacqua par Claudie Haigneré, Présidente d'Universcience

La qualité des travaux menés par l'équipe Interactions musicales temps réel dans la continuité d'Interlude a été confirmée en 2013 par l'attribution de plusieurs autres prix : le Grand Prix de l'Innovation de la Ville de Paris 2013 (mention spéciale Design) décerné au projet Topophonie mobile

auquel a participé l'Ircam et le prix du « Best Doctoral Symposium Paper » décerné par les organisateurs de la conférence ACM Multimédia à Jules Françoise pour son article « Gesture-Sound Mapping by Demonstration in Interactive Music Systems ». De plus, le dispositif DIRTI, proposant une situation d'interaction musicale à des enfants et basé sur des techniques de synthèse par corpus de l'Ircam a été sélectionné par la société Apple parmi quelques autres projets remarquables pour le film *1'24''14* qu'elle a produit et diffusé en janvier 2014 à l'occasion des 30 ans du Macintosh, bénéficiant d'une diffusion planétaire.



Extrait du film d'Apple mettant en scène des enfants autour du dispositif musical interactif DIRTI

### LE PRIX DE L'INNOVATION INDUSTRIELLE DÉCERNÉ AU PROJET ANTESCOFO

Le logiciel temps réel Antescofo, qui simule l'intelligence d'un musicien, capable d'écouter le jeu d'autres instrumentistes et de les accompagner en fonction de leur interprétation, a été sélectionné par le ministère du Redressement productif parmi les « Objets de la nouvelle France Industrielle » (ONFI) au cours d'une cérémonie qui s'est déroulée le 21 mai 2013 à Bercy en présence du ministre Arnaud Montebourg. Issu de la thèse de doctorat d'Arshia Cont qui avait reçu le prix Gilles Kahn en 2009, le projet avait obtenu le prix spécial du magazine La Recherche en 2011. Il a été présenté les 9, 10 et 11 novembre 2013 dans l'expo « Made in France » de l'ONFI au Parc des expositions de la Porte de Versailles à Paris.



Le ministre Arnaud Montebourg félicitant les 4 lauréats.

### PUBLICATION DE THÉORIES DE LA COMPOSITION MUSICALE AU 20<sup>e</sup> SIÈCLE

Cet ouvrage monumental en 1840 pages, 67 chapitres et 2 tomes, publié aux Éditions Symétrie sous la direction de Nicolas Donin et Laurent Feneyrou, rassemble les contributions des meilleurs spécialistes internationaux pour proposer un panorama synthétique des théories compositionnelles au siècle dernier. Paru fin 2013, il constitue l'aboutissement d'un projet éditorial sans précédent à l'Ircam mené sur plus de 10 ans.



### PUBLICATION DE LA RECHERCHE MUSICALE À L'IRCAM

#### ■ Numéro spécial de la revue Contemporary Music Review

Une numéro spécial de la revue Contemporary Music Review, consacré à la recherche musicale à l'Ircam est paru en avril 2013. Ce numéro, le deuxième consacré à l'Ircam (le premier datait des années 1980), reflète les travaux de recherche musicale à l'institut entre chercheurs et artistes depuis 2009 avec l'objectif de démontrer la diversité de la recherche à l'Ircam et les résultats de la collaboration parmi la population hétérogène art/science au sein de l'institut.

Les articles parus dans ce numéro sont disponibles sur le site de la revue, et également sur la base article de l'Ircam :

- A. Agostini, D. Ghisi : « Real-time Computer-Aided Composition with BACH », Contemporary Music Review, vol. 32, n° 1, avril 2013 ;
- F. Baschet : « Instrumental Gesture in StreicherKreis », Contemporary Music Review, vol. 32, n° 1, avril 2013 ;
- A. Cera : « Loops, Games and Playful Things », Contemporary Music Review, vol. 32, n° 1, avril 2013 ;
- A. Cont : « Issue Introduction: Musical Research at Ircam », Contemporary Music Review, vol. 32, n° 1, avril 2013 ;
- A. Gerzso : « Aspects of Musical Research at Ircam », Contemporary Music Review, vol. 32, n° 1, avril 2013 ;
- B. Hackbarth, N. Schnell, P. Esling, D. Schwarz : « Composing Morphology: Concatenative Synthesis as an Intuitive Medium for Prescribing Sound in Time », Contemporary Music Review, vol. 32, n° 1, avril 2013 ;

- Ph. Manoury : « Compositional Procedures in *Tensio* », *Contemporary Music Review*, vol. 32, n° 1, avril 2013 ;
- Y. Maresz « On Computer-Assisted Orchestration », *Contemporary Music Review*, vol. 32, n° 1, avril, 2013
- A. Sigman, N. Misdariis, M. Megyeri : « alarm/will/sound : A Multidisciplinary Research/Installation Project », *EMILLE – Journal of the Korean Electro-Acoustic Music Society*, vol. 11, 2013 ;
- A. Cont : « Synchronisme musical et musiques mixtes : du temps écrit au temps produit », *Circuit Musiques Contemporaines*, vol. 22, n° 1, mai 2012.

Le département Interfaces recherche/création encourage également des publications à l'issue des projets de résidence ou production de l'Ircam dans les actes des congrès internationaux, disponibles sur la base d'articles de l'Ircam. Les rapports de sorties de chaque projet de résidence recherche musicale sont également disponibles sur cette même base.

## LES RENCONTRES SPÉCIALISÉES

### ■ Semaine du son à l'Ircam – 18 janvier 2013



La participation de l'Ircam à l'édition 2013 de la Semaine du son était consacrée à deux ateliers d'écoute destinés à faire découvrir à un large public les nouveaux dispositifs de reproduction multi-haut-parleurs Wavefield synthesis et Ambisonique aux ordres supérieurs équipant l'Espace de projection de l'Ircam et inaugurés en novembre 2012.

Intervenants : Olivier Warusfel, Markus Noisternig, Thibaut Carpentier, équipe Espaces acoustiques et cognitifs.

### ■ 20 ans du réseau Renater – 5 février 2013

Le Réseau national des télécommunications pour la technologie, l'enseignement et la recherche (GIP Renater) qui est l'opérateur de télécommunication des principaux établissements de recherche et d'enseignement supérieur, avait choisi l'Ircam pour accueillir, le 5 février 2013, la cérémonie de célébration de ses 20 ans d'existence, en présence de nombreux représentants institutionnels, de son président, Jean-Pierre Finance et de son directeur, Patrick Donath.

Cette cérémonie a été l'occasion pour l'Ircam de présenter certains de ses travaux avancés, dont ceux menés en collaboration avec Renater dans le cadre du projet européen Co-me-dia sur l'expérimentation de réseaux à haut débit pour la réalisation d'œuvres (musique, danse) en réseau.



### ■ Prix OSEO de l'innovation industrielle au sein de l'Ircam – 23 mars 2013

L'Ircam a été choisi par le ministère du Redressement productif pour accueillir, le 23 mars, la cérémonie de remise des prix OSEO de l'innovation industrielle, qui récompensent les projets d'industriels les plus innovants dans toutes les régions de France. Cette cérémonie, présidée par le ministre Arnaud Montebourg, a été l'occasion pour l'Ircam d'illustrer certaines de ses réalisations technologiques avancées, notamment le logiciel de transformation de voix Trax.

### ■ Rencontres du numérique de l'ANR – 17-18 avril 2013

L'Ircam était partenaire de l'Agence nationale de la recherche pour l'organisation de ces journées de rencontre autour des projets de R&D dans le domaine des technologies de l'information. Outre l'obtention du prix de l'impact sociétal décerné au projet Interlude, l'Ircam était en charge de la coordination d'un Espace Son et Musique dans lequel étaient présentés, sous forme de posters, de démonstrations, de conférences et de performances artistiques, différents projets soutenus par l'ANR en lien avec le son et la musique : Dream, Gamelan, Interlude, Metason, PAFI, Topophonie, Sample Orchestrator 2. Coordination : Hugues Vinet

### ■ CHI'13 – 27 avril-2 mai 2013

<http://chi2013.acm.org>

Le colloque international ACM CHI, qui réunit chaque année la communauté de recherche en interaction homme-machine, tenait son édition 2013 pour la première fois à Paris au Palais des congrès de la Porte Maillot et a battu son record d'affluence avec plus de 3 400 participants. Les chercheurs de l'Ircam ont participé activement en tant qu'organisateur, invités ou participants sélectionnés aux différentes formes d'événements proposés. Le soir du 30 avril, l'Ircam accueillait, à l'Espace de projection, un Ircam Lab Tour destiné à présenter à la communauté CHI ses travaux sur l'interac-

tion musicale et la spatialisation sonore. Le succès rencontré dans les inscriptions a nécessité la programmation de 2 sessions en soirée, en présence des présidents du comité d'organisation de CHI'13, Wendy McKay et Michel Beaudouin-Lafon.

Participants à l'Ircam Lab Tour : Gérard Assayag, Frédéric Bevilacqua, Arshia Cont, José Echeveste, Sarah Fdili Alaoui, Jean-Brice Godet (clarinette), Maxime Hoarau (vibraphone), Benjamin Lévy, Marie Sinnaeve (danse), Hugues Vinet, Olivier Warusfel.

■ **Journée Quaero/ Cap Digital – La R&D fait son show – 15 octobre 2013**

<http://www.capdigital.com/retour-rencontres-rd/>  
 Cette journée, organisée à la BNF conjointement par le pôle Cap Digital et le projet Quaero, proposait, sous forme de conférences et de démonstrations, un bilan croisé de l'action du pôle et de Quaero, à un mois de l'achèvement de ce grand projet de R&D consacré à l'analyse automatisée des contenus multimédia, avec notamment la publication d'un catalogue des technologies issues du projet. En présence de Louis Gallois, commissaire général à l'Investissement et Paul-François Fournier, directeur exécutif de la Division Innovation de Bpifrance, l'événement a rencontré, avec la participation de plus de 600 professionnels des technologies de l'information, un important succès. L'Ircam y participait au titre de ses responsabilités à la fois dans l'organisation du pôle (commission Contenus) et du projet Quaero (comité de supervision et coordination des recherches sur l'indexation musicale).

■ **Symposium Music Notation #1, 27 juin 2013, Maison de la recherche – université Paris-Sorbonne**

Le groupe de travail de l'AFIM « Les nouveaux espaces de la notation musicale », co-dirigé par l'UMR STMS, a organisé un symposium le 27 juin 2013 à l'université Paris-Sorbonne en collaboration avec le groupe Musicologie, Informatique et Nouvelles Technologies (MINT). Cette session a été l'occasion de faire un état de l'art sur les recherches récentes dans le domaine de la notation musicale et préfigure les nouveaux développements en matière de technologies de partitions dynamiques.

Conférenciers : Alice Tacaille (Paris-Sorbonne), Dang Nguyen Bac (ENS Lyon), Clarisse Bardiot (UVHC), Guillaume Marais (Rekall), Véronique Alexandre Journeau, Mathieu Chailloux (UPMC), Jérémie Garcia, Carlos Agon, Yannick Chapuis, Thomas Coffy, José Echeveste (UMR STMS), Marlon Schumacher (CIRMMT – McGill), Jean-Louis Di Santo, Gabriel Shalom, Bertrand Merlier (Lyon 2),  
 Coordination : Jean Bresson (Ircam – UMR STMS), Pierre Couprie (MINT-OMF Paris-Sorbonne), Dominique Fober (Grame), Yann Geslin (INA / GRM).

■ **Symposium International Geometric Science of Information**

GSi2013 – Geometric Science of Information, 28 août 2013, Mines ParisTech et Ircam.

Co-organisé par Arshia Cont (UMR STMS, Inria) avec Thalès, Mines ParisTech et l'École Polytechnique.

Cette conférence marque un jalon dans le développement des sciences géométriques de l'information en France et de leurs applications, notamment dans le domaine de l'audio-musical pour lequel l'UMR STMS est en position pionnière suite aux deux thèses d'A. Cont et d'A. Dessein. Cette première conférence internationale dans le domaine a attiré 150 participants et les actes ont été publiés par Springer.

■ **Workshop International Spatial Computing**

SCW 2013 dans le cadre de AAMAS 2013 (Intl Conf. on Autonomous Agents and Multi-agent Systems) du 6 au 10 mai 2013, co-organisé par J.L. Giavitto (UMR STMS) avec Paris-Est, U. Bologna et Delft U.

L'UMR STMS héberge un des spécialistes mondiaux de la programmation spatiale, une discipline récente de l'informatique qui voit la programmation comme la description d'opérations sur un espace (géométrique, topologique). Si les applications en biologie ou en informatique ambiante sont évidentes, les premiers résultats musicaux commencent à apparaître dans l'UMR avec des applications aux chemins harmoniques des musiques classiques et populaires à travers plusieurs thèses. Ces résultats peuvent connaître une diffusion internationale à travers ce workshop annuel co-organisé par l'UMR.

■ **Journées LabEx « Approches ethno/musicologiques des processus de création musicale »**

Judi 12 et vendredi 13 septembre 2013

Auditorium de l'Institut national d'histoire de l'art  
 2, rue des Petits champs, 75002 Paris

Journées organisées par Nicolas Donin (Ircam) et Emmanuelle Olivier (CRAL, CNRS-EHESS) dans le cadre du Laboratoire d'excellence Création, Arts et Patrimoines.

Dans le discours théorique et épistémologique de la modernité, les pratiques dites de « création musicale » ont souvent été envisagées en deux pôles franchement opposés, l'un défini par l'originalité, l'innovation, la rupture vis-à-vis de ce qui précède, l'autre par la répétition du même, le déficit d'inspiration, la soumission à une tradition.

Toutefois, depuis quelques années, musicologie et ethnomusicologie montrent que ces pratiques s'inscrivent plutôt dans un continuum allant de la reprise de matériaux (citation, collage, adaptation, parodie, amalgame, fusion...) à la création ex nihilo. L'étude de la circulation des genres et des styles musicaux, aussi bien que les enquêtes empiriques sur les processus de composition donnent à voir une réalité moins tranchée : celle de tendances de création qui oscillent entre ces deux pôles sans s'y résumer et sans les constituer en

entités antagonistes. Dans une telle perspective, la création musicale relève de divers régimes d'appropriation qui s'observent aussi bien dans les manières de faire la musique que dans leurs résultats sonores.

Dans le prolongement des deux projets ANR MuTeC (2009-2011, coord. N. Donin) et GLOBAMUS (2009-2012, coord. E. Olivier), et avec le soutien du LabEx «Création, Arts, Patrimoine» (2011-2020, PRES Hésam, dir. Ph. Dagen), nous nous proposons d'interroger le rôle des différents régimes d'appropriation dans les processus contemporains de création musicale, en puisant le matériau de notre réflexion aussi bien dans des répertoires populaires que savants, du Nord comme du Sud. Les Journées d'étude GLOBAMUS «Pratiques et statuts de la création musicale» (2011) et «Outils et supports technologiques de la création musicale» (2012), ainsi que la conférence internationale *Tracking the Creative Process in Music/Analyser les processus de création musicale* (2011, 2013) ont récemment permis de mettre en évidence certaines similitudes entre les pratiques compositionnelles des musiques savantes européennes et celles des musiques populaires extra-européennes.

Les journées internationales «Approches ethno/musicologiques des processus de création musicale» souhaitent contribuer au développement d'outils méthodologiques et théoriques communs pour une analyse pragmatique des processus créatifs émancipée de quelques idées reçues – création pure et compositeur tout puissant pour la musique savante européenne, recyclage et absence d'auteur-compositeur pour les musiques populaires extra-européennes. Ce faisant, c'est donc à un dialogue plus étroit entre ethnomusicologie et musicologie qu'invitent ces journées.

Avec la participation de Nicolas Donin, Emmanuelle Olivier, Friedemann Sallis, Elina Djebbari, Stéphane Dorin, Alexandrine Boudreault-Fournier, Paul Harkins, Laura Zattra, Catherine Servan-Schreiber, Christine Guillebaud, Philippe Le Guern.

### ■ École d'été HC2

<http://hcsquared.eu/summer-school-2013>

Dans le cadre du projet européen HC2 (Human-Computer Confluence), l'Ircam organisait, du 17 au 19 juillet 2013, une école d'été, autour de huit conférences plénières et cinq ateliers.

Conférenciers : Malika Auvray (LIMSI, FR), Frédéric Bevilacqua (Ircam, FR), Elisa Raffaella Ferrè, University College London, UK), Alois Ferscha (Institut für Pervasive Computing, AU), Joe Paradiso (MIT, USA), Atsu Tanaka (Goldsmiths College, UK), Walter Van de Velde (FET, European Commission, B), Hugues Vinet (Ircam, FR).

Comité de programmation : Isabelle Viaud-Delmon (CNRS-IRCAM), Andrea Gaggioli (UCSC, Milan), Stephen Dunne (STARLAB, Barcelona), Alois Ferscha (Johannes Kepler Universität Linz), Fivos Maniatakos (Ircam).

Comité d'organisation : Isabelle Viaud-Delmon, Hugues Vinet, Marine Taffou, Sylvie Benoit, Fivos Maniatakos.

### ■ Colloque international TCPM 2013

Édition 2013 du colloque international «Analyser les processus de création musicale» (*Tracking the Creative Process in Music*), Montréal, 10-12 octobre 2013.

<http://tcpm2013.oicrm.org>

Ce colloque, dont la première édition organisée par Nicolas Donin et Vincent Tiffon, s'est tenue à Lille en 2011, rassemble les chercheurs qui s'intéressent à la créativité artistique et à l'étude des processus de la création musicale et sonore, passés et présents. Les chercheurs des diverses spécialités qui abordent cette problématique (histoire, analyse musicale, critique génétique, psychologie, sciences cognitives, sociologie, ethnomusicologie, anthropologie, etc.) sont ainsi invités, dans une perspective interdisciplinaire, à confronter et à mettre en relation les différentes méthodologies développées depuis une trentaine d'années dans leurs domaines respectifs. Tous contribuent à leur façon à faire progresser la connaissance des procédés, techniques, savoirs et savoir-faire mis en œuvre par les musiciens dans leurs démarches de création.

Avec les mutations épistémologiques advenues en musicologie à la fin du siècle dernier, la notion de «processus créateur» s'est enrichie. On assiste en effet à un élargissement du champ d'étude qui ne se limite plus à l'œuvre écrite du compositeur de musique savante. Ce champ englobe maintenant l'ensemble des répertoires musicaux contemporains (savants et populaires) ainsi que les dimensions orale, technologique et collaborative du processus de création en musique. On s'intéresse par exemple à la fonction de l'improvisation et du geste dans la démarche créatrice, aux dimensions collectives et collaboratives du travail artistique, à la redéfinition des rôles du compositeur et de l'interprète, à l'évolution du métier de réalisateur de studio et de réalisateur en informatique musicale, aux stratégies de documentation, transmission et remontage des œuvres mixtes et interactives, etc. La complexité et la multi-dimensionnalité de ce champ d'étude requièrent de nouveaux outils d'analyse et de nouvelles méthodes de recherche, aux croisements entre musicologie analytique, sciences sociales et autres disciplines scientifiques – entre enquête de terrain et expérimentation cognitive.

Cet élargissement fournit aussi un contexte renouvelé aux études génétiques sur les œuvres et les compositeurs du canon musical occidental. En effet, qu'elles soient basées sur des archives historiques ou sur des recueils de données empiriques, les études des processus de création musicale partagent tous des exigences méthodologiques, un vocabulaire descriptif, et des modèles de l'action créatrice. Ce colloque se voulait donc un forum où pouvaient se rencontrer les derniers résultats produits par la tradition bien établie des sketch studies, et les paradigmes complémentaires ou alternatifs nés d'autres corpus et d'autres approches.

Institutions organisatrices

OICRM : Observatoire interdisciplinaire de création et de recherche en musique (Montréal).

Ircam : Institut de recherche et de coordination acoustique/musique (Paris), UMR STMS, équipe Analyse des pratiques musicales.

En collaboration avec la Faculté de musique de l'Université de Montréal, le CIRMMT (Centre interdisciplinaire de recherche en musique, médias et technologie) et l'École de musique Schulich de l'Université McGill.

Le colloque était placé sous le patronage de l'ESCOM (European Society for the Cognitive Sciences of Music).

Comité d'organisation : Nicolas Donin (Ircam), Michel Duchesneau (UdeM), Jonathan Goldman (Victoria), Catherine Guastavino (McGill), Caroline Traube (UdeM).

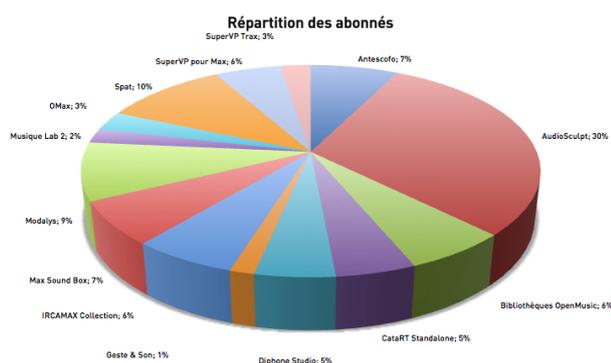
# LA DIFFUSION DES TECHNOLOGIES ET DES SAVOIRS

## LA MUTATION RÉUSSIE DU FORUM DES TECHNOLOGIES

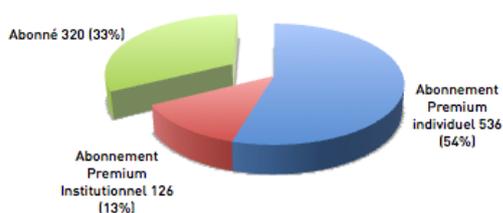
### ■ Deuxième année du lancement de Forumnet 2.0

#### Évolution des abonnements

Le Forum compte aujourd'hui 2 687 comptes sur Forumnet, 982 membres payants (dont 662 membres Premium). La nouvelle plate-forme et la grille tarifaire ont attiré de nouveaux membres (80,52 % dont 52,91 % Premium individuel) et le retour d'anciens adhérents. Nous pouvons constater une baisse des abonnements et des renouvellements de la part des institutions (67 payantes) probablement due à la hausse des tarifs « Premium renouvellement institutionnel ». Le site a attiré en moyenne plus de 5 000 visites uniques (contre 2 500 en 2012) et plus de 50 commandes par mois. 37,82 % sont de nouvelles visites, avec un taux de rebond de 46,50 %.



#### Répartition des abonnements



#### Nouveautés

- Les formations professionnelles : accès gratuit au Forum. Depuis cette année, à l'issue des formations organisées par le département Pédagogie et action culturelle, les participants ont accès pendant un an aux logiciels utilisés au cours des stages (offre valable uniquement sur les logiciels distribués par le Forum). 24 stagiaires ont été concernés par cette nouvelle offre.
- Le support technique et le service clientèle. La nouvelle infrastructure de gestion a permis de centraliser les demandes des membres et des internautes, un meilleur suivi des clients et une mise en contact des développeurs/chercheurs et des utilisateurs sur des questions d'intérêt (342 tickets ont été traités, 1 500 messages).
- La plate-forme sociale, qui permet de promouvoir les activités de ses membres, d'échanger entre les membres et les chercheurs/développeurs par le biais de groupes de discussions, a été fortement animée. 23 groupes de discussions (366 sujets) ont été lancés, et 1 031 interactions enregistrées. En 2013, 72 événements (90 depuis le lancement) ont été partagés et diffusés par les membres et 2 tribunes (7 depuis novembre 2012) ont été publiées.

#### Les Ateliers du Forum 2013

La 34<sup>e</sup> édition des Ateliers du Forum qui s'est déroulée du 20 au 22 novembre 2013 a été marquée par le 20<sup>e</sup> anniversaire de la création du Forum et un partenariat renouvelé avec la Gaîté lyrique pour le lancement d'un Café technologique, nouvel espace dédié aux démos d'instruments augmentés, et la deuxième édition du rendez-vous électro Ircam Live. À l'occasion du 20<sup>e</sup> anniversaire du Forum une soirée spéciale entre membres et fondateurs a été spécialement organisée et une tribune a été publiée sur le site du Forumnet traçant son histoire. Les vidéos de certaines séances des ateliers 2013 sont disponibles en multi-langues sur le site Forumnet. 165 participants ont suivi les conférences et les séances pratiques sur les trois jours.

- Le stage Max pour développeurs experts. L'équipe Forum a organisé pour la première fois un stage Max pour développeurs experts en partenariat avec l'équipe de développeurs de la société californienne Cycling'74. Dix stagiaires y ont participé les 18 et 19 novembre 2013. David Zicarelli (CEO) et Joshua Kit Clayton (CTO) Cycling'74 ont dirigé ce stage qui s'adressait à un public de développeurs confirmés et qui a remporté un réel succès.

tant sur le nombre de participants que sur la qualité de la formation.

- Les participants ont pu suivre par petits groupes des formations (débutants, intermédiaires et confirmés) d'une demi-journée sur des sujets divers comme Max, Gen~, AudioSculpt, OpenMusic, Modalys, Antescofo, Spat~, et la captation du mouvement.
- Nouveautés en provenance de l'industrie. Un après-midi à la Gaîté lyrique, consacré aux dernières tendances de l'industrie musicale, a été animé en compagnie de Michel Geiss et Jean-Michel Kadjan.
- Un nouvel espace Café technologique a été lancé dans le Plateau Média de la Gaîté lyrique. Une exposition-démo d'instruments « augmentés » a eu lieu avec discussions et sessions musicales improvisées. De nombreuses mises en relation ont été suscitées et une sorte de par-rainage de start-up de technologies pour la musique. Cette séance a particulièrement attiré des sociétés françaises et des exposants des technologies dernier cri depuis la Grande Bretagne et l'Allemagne. Parmi les projets présentés plusieurs sont actuellement en phase de crowdfunding.

Les exposants du café technologique :

- TouchKeys par Andrew McPerson: School of Electronic Engineering and Computer Science, Queen Mary, University of London. Des boutons tactiles transforment n'importe quel clavier en surface de contrôle multi-touch expressive ;

- La pédale multi-effets The OWL par Guillaume Lenost, Hackspace, Londres. Une pédale d'effets open source entièrement programmable via USB et contrôlable via MIDI.

- Dualo par Bruno Verbrugge. Présentation des dernières évolutions du contrôleur avant-gardiste.

Roli Keyboards par Jean-Baptiste Thibaut. Le premier instrument multidimensionnel, conçu et développé par Roland Lamb, qui change la façon de jouer et d'interagir avec un clavier.

- Clarinette embarquée et guitare augmentée par Alain Billard, (clarinettiste en résidence de recherche) et Adrian Mamou-Mani (Ircam). Démonstration des effets sonores du prototype de clarinette basse hybride acoustique/électronique.

#### Ircam live à la Gaîté lyrique

Pour la deuxième édition, le rendez-vous électro de l'Ircam se confirme le 21 novembre à la Gaîté lyrique en partenariat avec le label Warp.

Une soirée de performances mélangeant musiques électroniques et nouvelles technologies met en valeur les outils développés à l'Ircam et intégrés dans les performances des artistes.

En première partie, se sont produits les quatre lauréats du concours Ircam Live: Guillaume Loizillon, Adrien Garcia, Stephan Kloß et le groupe Odei (Maxime Hoarau,

Arnaud Biscay, Matthys et José Echeveste) suivis en seconde partie d'une performance exceptionnelle de Oneohtrix Point Never, tête d'affiche de la scène électro newyorkaise, figure de proue du label Warp qui a intégré les technologies Ircamax dans sa performance.

629 personnes (dont 12 % d'exonérés) ont assisté au concert Ircam live à la Gaîté lyrique avec un taux de remplissage de 92,89 %.

Le concours de sélection des lauréats s'est déroulé sur la plate-forme Ulysses (<http://www.ulysses-network.eu/web/home/>), soutenue par la Communauté européenne dans le cadre des projets culture 2007-2013. Les lauréats ont été choisis parmi une centaine de candidatures internationales. Le jury était composé de l'Ircam, de la Gaîté lyrique, des membres du Forum et du label WARP. Un abonnement Forum Premium a été offert aux lauréats.



#### Prix Quartz 2013 – catégorie Expérimentation

En partenariat avec l'Ircam, la 9ème cérémonie Quartz s'est tenue le 4 avril à La Machine du Moulin Rouge à Paris. Remise de prix, marché des labels et performances live ont consacré cette célébration officielle et festive des musiques dites « nouvelles » au sein d'une scène internationale transversale et connectée.

Le prix Quartz Expérimentation GRM/Ircam 2013 a été attribué à Junya Oikawa – ZKM (« Bell Fantasia ») et OVAL (Markus Popp). Le Forum Ircam a offert aux lauréats et à tous les nominés un abonnement Forum Premium pour deux ans.

## LA VALORISATION INDUSTRIELLE DES LOGICIELS ET TECHNOLOGIES DE L'IRCAM

L'année 2013 a vu la signature de plusieurs contrats de licences autour des technologies d'extraction de descripteurs audio. Le système d'accompagnement automatique Antescofo a également connu un intérêt grandissant auprès des industriels de la musique et de l'éducation musicale. Des échanges approfondis ont été menés avec plusieurs sociétés autour des technologies de spatialisation et ont abouti à la signature d'un contrat avec la société Arkamys. Plusieurs technologies ont été portées sur la plate-forme iOS (iPhone-iPad) et 50 % des signatures de licences en 2013 ont porté sur ce nouveau système. La collection audio professionnelle Ircam Tools développée en collaboration avec la société Flux:: a fait l'objet d'une importante adaptation aux nouveaux standards AAX et 64 bits ; la réalisation de nouveaux produits a été reportée à 2014. La collection Ircamax Volume 1 a obtenu des résultats limités en 2013 mais la mise à disposition de la collection en téléchargement gratuit sur forumnet a permis de sensibiliser un grand nombre d'utilisateurs professionnels à une utilisation plug and play des technologies de l'Ircam sur la plate-forme Ableton. Une nouvelle collection Ircamax Volume 2 a été développée en 2013 et sera commercialisée en 2014, à la fois via la plate-forme forumnet et en distribution directe par Ableton. L'Ircam initie le lancement d'une nouvelle collection Ircam Lab intégralement développée en interne dont le premier item, AS lite T.S a été terminé en 2013 et sera commercialisé début 2014, via la plate-forme web Don't Crack (100.000 membres) et sur forumnet. Les produits d'échantillons Ircam Solo instruments et Piano préparé édités par la société Univers sons sont maintenant distribués sur le territoire américain par l'intermédiaire de la société Big Fish Audio et un nouveau produit « IRCAM percussions » est à l'étude pour l'année 2014. Le succès du produit Mach-Five 3 intégrant le time stretch et la synthèse granulaire de l'Ircam a permis de confirmer la qualité de nos technologies et assurer la promotion de la qualité du moteur SuperVP auprès des industriels.

La valorisation industrielle de l'Ircam poursuit son développement aussi bien pour la création de nouveaux produits prêts à l'emploi qu'à travers la signature de contrats de licences portant sur de nouvelles technologies. Le chiffre d'affaires généré est en croissance et l'Ircam connaît une reconnaissance de plus en plus importante de la part des acteurs industriels du secteur. La diversification des formes et modes de diffusion des technologies répond aux besoins de cibles d'utilisation variées : professionnels de l'audio, musique électronique, création contemporaine et recherche musicale.

### ■ Licences technologiques

L'année 2013 a été marquée par la signature de contrats avec les sociétés Niland (nouvelle startup de l'Ircam – Christophe Charbuillet et Damien Tardieu) et Stupeflix pour les technologies de descripteurs et détection de pulsation, et la société Arkamys autour du Spat pour développer et proposer un moteur de traitement audio pour l'automobile et la téléphonie mobile, notamment pour des marchés asiatiques. Les sociétés Maha Productions et Kuiv productions ont confirmé l'intérêt de technologies avancées de traitement de la voix en production audiovisuelle pour la réalisation de documentaires historiques. Plusieurs entreprises démarchées au cours de l'année 2013 (EMI, Universal Music, Phonotonic, etc.) feront l'objet de contrats de licences en 2014 autour des technologies de description musicale. Il est à noter que plus de 50 % de nos nouveaux contacts industriels sont concernés par cette technologie qui est maintenant valorisable.

### ■ Collection Ircam Tools



La société Flux:: en charge du développement de la collection a principalement travaillé à l'adaptation de la collection au nouveau format AAX (Digidesign) et rendu compatibles les plugins au format 64 bits. Un nouveau moteur graphique, une nouvelle protection 64 bits ainsi que l'optimisation pour la génération des plugins au format Mac/PC ont été intégrés. Le développement de deux nouveaux produits (Modalys Filter, Chromax) sera engagé en 2014 ainsi que la version 2 de modules Spat intégrant la technologie Flux Sample grabber permettant une meilleure adaptation aux usages des ingénieurs du son. La création d'une version autonome spécialement conçue pour le théâtre et les expositions sera également mise en vente. La collection Ircam Tools sera également disponible sur Pyramix en 2014 afin d'accéder au marché de la post-production sur cette plate-forme.

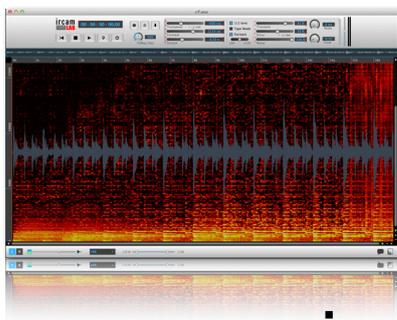
### ■ Collection Ircamax



L'année 2013 a été principalement consacrée à la réalisation du volume 2 des Ircamax, intégrant plusieurs technologies nouvelles à cette collection de 10 plug-ins au format Max for Live (sogs, psychorist, yin, iana, supervp, scrub, modalys). Présentée pendant les Ateliers du Forum 2013, elle sera commercialisée au premier trimestre 2014. Deux modes de diffusion seront mis en place : le premier via le Forum et le second via la plate-forme de vente d'Ableton en mai 2014. Cette collection sera exclusivement disponible au format MacOSX.

### ■ Nouvelle collection Ircam Lab

Cette nouvelle collection, entièrement produite par l'Ircam, concerne la réalisation d'applications indépendantes don-



**ircam**  
**LAB**

nant accès sous forme simplifiée à des fonctions avancées de traitement audio. Le premier item de la collection, AS Lite T.S, développé en interne en 2013, sera disponible et commercialisé au premier semestre 2014. Ce nouveau produit est principalement conçu pour une utilisation optimale et simplifiée du moteur SuperVP, et sera commercialisé sur forumnet et également distribué par la société Don't Crack. Il est prévu le développement d'un nouveau plugin tout les ans afin de présenter de façon optimale avec une interface spécifique les différentes fonctions du moteur SuperVP, ce travail convergeant vers l'élaboration d'une nouvelle version professionnelle 64 bits du logiciel Audiosculpt.

### LE CENTRE DE RESSOURCES DE L'IRCAM

#### ■ Nouveautés sur le site ressources.ircam.fr

##### B.R.A.H.M.S. : du XX<sup>e</sup> au XXI<sup>e</sup> siècle

Tout en veillant à rester cohérente sur la durée, la politique éditoriale de B.R.A.H.M.S. s'est infléchie de façon à élargir le spectre des compositeurs concernés par un « Parcours de l'œuvre » (texte de vulgarisation sur l'ensemble de la production et de l'esthétique d'un auteur), au-delà des classiques de la musique contemporaine désormais bien couverts (Schoenberg, Cage, Messiaen, Berio, etc.). Cela concerne particulièrement : 1) les compositeurs « canoniques » au sein de traditions esthétiques ou géographiques insuffisamment représentées dans B.R.A.H.M.S. ; 2) les compositeurs d'une cinquantaine d'années devenus incontournables dans la vie musicale européenne actuelle. Ces deux catégories ont une caractéristique en commun : le manque criant de discours critique et d'information précise en langue française à propos de leur musique. Parmi les dossiers publiés en 2013, signalons :

- pour les classiques étrangers insuffisamment commentés en langue française : A. Copland (M. Noubel), George Crumb (A. Poirier), Ernst Krenek (id.), Terry Riley (M. Noubel), Mathias Spahlinger (M. Kaltenecker), Galina Ustvolskaïa (L. Feneyrou), Frank Zappa (R. Beaucage) ;
- pour les figures contemporaines marquantes nées dans les années 1960 : Pierluigi Billone (L. Feneyrou), Marc-André Dalbavie (Ph. Lalitte), Alberto Posadas (J.-L. Besada).

De nombreux autres compositeurs d'aujourd'hui ont également fait l'objet de commandes qui aboutiront à des mises en ligne en 2014, notamment Chaya Czernowin, Friedrich Haas, Philippe Leroux, Enno Poppe.

##### Vidéos en ligne

Le système interne d'archivage audio/vidéo de l'Ircam, « archipro », a été entièrement repris au cours de l'année grâce à la coopération étroite entre ses administrateurs (usagers experts) et le Pôle développement du CRI. Un modèle de données plus adapté à la nature actuelle et aux usages futurs de ces archives a été élaboré. Sur cette base, ont été développées : des interfaces admin ; les tâches backoffice (indexation et encodage multiple des vidéos) ; l'interface de recherche et de consultation. Les données et métadonnées existantes ont été préservées. Ce long processus de migration a été l'occasion de faire le point sur l'ensemble des archives audio/vidéo disponibles à l'Ircam, jusqu'alors peu ou pas accessibles en ligne, et de réintégrer au sein d'un même système technique des archives éparses (notamment celles du Centre Acanthes). Le résultat est un service nommé <http://medias.ircam.fr> entièrement HTML5 (donc consultable sur les smartphones et tablettes numériques), dont la face publique est l'onglet « Audio/Vidéo » du site Ressources. En parallèle, la chaîne de production et diffusion vidéo de l'Ircam a été revue en collaboration avec le département Production,

permettant un traitement plus fluide, rapide et massif des vidéos de la salle Stravinsky. En 2013, 190 nouveaux médias vidéo ont été traités.

### ■ Enrichissements du fonds Médiathèque



Les nouvelles acquisitions (livres, revues, partitions et disques) se sont poursuivies dans les domaines de la musique contemporaine et des technologies de la musique et du son, toujours en lien avec les activités de l'institut. Une attention particulière a été portée à plusieurs domaines dont il était nécessaire de renforcer la présence au sein des collections étant donnée leur importance dans la programmation artistique et dans les travaux de recherches de l'institut : théâtre contemporain, musique improvisée, actualité éditoriale en Allemagne et en Italie. Concernant les partitions, tout en continuant sa politique de collecte des œuvres créées à l'Ircam, la Médiathèque a concentré ses acquisitions sur les compositeurs suivants : Mark Andre, George Benjamin, James Dillon, Heinz Holliger, Philippe Leroux, Michael Levinas, Wolfgang Rihm. Ces acquisitions s'inscrivent dans un travail systématique (sur plusieurs années) d'identification des lacunes de notre fonds de partition, corrélée notamment aux mises à jour de B.R.A.H.M.S. et à la programmation de la saison et de ManiFeste, et tenant compte des demandes des lecteurs.

### ■ Refonte technique des bases de données Ircam

#### Infrastructure et méthodes

Le pôle développement du CRI a effectué des travaux d'infrastructure (en collaboration avec le Service Informatique), de maintenance, d'évolution et de refonte des bases de données et systèmes d'information et de gestion de l'Ircam. Suite au « livre blanc » élaboré en 2012, l'ancienne infrastructure technique de la médiathèque, isolée du cœur de réseau de l'Ircam et posant de multiples problèmes de maintenance, est en voie de migration vers des serveurs Linux répondant aux exigences de qualité et de sécurité du CRI et du Service informatique.

Les méthodes de déploiement des applications web (particulièrement celles basées sur le langage Python) ont été travaillées en étroite collaboration avec le SI. Des scripts Puppet permettent notamment de (re)monter automatique-

ment plusieurs serveurs en cas de pannes et de s'assurer que l'ensemble des services requis par chaque application (des systèmes d'encodage de vidéo asynchrones aux moteurs d'indexation) est réellement actif. Ce travail a permis d'expérimenter plusieurs options et a finalement conduit à d'abonner le serveur Apache, au profit d'un front Nginx et d'un serveur applicatif uwsgi.

La maintenance évolutive a permis de mettre à jour les technologies sous-jacentes aux bases Brahms et Sidney, en suivant notamment les évolutions du Framework Django, et de normaliser la déclaration des dépendances de nos applications pour suivre les standards et faciliter les processus futurs d'intégration continue (en relation avec la Forge Ircam).

#### Faits marquants

L'année 2013 a permis :

- d'enrichir les fonctionnalités de la base Sidney, en relation étroite avec le département Production ;
- de clarifier la navigation sur le site Ressources suite aux remontées des utilisateurs ainsi qu'une analyse fonctionnelle intégrant tous les membres du CRI ;
- de développer de nouveaux modes de collaborations pour la conception et la mise en ligne du site web de ManiFeste ;
- de reconcevoir l'outil d'archivage audio/vidéo (voir plus haut).

Le CRI a par ailleurs assuré la maîtrise d'ouvrage, l'expertise technique des propositions des prestataires de service et piloté techniquement et fonctionnellement en collaboration avec la PAC la nouvelle version d'Ulysses-platform. La partie « concours » permet désormais la création du formulaire de candidature, de façon autonome, par l'administrateur d'un concours. Le CRI a participé aux spécifications fonctionnelles de la plate-forme Ulysses sociale qui permettra aux membres (artistes, compositeurs, professionnels) d'échanger sur un espace numérique dédié encourageant la collaboration et l'émergence de projets artistiques.

## LA FORMATION PROFESSIONNELLE

L'enseignement des nouvelles technologies dédiées à la musique constitue le ciment de l'activité pédagogique de l'institut. Chaque année, l'Ircam propose aux professionnels, acteurs du spectacle vivant et enseignants un ensemble de formations professionnelles allant de l'initiation jusqu'au perfectionnement et d'une durée de 2 à 6 jours.

Ces formations permettent ainsi aux participants de découvrir et de maîtriser les logiciels de création musicale développés par l'Ircam et distribués par le Forum.

Des formations aux logiciels Max, Spat, Jitter, AudioSculpt, Modalys et OpenMusic, sont complétées par des sessions pratiques autour de la spatialisation (dans l'Espace de projection de l'Ircam) et du suivi de partition (avec un musicien). Ces sessions prennent la forme d'ateliers de mise en pratique au cours desquels chaque participant teste in situ ses propres réalisations.

En agençant les différents modules proposés, chaque stagiaire crée un parcours «à la carte» qui correspond le mieux à son projet de formation.

### ■ Chiffres clés

- 378h heures de formation ;
- 20 stages proposés entre janvier et décembre 2013, 1 seul stage annulé ;
- 15 stages de week-end (d'une durée de 12 ou 18 heures max) ;
- 5 stages de 6 jours (36 heures) ;
- 131 participants ;
- fréquentation moyenne/stage : 7 participants ;
- environ 50 % de formations prises en charge dans le cadre de la formation professionnelle, 50 % d'individuels ayant souscrit à l'abonnement Forum Premium.

Le nombre de stages et de stagiaires est stable par rapport à 2012. Le nombre de stages annulés faute d'un nombre suffisant de participants a diminué (un stage annulé en 2013 contre 5 en 2012).

En 2013 l'Ircam a organisé une formation «à la carte» pour deux musiciens de l'Ensemble intercontemporain qui a prolongé la 1<sup>ère</sup> session qui avait été planifiée en 2012.

Cette formation sur le logiciel Max, d'une durée de 6 heures, s'est déroulée à l'Ircam les 13 et 31 mai 2013.

FORMATIONS	DATES	DURÉE	PARTICIPANTS
AudioSculpt (avancé)	19-20 janvier	12h	8
OpenMusic Audio (perfectionnement)	26-27 janvier	12h	7
Max4live/Maxeurs (perfectionnement)	1 <sup>er</sup> -3 février	18h	4
Max (initiation)	4-9 février	36h	9
Spat (perfectionnement)	16-17 février	12h	9
OpenMusic experts	9-11 mars	18h	6
Spat (session pratique)	16-17 mars	12h	6
Max Synthèse (perfectionnement)	23-24 mars	12h	7
Jitter (initiation)	8-13 avril	36h	8
Modalys (initiation)	19-21 avril	18h	7
Max4live/livers (initiation)	13-18 mai	36h	5
Suivi de partition (session pratique)	25-26 mai	12h	7
Max (initiation en anglais)	27 mai-1 <sup>er</sup> juin	36h	4
Max (initiation)	23-28 septembre	36h	7
OpenMusic (initiation)	19-20 octobre	12h	7
AudioSculpt (initiation)	26-27 octobre	12h	11
Max traitements (perfectionnement)	16-17 novembre	12h	7
OpenMusic (initiation)	23-24 novembre	12h	6
Max interactions (perfectionnement)	7-8 décembre	12h	6
Spat (perfectionnement) STAGE ANNULÉ	14-15 décembre	12h	X
<b>TOTAL</b>		<b>378h</b>	<b>131</b>

## LES ATELIERS DE LA CRÉATION

Pilotage Ircam/Centre Pompidou : Florence Grappin (Ircam), Marie-Hélène Vincent-Choukroun (CGP)

Les « Ateliers de la création » portent une ambition simple, mais exigeante : proposer à des élèves de lycées professionnels, éloignés du monde de l'Art et de ses institutions, une plongée au cœur de la création la plus contemporaine, durant une année scolaire, en abordant conjointement les arts visuels, les arts du son et les nouvelles technologies pour la création.



© Hervé Véronèse

### ■ Enjeux

- Proposer à des élèves de lycées professionnels, éloignés du monde de l'Art et de ses institutions, une plongée au cœur de la création la plus contemporaine, durant une année scolaire, en abordant conjointement les arts visuels, les arts du son et les nouvelles technologies ;
- réfléchir à un dispositif pédagogique innovant, qui s'inscrive dans la réforme du Bac professionnel en trois ans, et réponde notamment aux nouveaux programmes « Arts Appliqués et Cultures Artistiques » qui mentionnent les arts du son ;
- documenter cette expérience afin de produire des outils méthodologiques qui puissent servir à l'ensemble des porteurs de projets dans les lycées professionnels et les institutions culturelles.

### ■ Déroulement

Ce projet se présente comme un parcours à la croisée des arts visuels, des arts du son et des nouvelles technologies. Durant plus de vingt heures d'ateliers encadrés par des médiateurs et les enseignants, complétés par des rencontres avec des artistes et des spectacles, l'élève explore une œuvre plastique de semaine en semaine, dépasse sa perception spontanée pour décrypter les matériaux et les processus à l'œuvre dans le travail de l'Art, acquiert un vocabulaire spécifique, s'approprie les techniques de prise de son et de studio afin de créer lui-même une scène sonore qui est comme une lecture créative de l'œuvre plastique. Par cette appropriation progressive, il est à même de devenir finalement le média-

teur des œuvres, à l'occasion d'une restitution publique.

En 2013, le projet les Ateliers de la création a bénéficié du soutien de la Fondation Orange. Dans ce cadre, le dispositif a été élargi, et le nombre de projets soutenus tout au long de l'année a été doublé passant de 4 en 2012 à 8 en 2013.

#### À Arcachon

- Partenaire arts visuels : FRAC Aquitaine (Bordeaux) ;
- partenaire éducation nationale : Lycée professionnel Condorcet.

#### À Clairac

- Partenaire arts visuels : FRAC Aquitaine (Bordeaux) ;
- partenaire éducation nationale : Lycée professionnel Porte du lot.

#### À Clermont-Ferrand

- Partenaire son : festival Musiques Démesurées ;
- partenaire arts visuels : Musée d'art Roger-Quillot ;
- partenaire éducation nationale : Lycée professionnel Marie-Curie.

#### À Grenoble

- Partenaire son : Grame – Centre national de création musicale (Lyon) et l'ACROE ;
- partenaire arts visuels : Le Magasin – CNAC ;
- partenaire éducation nationale : Lycée professionnel Clos d'or.

#### À Lyon

- Partenaire son : Grame – Centre national de création musicale ;
- partenaire arts visuels : Institut d'Art Contemporain (Villeurbanne) ;
- Partenaire éducation nationale : Lycée professionnel Georges Lamarque (Rillieux-La-Pape).

#### À Paris

- Partenaire son : Ircam ;
- partenaire arts visuels : Centre Pompidou ;
- partenaires éducation nationale : Lycée professionnel Edmond Rostand.

#### À Saint-Étienne

- Partenaire son : Grame – Centre national de création musicale (Lyon) et l'ACROE (Grenoble) ;
- partenaire arts visuels : Musée d'Art Moderne ;
- partenaires éducation nationale : Lycée professionnel Hauptman et institut médico-éducatif La Croisée.

Les équipes du Centre Pompidou et de l'Ircam ont accompagné les huit projets régionaux pour le montage du calendrier des activités et l'organisation pédagogique des ateliers. Elles jouent également un rôle de conseil, aussi bien sur les aspects méthodologiques, techniques qu'administratifs des Ateliers de la création.

■ **Valorisation**

Afin d'offrir une plus grande visibilité aux projets développés en région, des pages spécifiques ont été développées sur le site Internet des Ateliers de la création (<http://www.ateliers-creation.centrepompidou.fr/-Projets-en-region>). Un blog permettant aux différents acteurs des projets (élèves, enseignants, médiateurs) de témoigner directement de leurs expériences (<http://www.ateliers-creation.centrepompidou.fr/-Projets-en-region->) a également été créé. Plusieurs articles sont publiés régulièrement.

Une journée de rencontre entre projets a été organisée le 14 mai 2013. Cette rencontre nationale est organisée chaque année, pour accompagner la pérennisation et l'élargissement des Ateliers de la création.

**LES PARCOURS MUSIQUE MIXTE**

Encadrement pédagogique : Grégoire Lorieux  
 Coordination : Florence Grappin

■ **Chiffres clé**

- 4 stagiaires
- 4 professeurs d'instruments associés
- 47 heures de face à face pédagogique

■ **Principes**

L'Ircam poursuit son association avec des conservatoires, écoles de musique ou festivals, pour proposer des parcours « musique mixte » destinés aux jeunes musiciens professionnels, ou en voie de professionnalisation. Ces parcours leur permettent de se familiariser avec les technologies, de s'initier au jeu instrumental avec électronique et de travailler aussi bien des classiques contemporains que des créations récentes du répertoire pour instrument et électronique. En plus du travail avec le RIM et le professeur d'instrument, les étudiants rencontrent, à chaque fois que cela est possible, les compositeurs des œuvres qu'ils jouent. Les parcours sont en général articulés en trois volets :

- découverte des dispositifs et enjeux de l'œuvre mixte ;
- séances de travail autour du répertoire avec le professeur d'instrument et/ou le compositeur ;
- atelier public de présentation.

**LA SÉRIE DE FILMS « IMAGES D'UNE ŒUVRE »**

La série de courts films documentaires a été initiée par le département Pédagogie et action culturelle de l'Ircam, en coproduction avec le Centre Pompidou. Saisir quelques étapes de la fabrication d'une œuvre, voir un compositeur au travail, éclairer les sources et les enjeux de créations récentes produites à l'Ircam : la série « Images d'une œuvre », décrypte le processus d'élaboration d'une œuvre musicale et permet d'entrer dans les coulisses de l'Ircam. La projection du film juste avant l'exécution de l'œuvre permet d'accompagner le spectateur dans sa compréhension de l'œuvre présentée. Le film est également disponible sur le site de l'Ircam et des partenaires du projet et accompagne les productions dans les tournées (le cas échéant).

La collection de films a été lancée en 2007 et compte à ce jour 16 numéros. Le dernier film documentaire a été réalisé par Philippe Langlois avec les moyens techniques du Centre Pompidou (images : Christian Bahier, ingénieur du son : Ivan Garriel) en 2013. Le film portait sur la création de Jean-Luc Hervé, *Germination*, associant croissance musicale et végétale, présentée à l'Ircam dans le cadre du festival *ManiFeste* le 8 juin 2013.

**ARIAM**

Pour la deuxième année consécutive, l'Ircam a renouvelé sa collaboration avec l'Ariam-Île-de-France pour la mise en place d'une formation en direction des professeurs de conservatoires.

Cette formation visait à donner aux professeurs de musique les outils nécessaires pour la mise en œuvre, dans le cadre de leurs cours, de pièces de musique mixte avec un matériel simple et des logiciels prêts à l'emploi. D'une durée de 21h, cette formation, encadrée par Grégoire Lorieux et Alexander Mihalic, réalisateurs en informatique musicale chargés de l'enseignement à l'Ircam, a rassemblé 14 stagiaires. Une restitution du travail effectué au cours de l'atelier s'est tenue le 2 avril 2013 après-midi au conservatoire de Boulogne-Billancourt.

**Réalisations 2013 avec le Pôle Supérieur 93**

Type de parcours	Enseignant	Période	Stagiaires	Face à face pédagogique
Parcours répertoire alto	Bruno Pasquier	Sept-déc 2013	1	7h30
Parcours répertoire hautbois	Hélène Devilleneuve	Sept-déc 2013	1	7h30
Parcours répertoire clarinette	Valérieu Guérout	Sept-déc 2013	1	7h30
Parcours répertoire violon	José Alvarez	Sept-déc 2013	1	12h





# RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE SCIENCES  
ET TECHNOLOGIE DE LA MUSIQUE ET DU SON (STMS)



# INTRODUCTION

## SYNTHÈSE DES TRAVAUX DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

La recherche scientifique est portée au sein de l'institut par une unité mixte de recherche (UMR STMS : Sciences et technologies de la musique et du son) sous les tutelles de l'Ircam-MCC, du CNRS et de l'UPMC, adossée au département Recherche et développement de l'Ircam. Les recherches scientifiques et technologiques pluridisciplinaires de STMS sont menées en rapport étroit avec les problématiques de recherche musicale dans le contexte de la création contemporaine. La mise en œuvre de ces travaux suit une organisation thématique par équipes spécialisées. Les travaux de l'unité visent à concourir à l'état de l'art international et à l'excellence académique dans chacune de ces thématiques, aussi bien au niveau des visions long terme que dans les débouchés applicatifs. Ces derniers se manifestent notamment dans le développement d'environnements logiciels, principalement destinés aux compositeurs, aux musiciens, aux chercheurs en musique et musicologie et aux professionnels de la musique et du son et diffusés notamment dans le cadre du Forum Ircam. Cette dynamique de recherche tournée vers les problématiques de la création contemporaine, selon des modalités constamment adaptées, donne lieu à la consolidation d'une expertise originale autour des STMS, qui fait l'objet de différentes formes de structuration et collaborations avec des institutions et partenaires industriels aux échelles nationale, européenne et internationale.

### ■ Conjoncture scientifique de l'UMR STMS

Durant le mandat triennal de l'UMR qui vient de s'écouler, une idée-force en filigrane des thématiques scientifiques transversales (détaillées plus bas) a permis de structurer les discours et de créer des liens entre la foisonnante variété des approches et des méthodologies du laboratoire : l'articulation et/ou l'intégration des niveaux de représentation relevant du signal et du symbolique (ou du signal et du signe, dans une formulation musicalement évocatrice). Les présentations devant l'AERES et les retours élogieux de celle-ci ont pu montrer que le champ a été singulièrement défriché pendant cette période, avec l'évolution des technologies de descripteurs audio, la maturation des concepts d'interaction symbolique, les modèles intégrés de gestualité, l'évolution des représentations temps-fréquence classiques vers les représentations adaptatives multi-échelles et vers l'intégration de l'espace pour une prise en compte du champ sonore en trois dimensions, l'interaction coopérative de l'écoute artificielle du signal acoustique et des modèles computationnels synchrones pour le suivi de

partition, les explorations fondamentales de l'algèbre, de la géométrie, de la topologie et de la dynamique informationnelle musicales (Musical Information Dynamics) ainsi que toutes leurs instanciations dans les environnements créatifs de composition et de performance.

Un double mouvement d'évolution des méthodes du signal vers l'intégration multi-échelle et la découverte automatique d'objets présymboliques, d'une part, et d'inclusion des processus continus de traitement de flux audio ou de contrôle aux environnements formels d'écriture (CAO) d'autre part, a favorisé une convergence effective, sinon une fusion théorique des notions de signaux, de structures et de processus. Les travaux de l'année 2013, détaillés ci-après, montrent d'ailleurs bien cette convergence, dans leur dimension pluridisciplinaire et collaborative, et se rapprochent à ce titre de l'objectif idéal de recherche musicale comme coarticulation science – musique.

Le conseil scientifique de l'Ircam qui s'est tenu en décembre 2013 a identifié, parmi les défis pour lesquels l'institut était spécialement bien armé par sa constitution pluridisciplinaire art-sciences, la contribution à l'élucidation du problème dit de « semantic gap ». C'est une remarque intéressante, car c'est précisément l'enjeu qui surgit juste après l'intégration des signaux et des symboles. Ces derniers isolés ne veulent rien dire. Leur mise en relation dans une structure est un pas vers le sens, mais ne suffit pas. Une sémantique ne peut s'autoriser que d'une mise en équivalence de deux structures, appartenant à deux ordres distincts, par exemple un langage informatique et une logique formelle, ou bien d'un plongement d'une structure d'un certain ordre formel et symbolique dans un autre ordre pris comme modèle du monde, impliquant par exemple un cadre épistémique et cognitif, un système de croyances et de prédiction, plus généralement un paysage mental modélisé. En matière de recherche musicale, plus que de sens (aboutissement logique de ce qui vient au-delà du signal et du signe) il nous semble pertinent de parler de créativité. Le défi s'annoncerait alors plutôt comme celui du « Creative Gap » (seuil créatif).

Cet enjeu de la créativité artificielle, de l'aide à la créativité humaine, se retrouve partout dans nos recherches. L'année écoulée a vu, par exemple, la validation expérimentale et les premiers aboutissements artistiques du projet Imarev sur le contrôle actif des instruments acoustiques. Projet pilote de l'acoustique instrumentale, ce dernier met en jeu traitement du signal, électronique, mécanique, architectures matérielles et logicielles spécialisées, pour modifier en temps réel les propriétés vibratoires modales de l'ins-

trument et lui faire rayonner les transformations souhaitées. La boucle de traitement permet cependant, comme l'ont montré les expériences récentes sur la guitare, d'injecter dans l'instrument des séquences polyphoniques musicalement structurées, et non pas seulement des effets d'augmentations sonores. Très naturellement, ces séquences pourront être produites en temps réel par des processus génératifs plongés dans un modèle de monde incorporant le musicien, l'instrument, l'espace sonore, et diverses sources créatives compositionnelles ou improvisées naturelles ou artificielles.

Un autre exemple peut éclairer la chose dans le domaine de l'analyse-synthèse de champ sonore. Le nouveau cadre formel issu des recherches fondamentales sur la décomposition modale (harmoniques sphériques) des réponses impulsives spatialisées offre un cadre unifié d'analyse, de transformations géométriques et de filtrage spatial du champ sonore en trois dimensions. Ce système de représentations temps-fréquence-espace associé aux installations technologiques de restitution sonore de grande ampleur de l'institut, et aux récentes extensions de la CAO vers la synthèse et la spatialisation (écriture du son, écriture de l'espace) préfigure l'écriture d'une synthèse spatialisée maîtrisée de bout en bout, depuis l'étage sémantique et formel, jusqu'à la dynamique timbrale et spatiale déployée en temps réel. Là aussi, le seuil créatif est à portée de franchissement.

Dans plusieurs autres recherches détaillées dans le rapport, la rencontre interdisciplinaire, souvent manifestée dans l'unité par la collaboration de chercheurs de plusieurs équipes, favorise aussi bien une amorce sérieuse de dépassement de la problématique signal-symbole et un frottement potentiel avec les enjeux du seuil créatif : apprentissages et interaction adaptative des agents créatifs artificiels, morpho-dynamiques gestuelles et sonores, technologies de transformation et conversion de la voix, transformations pour la synthèse expressive à partir d'échantillons, descripteurs et estimation jointe des paramètres musicaux symboliques et structurels des contenus en ligne, modélisation physique, systèmes dynamiques et non linéarités, perception et cognition des sons environnementaux, musicologie des processus créateurs, cognition multi-modale, neuro-cognition des émotions musicales pour en citer quelques-uns dans la foisonnante richesse de production de l'UMR.

#### ■ Points marquants

La concomitance au cours de l'année 2013 de l'évaluation très positive de l'AERES, de l'obtention de plusieurs prix (dont le prix de l'impact sociétal de l'ANR pour le projet Interlude), de l'acceptation du premier projet ERC soumis par le laboratoire et de l'affectation de plusieurs postes de chercheurs et enseignants-chercheurs de la

part des tutelles de l'UMR (recrutement de 2 maîtres de conférences à l'UPMC, et titularisation de 2 chercheurs au CNRS), marque la reconnaissance et le soutien des travaux de l'Ircam par les institutions nationales et internationales de la recherche et de l'enseignement supérieur (cf. p. 18). Il est également à noter la soutenance dans l'année de 4 habilitations à diriger les recherches qui renforcent de manière conséquente la capacité du laboratoire dans l'encadrement de doctorants.

L'année a également été particulièrement riche en événements publics auxquels l'Ircam a été associé et qui attestent de son rayonnement dans des sphères d'activité diversifiées : colloque avec la Sacem sur la postérité des œuvres numériques, journées ANR, prix OSEO de l'innovation, anniversaire Renater, conférence CHI'13, journée Quaero/Cap Digital, école d'été HC2, colloque TCPM' 13, exposition « La Voix, l'expo qui vous parle » à la Cité des sciences et de l'industrie (cf. p. 41).

En ce qui concerne le développement, il est à noter un effort collectif entrepris pour l'adaptation d'algorithmes existants aux architectures mobiles, en particulier iOS, effectif dans l'année pour plusieurs logiciels : SuperVP, Ircambeat, IAE, Modalys, Antescofo et se prolongeant dans l'acceptation et le démarrage du projet ANR Cosima et les développements en html5 du projet Wave. Certains de ces portages ont déjà fait l'objet de licences industrielles.

Les principaux points marquants des travaux de recherche de l'année sont présentés ci-après, selon les quatre orientations thématiques transversales de la période contractuelle 2011-2013, elles-mêmes subdivisées selon les thèmes de recherche musicale structurant l'activité des équipes dans leur relation avec les enjeux musicaux.

#### Analyse, synthèse et traitements sonores

- *Modèles de signaux :*  
Perfectionnement des modèles d'instruments sous la forme de modèle source-filtre hybride (projet SOR2). Nouveaux modèles statistiques pour l'analyse/synthèse de textures sonores (projet Physis). Mise en place d'un système complet pour la détection d'événements sonores dans des flux audio multicanaux (projet 3DTV5).
- *Voix :*  
Perfectionnements des techniques de conversion de locuteur et applications à de nouveaux projets audiovisuels (notamment à la production du documentaire « Juger Pétain »). Finalisation de l'algorithme de « casting vocal » trouvant la voix la plus proche d'une voix cible dans une base de locuteurs et application sous forme de borne interactive dans l'exposition « La voix, l'expo qui vous parle » en collaboration avec la Cité des sciences et de l'industrie, inaugurée en décembre 2013.

Nouveaux algorithmes de segmentation non supervisée de la parole en phrases et syllabes, et d'estimation des profils prosodiques et de la source glottique. Aboutissement de la thèse de Thomas Hézard sur l'étude de la production vocale et l'élaboration d'un modèle source-filtre intégrant un effet de couplage entre la glotte et le conduit vocal.

- *Indexation musicale :*

Finalisation des recherches liées à Quaero se traduisant par un large ensemble de modules d'extraction de descripteurs à partir d'enregistrements : classification automatique en genres et humeurs, analyse de la structure du morceau, système d'identification par signatures, analyse du tempo et du positionnement des temps, analyse de tonalité, etc.

Édition du document final de rendu du projet européen MIREs : élaboration d'une prospective des recherches sur les technologies de l'information musicale.

Premiers aboutissements du projet Bee Music, avec l'adaptation pour passage à l'échelle des algorithmes de classification et du système d'identification audio et son application à l'amélioration de la base BIPP (base interprofessionnelle des producteurs phonographiques).

- *Acoustique instrumentale et modèles physiques :*

Validation expérimentale et premiers aboutissements artistiques du projet Imarev sur le contrôle actif des instruments.

Extensions non linéaires pour la synthèse par modélisation physique : formalisation des interactions entre structures Green-Volterra, et élaboration de formalismes en géométrie différentielle.

Amélioration de la lutherie traditionnelle : achèvement du projet PAFI de constitution d'outils pour les luthiers et premiers prototypes de clarinette « logique » élaborés dans le cadre du projet Cagima.

Élaboration d'une méthode de génération automatique de code de systèmes non linéaires garantissant la passivité dans le formalisme des systèmes hamiltoniens à ports ;

- *Spatialisation sonore :*

Importants aboutissements, dans le cadre du projet SOR2, sur l'analyse de champ sonore tridimensionnel par décomposition modale (harmoniques sphériques) fournissant un cadre unifié pour la captation, la transformation temps-fréquence-espace, et la reproduction ; mise en œuvre d'une architecture hybride combinant réseaux de retards rebouclés et convolution pour la synthèse de l'effet de salle.

Premières avancées du projet BiLi avec la constitution de fonctions de transfert de la tête (HRTF) à haute résolution et la standardisation, par l'AES, du format SOFA pour l'encodage des HRTF.

### Représentations et langages

Cette thématique transversale regroupe les différentes approches de formalisation informatique des contenus musicaux et de leur mise en œuvre dans des environnements informatiques faisant intervenir l'élaboration de langages dédiés.

- *Composition assistée par ordinateur :*

Consolidation du projet d'aide à l'orchestration avec le recrutement UPMC d'un nouvel enseignant-chercheur, le lancement de l'unité-projet de développement d'une application pour les compositeurs, et l'internationalisation du projet avec la mise en place d'un partenariat avec le Music Perception and Cognition Lab de l'université McGill.

Affirmation de l'UMR comme unité d'accueil des nouveaux doctorats recherche et pratique avec trois thèses de recherche en composition (CNSMDP, SaCRE, CNSMDL) dirigées ou codirigées dans l'unité.

Nouvelles approches de traitement (réécriture, apprentissage) de structures arborescentes pour la transcription, la quantification et la manipulation des rythmes

Importantes refontes architecturales de l'environnement de CAO OpenMusic dans le cadre des projets INEDIT et Efficace avec le lancement d'une nouvelle thèse pour permettre une flexibilité accrue dans l'ordonnancement et le contrôle des ressources sonores et une sémantique réactive du langage visuel.

Élaboration de cas d'usage en composition du papier interactif reposant sur l'interaction avec des représentations préimprimées et premières applications en production avec le compositeur Philippe Leroux, avec l'aboutissement de la thèse de J. Garcia.

- *Écriture du temps et de l'interaction :*

Perfectionnements du langage synchrone d'Antescofo étendant et améliorant les possibilités de synchronisation entre flux d'interprétation et processus musicaux.

Développement d'un logiciel d'interface graphique dédié à Antescofo (Ascograph).

### Interaction musicale, sonore et multimodale

Cette thématique transversale concerne l'étude du geste et de l'interprétation, et la réalisation de dispositifs d'interaction faisant intervenir la modalité sonore.

- *Captation, analyse et modélisation des données gestuelles et sonores :*

Nouvelles avancées expérimentales sur la boucle audio-motrice et l'apprentissage sensori-moteur dans des situations d'interaction gestuelle avec le son (projet Legos).

Nouvelle approche d'apprentissage du mapping gestuel par démonstration.

Extensions des logiciels de synthèse temps réel pour l'interaction : modules d'analyse Pipo, prototype de

synthèse temps réel de modèles d'instruments, synthèse additive.

- *Interaction reposant sur des modèles symboliques :*  
Arrivée à maturité du paradigme d'interaction improvisée «OMax» avec une dizaine de projets de recherche qui en sont dérivés à l'Ircam, en Europe et aux États-Unis. Aboutissement de la thèse de Benjamin Lévy et d'une architecture logicielle de référence pour OMax (projet ANR ImproTech).  
Développement du modèle dérivé SoMax (projet SOR2) proposant des modes d'interactions innovants multiagents avec une connaissance issue de l'apprentissage de corpus intégrant des notions de similarité harmonique floue, et du modèle ImproTek (nouvelle thèse de Jérôme Nika en collaboration avec l'EHESS) qui exploite les connaissances inférées de scénarios imposés (grille harmonique).  
Lancement d'une nouvelle thèse ISMM/RepMus/TelecomParisTech dans le Labex SMART pour l'étude générique des situations distribuées et coopératives d'interaction improvisée multiagents avec des applications potentielles en créativité artificielle musicale et conversationnelle.

#### Fondements cognitifs, théoriques et musicologiques

Cette thématique regroupe les différentes disciplines scientifiques, approches méthodologiques et technologiques produisant des connaissances contribuant en amont à l'ensemble des recherches et débouchant sur différentes formes de médiation :

- *Formalisation mathématique, informatique et musicale :*  
Aboutissement de la thèse de Louis Bigo consacrée aux liens entre analyse musicale et programmation spatiale sous la forme d'outils topologiques pour la représentation et la classification d'objets musicaux ; mise en œuvre de ces concepts pour l'organisation et le contrôle de structures musicales dans le cadre de la thèse de Julia Blondeau.  
12<sup>e</sup> et 13<sup>e</sup> saison du séminaire MaMux qui continue d'animer la communauté Math-Musique et de constituer un pôle de référence de la discipline, avec le soutien réitéré depuis trois ans du Réseau national des Systèmes Complexes. À noter, la séance Modélisation et cognition avec le professeur Shihab Shamma (Chaire Blaise Pascal, spécialiste mondial des représentations neurophysiologiques du signal acoustique et de leur intégration temporelle) et celle sur les liens entre musique et œnologie avec le Muséum national d'histoire naturelle.
- *Musicologie contemporaine, systèmes hypermédia :*  
Publication de l'ouvrage monumental « Théories de la composition au 20<sup>e</sup> siècle », aboutissement d'un travail éditorial ayant mobilisé les chercheurs de l'équipe Analyse des pratiques musicales pendant une décennie.

Premiers travaux du projet Gemme comportant un travail d'enquête et d'analyse sur la catégorie de geste en composition depuis la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle. Analyse des processus de création : publication et participation à l'organisation d'une deuxième édition du colloque TCPM à Montréal.

Finalisation du projet Gamelan et soutenance de la thèse d'Antoine Vincent sur l'élaboration d'une ontologie modélisant les processus de production sonore à des fins d'archivage dans le temps.

Spécification et premiers développements d'interfaces graphiques et de moteurs audio pour architectures web html5 (projet Wave).

- *Perception et design sonores :*  
Premiers résultats expérimentaux sur la perception de sonie de sons crescendo/décrescendo (projet LoudNat) et sur la caractérisation des émotions induites par les contenus sonores.  
Avancées méthodologiques sur le processus design sonore en entreprise (SNCF) et sous la forme d'ateliers pour le design interactif ; premier projet de compositeur en résidence en design sonore portant sur les alarmes (A. Sigman).
- *Cognition intermodale et fusion multisensorielle :*  
Étude du lien entre localisation de stimuli selon les modalités visuelle et/ou auditive et l'effet émotionnel qu'ils induisent ; adaptation logicielle du Spat aux environnements de réalité virtuelle (projet Verve).  
Dans le cadre de vols paraboliques en apesanteur en collaboration avec le CNES, étude de la perception de localisation du corps propre, projet AudioSelf.

## LES PROJETS DE RECHERCHE EN COURS

Les équipes de l'Ircam sont très actives dans le dépôt et la gestion de projets de R&D collaborative, tant auprès de la Commission européenne, qu'auprès des agences françaises en charge du financement de la recherche. Une synthèse des projets en cours en 2013 est donnée ci-après.

Nouveaux projets 2013	Appel	Sujet	Date Début	Date Fin	Porteur	Référent Ircam	Équipes Ircam participantes	Montant
Cream	ERC Starting	Cracking the emotional code of music	1/1/2014	12/31/2018	STMS-CNRS	J.-J. Aucouturier	PDS, AnaSyn	1 499 992,00 €
Chanter	ANR ContInt	CHAnt Numérique avec contrôle TEmps Réel	1/1/2014	6/30/2017	LIMSI-CNRS	A. Roebel	AnaSyn	361 932,00 €
Cosima	ANR ContInt	Plate-forme auteur pour la création d'expériences participatives situées	11/1/2013	4/30/2017	Ircam	N. Schnell	IMTR/ EAC	562 678,97 €
Efficace	ANR JCJC	Extensions temporelles pour les environnements de composition assistée par ordinateur	10/1/2013	3/30/2017	Ircam	J. Bresson	RepMus, EAC, IMTR	324 167,00 €
Skat-VG	FET	Sketching Audio Technologies using Vocalizations and Gestures	1/1/2014	12/31/2016	Université de Venise IUAV	P. Susini	PDS, AnaSyn, IMTR	789 214,00 €

Autres projets en cours	Appel	Sujet	Date Début	Date Fin	Porteur	Référent Ircam	Équipes Ircam participantes	Montant
Bee Music	PIA-FSN	Base de référence de l'édition phonographique	1/3/2013	1/2/2016	Kantar Media	H. Vinet G. Peeters	AnaSyn	689 404,00 €
Cagima	ANR blanc	Conception acoustique globale d'instruments de musique à anche justes et homogènes	12/1/2011	11/30/2015	LMA	J. Bensoam	Ac Instr/ AnaSyn	185 442,00 €
Gemme	ANR blanc	Geste musical : modèles et expériences	11/1/2012	10/31/2015	Ircam	N. Donin	APM/IMTR	163 625,00 €
Physis	ANR ContInt	PHYSically informed and Semantically controllable Interactive Sound synthesis	5/1/2012	10/31/2015	AudioGaming	A. Roebel	AnaSyn/ IMTR	338 756,00 €
Loudnat	ANR blanc	Sonie des sons non stationnaires en écoute binaurale	11/1/2011	10/31/2015	INSA Lyon	P. Susini	PDS	165 900,00 €
BiLi	FUI	Écoute binaurale	9/1/2012	9/30/2015	France Télévisions	O. Warusfel	EAC	313 807,08 €
Inedit	ANR ContInt	Interactivité dans l'Écriture De l'Interaction et du Temps	9/1/2012	8/31/2015	Ircam	A. Cont	RepMus	321 769,00 €
Wave	ANR ContInt	Web Audio : édition/ visualisation	11/1/2012	4/30/2015	Ircam	S. Goldszmidt	APM/IMTR	411 574,00 €

Autres projets en cours	Appel	Sujet	Date Début	Date Fin	Porteur	Référent Ircam	Équipes Ircam participantes	Montant
3DTVS	ICT Call 7	3DTV Content Search	11/1/2011	1/1/2015	Univ. Thessalonique	A. Roebel	AnaSyn	486 345,00 €
Legos	ANR blanc	Évaluation de l'apprentissage sensorimoteur dans des systèmes interactifs geste-son	10/1/2011	12/31/2014	Ircam	F. Bevilacqua	IMTR/ PDS/ AC Instr	280 894,00 €
Voice-4Games	FEDER	Outils vocaux pour les jeux	4/1/2011	10/31/2014	ExeQuo	N. Obin	AnaSyn/IMTR	146 793,00 €
Verve	ICT Call 7	Vanquishing fear and apathy through E-inclusion: Personalised and populated Realistic Virtual Environments for clinical, home and mobile platforms	10/1/2011	10/30/2014	Trinity College Dublin	I. Viaud-Delmon	EAC	199 600,00 €
Imarev	ANR Post-docs	Instruments de Musique Actifs avec REglages Virtuels	10/1/2011	9/30/2014	Ircam	A. Mamou Mani	Ac Instr	423 600,00 €
Houle	ANR JCJC	Apprentissage de structures hiérarchiques pour l'analyse computationnelle de scènes auditives	9/12/2011	9/11/2014	Ircam	M. Lagrange	AnaSyn	232 000,00 €
Quaero	All/ OSEO	Indexation multimédia	1/1/2008	12/31/2013	Technicolor	H. Vinet G. Peeters	AnaSyn	1 891 310,00 €
RoadSense	ANR VTT	Design sonore des bandes routières	12/1/2010	11/30/2013	Aximum	N. Misdariis	PDS	172 810,00 €
Gamelan	ANR ContInt	Assemblages, édition et exploitations des contenus et connaissances	11/1/2009	10/31/2013	Ircam	J. Barthélémy	SEL	323 077,00 €
Sample Orchestrator 2	ANR ContInt	Traitements sonores hybrides et arrangement interactif pour échantillonneurs de nouvelle génération	11/1/2010	10/30/2013	Ircam	H. Vinet	AnaSyn, EAC, IMTR, RepMus	487 617,00 €
HC2	FET	Human Computer Confluence Research in Action	10/1/2010	9/30/2013	Starlab	I. Viaud-Delmon	EAC	98 045,00 €
ImproTech	ANR SSOC	Technologies et musiques improvisées	12/1/2009	6/30/2013	EHESS	G Assayag	RepMus	86 805,00 €
PAFI	ANR ContInt	Plate-forme modulaire d'aide à la facture instrumentale	12/1/2008	5/31/2013	Université du Maine	R. Caussé	Ac Instr	199 255,00 €
MiReS	ICT Call 7	Roadmap for Music Information ReSearch	10/1/2011	3/31/2013	UPF	G. Peeters	AnaSyn	68 713,00 €

# L'ACTIVITÉ RECHERCHE

## ÉQUIPE ACOUSTIQUE INSTRUMENTALE

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques		Collaborations artistiques	
Chercheurs et ingénieurs statutaires	4	Revue à comité de lecture	1	Nationaux et régionaux PAFI IMAREV CAGIMA LEGOS		ITEMM (Le Mans) LMA (Marseille) IJLRDA (Paris) McGill University (Montreal) Dassault Systèmes		R. HP. Platz A. Billard P. Bloland L. Pagliei B. Sluchin	
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités		Conférences avec comité de sélection	9	Internationaux		LPMTM (université Paris -13)			
Doctorants	5	Ouvrages et chapitres		Contrats industriels					
Stagiaires	7	Thèses de doctorat et HDR	1						

Responsable : René Caussé

La diversité de sujets de recherche abordés au sein de l'équipe Acoustique instrumentale, s'explique par sa spécificité, immergée dans la recherche et la création musicale contemporaine autour des instruments de musique et confrontée à des demandes portant sur toutes les familles ou sur tous les phénomènes mis en jeu autour de ces instruments : oscillation, rayonnement, contrôle, facture, qualité, etc. Elle s'explique également par le large spectre couvert par le logiciel de synthèse *Modalys* que développe l'équipe, véritable environnement de lutherie virtuelle, permettant par sa représentation uniforme des modèles une grande souplesse de construction et d'hybridation de ces modèles.

Le domaine de recherche sur les non linéarités d'amplitude, non linéarités liées aux forts niveaux de jeu, fait l'objet depuis quelques années de plusieurs études au sein de deux équipes de l'Ircam. La généralisation de la prise en compte de ces non-linéarités dans les résonateurs (pré-contrainte, comportement des matériaux...) dans le cadre de la simulation numérique est un des thèmes actuels d'étude. L'autre, plus exploratoire, porte sur l'utilisation de la géométrie différentielle pour mieux appréhender les phénomènes mécaniques étudiés.

Si ces recherches permettent en général d'enrichir un peu plus nos connaissances, elles nous servent aujourd'hui pour appréhender de nouveaux domaines comme celui du contrôle actif modal des instruments de musique (projet

IMAREV) qui a comme objectif de pouvoir modifier en temps réel les propriétés vibratoires des instruments, cordes et vents. Ce projet, qui a atteint un bon rythme de croisière en 2013, aura vu la validation expérimentale de la démarche et les premières applications musicales.

Dans le cadre du projet CAGIMA, c'est l'approche incrémentale historique adoptée par les facteurs, ici de clarinettes, que l'on ambitionne de remplacer par une approche rationnelle et globale, visant à concevoir *ab initio* de nouveaux instruments, appelés « logiques » minimisant les défauts identifiés. Ce projet est également entré dans une phase qui produit ses premiers résultats.

Sujet de recherche commun entre les équipes Analyse et synthèse des sons et Acoustique instrumentale, le travail autour de la bouche artificielle robotisée porte sur sa modélisation, son asservissement et sa commande. La mise au point de cet outil puissant laisse entrevoir de nombreuses applications pour la recherche sur les instruments, pour la facture instrumentale, mais aussi dans d'autres domaines très éloignés de l'acoustique comme le développement cognitif.

### ■ Aide à la facture instrumentale : projets PAFI et CAGIMA

Projet PAFI (Plate-forme modulaire d'Aide à la Facture Instrumentale)

Le projet PAFI s'est achevé en juin 2013. Cette prolongation de six mois aura permis de poursuivre les parties restées

inachevées à la suite de la soutenance de thèse de Pauline Eveno. C'est le cas de l'exploitation des nombreuses mesures effectuées avec les instrumentistes pour étudier la relation entre la fréquence des notes jouées par le musicien et les fréquences de résonance de l'instrument seul. Poussée plus avant, cette étude a donné lieu à un article de revue plus abouti.

De même, l'étude sur les effets des différents types de tampons montés sur les clés des instruments à trous latéraux, ici le saxophone, a pu se poursuivre dans le cadre du postdoc effectué par Pauline Eveno à l'université McGill, Canada. En collaboration avec le laboratoire CAML (Computational Acoustic Modeling Laboratory), des tests perceptifs ont été réalisés avec plusieurs instrumentistes pour différencier quatre saxophones, au départ identiques, mais dont deux ont été modifiés par la suite avec des tampons aux matériaux et propriétés différents.

La participation au colloque sur la trompe musicale qui s'est tenu au Musée de l'armée en septembre 2013 a permis de découvrir un instrument qui, si au premier abord très proche du cor, présente des propriétés acoustiques très différentes. Des mesures de résonance de plusieurs instruments ont été réalisées avec l'aide du facteur Périnet et du laboratoire de recherche du musée de la Cité de la musique. La technique très spécifique du jeu de trompe (*tayaut*, *hourvari*, *glissando*, etc.) a été analysée ainsi que l'enrichissement spectral des sons en fonction de la nuance.

#### Projet CAGIMA (Conception Acoustique Globale d'Instruments de Musique à Anches justes et homogènes)

Dans le cadre de l'étude des contraintes sur la production du son imposées par un instrument au musicien, la caractérisation du corpus de clarinettes par la mesure des résonances passives a permis de faire ressortir des différences notables entre les instruments. La connaissance de la géométrie de ces instruments permettra d'effectuer une recherche de corrélation entre cette géométrie et les qualités et défauts acoustiques. Pour cela, il est nécessaire de connaître cette géométrie avec une grande précision, en particulier pour la perce interne, les cheminées des trous latéraux et la zone de transition entre les deux où souvent le facteur évase les trous vers l'intérieur (technique de soucoupage) pour corriger la justesse. Le relevé de la géométrie des clarinettes du corpus a été réalisé à partir d'une nouvelle technique de moulage et de démoulage, mise au point à l'atelier mécanique de l'Ircam, suite à un travail de recherche de processus.

Une fois le moule scanné en 3D, le fichier ainsi produit sert pour le relevé des dimensions à partir d'un logiciel modeleur. Ces données serviront également par la suite, utilisées avec des modèles existants ou développés dans le cadre du projet, comme la maquette virtuelle interac-

tive, prédictive et paramétrable, d'outil de conception des instruments de musique temps réel. Cette maquette, qui s'appuie sur l'analyse critique des différentes approches possibles, fait l'objet du sujet du postdoc de Pierre-André Taillard effectué en collaboration avec l'équipe Analyse et synthèse des sons. Elle a pour but d'aider à la lutherie et au prototypage virtuel ainsi que de pouvoir jouer des instruments nouveaux virtuels et physiquement réalistes. Outre les outils informatiques produits, ces résultats seront exploités pour fournir un gabarit servant à la conception d'instruments réels comme la clarinette avec la société Buffet Group.

Pour analyser le geste d'adaptation du clarinetriste aux différents instruments du corpus, des becs instrumentés ont été étudiés avec les autres partenaires du projet.

Le choix des paramètres de jeu à mesurer a été arrêté et un premier prototype a été mis au point au cours de l'année 2013, permettant de mesurer la pression, statique et acoustique, dans la bouche et dans le bec, l'appui de la lèvre sur l'anche ainsi que sa surface d'ouverture. Des dispositifs embarqués seront réalisés par la suite pour chaque type de bec des clarinettes du corpus.

#### ■ Nouveaux instruments : réels et virtuels (projet IMAREV et synthèse par modélisation physique, logiciel Modalys)

Suite à la validation en simulation du système de contrôle pour le projet IMAREV, il restait à réaliser la validation cette fois expérimentale. Pour cela, un environnement informatique adapté au contrôle actif modal devait être trouvé et implémenté, ce qui a fait l'objet d'une partie importante des travaux réalisés en 2013 sur ce projet.

Depuis deux ans, un travail important est effectué autour des outils de la géométrie différentielle. Il nous permet d'étendre notre expertise en vue d'applications à la synthèse par modélisation physique en particulier quand la présence de non-linéarités rend difficile la résolution des équations différentielles. La titularisation de David Roze à un poste de chercheur CNRS (CR2) autour de la synthèse de modèles physiques non linéaires a permis d'envisager des extensions du formalisme de Volterra pour des applications en synthèse sonore, en particulier autour du logiciel Modalys.

#### Projet IMAREV (Instruments de Musique Actifs avec Réglages Virtuels)

Le projet IMAREV est soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche (dans le cadre de l'appel ANR Retour Post-Doc (ANR IMAREV 2011-2014)). Ses objectifs sont de développer des prototypes d'instruments dont les propriétés vibratoires et qualités sonores acoustiques sont modifiables électroniquement grâce au contrôle actif. En plus du chercheur et des deux doctorants travaillant sur ce projet, l'équipe a accueilli cinq stagiaires en 2013.

### Problématique et concepts

La qualité d'un instrument de musique est reliée à ses propriétés vibratoires, par exemple les modes propres de vibration de la table d'harmonie d'un instrument à cordes ou encore ceux du tuyau résonant pour un instrument à vent. La fabrication et les réglages des instruments agissent directement sur ces modes propres de vibration. Ainsi, modifier la qualité d'un instrument revient à modifier ses modes propres de vibration.

L'approche dite de « Contrôle Actif Modal » consiste à modifier les caractéristiques modales d'un système par contrôle actif. L'action se fait sur le vecteur d'état écrit sur base modale. Cette approche est donc bien adaptée aux instruments de musique, dont la base modale est déjà utilisée en modélisation et synthèse sonore (comme dans le logiciel Modalys par exemple).

### Bilan

La démarche de contrôle actif modal se décompose selon les étapes suivantes :

- identification des modes propres de vibration du système ;
- mise en place du système de contrôle à partir d'une simulation du système à contrôler ;
- mise en œuvre sur le système réel.

#### a) Mise en œuvre sur système Linux temps réel :

En 2013, l'équipe s'est concentrée sur la dernière étape (les deux premières ayant été effectuées en 2012) de mise en œuvre sur système Linux temps réel.

Le système de contrôle ayant été validé en simulation précédemment, le dernier point avant l'expérimentation a été de choisir et d'implémenter l'environnement informatique adapté au problème du contrôle actif modal. Le choix s'est porté sur l'environnement Xenomai, noyau Linux temps réel, qui possède une excellente réputation et une communauté d'utilisateurs actifs. Il est de plus une parfaite première étape vers des systèmes embarqués.

La procédure de contrôle se décompose en une étape statique de génération de code C puis le contrôle à proprement parler. L'étape statique se décompose en trois étapes :

- les gains sont calculés, par exemple par placement de pôles, pour obtenir le contrôle souhaité. Ils sont ensuite introduits dans le code du contrôleur en Matlab/Simulink ;
- un code C dérivé du code Simulink est généré automatiquement ;
- la liaison entre ce code et les pilotes de la carte d'acquisition est effectuée grâce à un autre code ;

Le calcul temps réel a été effectué avec Xenomai sur un ordinateur PC avec un processeur P4. La latence entrée/sortie est mesurée à 22  $\mu$ s pour 15 modes de vibration modélisés.

#### b) Expériences sur instruments simplifiés actifs :

- le contrôle actif modal a ensuite été appliqué à deux instruments simplifiés : un monocorde (corde + table d'harmonie de bois encastrée sur ses bords) et une clarinette sans trou (bec de clarinette basse relié à un simple tuyau cylindrique) ;
- un actionneur électrodynamique et huit capteurs piézoélectriques ont été ajoutés à la table d'harmonie du monocorde. Le contrôle a été validé sur les 15 premiers modes de vibration de l'instrument. Chacun de ces modes a été modifié aussi bien en fréquence qu'en amplitude et ceci jusqu'à 3 modes en même temps en contrôle SISO (un capteur/un actionneur). Enfin, la comparaison avec les simulations a montré un excellent accord. Des résultats similaires ont été obtenus avec la clarinette simplifiée munie d'un microphone et un haut-parleur co-localisés à la sortie du tuyau ;
- les contrôleurs modaux permettent de modifier les fréquences et amortissements des modes de vibration. L'amplitude modale a souvent un rôle déterminant sur les qualités finales des instruments. Un contrôleur des amplitudes modales a donc été développé grâce à un contrôle de l'état dérivé des systèmes. Bien qu'ayant été validé, il permet à l'heure actuelle de modifier seulement quelques décibels et de manière inégale sur la réponse de l'instrument.

#### c) Développements pour projets artistiques :

L'équipe du projet IMAREV est aussi impliquée dans plusieurs projets artistiques à l'Ircam. On peut citer par exemple la collaboration avec le département Interfaces recherche/création, le réalisateur d'informatique musicale Augustin Muller et le luthier Maurice Dupont dans le cadre de la production de la pièce *Closed-Loop* du compositeur Robert H.P. Platz pour guitare solo, dont la création est prévue en février 2014 à Düsseldorf (Allemagne). Un projet en cours avec le clarinettiste Alain Billard nous a menés au développement d'un prototype de clarinette basse Selmer présenté au Forum Ircam en novembre 2013 en duo avec le compositeur Gilbert Nouno.

Le développement effectué dans ces projets a consisté à concevoir et intégrer des systèmes de captation et d'actionnement dans les instruments, rendant l'instrument capable de produire des sons hybrides acoustiques/électroniques par boucle de rétroaction et contrôle actif.

#### Synthèse sonore de modèles physiques non linéaires

Suite aux travaux de simulation d'un modèle de corde non linéaire par les séries de Volterra, une extension du formalisme a été réalisée (collaboration avec Thomas Hélie, équipe Analyse et synthèse des sons). Les séries de Green-Volterra combinent les séries de Volterra qui permettent de simuler des équations différentielles ordinaires non linéaires, et le formalisme de Green qui permet de résoudre

les équations aux dérivées partielles linéaires. Les noyaux de Green-Volterra ainsi définis sont des noyaux spatio-temporels stationnaires en espace. Cette évolution permet d'effectuer une simulation avec une force généralisée  $f(x,t)$ . Une application à un modèle de corde est présentée dans un article publié dans *Journal of Sound and Vibration*.

Parallèlement à ce travail, la résolution d'interactions entre des systèmes linéaires a été étendue aux systèmes non linéaires représentés par des séries de Volterra. L'utilisation des séries de Green-Volterra dans ce cadre va permettre d'implémenter cette méthode dans le logiciel de synthèse sonore par modèles physiques Modalys. Il sera alors possible de simuler des interactions variables en temps et en espace entre des résonateurs non linéaires. Ces résultats ont été présentés dans le congrès à comité de lecture *Sound and Music Computing*.

L'objectif de ce projet est de réaliser la synthèse sonore en temps réel de modèles non linéaires. Face à l'augmentation inévitable du nombre d'opérations nécessaires, des pistes d'optimisation doivent être explorées. Des premiers tests de synthèse sonore effectués par les processeurs d'une carte graphique avec le langage CUDA, ont été réalisés.

#### *Géométrie différentielle et mécanique*

La thèse CIFRE Dassault-Systèmes/Ircam de Florie-Anne Baugé, commencée officiellement en mai 2012, a pour sujet « la synthèse de son en temps réel dans les environnements virtuels 3D ». Dans une expérience virtuelle 3D, la dimension sonore permet d'augmenter considérablement la capacité d'immersion. Elle peut également être employée pour apporter des informations difficiles ou impossibles à percevoir visuellement (différentiation contact/proximité, frottement/roulement, événements hors du champ visuel ou occultés...). Mais trouver ou réaliser les enregistrements sonores adaptés à chaque application peut s'avérer très fastidieux. Pour s'affranchir de cette difficulté, de nombreux travaux de recherche s'intéressent à la génération de sons par synthèse physique, tenant compte des interactions dynamiques entre les objets en présence, de leur géométrie et des matériaux qui les composent. La génération de sons doit alors impérativement se faire en temps réel. L'obtention d'une bonne qualité du rendu sonore dans ces conditions reste un défi technologique, en particulier dans des scènes complexes comportant de nombreuses sources.

Cette thèse est liée à la problématique de la géométrie différentielle. En effet, synthétiser des sons par modèles physiques amène à résoudre des équations différentielles. La présence de non linéarités les rend complexes à résoudre. La géométrie différentielle peut permettre de mieux appréhender les phénomènes étudiés, car elle permet d'aller à l'essentiel en ne conservant que leurs quantités intrin-

sèques. Une partie importante de l'étude a porté jusqu'ici à appréhender les différentes notions de la géométrie moderne au travers d'exemples (relativement) simples.

Pour illustrer les avancées de ce travail au cours de l'année 2013, sont reportés à la suite les résumés des séminaires et colloques auxquels les chercheurs de ces thèmes ont participé.

- « Les outils de la géométrie différentielle appliqués à la synthèse sonore (séminaire Ircam, janvier 2013) ». Synthétiser des sons par modèles physiques amène à résoudre des équations différentielles. La présence de non linéarités les rend complexes à résoudre. La géométrie différentielle est un outil qui peut permettre de mieux appréhender les phénomènes étudiés, car elle permet d'aller à l'essentiel en ne conservant que leurs quantités intrinsèques. D'où, pour ce séminaire, notre tentative d'esquisser les notions importantes de la géométrie moderne au travers d'exemples (relativement) simples afin d'en illustrer l'intérêt dans la résolution de problèmes physiques.
- « Résoudre les interactions entre des résonateurs non linéaires » (Stockholm Musical Acoustics Conference, août 2013). Dans le contexte de l'acoustique musicale, la modélisation physique des instruments doit être de plus en plus sophistiquée. Pour les modèles de cordes, le réalisme est obtenu en prenant en compte la tension, la flexion, le cisaillement, les rotations et les phénomènes de couplage, mais également les effets non linéaires liés aux larges déplacements. La méthode modale de synthèse est étendue au cas non linéaire en utilisant les séries de Volterra. Le problème inverse de l'interaction entre deux objets acoustiques est résolu en cherchant les racines d'un polynôme à chaque étape de temps.
- « Vers une généralisation multidimensionnelle de la notion de géodésique sur les groupes de Lie » (Congrès Français de Mécanique, août 2013). L'utilisation des symétries pour simplifier la résolution d'un problème de mécanique remonte aux travaux d'Euler, Lagrange, Hamilton, Routh, Jacobi, Liouville, Poincaré... Ils ont étudié la possibilité de réduire la taille de l'espace des phases en se servant de l'ensemble des symétries et des lois de conservation qui leur sont associées. Cette procédure de réduction peut s'appliquer à une poutre de Reissner – modélisée sous la forme d'un assemblage de sections rigides. Ce système mécanique présente une symétrie dans la mesure où il est invariant sous l'action du groupe des rotations et des translations. La géométrisation de ce problème, envisagée sous une forme classique, consiste à déterminer l'évolution de la déformée de la poutre à chaque instant. Cette approche, appelée « dynamique », présente la difficulté de considérer un

espace des configurations de dimension infinie. Les solutions sont les courbes géodésiques d'un espace de fonctions. L'alternative est de considérer non plus un unique paramètre d'évolution (le temps), mais plusieurs (le temps et l'espace). On parle alors d'approche « covariante » où l'espace des configurations est de dimension finie (celle du groupe de symétrie). Dans ce cas, les solutions sont des surfaces (plus généralement, des sections sur un fibré). Envisagée dans un premier temps par de Donder, Weyl, Caratheodory (~1930), cette théorie (field theory) a suscité de l'intérêt et a été utilisée pour différents types d'applications comme, par exemple, l'étude dynamique des brins d'ADN ou des systèmes articulés. On souhaite l'utiliser à des fins de synthèse sonore par modèles physiques d'une corde vue comme une poutre de Reissner. La théorie des champs nécessite une généralisation, parfois délicate, des outils de la géométrie. La mise en évidence de ces outils ainsi que des symétries et des lois de conservation régissant l'évolution d'une poutre de Reissner feront l'objet de la présentation.

*Bouche artificielle robotisée pour les cuivres (trombone actuellement)*

Objets actuellement de la thèse de Nicolas Lopes, les recherches menées autour de la bouche artificielle robotisée adaptée aux cuivres en collaboration avec l'équipe Analyse et synthèse des sons ont comme objectif de mettre au point un contrôle efficace. Durant l'année 2013, deux ajouts principaux ont été faits sur la machine. Un système d'immobilisation d'une des deux lèvres artificielles a été mis en place permettant une amélioration conséquente des résultats (cartographies des fréquences de jeu) et de la stabilité (diminution du nombre de régimes rugueux ou chaotiques). Des doigts robotiques adaptés au trombone ont été ajoutés augmentant encore l'automatisation de la plate-forme. Différentes solutions pour la mise en place de capteur de débit sont encore à l'étude. Un travail important a été fait sur la modélisation du système (voir cette partie en Analyse et synthèse des sons).

## ÉQUIPE ESPACES ACOUSTIQUES ET COGNITIFS

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques		Collaborations artistiques	
Chercheurs et ingénieurs statutaires	4	Revue à comité de lecture	6	Nationaux et régionaux SOR2, BiLi, Defisens, Ctristess-cybertherapie, AudioSelf	5	ARI-ÖAW (AUT) Ben Gurion University (ISR) CNSMDP (FR) CNES (FR) France-Télévision (FR) IEM – Graz (AUT)	Olga Neuwirth		
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	3	Conférences avec comité de sélection	9	Internationaux HC2, VERVE, Amadeus FR16/2013	3	ISVR, University of Southampton (UK) Joanneum Research (AUT) LIMSI (FR) ORANGE (FR)			
Doctorants	4	Ouvrages et chapitres		Contrats industriels	3	REVE – INRIA (FR) RWTH Aachen (D) Trinity College Dublin (IRL)			
Stagiaires	4	Thèses de doctorat et HDR				STARLAB (ESP) UNIVERSON (FR) Zürich Univ. Hosp. (CH)			

Responsable : Olivier Warusfel

L'activité de recherche de l'équipe s'organise autour de la notion d'espace dans sa manifestation sonore réelle ou virtuelle et ses liens avec la cognition. Les recherches sur les technologies de restitution sonore se concentrent sur l'analyse-synthèse de champs sonores et les technologies binaurales qui restent une référence pour les études expérimentales liées à la perception spatiale sonore. Parallèlement, l'équipe consacre un volet d'études à l'interaction audition-proprioception pour un développement raisonné de nouvelles médiations sonores basées sur l'interaction corps/audition/espace. Ces activités sont relayées par des développements autour de la librairie temps réel Spat-.

Une étape déterminante a été franchie en 2013 dans le domaine de l'analyse-synthèse de champ sonore. Le cadre formel basé principalement sur une décomposition modale (harmoniques sphériques) des réponses impulsionnelles spatialisées permet d'aborder dans un cadre unifié les problématiques d'analyse et d'extraction d'information (e.g. directions d'arrivée de réflexions), de transformations géométriques du champ sonore (rotation, translation), de filtrage spatial (convolution dans le domaine modal) et de synthèse ou transcoding vers différents dispositifs de restitution. Ces travaux menés dans le cadre du projet ANR SOR2 se sont concrétisés par un ensemble de modules de spatialisation intégrés à la librairie Spat-, notamment un prototype de moteur de spatialisation hybride temps réel combinant une partie convolutive pour la partie précoce de l'effet de salle et la substitution automatique et sans hiatus de la queue de réverbération par un réseau de retards rebouclés respectant le relief spectral de décroissance.

L'année 2013 a également vu le démarrage du projet collaboratif BiLi (programme FUI) qui vise le déploiement à large échelle de solutions de diffusion spatialisées binau-

rales sur casque et impliquant notamment des diffuseurs comme France-Télévision et Radio-France. Au cours de cette première année, les principaux efforts ont été consacrés à l'étude des fonctions de transfert de la tête (HRTFs) en champ proche, à l'élaboration d'une base de HRTFs à haute résolution spatiale et à la définition d'un format d'échange des HRTFs en voie d'adoption par les instances de normalisation internationales telles que l'AES (Audio Engineering Society) ou MPEG (Movie Picture Experts Group).

Pour le volet cognitif, les études consacrées au lien entre émotion et intégration visuoauditive ont été poursuivies dans le cadre du projet européen VERVE qui s'intéresse au traitement des phobies (e.g. phobie des chiens ou de la foule) en ayant recours aux technologies de réalité virtuelle. Il s'agit d'évaluer comment le ressenti émotionnel peut être affecté par le caractère sensoriel de la présentation d'un objet, par exemple selon qu'il est présenté dans une seule modalité, visuelle ou auditive, ou simultanément dans les deux modalités. Plus précisément, les études ont été consacrées cette année aux liens entre émotion et localisation (ou mouvement) d'événements ou d'objets sonores. Par ailleurs, une étude originale a été initiée en collaboration avec le CNES (Centre National d'Études Spatiales) sur la contribution des interactions auditives et vestibulaires pour la perception des sons. Cette étude se déroule lors de campagnes de vols en microgravité. Enfin, l'équipe a contribué de manière importante à l'action de coordination européenne HC2 (Human Computer Convergence) avec la rédaction d'un document proposant les lignes directrices pour la mise en place d'un enseignement pertinent pour ce domaine de recherche, la direction d'un ouvrage dressant un paysage de la discipline et l'organisation à l'Ircam d'une école d'été.

### ■ Analyse/Synthèse de champ sonore

L'objectif principal en 2013 pour ce volet de recherche était le développement d'un cadre formel d'analyse/synthèse de champ sonore exploitant des réponses impulsionnelles spatialisées (SRIR pour *Spatial Room Impulse Response*) mesurées avec un microphone à haute résolution spatiale. Les principaux enjeux étaient : a) d'assurer une reconstruction exacte du champ sonore à partir de cette SRIR et ce pour différents dispositifs d'écoute, et b) de fournir un ensemble de méthodes de filtrage de cette réponse impulsionnelle de sorte à la moduler selon diverses dimensions acoustiques ou perceptives. L'application visée concerne le développement de réverbérateurs à convolution capables d'exploiter ces SRIR. Les réverbérateurs à convolution actuels se limitent au traitement de réponses faiblement multicanales (stéréo ou B-format de premier ordre à 4 canaux) ce qui ne permet pas de reproduire fidèlement la complexité du champ sonore. Par ailleurs, leurs possibilités de réglage concernent principalement l'enveloppe temporelle de la réponse, sans aborder les dimensions spatiales de la réponse hormis la direction d'arrivée du son direct.

La démarche scientifique générale repose au préalable sur la mesure de réponses impulsionnelles massivement multicanales, c'est-à-dire réalisée avec des réseaux sphériques de microphones comportant plusieurs dizaines de cellules typiquement réparties sur une sphère rigide ou ouverte de quelques centimètres de diamètre. L'analyse/synthèse du champ sonore ainsi caractérisé repose ensuite sur le choix d'un formalisme de représentation dont les bénéfices attendus sont d'offrir : a) une représentation faisant autant que possible abstraction des considérations matérielles de la mesure ou de la reproduction (nombre et répartition des transducteurs) et b) un cadre efficace pour la description et l'implémentation d'opérations de filtrage.

Plusieurs représentations sont proposées dans la littérature telles que les représentations intégrales pour lesquelles le champ sonore résulte d'une distribution continue

de sources élémentaires entourant le domaine d'observation (e.g. potentiel de simple couche) ou d'ondes planes incidentes depuis toutes les directions (décomposition en ondes planes). D'autres représentations reposent sur une décomposition en série et décrivent le champ sonore comme superposition linéaire d'ondes sphériques (3D) ou cylindriques (2D) en faisant appel aux fonctions de Bessel et aux harmoniques sphériques. Différentes approches pour l'analyse/synthèse et le filtrage spatial de SRIR sont décrits ci-dessous.

#### Filtrage spatial par formation de voies

Cette première approche, basée sur une décomposition en ondes planes du champ sonore, réalise un fenêtrage spatio-temporel de la SRIR. La décomposition en ondes planes offre une représentation intuitive de la distribution spatio-temporelle du champ de pression. La SRIR est tout d'abord segmentée en trames temporelles. Dans un second temps, une formation de voies basée sur une décomposition en ondes planes permet de partitionner l'espace tridimensionnel de manière régulière. Cette représentation spatio-temporelle permet ensuite d'appliquer un gain ou une atténuation dans une certaine portion de l'espace et pour une plage temporelle déterminée.

En pratique, la résolution angulaire de la formation de voies issue de la décomposition en ondes planes est naturellement limitée par les caractéristiques du microphone sphérique utilisé pour la mesure de la SRIR. À titre d'exemple, pour un microphone EigenMike®, l'angle solide total peut être couvert par 25 voies directionnelles. La figure 1, à gauche, illustre pour le plan horizontal la représentation spatio-temporelle de la section précoce (de 20 à 40 ms) d'une SRIR captée par un EigenMike®. La décomposition en ondes planes est calculée par trames temporelles de 1.5 ms. Différents groupes de réflexions parvenant selon les angles d'incidence  $60^\circ$  et  $-90^\circ$  peuvent être observés respectivement dans les plages temporelles [25; 35]ms et [30; 35]ms. Au centre de la figure 1 est représentée l'analyse du champ sonore synthétisé par reproduction des 25

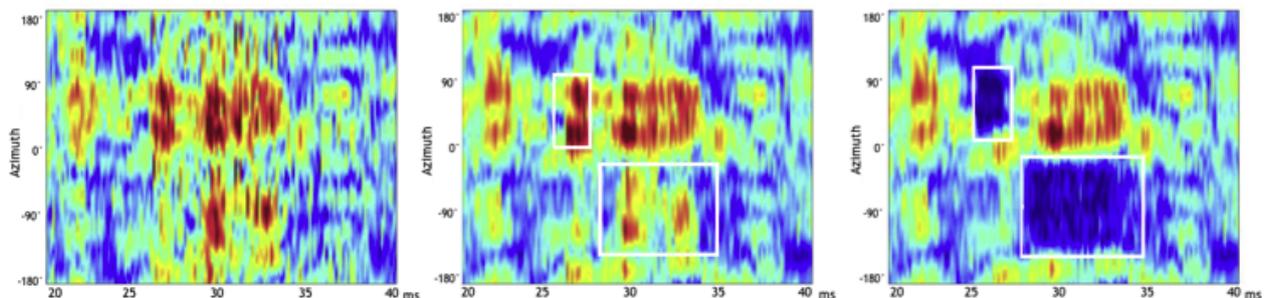


Figure 1 : Analyse-synthèse spatio-temporelle d'une SRIR mesurée par un microphone EigenMike® et basée sur une décomposition en ondes planes et une formation de voies. [À gauche] : analyse spatio-temporelle des réflexions précoces [20;40] ms de la SRIR dans le plan horizontal. [Centre] : analyse du champ reproduit dans le plan horizontal par synthèse de ces voies directives sur un dispositif de reproduction HOA à l'ordre 4. [À droite] : analyse de cette même section temporelle après avoir appliqué une atténuation dans deux fenêtres spatio-temporelles symboliquement délimitées par les cadres blancs.

voies directives sur un dispositif théorique de restitution ambisonique d'ordre supérieur (HOA) d'ordre 4. Chaque voie directive est reproduite comme une onde plane d'incidence conforme à sa direction de pointage. Au moment de la synthèse, on peut appliquer un gain ou un filtrage spectral pour un sous-ensemble des voies directives et pour différentes plages temporelles. La figure 1 illustre l'effet de ce filtrage spatial appliqué dans deux fenêtres spatio-temporelles distinctes. Ce travail est décrit dans [Carpentier13a].

#### Filtrage spatial par convolution dans le domaine des Harmoniques Sphériques

L'approche par décomposition en ondes planes et formation de voies présentée ci-dessus est séduisante car elle étend naturellement le découpage temps-fréquence des réponses impulsionnelles par une discrétisation angulaire de l'espace. Bien que cette approche soit adaptée à des opérations de filtrage spatial simple comme un gain ou un filtrage spectral de certaines réflexions, elle est limitée par son principe assimilable à un découpage multicanal (un canal audio par voie directive). En particulier, l'information spatiale contenue au sein d'une zone couverte par une voie directive est perdue puisqu'elle est véhiculée par un signal monophonique. Cette approche peut devenir critique lorsque l'opération de filtrage visée consiste par exemple à appliquer une rotation à une portion de l'espace. Pour préserver la structure spatiale interne, il faudrait dès lors procéder à un suréchantillonnage de cette portion de l'espace ce qui n'est pas toujours possible compte tenu des caractéristiques du micro sphérique ayant servi à la mesure de la SRIR.

Une approche alternative a été développée, pour laquelle le traitement spatial est réalisé dans le domaine de Fourier spatial (harmoniques sphériques). Par analogie avec la transformée de Fourier classique, l'opération de fenêtrage dans le domaine spatial se traduit dans le domaine des harmoniques sphériques par une opération de convolution. Mener les opérations de filtrage spatial dans le domaine

des harmoniques sphériques présente des propriétés intéressantes comme, par exemple, la réalisation de gabarit de filtres parfaitement complémentaires, c'est-à-dire pour lesquels les « bandes passantes » et « bandes de réjection » spatiales sont réciproques. Les opérations de rotation sont également représentables de manière efficace. La figure 2 illustre un exemple de filtrage consistant à appliquer une rotation sur une portion de l'espace et compare les mérites des approches par formation de voie et par convolution. Le champ sonore original est représenté en haut à gauche et le champ sonore cible est représenté en haut à droite. L'opération de filtrage désirée est symbolisée par les cercles de couleur rouge. Comme précédemment, la SRIR analysée provient d'une mesure par EigenMike® autorisant une décomposition en harmoniques sphériques à l'ordre 4. Pour l'approche par formation de voies, la voie directive pointant dans la direction de la zone à traiter subit une rotation. Pour l'approche par convolution on synthétise un filtre spatial dont la bande passante est de  $30^\circ$  et la bande de transition de  $20^\circ$ . La région ainsi filtrée subit une rotation et est superposée au champ sonore original préalablement filtré par le filtre complémentaire. Le résultat de la convolution est tronqué à l'ordre 4 avant de procéder à une transformée de Fourier spatiale inverse. On observe que cette méthode permet d'obtenir un résultat plus proche du champ cible comparativement à la méthode par formation de voies.

#### Validation perceptive

Comme indiqué précédemment, l'application de ces travaux vise à développer à terme un réverbérateur hybride combinant un étage de convolution exploitant ces réponses impulsionnelles spatialisées, après un éventuel filtrage spatial pour en moduler la structure et un étage récuratif basé classiquement sur un réseau de retards rebouclés pour synthétiser la décroissance tardive de la salle. Pour la partie convolutive, se pose la question de la résolution spatiale nécessaire à une reconstruction perceptivement non différentiable de la situation réelle. Pour ce qui concerne la synthèse du son direct, on sait qu'une reproduction HOA d'ordre 4 est nécessaire de sorte à respecter la résolu-

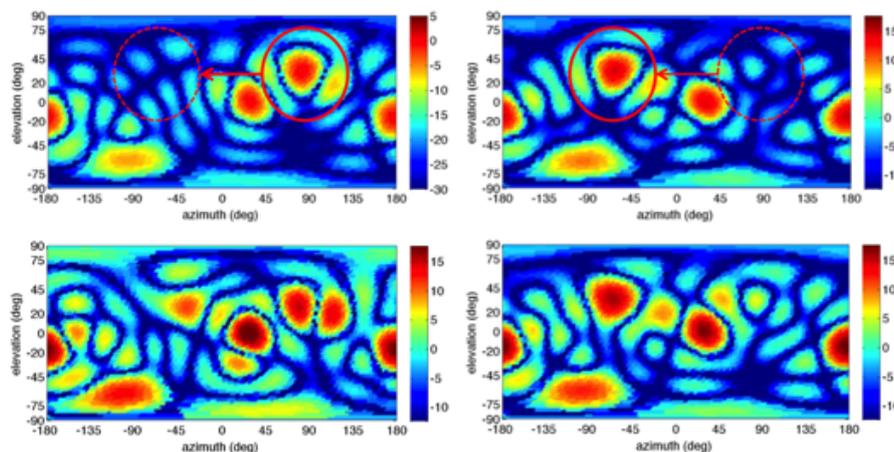


Figure 2: Rotation d'une portion du champ sonore par formation de voies ou par convolution dans le domaine des harmoniques sphériques.

En haut à gauche: champ sonore original pour une fenêtre temporelle donnée.

En haut à droite: champ sonore cible pour lequel une portion de l'espace a subi une rotation.

En bas à gauche: champ sonore obtenu par formation de voies.

En bas à droite: champ sonore obtenu par filtrage dans le domaine Fourier spatial.

tion spatiale humaine. On peut néanmoins supposer que les parties plus tardives d'une SRIR ne nécessitent pas une résolution spatiale aussi fine. Une étude perceptive a été consacrée à l'identification de l'ordre HOA ou du nombre de voies directives nécessaire pour la reproduction d'une SRIR. Dans un premier temps, l'étude s'est concentrée sur la restitution du champ diffus, pour laquelle il apparaît qu'une reproduction HOA d'ordre 2 est suffisante, du moins indiscernable d'une reproduction à l'ordre 3 ou 4. En revanche, la reproduction par formation de voies semble délicate à mener, car elle introduit des artefacts de timbre [Panizzoli13a]. À l'occasion de cette étude, un travail de débruitage des SRIR a été également développé [Keller13a].

#### Représentations temps-fréquence-espace sur la sphère

L'étude numérique de champs sonores sur la surface d'une sphère représente un enjeu de recherche important. Pourtant l'analyse de l'état de l'art ne recense que peu d'études abordant ce problème dans le cadre de champs échantillonnés avec un nombre limité de points. En effet, les techniques existantes, dans les domaines de l'astronomie, la géophysique ou la physique nucléaire, s'appuient sur de très grands nombres de points d'échantillonnage comparativement aux ordres de grandeur disponibles en acoustique. Nombre de questions demeurent ouvertes : détermination de points échantillonnage garantissant de bonnes propriétés pour l'interpolation et l'intégration numérique, choix des paramètres de régularisation, etc.

Dans un premier temps, nous nous sommes donc intéressés aux méthodes de résolution par moindres carrés ou par optimisation convexe, et aux problèmes d'inversion de matrices creuses. Dans un second temps, nous avons abordé l'étude des ondelettes et trames adaptées à la représentation de champs sonores. Nos recherches se sont basées sur des exemples de problèmes concrets tels que : a) la détection de réflexions précoces au sein de réponses impulsionnelles spatiales de salles ; b) l'absence de points d'échantillonnage près du pôle inférieur («vide austral») dans les mesures de fonctions de transfert d'oreilles (HRTFs) ; c) l'optimisation de l'échantillonnage spatial (distribution des transducteurs) pour les microphones sphériques. Les algorithmes d'inversion «sparsity promoting» semblent prometteurs pour la résolution de notre premier problème et nous avons notamment étudié les performances des méthodes d'optimisation convexe. Le problème du «vide austral», quant à lui, requiert une nouvelle représentation des données sur la sphère. Pour le moment, nous nous sommes concentrés sur l'utilisation des fonctions de Slepian pour le fenêtrage spatial ou en tant que base creuse pour la représentation et l'analyse de champs sonores. Ces fonctions sont à bande limitée, peuvent être construites à partir des harmoniques sphériques et présentent la propriété de pouvoir être concentrées de manière sectorielle sur la sphère, notamment dans l'hémisphère supérieur

où sont concentrées la majorité des données des HRTFs [Kreuzer13a]. Enfin, l'optimisation de l'échantillonnage sur la sphère a fait l'objet d'une étude permettant de résoudre les problèmes de conditionnement numérique observés dans le cas de sphères de microphones ouvertes pour les fréquences correspondant aux zéros des fonctions de Bessel. La méthode proposée [Chardon14a] permet d'améliorer considérablement la stabilité du système en ajoutant un faible nombre de points de contrôle (transducteurs supplémentaires) et offre des performances très supérieures aux méthodes proposées dans la littérature (e.g. double sphère).

Ce travail a fait l'objet d'une résidence de recherche de Wolfgang Kreuzer, chercheur à l'Académie des Sciences de Vienne, dans le cadre du programme de chercheurs invités de la Ville de Paris (Research in Paris) [Kreuzer13a]. Cette résidence a permis d'initier un programme de collaboration à court et moyen termes pour chacun des thèmes de recherche mentionnés ci-dessus. En particulier, un projet ANR franco-autrichien a été déposé en novembre 2013 ayant pour objet le traitement de champs sonores tridimensionnels par trames d'ondes adaptatives.

#### ■ Technologies binaurales

À l'occasion du projet collaboratif BiLi (Binaural Listening), coordonné par France-Télévision et visant le déploiement de solutions grand public pour l'accès aux contenus sonores spatialisés via une écoute binaurale, nous avons relancé un travail de recherche sur les techniques binaurales. Les principaux enjeux de notre implication dans le projet concernent l'étude de méthodes d'individualisation des fonctions de transfert d'oreille (HRTFs) à partir d'une captation acoustique en environnement non contrôlé (conditions non anéchoïques, présence de bruit, etc.), la définition d'un format standard pour l'échange des HRTFs, la participation aux études concernant la qualité d'expérience ressentie en écoute binaurale, cette qualité ne se limitant pas aux seuls critères de performances de localisation, mais abordant des dimensions spatiales ou spectrales de plus haut niveau.

#### Caractérisation des HRTFs en champ proche

Les dispositifs de réalité virtuelle et les capteurs gestuels désormais intégrés dans les périphériques mobiles (e.g. smartphones, jeux) invitent l'utilisateur à interagir avec des objets ou événements virtuels pouvant se situer dans l'espace proximal du sujet ce qui nécessite une restitution fiable des indices de localisation en champ proche de l'auditeur. Les HRTFs étant généralement mesurées en champ lointain (typiquement 2 mètres), il est nécessaire de recourir à des modèles de compensation de la distance. Pour l'heure, les solutions proposées sont basées, soit sur des considérations géométriques [Romblom 2008], soit sur une simulation des effets de diffraction sur un modèle de

tête sphérique [Duda 98] qui ne peut par conséquent traduire les différences individuelles. Nous avons poursuivi nos travaux expérimentaux sur une approche holographique dans laquelle la mesure d'HRTFs en champ proche est extrapolée en champ lointain à partir de l'expression radiale de la solution de l'équation d'onde faisant appel aux fonctions de Hankel [Bahu2013a].

#### Base de données de HRTFs à haute résolution spatiale

Dans le cadre du projet BiLi, l'Ircam était en charge de l'acquisition d'une nouvelle base de données HRTFs regroupant en priorité les principaux collaborateurs impliqués dans le projet et visant également à se constituer une base de sujets de référence pouvant par la suite participer à différents tests d'évaluation de solutions d'individualisation des HRTFs. La base est constituée de 54 sujets (42 hommes et 12 femmes). Les réponses impulsionnelles ont été mesurées en condition de canal auditif fermé, avec la technique des sinus glissants et une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz. L'échantillonnage spatial suit une grille dite gaussienne qui présente de bonnes propriétés pour son traitement ultérieur dans le domaine des harmoniques sphériques, en particulier vis-à-vis du nombre de points requis en fonction de critères d'aliasing spatial et de préservation des propriétés d'orthonormalité des harmoniques sphériques dans le domaine spatial discret [Bahu2013]. La grille est constituée de 1680 directions réparties entre  $-51^\circ$  et  $+86^\circ$  avec des pas angulaires d'environ  $6^\circ$ . Au cours de la mesure, un système de tracking était également utilisé de sorte à relever systématiquement la position et l'orientation effective de la tête.

#### Format d'échange des HRTFs

Le projet BiLi ambitionne de promouvoir l'accès à la diffusion en mode binaural individualisé. À terme, il est par conséquent envisagé qu'un utilisateur puisse télécharger ses HRTFs acquises par la mesure ou par toute autre méthode d'individualisation (modélisation physique à partir d'un modèle 3D de la tête, mesures acoustiques simplifiées, sélection guidée dans une base de données, etc.). Cette perspective nécessite la définition d'un format d'échange des données HRTFs reconnu par les instances de normalisation internationales. Cette ambition rejoignait les préoccupations de la communauté des chercheurs s'intéressant aux technologies binaurales et qui désiraient pouvoir échanger facilement les données existantes dans différentes bases accessibles publiquement (e.g. CIPIC, Listen, ARI, Marl-NYU). Cette communauté avait lancé récemment une initiative (projet SOFA Spatially Oriented Format for Acoustics) pour la définition d'un format de sauvegarde et d'échange pour les données spatiales relatives au domaine acoustique. Le format envisagé s'applique non seulement aux HRTFs mais également à d'autres données directionnelles issues de mesures par microphones sphériques (e.g. réponses impulsionnelles spatialisées) ou des

fonctions de directivités de sources acoustiques ou électroacoustiques. Sur la base de ce travail, le format de standardisation AES-X212 pour les HRTFs est en voie d'adoption par le comité de standardisation de l'Audio Engineering Society [Majdak et al 2013]. Le format SOFA repose sur une sérialisation des données sous forme d'un flux binaire. Il exploite les bibliothèques génériques netCDF-4 et HDF5 développées pour la création, la transmission et la compression de données et couramment utilisées pour l'échange de données géographiques, océanographiques ou climatologiques.

### ■ Interaction Audition, corps, espace

#### Intégration multisensorielle et émotion

Depuis quelques années, de nouveaux types de thérapie par exposition ayant recours aux technologies de réalité virtuelle se développent pour le traitement des phobies [Suied 13a]. La réalité virtuelle offre un contrôle très riche des stimuli multisensoriels présentés, ce qui permet de mieux contrôler la progression émotionnelle des situations auxquelles le patient est exposé. Il est cependant nécessaire d'approfondir les connaissances sur les liens entre les caractéristiques de présentation des stimuli et leur effet émotionnel. Ces études s'appuient sur le développement et la mise en œuvre d'environnements technologiques permettant de manipuler différentes dimensions visuelles et sonores et faisant appel en particulier à un rendu sonore spatialisé.

L'année passée, une étude a été consacrée aux relations entre l'émotion et l'intégration des informations visuelles et auditives chez le sujet sain. Lors de cette étude, nous avons exposé deux groupes de participants (sensibles ou non à la phobie des chiens) à des environnements virtuels contenant des chiens virtuels présentés :

- auditivement uniquement ;
- visuellement uniquement ;
- à la fois visuellement et auditivement.

Les résultats indiquent que la présentation visuoauditive du stimulus potentiellement phobogène augmente le ressenti de peur, et ceci pour les deux groupes de participants [Taffou13a]. Si ce résultat est très encourageant du point de vue de l'amélioration des environnements virtuels pour la thérapie, il demande à être précisé. En effet, les résultats laissent penser qu'il y a une interaction entre l'effet émotionnel d'un stimulus et la position de ce stimulus dans l'espace autour du sujet. Or, l'espace n'est pas représenté de manière unitaire au niveau cérébral. Le fait que le stimulus potentiellement phobogène se trouve dans l'espace proche (i.e. péripersonnel) ou lointain (extrapersonnel) du sujet pourrait avoir un impact important sur nos résultats.

*Influence de l'émotion sur la taille de l'espace péripersonnel*  
 Cette année, nous avons donc préparé et mené une série d'études visant à évaluer la distance critique à partir de laquelle un stimulus phobogène génère de la peur et la façon dont cette distance critique interagit avec la présentation sensorielle du stimulus phobogène (auditive, visuelle, visuoauditive). Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés à la façon dont la sensibilité à un stimulus phobogène pouvait influencer, ou non, la taille de l'espace péri-personnel. L'espace péripersonnel (en opposition à l'espace extrapersonnel) est la zone que nous maintenons activement autour de notre corps, dans laquelle une stimulation indésirable génère de l'inconfort. Deux groupes de participants (sensibles et non sensibles à la phobie de chiens) ont exécuté une tâche de détection tactile pendant qu'ils entendaient des stimuli sonores de chien ou de mouton approcher vers eux (cf. figure 3). Afin de manipuler la localisation virtuelle des sources sonores, les stimuli auditifs ont été traités par la technique de rendu binaural en utilisant des HRTFs non individuelles. Puisque le traitement d'un stimulus tactile est accéléré lorsqu'un stimulus auditif est présent dans l'espace péripersonnel [Canzoneri et al. 2012], nous avons mesuré les temps de réaction au stimulus tactile lorsque les stimuli sonores étaient localisés à différentes distances du participant afin de déterminer la taille de l'espace péripersonnel. Alors que les deux groupes de sujets ont un espace péripersonnel de taille similaire face au stimulus de mouton, seul le groupe d'individus sensibles à la phobie voit son espace péripersonnel agrandi face au stimulus de chien [Taffou, en préparation].

*Influence de la localisation du stimulus phobogène sur l'émotion*

Dans un deuxième temps, nous avons mis en place une expérience en réalité virtuelle qui a pour but de déterminer l'impact de la distance entre le stimulus potentiellement phobogène et le sujet sur les réactions émotionnelles, de sorte à pouvoir le contrôler et le dissocier de l'effet de la présentation sensorielle. Afin de généraliser les résultats des études précédentes à d'autres phobies, nous avons sélectionné, cette fois, la foule comme objet phobogène. La foule, tout comme le chien, présente des caractéristiques émotionnelles à la fois au niveau visuel et auditif.

Une étude préliminaire est actuellement menée afin d'identifier ce qui caractérise une sensation de foule en réalité virtuelle. Lors de cette étude, le participant est immergé dans un environnement virtuel contenant des personnages virtuels (humanoïdes). Des groupes d'humanoïdes de densité ou taille croissante lui sont successivement présentés (e.g. figure 4). Le but est de déterminer, pour chaque modalité sensorielle (auditive, visuelle et visuoauditive) la densité nécessaire pour qu'un groupe soit considéré comme une foule dans notre environnement virtuel. Pour cela, le participant est invité à évaluer subjectivement la taille du groupe d'humanoïdes ainsi que son niveau d'inconfort.

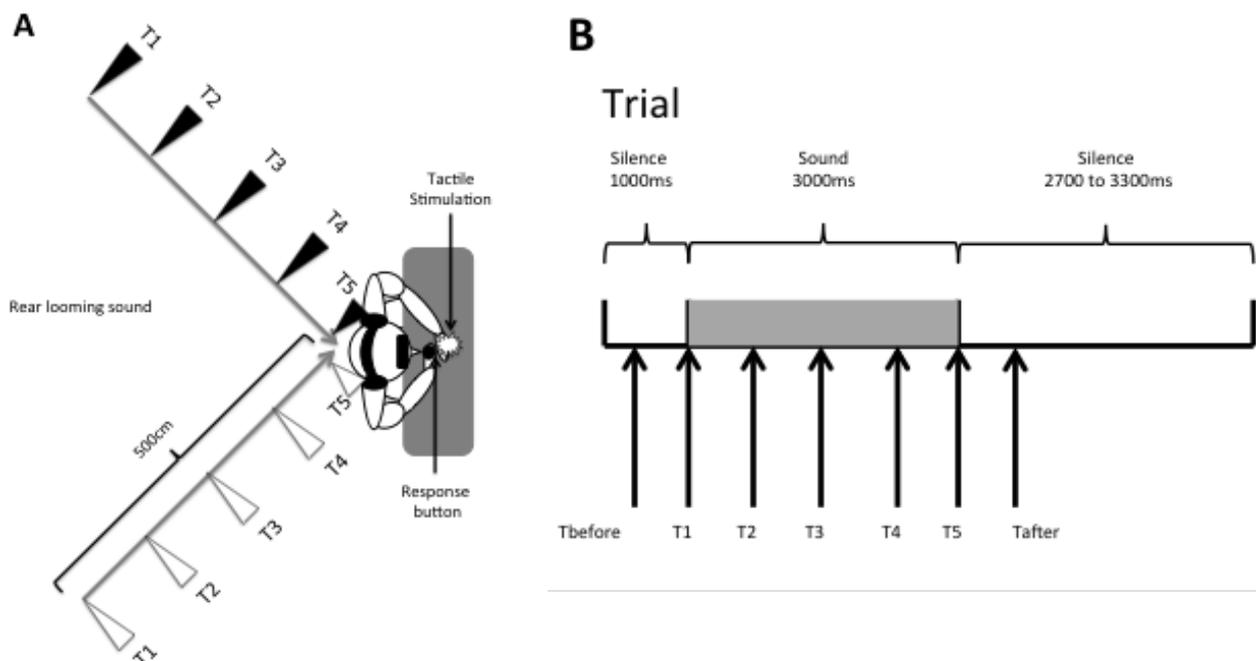


Figure 3: Test audiotactile. [Volet A]. Protocole expérimental. Les participants doivent détecter un stimulus tactile au niveau de leur main pendant que des stimuli auditifs de chien et de mouton (non pertinents pour la tâche de détection) s'approchent d'eux depuis l'hémi-champ postérieur. Les stimuli tactiles sont délivrés à différents temps [de T1 à T5] de la séquence auditive. De cette manière, les stimulations tactiles sont traitées alors que les sons sont perçus à différentes distances du participant. [Volet B]. Organisation temporelle d'un essai.



Figure 4 : [À gauche] Dispositif de RV dans le studio 4 de l'Ircam. La stéréo visuelle est projetée sur un grand écran. La mise à jour des informations visuelles et auditives est réalisée grâce à un système de suivi de position. Le sujet porte des lunettes 3D et un casque audio. [À droite] Exemple de scène présentant une foule d'humanoïdes.

### Développements technologiques

L'étude préliminaire aura lieu à l'Ircam, dans le studio 4. La composante visuelle de l'environnement virtuel a été développée par le Trinity College Dublin, partenaire du projet Verve, et sera présentée aux participants par stéréoscopie passive sur un grand écran. La composante auditive de l'environnement virtuel, diffusée au casque en mode binaural, a été développée au sein de l'équipe sous la forme d'une application Max (cf. figure 5). La description de la foule d'humanoïdes (position, orientation et sexe de chacun) est fournie par l'application visuelle et transmise à Max sous protocole OSC. Les différents signaux locuteurs sont issus d'enregistrements effectués en chambre anéchoïque et sont gérés par un conteneur MuBu. Une application JavaScript s'occupe du routage des sources sonores en sorte d'optimiser la charge de calcul. Les sources les plus proches bénéficient d'un traitement de spatialisation individualisé. En fonction des ressources de calcul disponibles, au-delà d'un certain nombre de sources individuelles (typiquement 16), les sources supplémentaires sont agrégées sous forme de prémix affectés à huit sources globales placées selon des directions moyennes. Le routage est réalisé dynamiquement en fonction du déplacement du sujet dans la scène, chaque source pouvant s'agréger à un groupe existant ou en ressortir en fonction de sa distance relative au sujet. Ces transitions s'effectuent avec un lissage de sorte à éviter les artefacts. Le rafraîchissement visuel et auditif de la scène, effectué toutes les 50 ms, est asservi à la navigation du participant et aux données issues du système de suivi de position et d'orientation du participant devant l'écran. Les sources spatialisées de manière individuelle ou agrégée sont encodées en HOA 2D (ordre 3) et mixées avec des sons d'ambiance enregistrés en format B (ordre 1). La scène complète est ensuite décodée en mode binaural sur casque. En 2014, ce travail fera l'objet d'une généralisation donnant lieu à l'intégration de la librairie Spat~ dans les environnements de réalité virtuelle OpenSceneGraph et/ou Ogre.

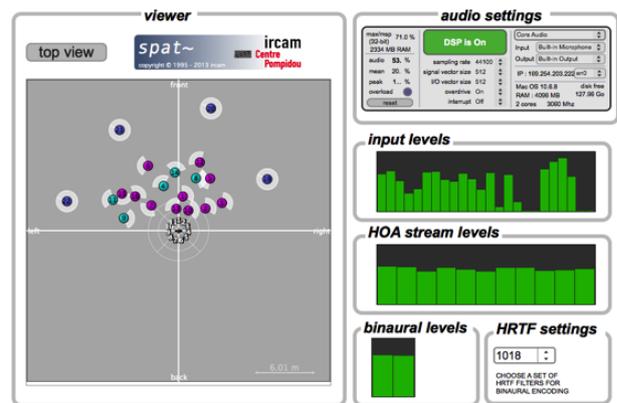


Figure 5 : Visualisation des sources sonores composant la foule. Les sources de couleur rose ou cyan, représentant respectivement les humanoïdes femmes ou hommes, bénéficiant d'un traitement spatial complet et individualisé. Au-delà d'une certaine distance par rapport à l'auditeur, les sources supplémentaires sont agrégées sous forme d'une source globale (bleu foncé) de sorte à limiter la puissance de calcul.

### AudioSelf

Notre perception du monde environnant repose sur le sentiment que notre « self » est localisé là où est notre corps. La conscience de soi est elle-même liée à cette unité entre le self et la position du corps dans l'espace, et dépend de la sensation d'appartenance du corps. Nous étudions cette sensation en nous intéressant à la contribution des interactions auditives et vestibulaires pour la perception du corps propre. En situation d'apesanteur, les indices vestibulaires sont naturellement perturbés ce qui peut altérer cette sensation d'unité entre le self et son propre corps, en d'autres termes : modifier la perception de son corps comme référence spatiale. Cette expérience fait l'objet d'une collaboration avec le CNES (Centre National d'Études Spatiales) promoteur du projet et se déroule dans le cadre des campagnes de vols paraboliques effectuées sur un avion A300 affrété par Novespace, filiale du CNES.

Pendant les phases de microgravité (30 par vol), le participant se prêtant au test se visualise et l'on teste si sa perception est reliée à la position de son corps tel qu'il le voit ou à la position de son corps tel qu'il est effectivement

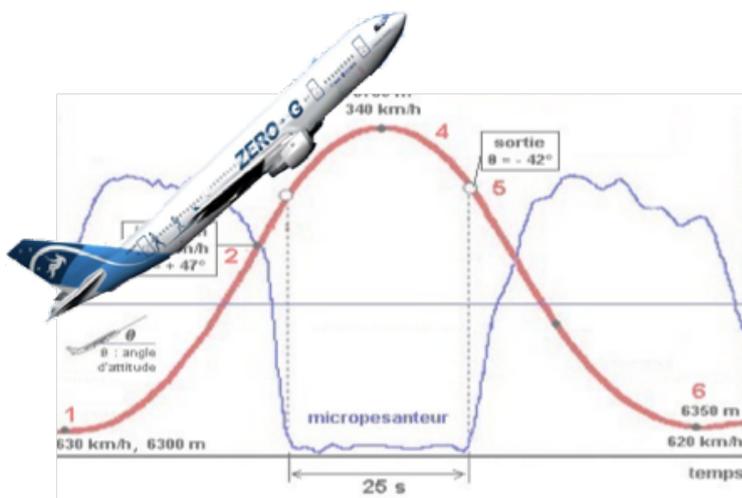


Figure 6 : Mise au point du protocole expérimental en situation de microgravité. [À gauche] : évolution de la gravité (courbe bleue) pendant la trajectoire de l'avion (en rouge). La phase de microgravité ( $g = 0 \pm 5\%$ ) dure environ 25 secondes et est entourée de deux phases en 2g. [À droite] : test des stimuli auditifs et du boîtier réponse. Les sangles permettent au sujet de flotter sans toutefois le laisser trop dériver dans l'habitacle.

situé. Pour ce faire, le participant est équipé d'un visio-casque relié à une caméra vidéo pointée sur lui-même, de sorte qu'il voit son propre corps dans le visio-casque. Il porte également un casque audio dans lequel sont diffusés en mode binaural des stimuli sonores provenant de différentes directions. À l'aide du pavé numérique, le participant doit indiquer la localisation perçue de ces sources sonores. Une première campagne de tests a eu lieu en octobre 2013. Deux autres campagnes auront lieu en mars et octobre 2014.

#### Projet HC2

Le projet HC2 a pour objectif de réunir la communauté de recherche concernée par la confluence homme-machine. Les nouvelles TIC brouillent les frontières entre le réel et le virtuel, puisque les interfaces sont de plus en plus naturelles et transparentes jusqu'à interagir directement avec le système nerveux central de l'homme. Le déploiement sociétal des TIC modifie les relations que nous entretenons non seulement avec les machines, mais également les relations que nous avons au monde et entre humains. Le projet européen HC2 a une activité de coordination pour la promotion et la construction d'une identité du champ multidisciplinaire impliqué dans ce défi et proposant la définition de recherches futures et de programmes éducatifs.

L'activité en 2013 s'est centrée autour de trois actions majeures :

- La rédaction d'un document sur les conditions requises pour un enseignement adéquat de la discipline « confluence homme-machine ». Ce document public de 105 pages est en libre accès sur le site du projet HC2 (<http://hcsquared.eu/>). Il explore les besoins et les objectifs à atteindre pour permettre l'éducation de futurs chercheurs dans le domaine



de la confluence homme-machine, en proposant un aperçu des programmes universitaires pertinents au domaine, un aperçu des modes de financement, et une analyse quantitative et qualitative de plusieurs enquêtes menées auprès d'experts de la communauté. Enfin, le document propose des lignes directrices pour la mise en forme d'un cursus de master européen en confluence homme-machine.

- La rédaction d'un livre, à paraître courant 2014, intitulé « Human Computer Confluence: Advancing our Understanding of the Emerging Symbiotic Relation between Humans and Computing Devices » et s'adressant aux chercheurs et étudiants du domaine des interfaces homme-machine, des sciences cognitives, des sciences computationnelles.
- L'organisation et l'accueil à l'Ircam d'une école d'été, du 17 au 19 juillet, autour de conférences et ateliers. Les ateliers ont été animés par différentes équipes de l'Ircam (Acoustique instrumentale, Interactions musicales temps réel) et par des partenaires extérieurs du domaine des STICs avec lesquels nous entretenons des collaborations régulières (Orbe, Photonic).

## ÉQUIPE PERCEPTION ET DESIGN SONORES

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques		Collaborations artistiques	
Chercheurs et ingénieurs statutaires	3,5	Revue à comité de lecture	10	Nationaux et régionaux Projets PAFI, IMAREV, CAGIMA	3	S. Meunier/LMA (CNRS) E. Parizet /LVA (INSA) P. Guyot/IRIT J. Tardieu / PETRA (univ. Toulouse)	A. Sigman A. Cera		
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	2	Conférences avec comité de sélection	15	Internationaux		M. Kuuskankare (CRRMA) R. Cahen (ENSCI) D. Rocchesso (IUAV) M. Lagrange (IRCCyN)			
Doctorants	4	Ouvrages et chapitres		Contrats industriels	1	V. Roussarie (PSA) C. Canonne (univ. de Bourgogne) G. Saint-Pierre (Ifsttar)			
Stagiaires	4	Thèses de doctorat et HDR	1						

Responsable : P. Susini ; responsable adjoint : N. Misdariis

Les thématiques principales de recherche menées par l'équipe comprennent des recherches sur la perception et la cognition des sons environnementaux, et des recherches et des applications dans le domaine du design sonore. Le projet FET-Open Skat-VG obtenu va permettre de renforcer l'articulation entre ces deux axes à partir de 2014. Par ailleurs, l'intégration de Mondher Ayari (univ. de Strasbourg), et, plus récemment, de Jean-Julien Aucouturier (CNRS) va amener à étendre les thématiques de l'équipe sur l'analyse des processus de créativité musicale et sur la perception des émotions musicales avec, dans les deux cas, une part importante consacrée à la modélisation des processus mis en jeu. L'année 2014 s'amorce donc avec un changement significatif des thématiques de l'équipe par une ouverture sur la cognition musicale autrefois abordée par l'équipe Perception et cognition musicale dirigée par Stephen McAdams. Cette redéfinition des axes de l'équipe nécessitera d'affiner les interactions entre les chercheurs impliqués. D'autre part, la venue d'Alexander Sigman dans le cadre du projet Résidence en recherche musicale a permis d'élaborer un nouveau mode travail sur une thématique de l'équipe concernant le design de signalétiques sonores. Enfin, l'équipe poursuit son implication dans le Master design sonore (ESBAM) et crée ainsi une nouvelle synergie entre création et science dans le domaine du son.

### ■ Perception et cognition des sons environnementaux

#### Sonie des sons non stationnaires : processus perceptifs et cognitifs impliqués

Les travaux menés cette année dans le cadre de la thèse d'Emmanuel Ponsot (projet ANR LoudNat, directeur de thèse P. Susini) ont permis de valider la robustesse de l'asymétrie en sonie de sons purs (1000 Hz) avec des profils crescendo/décrescendo sur une durée de 2 s à partir d'un ensemble d'expériences psychophysiques employant différentes méthodes de mesure et contextes de présentation [Ponsot13b]. La taille de cette asymétrie mesurée est de l'ordre de 3 – 4 dB pour des rampes de dynamique 15 dB, ce qui n'est actuellement pas prédit par les modèles de sonie existants.

L'étude de « psychophysique moléculaire » menée en 2012 mesurant les poids perceptifs temporels en sonie pour des sons crescendo/décrescendo n'a pas permis d'expliquer cette asymétrie à partir des patterns de pondération observés, mais a révélé une contribution perceptive exclusive de la partie la plus intense de ces signaux dans les évaluations de sonie [Ponsot13a].

Les différents travaux menés lors du stage M1 d'Anne-Laure Verneil ont par la suite permis de montrer (i) que les évaluations de la sonie des sons crescendo et decrescendo semblent impliquer un phénomène d'intégration temporelle, car leur sonie augmente de façon logarithmique avec la durée jusqu'à 6-8 s et (ii) qu'un phénomène de mémoire (oubli du maximum) semble intervenir dans le cas du jugement des decrescendo (diminution de la sonie de 8 à 16 s) [Ponsot13c].

Par ailleurs, l'asymétrie en sonie est toujours observée pour des sons de 1 à 16 s. Un ensemble d'expériences psychophysiques est prévu pour ce début d'année 2014, d'une part à l'Ircam pour distinguer les contributions de processus sensoriels/perceptifs/cognitifs impliqués dans cet effet et d'autre part au LMA afin d'étendre les mesures réalisées à d'autres fréquences/spectres. Un modèle de sonie pour les sons naturels variant linéairement en décibels

sera ainsi proposé pour le milieu de l'année 2014. Une présentation de ces nouveaux travaux est prévue en avril 2014 (CFA, Poitiers) et en juillet (JJCAAS, Lyon) puis envisagée en octobre 2014 (congrès ASA et/ou Fechner Day, USA).

#### Caractérisation sémantique de scènes sonores environnementales

Dans le cadre du projet Houle (M. Lagrange – STMS/IRCCyN), une étude a été menée sur la perception des environnements sonores. Une nouvelle approche expérimentale a été proposée, en se basant sur un paradigme de synthèse séquentielle par corpus, ayant pour but de caractériser des paysages sonores urbains types, à partir de données sémantiques et numériques. Un environnement audionumérique (SceneSynth) et une interface dédiée à l'exploration de banques de sons (SSF – SpeedSoundFinding) ont été utilisés. Une expérience pilote a été réalisée en ligne pour tester la viabilité de l'approche. Ces travaux se poursuivent dans le cadre d'une thèse (G. Lafay/IRCCyN) [Lafay13a].

#### Catégories perceptives des sons environnementaux : les sons de liquide

Dans la continuité des travaux de l'équipe, notamment dans le projet Closed, nous avons travaillé avec Patrice Guyot, doctorant IRIT en visite du 28 janvier au 8 mars 2013, dans le cadre de sa thèse sur la perception des interactions liquides. Le but de cette étude a été de dégager des catégories perceptives pertinentes et de les confronter à un système de classification automatique. Ce travail fait l'objet d'un chapitre de thèse et sera valorisé sous la forme d'un article. La thèse de P. Guyot sera soutenue fin mars 2014.

### ■ Perception et cognition des sons musicaux

#### Influence des ambiances musicales sur la cognition et les émotions

Deux études publiées par l'équipe cette année portent sur une caractérisation neuroscientifique de l'influence d'une ambiance sonore musicale (comparée au silence) sur des tâches non liées à la musique : d'une part, sur les performances de mémorisation de listes de mots, mesurées par spectroscopie proche-infrarouge fonctionnelle (functional near-infrared imaging – fNIRS) sur le cortex préfrontal [Ferreri13a, Ferreri13b]; d'autre part, sur l'empathie entre patient et thérapeute lors d'un traitement ostéopathique, mesurée par électro-encéphalographie (EEG) sur le cortex prémoteur [Mercadié13a]. Dans les deux cas, la présence d'une ambiance musicale n'a pas nécessairement d'effet sur les performances de tâches en comparaison avec le silence, mais crée une empreinte neurale suggérant un effet de facilitation/moindre mobilisation des ressources cognitives engagées par la tâche.

#### Extension des études sur les émotions à la communication verbale

Deux études ont porté sur la caractérisation informatique des propriétés acoustiques de signaux verbaux qui expliquent leur influence émotionnelle : d'une part, dans le cas de la communication d'attitudes sociales (politesse, ironie, etc.) en japonais [Fourer13a]; d'autre part, dans la communication prélinguistique (cris, pleurs) chez l'enfant de 0 à 12 mois [Nonaka13a].

#### Modélisation computationnelle des traitements corticaux auditifs

Une série de travaux a démarré pour combler le « gap » existant entre les techniques de traitement du signal utilisées par la communauté Music Information Retrieval (MIR) et la réalité neuroscientifique du cortex auditif. Un diagnostic des problèmes existants a été dressé en collaboration avec des spécialistes de cognition musicale [Aucouturier13a], et une première approche utilisant le modèle computationnel STRF (Spectro-temporal receptive fields) vise à fournir un remplacement neuro-inspiré de la technique de MFCC (Mel-Frequency Cepstral Coefficients) qui prévaut actuellement en MIR (stage Atiam d'Edgar Hemery, manuscrit en préparation). Ces développements pourront bénéficier à la fois à la recherche en neurosciences et à la recommandation par le contenu de signaux sonores [Lüthy13a].

#### Modèles mentaux partagés chez les musiciens improvisateurs

Une collaboration a été commencée avec le musicologue Clément Canonne (université de Bourgogne) sur l'étude des mécanismes cognitifs permettant à des musiciens d'improviser ensemble sans partition. Une première étude utilisant les techniques de catégorisation libre développées dans l'équipe pour l'étude des classes de sons environnementaux, appliquées cette fois à de courts extraits d'improvisation, a révélé que les musiciens qui ont l'habitude d'improviser ensemble ont tendance à produire les mêmes catégorisations de sons musicaux, c'est-à-dire qu'ils pensent la musique de la même façon [Canonne13a].

#### Analyse et modélisation des processus de création et de réception de la musique

Ce projet est mené au sein des équipes PDS et RepMus par Mondher Ayari de l'université de Strasbourg dans le cadre du projet ANR CréMusCult en collaboration avec Olivier Lartillot. Pour la description du projet, il faut se reporter au rapport d'activité de l'équipe RepMus. Des interactions au niveau expérimental avec l'équipe PDS sont prévues pour l'année 2014.

Étude perceptuelle du contrôle actif des instruments à vent  
En collaboration avec l'équipe Acoustique instrumentale, l'équipe a contribué à une étude préliminaire sur les aspects perceptifs du contrôle actif (A. Mamou-Mani, T. Meurisse). Ces travaux sont dans la continuité de ceux menés par Nicolas Misdariis sur les instruments de musique allant de la synthèse à la perception en passant par la diffusion. Ici, l'objectif de l'étude est d'examiner les relations qui peuvent exister entre les paramètres physiques du contrôle actif d'un instrument et la perception qu'en ont les instrumentistes. Une méthodologie expérimentale, intégrant développement logiciel pour le contrôle actif et test perceptif en situation de jeu (jugement de dissemblance + verbalisation libre), a été mise au point. Les premiers résultats permettent de dégager trois critères pour différentes situations de contrôle : facilité de jeu, ouverture et richesse harmonique [Jossic13a].

### ■ Design sonore et interaction

#### Apprentissage sensorimoteur dans les systèmes interactifs sonores

La question de l'apprentissage sensorimoteur est traitée dans le cadre de la thèse d'Éric Boyer (projet ANR Legos, encadrement S. Hanneton et F. Bevilacqua, directeur de thèse P. Susini). D'un état de l'art exhaustif des théories et méthodes des nombreux domaines scientifiques liés à ce projet, initié en 2012, un document bibliographique synthétique a été rédigé durant l'année, en collaboration avec les différentes équipes impliquées (Perception et design sonores, Interactions musicales temps réel, collaboration Paris Descartes). En continuité des workshops entamés et poursuivis cette année, de nombreux prototypes d'interaction geste/son ont été réalisés dans le cadre du projet Legos, intégrant notamment de nouvelles interfaces disponibles dans le commerce comme le Leap Motion, ou abordant les questions de la rééducation [Bevilacqua13c]. En outre, les questions de l'apprentissage et de la pédagogie avec systèmes interactifs sonores dans les activités physiques ont été abordées, tout d'abord d'un point de vue technique [Boyer13c, Boyer13d]. Ces activités sur le tennis de table seront poursuivies. D'un point de vue théorique, des travaux importants sur la boucle audio motrice ont été publiés [Boyer13a, Boyer13e], ainsi qu'une étude sur le concept de « tâche sonore » [Boyer13b] qui sera étendu prochainement.

#### Un outil de communication au service du design sonore

La difficulté de communiquer autour des sons avec des interlocuteurs ne possédant pas d'expertise sonore avait été mise en évidence au cours des années précédentes par une étude de Daniel Hug (ZHdK) à laquelle l'équipe PDS avait participé. La thèse de Maxime Carron s'inscrit dans un projet de collaboration avec la SNCF (contrat CIFRE, encadrants F. Dubois et N. Misdariis, directeur de thèse P. Susini) sur le design d'une identité sonore de marque.

Les enjeux de cette recherche sont de comprendre de quelle manière on peut traduire une intention désirée en termes sonores compréhensible par les différents participants (experts et non-experts) à une démarche de design sonore (englobant aussi bien la création sonore que le design acoustique). Une série d'entretiens avec différents professionnels du son (designers sonores, compositeurs, industriels) ainsi qu'un travail de synthèse bibliographique dans les domaines du marketing et de la communication, de la sémantique sonore, des outils de design et de la musicologie ont conduit à la proposition d'une méthodologie pour le design d'une identité sonore supportée par un outil de transcription prenant la forme d'un jeu de « cartes sonores ». Le but de ces cartes est d'illustrer par des exemples sonores simples un glossaire relatif à la description des sons, afin de pouvoir faire des associations entre les intentions du client et les qualités du son à designer lors de la phase conceptuelle du processus. La structure de cet outil didactique ainsi que la démarche scientifique de sa construction ont été définies, et une partie de son élaboration fera l'objet d'un stage début 2014 pour un étudiant du Master design sonore de l'ESBAM.

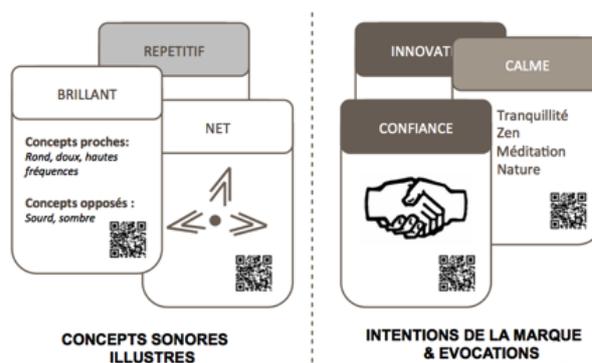


Figure : Croquis conceptuels pour un jeu de cartes sonores

#### Application d'une méthodologie de workshop en design sonore interactif

Suite aux workshops organisés dans le cadre du projet Legos [Houix13a, Houix13c] qui avaient pour objectif de proposer un cadre méthodologique créatif pour le design sonore interactif, l'équipe a coorganisé un workshop (Embodied Interaction and Sound: Workshops on Body and Object Sonic Interaction) avec des étudiants dans le cadre de l'université d'été de HC2 (Ircam, Paris) en collaboration avec le Department of Computing de Goldsmiths University of London, et avec l'équipe Interactions musicales temps réel. Ce workshop, qui s'est déroulé sur 3 jours, a permis d'aller de l'analyse des objets du quotidien vers la création de nouveaux scénarios d'usage en proposant des prototypes interactifs intégrant un design sonore.

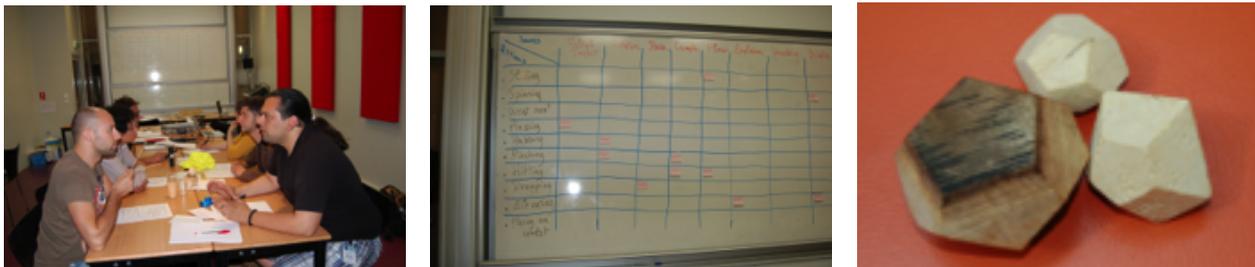


Figure : Séances de travail du workshop HC2

Par ailleurs, fondé sur une analyse issue des workshops, un prototype d'objet interactif est en cours d'élaboration. Il permettra d'interagir suivant des interactions de base (frotter, glisser, tourner...) et sera augmenté de capteurs. Cet objet sera utilisé dans un cadre expérimental courant 2014.



Figure : Prototype d'un dispositif expérimental

Extension du domaine de l'alarme sonore

Alarm/will/sound est un projet de Résidence en recherche musicale qui vise le design de prototypes de systèmes d'alerte automobile innovantes, informé par des perspectives artistiques, scientifiques, et industrielles. Dans la 1<sup>ère</sup> phase du projet (janv.-fév. 2013), le travail s'est intéressé au concept et à la définition de la fonctionnalité des prototypes, à la classification et l'élaboration arborescente de catalogues sonores pour les alarmes ainsi qu'à la modélisation de systèmes d'interaction. Entre mars et août 2013, la collaboration s'est prolongée par le travail sur le contenu des catalogues sonores et par la mise en œuvre d'un test d'écoute en ligne portant sur l'identification et la typicalité des sources de sons tirés du catalogue de « sons mécaniques/industriels ». Les résultats de cette expérience per-

mettent d'aborder la seconde étape du projet : modélisation des différences perceptives entre éléments du catalogue, synthèse et caractérisation de nouveaux sons sur la base de profils d'alertes sonores typiques, puis création de plusieurs stimuli à explorer dans le cadre de prochaines expériences. [Sigman13a, 13b].

Sonification des rythmes urbains et composition de musique graphique

Cette recherche explore la composition des rythmes urbains générés par le plan graphique d'urbanisme grâce à l'utilisation de la sonification. Le développement d'un outil de sonification d'images (l'outil SUM) permet la traduction d'informations graphiques dans le domaine sonore. On peut alors écouter des plans d'urbanisme existants (par l'importation des images rasters) et composer de nouveaux plans (par la génération des objets vectoriels). Ce mode de représentation audiovisuelle permet la compréhension des relations spatio-temporelles. La double fonction de sonification-composition permettrait aux concepteurs et planificateurs urbains d'analyser et de composer l'espace dans le temps, et aux compositeurs de composer la musique dans l'espace graphique. Ainsi, la flexibilité de l'outil SUM peut également être utile pour la représentation audiovisuelle de systèmes complexes en général. [Adhitya13a]. Ce travail a fait l'objet de la soutenance de thèse de Sara Adhitya à Venise.

**■ Design sonore et applications industrielles**

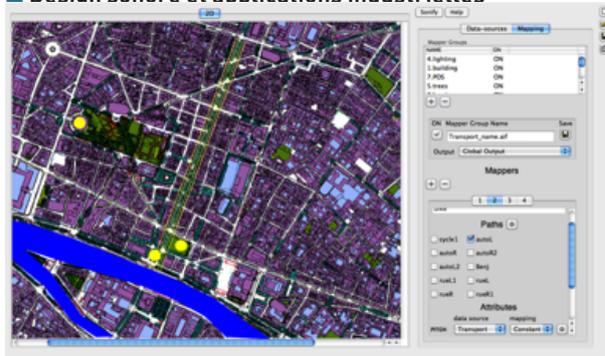


Figure : Outil SUM — sonification des rythmes urbains appliqués à la ville de Paris

### Sonification d'un menu hiérarchique

Dans le cadre de la suite donnée au projet Findability (Renault, S. Langlois) en collaboration avec l'équipe OCTOGONE de la plate-forme PETRA de l'université Toulouse II – Le Mirail (J. Tardieu, P. Gaillard), la thématique générale de la sonification d'un menu hiérarchique a été appréhendée au moyen d'une technique de mesure oculométrique. Dans cette étude complémentaire effectuée en laboratoire, il a été demandé à une cinquantaine de participants d'effectuer prioritairement une tâche de conduite tout en naviguant dans une maquette d'ordinateur embarqué, avec ou sans sonification. Les mouvements du regard ont été enregistrés au moyen d'un « eye-tracker ». Les résultats montrent que la sonification améliore considérablement le temps passé à effectuer la tâche principale (conduite). En revanche, ce gain ne s'accompagne pas d'une augmentation de performance des tâches principale (conduite) et secondaire (navigation). Cela étant, cette étude démontre le bénéfice de la sonification en faveur du mouvement du regard. [Article en cours de soumission à Applied Ergonomics].

### Design sonore d'IHMs sonores de type «Accueil»

Dans le cadre d'un contrat d'étude et de réalisation avec le constructeur automobile Renault (J. Gibert, B. Le Nindre), des interfaces homme-machine (IHM) sonores ont été réalisées, en collaboration avec le compositeur Andrea Cera. Il s'agissait de concevoir des sons de type « accueil » pour l'habitacle automobile. À partir d'un « brief » de démarrage, 5 types de sons ont été définis et caractérisés en termes d'image de marque et de marketing. Cette typologie correspond à des gammes différentes de véhicules relatives à des notions de type : neutre, typé, éco ou confort (le cinquième type correspondant à un concept-car et étant traité à part). Le constructeur ayant reporté la définition précise de 2 des 5 catégories de la typologie, le travail se prolongera au cours de l'année 2014 (contrat Renault IHM -1450).

### Outil de navigation et recherche dans une bibliothèque sonore industrielle

Dans le cadre d'une collaboration industrielle avec PSA Peugeot-Citroën, un projet de recherche et de développement a été mené pour étudier et réaliser une interface dédiée à la classification, la recherche et l'utilisation de sons pour le design sonore à partir d'une base de données sonores. En effet, afin de rendre les démarches liées à la création sonore (recherche, utilisation, modification de sons) moins fastidieuses, il est important d'organiser la base de sons avec laquelle le designer travaille ; le moteur de recherche peut également être associé à des fonctionnalités opérationnelles (aperçu, édition, etc.). Dans cette optique, l'étude s'est appuyée sur la littérature existante pour concevoir des modules logiciels et des méthodes de classification. Un prototype a été développé dans l'environnement Max/MSP, et un test perceptif a été réalisé pour

valider les différents choix et définir, en termes de fonctionnalités et d'ergonomie, les perspectives d'évolution de l'outil [Jacquet13a].

## ■ Autres activités

### Montage de projets de recherche

- **Chaire UPMC – PSA : Mobilité et qualité de vie en milieu urbain**  
Dans le cadre d'une chaire de recherche montée par la Fondation UPMC – en partenariat avec PSA Peugeot-Citroën et Renault – sur la thématique générale de « mobilité et qualité de vie en milieu urbain », l'équipe a participé à la rédaction et la programmation du volet « Acoustique » (à côté des volets « Qualité de l'air » et « Santé »). Ce travail s'est effectué en collaboration avec l'équipe Modélisation, Propagation et Imagerie Acoustique (MPIA, R. Marchiano) de l'institut Jean-le-Rond d'Alembert de l'UPMC. Dans ce programme sur une durée de 5 ans avec un financement de 500 k€, il est principalement prévu le recrutement et le suivi de 3 thèses s'échelonnant sur la durée totale de la chaire.
- **Projet FET-Open : Skat-VG**  
Une nouvelle version du projet Skat-VG a été montée au cours de l'année 2013 en incluant de nouveaux partenaires (équipe IMTR et la société Genesis). Le projet a été retenu et sera réalisé sur la période 2014-2017 avec un financement pour l'Ircam de 789 k€. Le projet vise à permettre aux designers sonores d'utiliser leurs voix et mains afin d'esquisser les caractéristiques sonores d'un objet.
- **ERC Starting Grant : CREAM**  
Dans le cadre de son projet de recherche CNRS, Jean-Julien Aucouturier a obtenu une bourse européenne pour le projet CREAM sur les émotions musicales.
- **Projet ANR : INTUISON**  
Ce projet a été présenté en collaboration avec le LMA et Genesis, mais il n'a pas été retenu.

D'autres sources de financement de projets ont été tentées (Fondation Sécurité routière, Fondation MAIF), mais n'ont pas abouti.

## ÉQUIPE ANALYSE ET SYNTHÈSE DES SONS

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques	Collaborations artistiques
Chercheurs et ingénieurs statutaires	7	Revue à comité de lecture	6	Nationaux et régionaux Projets ANR CHANTER, CAGIMA, HAMECMOPSY, SOR2, PHYSIS, PEPS LARYNX, PHC Amadeus, OSEO Quaero, FSN Bee Music	9	Acapela Group, AK TU Berlin (Allemagne), ARI (Autriche), Arte, AudioGaming, Cyanide, Dualo, Cité des sciences et de l'industrie, École des Mines de Paris, ExeQuo, France Télécom R&D/Orange, Flying Eye (Allemagne), Fraunhofer HHI (Allemagne), Game Audio Factory, Genesis SA, GRAME, HHI Berlin (Allemagne), Idol, INESC, INRIA/Metiss, INIST, IRIT, Kantar Media, LIMSI, LMA Marseille, LTU, MAHA Productions, Musicover, National Taiwan University, NuHag (Univ. Of Vienna, Autriche), OFAI, ParisTech, QMUL, SCREAM National Cheng Kung Univ. (Taiwan), Sinequa, Sky Deutschland (Allemagne), Smartsound, Smartlog, Sony (Japon), UPF/MTG (Espagne), Univ. de Thessalonike (Grèce), Univ. d'Alberta (Canada), Univ. Huddersfield (Royaume-Uni), Univ. Paris-8, Univers Sons, Velti (Grèce), Viddiga, Vizion`R, Yacast.	Georges Bloch & Gérard Assayag (Duspelar-jushak/Sprüüllerju-chkchkerch), Francesco Fonassi (Stasi), Pablo Galaz (Théorème R), Maija Hynninen (Après tel février), Sebastian Rivas (Alliados),
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	10	Conférences avec comité de sélection	21 (Eq), 4 (Multi)	Internationaux MIREs, 3DTV.S.	2		
Doctorants	8	Ouvrages et chapitres	1	Contrats industriels	4		
Stagiaires	10	Thèses de doctorat et HDR	4				

Responsable : Axel Roebel

L'équipe Analyse et synthèse des sons étudie le signal audionumérique, soit pour en extraire toutes sortes de caractéristiques, soit pour le synthétiser selon les propriétés sonores et musicales souhaitées, soit pour le transformer en fonction de besoins compositionnels, sans oublier les applications pour d'autres domaines comme le cinéma, le multimédia, ou d'autres secteurs de l'industrie. Dans la description qui suit, ces recherches et développements sont classés suivant quatre axes principaux :

- représentation, analyse, transformation et synthèse de signaux audio ;
- analyse, synthèse et transformation de la voix ;
- description des contenus musicaux, utilisant différents niveaux de description, à partir du signal audio ;

- modélisation physique d'instruments de musique et de la voix : systèmes dynamiques, problèmes directs et inverses, avec notamment l'utilisation des liens entre la physique et le traitement du signal.

Deux résultats importants pour la structure de l'équipe sont à mettre en avant : d'une part le recrutement dans l'équipe de Nicolas Obin (maître de conférences UPMC), qui va particulièrement soutenir nos recherches sur les traitements de la parole ; d'autre part trois soutenances d'habilitation à diriger les recherches menées en 2013, qui vont considérablement augmenter les capacités de l'équipe à encadrer des thèses et ce dans toutes ses directions de recherche. Nous espérons ainsi pouvoir augmenter le nombre de thésards actifs dans l'équipe.

Concernant les résultats de recherche, les principaux aboutissements de l'année sont :

- la finalisation du projet Quaero, avec notamment le résultat d'une nouvelle approche sur l'estimation jointe des accords, de la tonalité et de la structure d'une pièce de musique ;
- la finalisation de la roadmap MIR dans le projet MIREs ;
- l'extension de notre approche de modélisation du timbre d'instruments à des instruments avec une excitation impulsive ;
- une intégration expérimentale des résultats de recherche sur la représentation avec résolution temps-fréquence adaptative dans le logiciel AudioSculpt ;
- l'intégration de 6 technologies d'indexation de contenu dans le moteur de recherche MSSE d'Orange, projet Quaero ;
- nos contributions à l'exposition Voix de la Cité des sciences et de l'industrie ;
- deux nouvelles approches prometteuses pour l'estimation des paramètres de la source glottique ;
- les premiers résultats très encourageants de l'application de la théorie des systèmes hamiltoniens à ports pour la simulation numérique et le contrôle du robot trompettiste, à passivité garantie ;
- le début de la collection de logiciels IrcamLAB avec la première version d'IrcamLAB TS ;
- l'extension des architectures supportées par nos bibliothèques de traitement du signal aux processeurs ARM et à l'iOS.

De nouveau, en 2013 comme en 2012, nous pouvons constater un fort intérêt suscité par les technologies de transformation et conversion de la voix qui ont été développées pendant plusieurs années et nous mettent, maintenant, en position favorable pour répondre aux demandes concernant le traitement de la voix pour les productions cinématographiques. Au total, nous avons été sollicités par 3 productions différentes.

Une thématique de recherche qui a encore monté en importance est l'analyse des paramètres de la source glottique de la parole. En 2013, nous avons investi deux algorithmes nouveaux qui, pour le moment, ont donné des résultats très encourageants. Les recherches dans cette direction seront donc poursuivies en 2014. Notamment et aussi en relation avec la synthèse du chant, un nouveau projet de recherche, ChaNTeR, commencé début 2014.

Une autre direction de recherche qui est particulièrement intéressante, est la transformation des textures sonores. En 2013, nous avons pu finaliser une nouvelle approche de synthèse par montage. Cet algorithme est particulièrement intéressant parce qu'il permet de contrôler la texture synthétisée en limitant les segments du son d'origine qui seront autorisés comme source. Cet algorithme sera

intégré dans l'environnement de synthèse par descripteurs développés par Diemo Schwarz de l'équipe IMTR, et pourra alors rapidement être mis à disposition des utilisateurs.

Nos travaux sur la détection d'événements audio par séparation, menés dans le projet 3DTVs, ont donné des résultats très satisfaisants et nous avons maintenant commencé à appliquer les algorithmes développés dans le cadre de la 3DTV aux signaux de la musique. Sur le long terme, ce travail promet une amélioration significative de nos algorithmes de transcription automatique.

Finalement, nous notons que les activités de recherche sur la modélisation dans le formalisme des « systèmes hamiltoniens à ports » (SHP), qui constituent un nouveau champ de recherches dans l'équipe, ont permis d'établir une méthode de génération automatique de code de simulation de circuits électroniques non linéaires simples en langage C++, directement encapsulables dans un « template » de la librairie JUCE.

#### ■ Représentation, analyse, transformation et synthèse de signaux audio

Les travaux dans cette section ont été marqués notamment par les différents projets EU, ANR, et Île-de-France, qui ont été menés dans l'équipe. L'utilisation des approches avec résolution temps-fréquence adaptative est étudiée dans le projet Amadeus. Le projet 3DTVs dans lequel l'équipe développe notamment de nouveaux algorithmes pour la détection des événements sonores nous a permis de développer des bases qui sont actuellement transférées dans le domaine musical en appliquant les algorithmes dans le cadre de la détection de la batterie. Le projet SOR2 qui a été finalisé à la fin novembre 2013 avec des résultats très satisfaisants concernant les possibilités de synthèse à partir d'une banque de sons, et le projet ANR Physis, dont l'évaluation mi-parcours a été effectuée en novembre et dans lequel deux nouveaux algorithmes pour la synthèse des textures ont été développés.

#### Représentation de signaux avec résolution de temps fréquence adaptative

*Projet PHC Amadeus 2013, en collaboration avec l'équipe EAC de l'Ircam et l'institut ARI de Vienne (Autriche)*

Ce projet poursuit le travail de thèse de Marco Liuni (soutenance en mars 2012), et se concentre sur l'analyse et la synthèse adaptative du son.

Les principaux résultats en 2013 sont :

- la publication d'un article dans la revue internationale IEEE TASLP (mai 2013) ;
- la caractérisation perceptive de l'erreur produite par la méthode de reconstruction adaptative développée, qui utilise les coefficients d'une analyse avec des tailles de fenêtre et de FFT qui s'adaptent automatiquement au cours du temps et en différentes bandes de fréquence ;

- dans le cadre du stage de Reuben Thomas, l'implémentation de l'algorithme d'adaptation automatique (en temps et non en fréquence) de l'analyse et la synthèse (AAAS) dans AudioSculpt.

#### Détection et localisation d'objets sonores en audio multicanal

Projet EU FP7 3DTVS, Marco Liuni, période: novembre 2011—janvier 2015

Dans le cadre du projet européen 3DTVs, une tâche est dédiée à la caractérisation locale des différentes composantes d'un flux audio multicanal. Les algorithmes développés, basés sur les décompositions en facteurs non négatifs de matrices ou tenseurs, exploitent l'information dans les différents canaux audio pour détecter, localiser et séparer des sources audio d'intérêt.

Les travaux en 2013 ont mené aux résultats suivants :

- la réalisation d'un framework complet pour l'apprentissage de profils spectraux cibles, la décomposition de scènes audio multicanal et la détection/localisation des sons cibles dans le flux audio (par exemple la bande-son d'un film) ;
- dans le cadre du stage de Jordi Pons, l'extension du framework réalisé à la transcription automatique non supervisée d'une partition MIDI de batterie à partir d'un enregistrement audio ;
- organisation de la session spéciale « Dictionary-based processing of single- and multi-channel audio », par Marco Liuni, Axel Roebel et Peter Balazs (ARI de Vienne) dans le programme de la conférence ICASSP 2014 (Florence, Italie).

#### Modèles d'instruments

Thèse H. Hahn, projet ANR SOR2, période: décembre 2010 – avril 2014

Une méthode de transformation sonore pour la synthèse expressive à partir de banque de sons d'instruments a été établie. La représentation sonore est basée sur un modèle source-filtre étendu, qui permet une représentation en forme fermée des enveloppes spectrales du bruit, et des composantes sinusoïdales des sons d'instruments. Cet algorithme permet la manipulation des enregistrements utilisant des paramètres facilement interprétables perceptivement et liés directement aux paramètres de base de la synthèse sonore (hauteur, intensité, durée). Il permet d'étendre donc les possibilités de contrôle des échantillonneurs classiques en y ajoutant une dimension de transformation expressive.

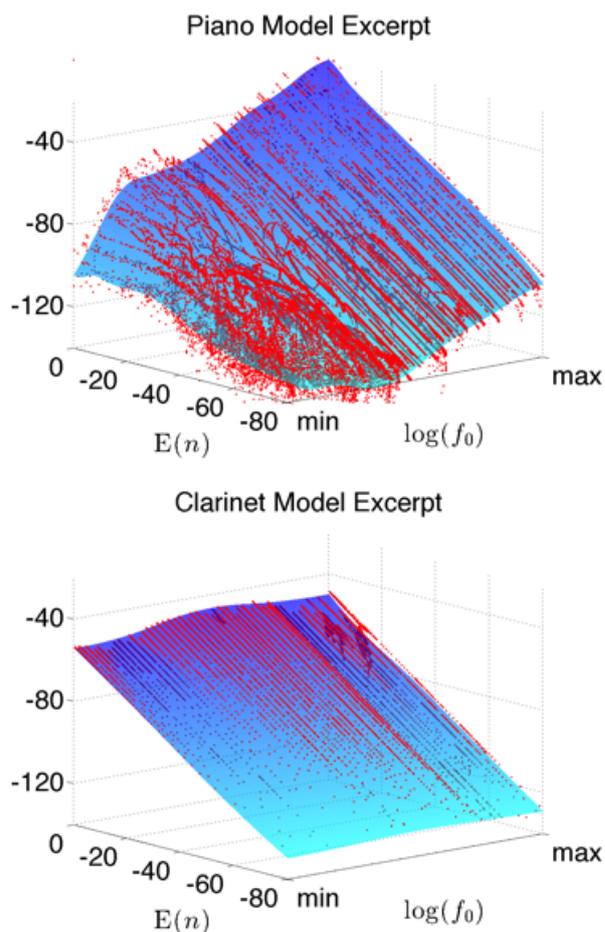
Les principales contributions en 2013 concernent :

- une amélioration du cadre de régularisation effectuée en 2012 qui permet maintenant un meilleur contrôle des pondérations des paramètres des termes de régularisation. Cette fonctionnalité améliore notamment la représentation des sons d'instruments avec une excitation impulsive comme, par exemple, le piano ;

- une étude sur les transitions a été effectuée. Il a été montré que les modèles développés restent valables au moins pour les transitions d'intensité lentes (crescendo et decrescendo). Les exemples de synthèse de sons avec crescendo ou decrescendo lent utilisant les capacités de contrôle du modèle de l'instrument restent perceptivement très proches des sons réels. Il faut noter, en revanche, que les transitions rapides entraînent des effets (non linéaires) qui introduisent des sinusoïdes non harmoniques ne pouvant pas être gérés par le modèle ;

- cette étude a, en outre, conduit à l'introduction de modèles d'instruments étalonnés en intensité sonore, même si la base originale, utilisée pour l'apprentissage du modèle, a été normalisée. Cela permet alors de synthétiser des sons avec un timbre et une intensité cohérente.

En 2014, les travaux seront poursuivis en développant notamment un logiciel distribuable pour l'apprentissage des modèles d'instrument sur des banques des sons.



Résultat du projet SOR2: Surface du modèle (en bleu) représentant l'amplitude des sinusoïdes fondamentales dans la partie relâchée de sons de piano (en-haut) et de clarinette (en-bas), les paramètres étant l'intensité et la hauteur.

#### Transformation et synthèse de textures sonores basées sur des statistiques de la représentation temps-fréquence

*Thèse Wei-Hsiang Liao, projet ANR Physis, période : septembre 2011 – novembre 2014*

L'objectif de cette thèse est de trouver un algorithme pour la synthèse et la transformation des textures sonores qui est basée sur des caractéristiques perceptives. Les travaux de McDermott (2011) ont montré que les humains distinguent les textures sonores en détectant le changement de statistiques dans des bandes de fréquence. Pour synthétiser et transformer les textures sonores, il est donc nécessaire de préserver les propriétés statistiques qui sont importantes pour la perception. Sur la base des premiers résultats obtenus en 2012, nous avons, cette année, finalisé un premier algorithme capable de reproduire des échantillons de différentes textures sonores sans limites de durée temporelle. Ceci avec une très haute qualité et un coût de calcul raisonnable. Les propriétés statistiques importantes pour la perception de la texture sont d'abord estimées, puis de nouveaux échantillons de la texture du son peuvent être générés en combinant les propriétés statistiques avec certains vecteurs initialisés de façon aléatoire. Les propriétés statistiques utilisées couvrent les moments standard, les fonctions d'autocorrélation et les fonctions de corrélation croisées. L'application efficace d'un grand nombre de propriétés statistiques est effectuée en utilisant les relations des propriétés statistiques dans le domaine spectral des sous-bandes du signal. La qualité des échantillons sonores générés est améliorée par rapport à l'état de l'art. Cette thèse est soutenue par le projet ANR Physis.

#### Une approche montage pour la synthèse de textures sonores

*Projet ANR Physis, Sean O'Leary et Axel Roebel, période : septembre 2012 – février 2014.*

Il s'agit d'une deuxième approche de synthèse de textures développée dans le cadre du projet Physis. L'objectif de cette méthode est de synthétiser une nouvelle texture d'un exemple donné permettant une sélection interactive des segments à utiliser afin de pouvoir contrôler les propriétés des textures. Un modèle général pour la synthèse de texture doit tenir compte à la fois de la structure de haut niveau (par exemple, la nature quasi périodique des vagues se brisant sur le rivage) et de la structure locale (structure de bas niveau, par exemple, la structure très localisée d'un « clic » dans un feu texture). L'approche par « montage » permet de synthétiser des segments étendus de la texture originale (environ 2 secondes) à partir d'atomes courts, également inclus dans l'échantillon de la texture originale.

Les atomes d'un segment sélectionné pour synthèse de la texture échantillonnée sont remplacés par des atomes semblables prélevés à différents endroits de la texture échantillonnée – il s'agit d'éviter les répétitions dans la texture synthétisée. Les transitions entre les segments sont

basées sur la similarité dans « l'histoire ». La recherche d'histoires similaires est effectuée sur la durée de la texture échantillonnée.

Comme les textures sont synthétisées atome par atome à partir d'une texture échantillonnée, l'approche par « montage » peut être utilisée en relation avec des techniques de synthèse de texture déjà développées à l'Ircam (synthèse concaténative par corpus). Le travail à venir comprend l'intégration ultérieure de contrôle de niveau de la synthèse par des descripteurs et des textures d'échantillons annotés manuellement.

#### Estimation de la fréquence fondamentale

Suite à l'observation de l'importance de la distinction a priori entre composantes de bruits et composantes sinusoïdales pour la performance de notre algorithme d'estimation polyphonique, l'impact de cette distinction a été étudié aussi pour notre algorithme d'estimation monophonique. Les évaluations ont clairement montré le bénéfice obtenu en tenant compte de la catégorisation entre sinusoïdes et bruits pour l'estimation de la fréquence fondamentale monophonique notamment pour les signaux fortement perturbés. Un nouveau paramètre permettant la pondération des composantes bruitées a été inclus dans le logiciel SuperVP et mis à disposition des utilisateurs depuis notre logiciel AudioSculpt.

#### ■ **Analyse, synthèse et transformation de la voix**

Nos recherches dans le domaine de la parole ont porté sur la source vocale (la glotte), qui est restée un sujet central de nos activités de recherche : la conversion de voix d'un locuteur vers un autre, la segmentation syllabique et le casting vocal automatique. Nous notons qu'à nouveau en 2013, notre savoir-faire sur la conversion des voix a été sollicité par plusieurs studios extérieurs. Les demandes ont concerné la conversion entre différentes personnes, le changement d'âge et d'acteur, ainsi que la transformation de la voix d'un acteur dans une autre langue. Cette demande forte nous conduira à continuer les recherches dans ce domaine. Autre élément marquant de l'année 2013 : notre participation à l'exposition « La voix, l'expo qui vous parle » de la Cité des sciences et de l'industrie, qui expose plusieurs résultats de recherche de l'équipe Analyse et synthèse des sons.

#### Conversion du locuteur

*Thèse CIFRE de Stefan Huber, collaboration Acapela, période : novembre 2010 – décembre 2014.*

La conversion d'identité de la voix vise à transformer les caractéristiques de la voix d'un locuteur source pour qu'elle soit perçue comme étant prononcée par un locuteur cible. Les deux principaux problèmes sont :

- une ressemblance insuffisante entre la voix transformée et la voix ciblée ;

- des artefacts qui apparaissent dans la voix transformée.

L'amélioration du paramètre de forme  $R_d$  d'un modèle glottique (Liljencrants-Fant) par l'exploitation des autres descripteurs covariants de la voix a été publiée dans un journal international.

Une approche de resynthèse paramétrique a été combinée avec le nouveau système non parallèle de la conversion de la voix pour construire une voix cible transformée par différents paramètres.

#### Création de voix historiques

*Contrat de service externe*

Dans le cadre d'un contrat de service externe, nous avons collaboré avec un studio de production pour générer des voix de personnes historiques. Ce contrat est une continuation de celui établi en 2012 et qui continuera encore en 2014, année de production finale du documentaire sur l'histoire de la France pour lequel plusieurs voix de personnalités historiques doivent être créées. Dans le cadre de ces travaux, nous avons amélioré une nouvelle approche de conversion de la voix et nous avons notamment étudié la combinaison de ce travail avec d'autres études pour la conversion de la prosodie.

#### Analyse de la voix chantée : estimation de la source glottique

*Collaboration : chercheur (doctorant) invité Yu-Rien Chien, période : septembre 2013 — février 2014.*

Ce travail a pour objectif d'améliorer l'estimation de la source et du filtre à partir de signaux de voix chantée. Cette estimation est difficile parce que le chant présente souvent des hauteurs qui sont plus élevées que pour la parole. L'effet des échantillons harmoniques de la réponse en fréquence du filtre du conduit vocal devient plus critique à mesure que la fréquence fondamentale monte. Au vu de ce fait, nous avons proposé une approche alternative de l'estimation du paramètre de l'impulsion glottique et avons évalué notre nouvelle méthode avec des expériences d'estimation du paramètre de forme de la source glottique sur les données CMU Arctic. Les expériences ont montré une amélioration très significative du coefficient moyen de corrélation entre les valeurs estimées et les valeurs dérivées de l'EGG pour le quotient ouvert. Une publication de cet algorithme est en cours de préparation.

#### Synthèse du chant

*Stage Atiam Luc Ardaillon, période : mars 2013 — août 2013.*

Dans le cadre du stage Master Atiam de Luc Ardaillon, nous avons établi un premier système de synthèse de chant basé sur la concaténation et la transformation d'éléments d'une banque de sons de chant. Les premières expériences vont poser les bases pour le projet ANR ChaNTeR débuté en janvier 2014 et dans lequel nous aurons la tâche de créer le moteur de synthèse du chant.

#### Alignement texte et parole

*Stages Guillaume Robal et Reuben Thomas ; période : été 2012*

L'algorithme d'alignement entre texte et parole qui a été développé il y a plusieurs années dans le cadre du projet Angel Studio est un des outils centraux pour tous les travaux de recherche. Dans le cadre du stage Master 1 de Guillaume Robal, nous avons réimplémenté l'algorithme de base en python et généralisé l'implémentation de sorte qu'elle puisse être exécutée dans un environnement 64 bits. Afin de pouvoir améliorer la performance de l'alignement, nous avons commencé à étudier l'intégration d'une phase de réapprentissage des modèles à partir de plusieurs phrases annotées, puis corrigées manuellement. De plus, nous avons travaillé sur l'utilisation de cet algorithme pour les enregistrements en anglais. Les travaux seront donc poursuivis dès que le financement adéquat sera trouvé.

#### Segmentation non supervisée de la parole

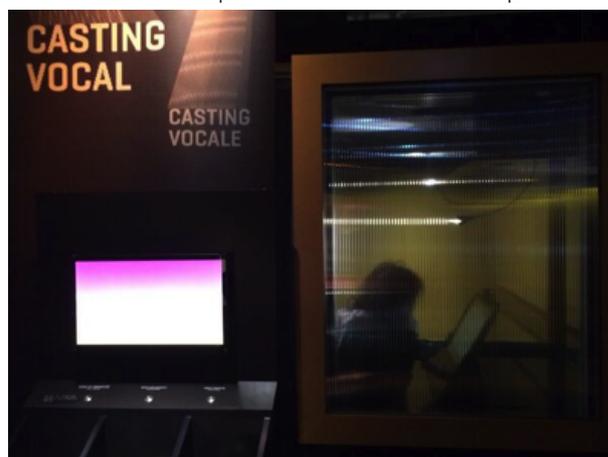
*Projet voice4Games, Nicolas Obin, stage Reuben Thomas : janvier 2013 – décembre 2013.*

Un algorithme de segmentation non supervisée de la parole a été élaboré pour segmenter un flux de parole en phrases et en syllabes. Les phrases et les syllabes constituent des éléments majeurs pour la représentation de la prosodie de la parole (accentuation, rythme, et phrasé). Une représentation temps-fréquence a été développée pour représenter le degré d'intensité et de voisement de la parole dans différentes régions fréquentielles. Cette représentation est utilisée pour sélectionner les candidats de frontière de syllabe dans chacune des régions de fréquences, et fusionner ces candidats pour la segmentation. L'algorithme est actuellement en cours de développement en une librairie C++ pour être utilisé en ligne de commande et intégré dans une version temps réel dans Max.

#### Casting vocal automatique

*Projet Voice4Games, Nicolas Obin, Collaboration ExeQuo/Cyanide : janvier 2013 – décembre 2013.*

Dans le cadre du projet Voice4Games, un système de casting vocal automatique a été élaboré pour permettre la sélection automatique des voix d'acteurs les plus simi-

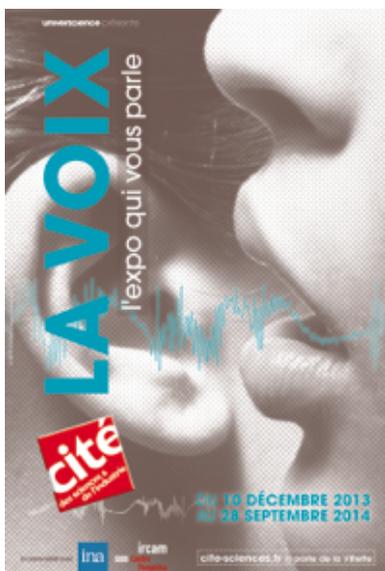


lares dans une langue cible (français) à une voix d'acteur dans une langue source (anglais). Le système de casting vocal original est basé sur la classification automatique et la mesure de similarité de voix selon des axes principaux de perception (âge/genre, qualité vocale, émotion, etc.). Les travaux de recherches se sont concentrés sur l'intégration des méthodes les plus récentes en identification de locuteur pour la représentation de la voix (espace de variabilité totale, compensation de la variabilité acoustique due aux conditions d'enregistrement).

Exposition « La Voix, l'expo qui vous parle »

Xavier Rodet, Nicolas Obin, Axel Roebel, Wei-Hsian Liao, Collaboration Cité des sciences et de l'industrie, Université

collaboration RIM: Greg Beller: janvier 2013 – décembre 2013.



Dans le cadre de l'exposition grand public « La Voix, l'expo qui vous parle » à la Cité des sciences et de l'industrie (décembre 2013 – septembre 2014) – et dont l'Ircam est partenaire –, l'Ircam a contribué à la réalisation de trois bornes interactives de l'exposition, dont deux directement reliées aux travaux de l'équipe Analyse et synthèse des sons :

- une borne de casting vocal « simplifiée » qui permet à un spectateur d'enregistrer sa voix et de la visualiser dans un espace de voix en 3 dimensions pour trouver les voix de célébrités dont il est plus proche ;
- une borne de transformation de la voix basée sur ircamTRAX qui permet à un spectateur de transformer sa voix ou la voix d'une célébrité en voix d'homme ou de femme, et de modifier l'âge de sa voix ;
- enfin, une dernière borne permet à un spectateur d'enregistrer sa voix et de synthétiser une voix de chœur chantée, ou une voix de foule.

■ **Description des contenus musicaux**

Les travaux relatifs à la description du contenu audio d'un morceau de musique sont effectués dans le cadre des projets Oseo Quaero, FP7 ICT MIReS et 3DTV, FSN BeeMusic ainsi que de la thèse de Ugo Marchand.

Geoffroy Peeters, Johan Pauwels, Florian Kaiser, Mathieu Ramona, Laurent Benaroya, Frédéric Cornu, Enrico Marchetto, Lise Régner, Ugo Marchand.

Collaborations scientifiques :

Télécom ParisTech, INRIA/Metiss, IRT, LIMSI, INIST, UPF/MTG, OFAI, INESC, QMUL, LTU, ...

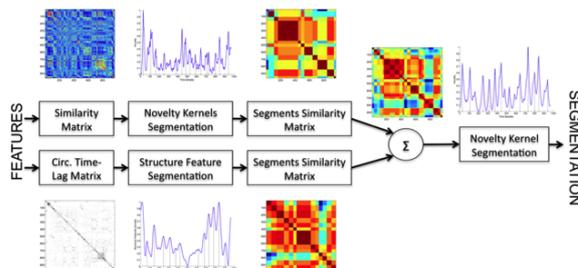
Collaboration/Contacts industriels :

Orange, Exalead, Kantar-Media, Musicoverly, Stupeflix, Niland, EMI

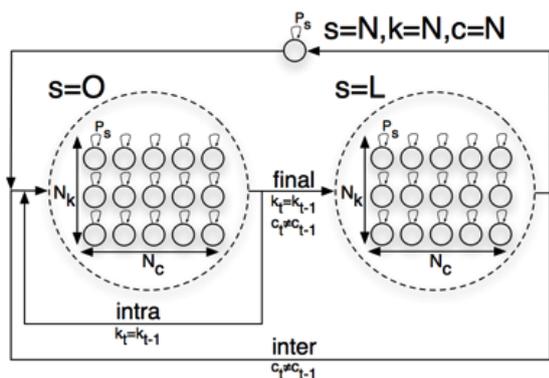
Estimation de la structure temporelle

F. Kaiser, G. Peeters, projet Quaero.

L'estimation de la structure temporelle d'un morceau se déroule généralement en deux phases : une segmentation temporelle suivie d'une étape de détection de segments similaires. En 2012, nous avons proposé une méthode multinoyaux afin d'améliorer la segmentation temporelle (prise en compte des transitions entre segments homogènes et non homogènes et vice-versa). Cette année, avec F. Kaiser, nous avons amélioré ces noyaux et proposé une méthode multiéchelle permettant de résoudre le problème de la taille inconnue des segments à détecter. En estimation de structure, deux hypothèses sur le contenu sont généralement utilisées : celle de segments homogènes et celle de séquences répétées. Nous avons proposé une nouvelle



méthode de fusion utilisant deux segmentations correspondant à ces deux hypothèses. La première segmentation est opérée par la méthode multinoyaux multiéchelles, la deuxième par la méthode des descripteurs «structurants». Ces deux segmentations sont ensuite combinées dans une matrice SSD (segment-distance-matrix). Celle-ci sert ensuite à la segmentation finale. Ces nouveaux algorithmes ont été publiés et évalués positivement lors de la campagne MIREX -2013 (première place pour la base RWC – Original Ground-Truth).



#### Estimation jointe accord, tonalité, structure

*J. Pauwels, projet Quaero*

L'estimation jointe accord, tonalité, structure vise à prendre en compte l'interdépendance de ces paramètres afin d'améliorer leurs estimations respectives. Dans le modèle développé par J. Pauwels, nous étudions les «perplexités» des bi-gram d'accords correspondant aux différentes positions possibles : au milieu d'un segment, à la fin d'un segment et entre deux segments. Nous montrons que cette perplexité est inférieure en fin de segment, en d'autres termes que les accords tendent à se simplifier en fin de segment (cnfr cadence ou turn-around). Un modèle de Markov caché est ensuite développé afin de prendre en compte ces perplexités spécifiques. Dans ce modèle, les états cachés sont les accords relatifs à une tonalité et à une des trois positions dans le segment. Des contraintes de transitions entre accords, tonalités et segment sont ensuite imposées (comme le fait qu'un changement de tonalité implique un changement d'accord) ou apprises sur un ensemble d'apprentissages (comme les transitions d'accords spécifiques à chaque position dans le segment). Le modèle est ensuite étendu pour y adjoindre des informations relatives au timbre. Celles-ci proviennent de la recherche de F. Kaiser sur la segmentation temporelle (voir partie précédente). Ces informations sont utilisées comme probabilités d'émission. En 2013, nous avons également reformalisé la tâche d'estimation d'accord ce qui a conduit à de nouvelles règles d'évaluation dans la campagne MIREX.

#### Estimation des paramètres relatifs au rythme

*G. Peeters, U. Marchand*

Il est admis que différentes personnes peuvent percevoir différents tempi pour un même morceau de musique. En 2012, nous avons étudié avec J. Flocon-Cholet l'estimation du tempo perceptif dans le cas où les auditeurs partagent une même perception du tempo. Lors du stage de U. Marchand, nous étudions la prédiction de l'accord/désaccord de perception du tempo entre les auditeurs. Cette prédiction est obtenue en modélisant les prédictions du tempo obtenues par quatre estimateurs indépendants reposant chacun sur un indice spécifique du contenu audio (la variation d'énergie, la variation de contenu harmonique, la variation de balance spectrale, le taux de répétition à court terme). Nous montrons que lorsque ces estimateurs prédisent un même tempo, la perception est généralement partagée et inversement.

Le travail sur la description des paramètres relatifs au rythme se poursuit dans la thèse de U. Marchand. Nous nous intéressons d'abord à la meilleure représentation du contenu rythmique. Nous étudions l'utilisation de la transformée d'échelle en bandes de fréquence séparées. Nous montrons que pour une tâche de classification en famille de rythmes (dans le cadre de danses de salon : valse, salsa, tango), celle-ci surpasse les représentations utilisées jusqu'à présent.

#### Classification mono-label, multi-label

*Laurent Benaroya, Enrico Marchetto, projet 3DTVs et BeeMusic*

Le système de classification générique, ircamclass, permet l'apprentissage de modèles de classification sur base d'exemples. Il est constitué d'une succession de modules (extraction de descripteurs, sélection automatique, transformation, apprentissage de modèles). Jusqu'alors il était utilisé pour des bases d'exemples de l'ordre de 10 000 morceaux. Dans le projet BeeMusic, les bases d'exemples sont de l'ordre du million. Un travail d'adaptation du système ircamclass a donc été entrepris afin de permettre l'apprentissage sur de telles échelles. Pour cela, différentes technologies de parallélisation ont été testées, afin de trouver le meilleur compromis entre facilité d'utilisation et gain de performance. Les algorithmes d'apprentissage d'ircamclass ont été parallélisés avec succès sur les processeurs d'une machine. D'autres tâches plus exigeantes ont été réparties entre plusieurs machines. L'optimisation des algorithmes a réussi à prendre en compte le disque et la charge du réseau.

Un des objectifs du projet BeeMusic est l'apprentissage des labels de genres. Ces labels définis par le SNEP sont ensuite appliqués aux morceaux par les différentes maisons de disque selon des compréhensions parfois différentes. Une étude des correspondances entre ces genres est en cours. Nous étudions également différentes techniques permettant de réduire l'effet du déséquilibre des genres dans la base.

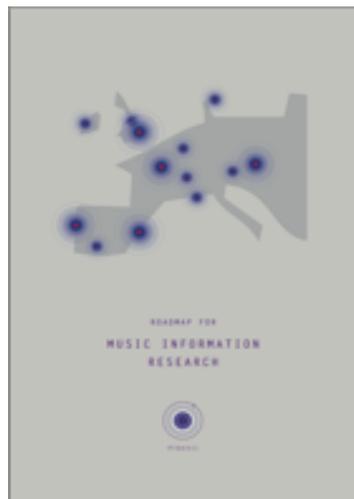
### Indexation dans des films en audio multicanal

*Laurent Benaroya, projet 3DTV*

L'objectif du projet 3DTV est l'indexation des documents multimédia 3D. Nous étudions en particulier l'indexation audio des films en contexte multicanal (5.1). En 2013, trois systèmes différents ont été développés. Le premier repose sur ircamclass, qui a été adapté pour le traitement de l'audio multicanal. L'information présente dans les différents canaux est combinée en utilisant des techniques de fusion précoces ou tardives. Ce système a été évalué sur la tâche de segmentation en parole et en musique dans des films, améliorant les résultats notamment pour la segmentation en musique. Les segments de paroles sont ensuite utilisés dans un algorithme de segmentation en tours de parole (speaker diarization). Nous avons développé pour cela un système adaptant l'état de l'art aux spécificités des films. Finalement, un système de détection d'évènements de type «butts dans des matches de foot» a été réalisé. Celui-ci utilise une méthode non supervisée d'extraction de maxima sur des courbes provenant soit de l'énergie du signal, soit d'une méthode de «template matching» sur le spectrogramme.

### Identification audio, Mathieu Ramona, projet Quaero, Lise Régnier, projet BeeMusic

Dans le projet Quaero, l'algorithme d'identification par empreintes audio, AudioPrint, a été amélioré afin de permettre une meilleure prise en compte du décalage temporel entre signatures extraites et signatures de la base de données. Une nouvelle technique de synchronisation a été proposée. Dans le projet BeeMusic, le système AudioPrint a été adapté pour le traitement de (très) grandes bases de données. Il permet maintenant l'indexation du contenu audio d'un ensemble de 4 millions d'extraits musicaux de 30 secondes, d'analyser et comparer les contenus audio. Ce système permet en particulier le nettoyage de très grandes bases de données : identification d'éléments redondants, identification de métadonnées erronées. Le système développé comporte une librairie d'indexation audio en Java basée sur l'environnement de calcul distribué Hadoop qui permet d'indexer de larges bases de données audio. Les fingerprints extraits à l'aide de l'AudioPrint sont compactés par une fonction de hachage. Les AudioHash résultants sont ensuite utilisés comme clés dans un index inversé. Dans ce projet, l'index basé sur Solr peut être utilisé comme web service. Une API en python a été développée afin de permettre aux utilisateurs d'effectuer des requêtes à l'index pour trouver les doublons ou identifier des tags erronés.



### Écriture d'une Roadmap pour Music Information Research

*G. Peeters projet MIReS*

L'objectif du projet Européen FP7 MIReS est la rédaction d'une roadmap pour le domaine MIR dénommant ici «Music Information Research». Cette roadmap écrite en collaboration avec l'UPF/MTG, BMAT, l'INESC, l'OFAI, QMUL et Stromatolite analyse l'existant du domaine MIR selon quatre points de vue : technique, social, utilisateur et exploitation. Cette analyse conduit à proposer les nouvelles directions de la recherche pour le domaine MIR.

En 2013, la rédaction de cette roadmap a été achevée, éditée par l'Ircam et publiée sous forme numérique.

### ■ **Modélisation physique d'instruments de musique et de la voix : systèmes dynamiques, problèmes directs et inverses**

Les travaux menés dans cette thématique sont dirigés par Thomas Hélie (CR1 CNRS) au sein de l'équipe Analyse et synthèse des sons avec plusieurs collaborations (équipe Acoustique instrumentale, projet ANR Cagima, projet ANR Hamecmopsys, projet PEPS Larynx, ainsi que l'INRA, l'école des Mines ParisTech).

### Production de la voix : exploration, modèles et analyse/synthèse

*Thèse SMAER de Thomas Hézard (dir. : Thomas Hélie et René Caussé-Équipe Acoustique instrumentale). Période : 2010-2013. Thèse soutenue le 9 décembre 2013 (et stage d'Antonin Mauffrey ENSEA 3A-MASTER2R, et projet VoiceTronics avec l'école des Mines-ParisTech)*

Ce travail porte sur l'étude de la production de la voix. L'objectif principal est de proposer des solutions pour son analyse-synthèse qui permettent une large représentation de la diversité des signaux biométriques (observés en pratique) dans le cadre du paradigme source-filtre ou de modèles physiques simplifiés. L'étude est menée selon trois axes, l'exploration de l'activité laryngée, la modélisa-

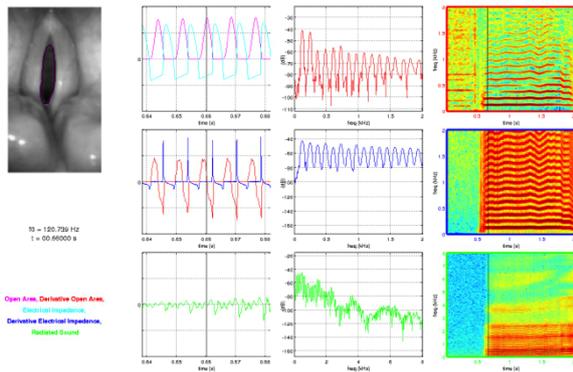


Figure 1 : Outil de synchronisation de signaux biométriques (aire glottique calculée sur des vidéo-endoscopies, électro-glottographie, son vocal rayonné).

tion de la phonation et l'analyse-synthèse sonore. Après une description de l'appareil phonatoire et de modèles d'analyse-synthèse actuels, la première partie s'intéresse à l'exploration de signaux biométriques. À partir du recensement des dispositifs actuels, nous proposons un outil de synchronisation qui révèle la complexité du mouvement 3D des plis vocaux (figure 1). Une étude comparative avec un système acoustique à valve humaine similaire (lèvres d'un tromboniste) est menée et le développement d'un nouvel outil combinant deux techniques récentes d'imagerie électrique est proposé (figure 2). Dans la deuxième partie, deux algorithmes d'analyse sont proposés pour un modèle source-filtre fondé sur une représentation tous-pôles causale-anticausale du signal vocal. Un calcul du cepstre complexe est proposé, garantissant l'holomorphic sur une couronne de convergence dans le domaine en  $Z$  (figure 3). Cet outil est alors exploité pour la séparation de la source et du filtre. Enfin, des représentations paramétriques des signaux d'aire glottique sont exploitées pour piloter des modèles à géométrie forcée. Un modèle de synthèse, inspiré du modèle source-filtre, mais intégrant l'effet du couplage entre la glotte et le conduit vocal, et des avancées sur la modélisation de conduit vocal à profil régulier sont présentés.

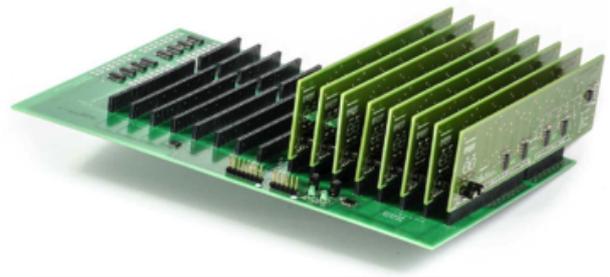


Figure 2 : Réalisation des premières cartes pour la mise au point d'un dispositif impédance-métrique multicanal dédié à la mesure de l'activité du larynx en phonation, et premier test monocanal sur une maquette de larynx simplifié en hydrogel (échelle 1:1).

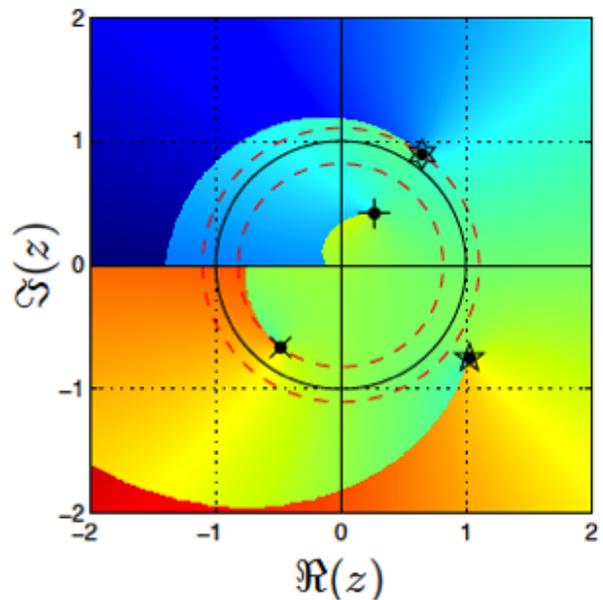


Figure 3 : Illustration de calcul numérique du cepstre complexe exact. La construction utilisée pour le logarithme garantit la transformation d'un produit en somme pour toute fonction analytique sans zéro sur sa couronne de convergence (délimitée en pointillés rouges et incluant le cercle de Fourier en noir) dans le domaine en  $z$ . On visualise ici en couleur la partie imaginaire du logarithme qui ne présente aucune singularité (pôle, coupure) dans la couronne.

### Synthèse sonore par modélisation physique préservant la passivité et inversion entrée-sortie

Thèse EDITE d'Antoine Falaize-Skrzek (dir. : Thomas Hélie).  
Période : octobre 2012-2015 (collaboration : Y. Orlarey, Grame),  
Projet ANR Hamecmopsys.

L'objectif premier est de simuler des systèmes physiques producteurs ou modificateurs de sons, en garantissant leur passivité, c'est-à-dire les dissipations naturelles et les bons échanges d'énergie entre composants. On veut aboutir à un générateur automatique de code de simulation temps réel (typiquement, un traducteur en langage FAUST, cf. <http://faust.grame.fr/>) à partir d'un dictionnaire de composants. Le second objectif concernera l'estimation automatique de paramètres et l'inversion entrée-sortie.

Les travaux de cette année ont permis de proposer une méthode de génération automatique de code de simulation de circuits électroniques non linéaires simples en langage C++, directement encapsulable dans un « template » de la librairie JUCE. Ceci permet la compilation d'un plug-in temps réel au format Audio-Unit et VST. Ce travail a été appliqué à un circuit de pédale d'effet de guitare (pédale wah). Cette modélisation s'effectue dans le formalisme des « systèmes hamiltoniens à ports » (SHP) qui garantissent la passivité du modèle à temps continu, et donc la stabilité des simulations grâce au développement d'un schéma numérique qui préserve la structure des échanges de puissance. Le bon accueil de ces travaux lors de leur présentation à la 135e « Convention of the Audio Engineering Society » a initié un travail de généralisation de la modélisation SHP du domaine électronique vers les domaines de l'électro-acoustique, de la mécanique et du magnétisme. Un nouvel objectif en cours de réalisation et identifié à cette occasion est la modélisation d'un haut-parleur électrodynamique sous forme d'un SHP, avec en perspective l'estimation des paramètres du modèle (non linéaire) à partir de mesures sur un système réel. Un stage de Master 2 a été proposé pour utiliser ces travaux dans le cadre de la linéarisation de la réponse dynamique d'un haut-parleur par le biais d'un correcteur numérique.

### Modélisation, asservissement et commande d'une bouche artificielle robotisée pour le jeu des cuivres

Thèse SMAER de Nicolas Lopes (dir. : T. Hélie, en collaboration avec René Caussé, équipe Acoustique instrumentale).  
Période : 2012-2015. Projets ANR Cagima et Hamecmopsys.

L'objectif de ce travail est de mettre au point un contrôle efficace de la bouche artificielle robotisée adaptée aux cuivres. Ce contrôle est basé sur une modélisation à bilan de puissance bien posé du système complet (mécanique des fluides, acoustique, mécanique des solides mous, etc). Il s'agit de :

- modéliser les différents sous-systèmes sous le formalisme des systèmes hamiltoniens à ports (SHP) ;
- mettre au point des méthodes d'estimation de paramètres ;

- mettre au point un asservissement pertinent pour le jeu de l'instrument.

Durant l'année 2013, deux ajouts principaux ont été faits sur la machine. Un système d'immobilisation d'une des deux lèvres artificielles a été mis en place permettant une amélioration conséquente des résultats (cartographies des fréquences de jeu) et de la stabilité (diminution du nombre de régimes rugueux ou chaotiques). Des doigts robotiques adaptés au trombone ont été ajoutés, augmentant encore l'automatisation de la plate-forme. Différentes solutions pour la mise en place de capteur de débit sont encore à l'étude. Un travail important a été fait sur la modélisation du système. Un modèle de jet d'air à bilan de puissance bien posé a été développé en utilisant le formalisme des SHP. Ce dernier a été simulé et comparé au modèle classique basé sur l'équation de Bernoulli. Un article à ce sujet est actuellement en cours de rédaction. Une modélisation sous le même formalisme du résonateur acoustique a été amorcée. Enfin, un travail est en cours concernant les différentes méthodes d'estimation de paramètres utilisables sur la machine en temps réel.

### Estimation paramétrique de la géométrie de la perce d'un instrument à vent à partir de la mesure de son impédance acoustique d'entrée

Stage de Ghislain Gandolfi (dir. : Thomas Hélie). Période : octobre 2013— mars 2014. Projet ANR Cagima.

Il s'agit d'utiliser un modèle en matrices de transfert acoustique à paramètres géométriques, lesquels sont optimisés au sens d'un critère pour décrire au mieux une impédance cible mesurée sur un instrument réel.

Le modèle considéré ici repose sur quatre ingrédients dont la pertinence a été mise en évidence sur un pavillon de trombone [Courtois155r] dont les caractéristiques géométriques et acoustiques ont pu être correctement mesurées. Ces quatre ingrédients sont :

- une équation des pavillons à abscisse curviligne ;
- la jonction régulière (continuité de la dérivée) de tubes à profil à  $R'/R$  constant ( $R$  est le rayon du tube) ;
- une impédance de rayonnement d'une portion de sphère pulsante ;
- la prise en compte des pertes viscothermiques (sous l'hypothèse des tubes larges).

Le critère est construit comme une distance entre l'impédance paramétrée, issue du calcul en matrice de transfert et impédance de rayonnement, et l'impédance d'entrée mesurée sur un instrument réel. Pour le moment, ces travaux ont permis d'obtenir des résultats satisfaisants pour des pavillons. Leur poursuite vise l'estimation d'instruments complets (cuivres, clarinettes, etc.) en incluant des modèles d'embouchure, de bec, de pistons et de trous.

### Classe de modèles d'amortissements pour systèmes conservatifs linéaires.

Thomas Hélie et Denis Matignon-ISAIE-Sup'aéro. Projet ANR HAMECMOPSYs.

Les amortissements ont un rôle fondamental dans le réalisme de la synthèse sonore, mais leur modélisation est souvent mal connue. On s'intéresse ici à construire des classes de modèles généraux.

Pour les systèmes mécaniques conservatifs, les séries dites de « Caughey » sont connues pour définir la classe de matrices d'amortissements qui préserve les espaces propres. En particulier, pour des systèmes de dimension finie, cette classe s'exprime comme un polynôme d'une matrice réduite qui dépend des matrices de masse et de rigidité. Ce résultat a été interprété et reformulé dans le cadre des systèmes hamiltoniens à ports en introduisant une variable qui prend en charge la dissipation interne de l'énergie (éléments résistifs). Ceci a permis la généralisation au cas de systèmes de dimension infinie (équation des ondes, barres, etc). Les classes d'amortissements aujourd'hui obtenus ne se restreignent plus à des polynômes : on obtient des fonctions rationnelles ou plus générales d'opérateurs (qui remplacent les matrices) dans un cadre fonctionnel approprié. Ce résultat est présenté dans [Matignon13a].

### Résolution de problèmes physiques non homogènes faiblement non linéaires : introduction d'un formalisme en séries de Green-Volterra et convergence

Thomas Hélie, Béatrice Laroche-INRA et David Roze-équipe Acoustique instrumentale.

Il s'agit de résoudre des problèmes spatio-temporels à non-linéarité régulière pour des excitations distribuées dans le domaine ou aux frontières.

Une extension des séries de Volterra a été proposée en introduisant des séries à noyaux spatio-temporels. Le noyau d'ordre 1 correspond à la fonction de Green du problème linéarisé. Les noyaux d'ordres supérieurs se calculent via une récurrence de problèmes linéaires *standard*. Une introduction à ce formalisme ainsi que la résolution pour le cas d'une corde ont été présentées dans la publication [Roze14a]. Par ailleurs, des théorèmes et résultats calculables (algorithmes) sur le domaine de convergence et la troncature des séries solutions ont été établis pour une classe de systèmes à non-linéarité analytique en l'état et affine en l'entrée sur des espaces bien posés.

### Simulation temps réel d'une famille de filtres passe-bas d'ordre fractionnaire

Thomas Hélie

Il s'agit de construire une famille perceptivement pertinente de filtres passe-bas délicats à simuler, dont l'atténuation est réglable continûment de 0 décibel par octave (gain unitaire) à -6 décibels par octave (filtre à un pôle standard).

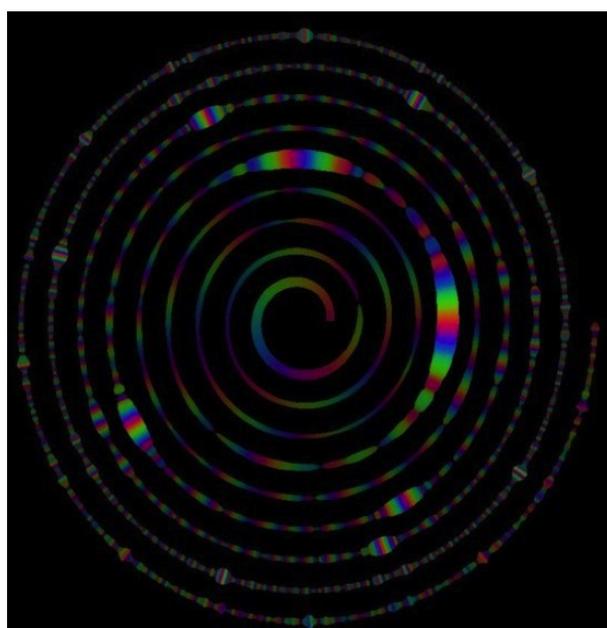
La difficulté de ce problème est que chaque filtre de la famille considérée se décompose comme une combinaison infinie continue de filtres à un pôle. Des approximations efficaces sont proposées qui conduisent à des solutions à faible coût (dimension 13), stables y compris pour des paramètres variant dans le temps. Une simulation temps réel a été construite. Ce travail a été présenté dans [Helie13b]. Cet outil permet en particulier de générer un bruit dit « rose » sur la plage des fréquences audibles à partir d'un bruit blanc standard, en choisissant une fréquence de coupure basse (<20 Hz) et un ordre fractionnaire  $\frac{1}{2}$ .

### SnailAnalyzer

Thomas Hélie, Charles Picasso

Il s'agit de fournir un outil didactique de visualisation spectrale de sons musicaux en temps réel, utilisable par des scientifiques, ingénieurs du son, musiciens, chanteurs (et des enfants pour des sons simples).

Une analyse spectrale est représentée sur une spirale qui respecte l'alignement des notes : une note correspond à un angle, une octave à un tour. L'affichage est fait de la manière suivante : (1) le module est associé à la luminance et l'épaisseur de trait (on ne visualise que les fréquences où il y a une énergie) ; (2) la phase démodulée du signal est associée à la teinte avec une palette de couleur circulaire modulo  $360^\circ$ . En 2012, un programme en temps différé avait permis de montrer la pertinence du paradigme et un premier prototype temps réel avait été réalisé. Depuis, une version plus élaborée non décrite ici (demande de brevet en cours auprès du CNRS) a été réalisée qui permet d'atteindre une précision suffisante pour une utilisation comme accordeur. Une illustration du principe est donnée en figure ci-dessous (reproduction de 2012).



## ÉQUIPE REPRÉSENTATIONS MUSICALES

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques		Collaborations artistiques	
Chercheurs et ingénieurs statutaires	8	Revue à comité de lecture	9	Nationaux et régionaux INEDIT, Efficace, SoR2, ImproTech, rNSC	5	CNSMDP, EHESS, UPMC, CIRMMT Mc Gill U, LIX E. Polytechnique, Thalès, Inria, ENS ULM et Lyon, U. San Diego, JFLI U. Tokyo, U. de Genève, Napier U., Edinburgh, LRI Paris 11, IHES, CEA Saclay, Stanford U., US, U. Pisa (It.), LACL U. Paris Est, U. Minnesota (US), U. Zürich (Sw.), U. Berlin (All.), ESMUC (Esp.), U. Jyväskylä (Fl.), U. de Picardie, CIEREC U. de Montpellier, CNMAT U. Berkeley, DLSI U. de Alicante, IBISC, U. Evry U. of Nagoya, U. de Genève, BEK (Norway)	Ph. Manouy M. Stroppa Ph. Leroux L. Morciano M. Lévinas L. Francesconi M. Cacciatore R. Platz Y. Maresz D. Ghisi R. Imbert & Compagnie Nine Spirit B. Lubat M. Kimura S. Lehman K. Haddad R. Del Fra A. Markeas S. Coleman J. di Donato C. Trappani V. Iyer V. Lê Quang M. Mezzadri, B. Martin S. Roux S. Bhagwati A. Robin D. Beuret C. Bonnefoy		
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	5	Conférences avec comité de sélection	17	Internationaux REACT+	1				
Doctorants	13	Ouvrages et chapitres	10	Contrats industriels Qwant	1				
Stagiaires	6	Thèses de doctorat et HDR	3						

Responsable : Gérard Assayag

L'équipe Représentations musicales a pour objet les structures de la musique telles que l'on peut s'en emparer à l'aide de la science et de la technologie informatiques pour les spécifier, les formaliser, les représenter, les modéliser, les engendrer et les manipuler, dans un souci d'aide à la création, à la performance et à l'analyse. Notre expertise s'étend au domaine de l'interaction, qu'il s'agisse de fournir des technologies pour l'interaction improvisée, comme modèle de créativité, ou d'étudier plus généralement, en collaboration avec les équipes spécialisées, l'articulation des approches formelles, cognitives, et audio-numériques, dans une approche multiéchelles qui nous semble aujourd'hui inévitable pour envisager la complexité musicale. Une série de thématiques liées à l'écriture (du son, du temps, de l'espace, de l'orchestration, de l'interaction) opèrent la jonction entre concepts fondamentaux et technologies diffusables auprès des créateurs, depuis les méthodes formelles et les langages de programmation spécialisés, jusqu'aux architectures pour l'écoute, la synchronisation et l'interaction créative. Les fondements mathématiques, musicologiques et cognitifs posent un cadre théorique qui sert de forge à concepts et donne une profondeur de champ à la recherche technologique. Ainsi, programmation spatiale, langages formels, géométrie de l'information ou algèbres et logiques musicales fournissent-ils des sources d'inspiration et des paradigmes de pensée fertiles.

L'équipe intègre une équipe-projet commune de l'UMR (Inria, Ircam, CNRS), MuTant (resp. Arshia Cont). Ce projet enrichit l'équipe de technologies de reconnaissance et de programmation temps réel et synchrone des signaux musicaux et interagit avec la plupart des thématiques de l'équipe portant sur l'écriture, l'interaction et l'ingénierie des langages informatique, notamment à travers le projet ANR fédérateur INEDIT.

Ces projets scientifiques et technologiques sont replacés dans une perspective globale, musicale, cognitive et culturelle, à travers un intérêt pour et des collaborations avec les SHS, notamment dans le cadre de projets nationaux, en examinant l'impact des technologies numériques aussi bien sur les stratégies créatives du musicien qui les utilise que sur les modalités de production, d'écoute et de transmission dans un ensemble culturel. Ils interagissent naturellement avec la création, et l'équipe accueille désormais deux thèses de recherche et pratique en composition du CNSMDL et du SaCRE (CNSMDP). La créativité (naturelle et artificielle) devient ainsi un thème prioritaire transverse à tous les projets.

### ■ Musicologie computationnelle et AAO

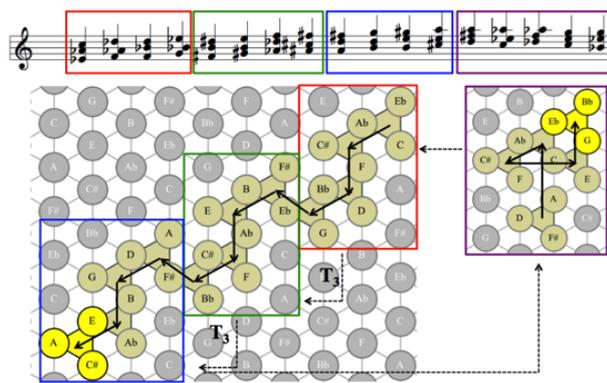
La recherche en analyse assistée par ordinateur (AAO) vise à articuler les différentes représentations (géométriques), les formalisations (en particulier les formalisations algébriques) et les langages de programmation, en contribuant ainsi au développement d'une démarche computationnelle en musicologie. Cet axe de recherche constitue la suite naturelle du projet MISA (Modélisation informatique des

structures algébriques en musique) dans ses trois dimensions principales : mathématiques/informatique, cognitives et musicologiques (en particulier pour l'analyse musicale computationnelle).

#### Nouvelles approches logiques

Cette année a marqué l'accomplissement de la thèse de L. Bigo (Ircam-LACL), (co-encadrement STMS de J.L. Gnavitto et M. Andreatta) consacrée aux rapports entre analyse musicale et calcul spatial. Bien que présente apparemment en filigrane, la dimension logique est en réalité l'un des enjeux principaux de ce travail qui propose un paradigme informatique très proche de la logique de l'interaction de Jean-Yves Girard, tout en ouvrant des questions sur les liens entre calcul spatial et l'Analyse des Concepts Formels (modèle de R. Wille et B. Ganter), que l'on retrouve dans la classification topologique des différents *Tonnetze*. Ces outils analytiques ont récemment trouvé leurs premières applications dans l'étude des progressions harmoniques utilisées dans la chanson.

La thèse de Louis Bigo a poursuivi l'étude du paradigme de la programmation spatiale en vue de son application en analyse musicale. La programmation spatiale vise à modéliser des problèmes comme déplacements dans un espace ou comme transformation de structures spatiales. Elle fournit des outils informatiques permettant de développer des analyses dans la lignée de la Set Theory. Ce travail a déjà permis d'explorer la pertinence d'outils topologiques pour la représentation et la classification d'objets musicaux tels le calcul des séries tous intervalles, la théorie harmonique néo-riemannienne et la représentation géométrique de suites d'accords. Il en est résulté un environnement expérimental d'aide à l'analyse de séquences musicales appelé HexaChord.



Visualisation à l'aide du logiciel « Hexachord » [Bigo, 2013] de la progression harmonique à la base de la pièce *Madeleine* de Paolo Conte.

#### Math, Musique & Cognition

En poursuivant l'étude du modèle MENS (application du modèle SEM à la cognition) et ses liens avec les espaces conceptuels, on a pu aboutir aux premiers résultats concernant une démarche de formalisation mathématique et modélisation computationnelle de la créativité à l'aide de la théorie des catégories. Cette approche, qui a fait l'objet d'une présentation à la conférence internationale MCM 2013 (université de McGill, 12-14 juin 2013) permet d'articuler des approches catégorielles en théorie musicale (en particulier autour de la théorie transformationnelle) à la théorie des SEM et à celle des espaces sémiotiques (modèles de J.-A. Goguen et de R. Guitart). D'autres aspects, plus informatiques, font actuellement l'objet de la thèse de doctorat de John Mandereau (en *stand-by*).

#### Analyse et Modélisation

Un volet de la recherche en AAO est consacré au projet de modélisation de partitions et simulation de processus compositionnels qui fait l'objet actuellement de la thèse de Charles de Paiva Santana (en cotutelle UPMC/université de Campinas, codirection M. Andreatta et J. Bresson). La modélisation est ici conçue en trois étapes :

- l'analyse et formalisation ;
- l'implémentation des algorithmes et/ou la conception de modèles informatiques ;
- l'exploration des modèles à travers des différents jeux des paramètres.

L'exploitation des différentes « instances » d'une pièce est ainsi une des spécificités de cette approche, ce qui explique l'intérêt d'analyser des techniques très diversifiées d'engendrement du matériau musical. Les analyses d'œuvres comprennent les pièces *Le Marteau Sans Maître* et *Dérive I* de Pierre Boulez, la pièce *Spiegel im Spiegel* d'Arvo Pärt et la pièce *Spectral Canon for Conlon Nancarrow* de James Tenney. En particulier, dans cette dernière pièce, on a étudié les corrélations entre les proportions de durées et de fréquences et leur rapport avec le rythme harmonique conçu par Henry Cowell. Malgré son apparente complexité, cette pièce a pu être reconstituée dans ses détails les plus fins, et le modèle ainsi obtenu permet de produire des instances de la pièce en faisant simplement varier les paramètres de base. La troisième étape s'appuie dans l'utilisation de descripteurs analytiques appliqués à chaque instance qui, à son tour, est le produit de différents jeux de paramètres d'entrée du modèle. Un outil en cours de développement, appelé (provisoirement) *Model Xplorer*, écrit dans l'environnement OpenMusic, permet de manipuler, visualiser (en 2D et 3D) et comparer un groupe d'instances par rapport à ses valeurs respectives des descripteurs. Entre les descripteurs que nous considérons, nous pouvons trouver des mesures statistiques classiques pour chaque aspect (hauteurs, durées, *onsets*, etc..) de la pièce comme les *mode - mean - median* mais aussi des mesures plus sophistiquées comme *harmonicité*, *dissonance cognitive*,

sonance, parmi d'autres. La plupart de ces descripteurs ont comme origine la bibliothèque SOAL (*Sonic Object Analysis Library*) développée par Didier Guigue (UFPB-Brésil).

Le sujet de thèse a fait l'objet d'un séminaire MaMuX et aussi d'un cours de vulgarisation qui a eu lieu à l'Institut de recherche pour le développement dans le cadre du programme « Modélisation des Systèmes Complexes » (IRD/UPMC).

### ■ Composition : écriture des formes, du son et de l'espace (OpenMusic)

La recherche en composition assistée par ordinateur (CAO) a pour but d'étudier et concevoir des modèles et techniques informatiques adaptés aux processus de création, intégrant paradigmes de calcul, interactions et représentations musicales. Cette démarche met en avant une orientation symbolique s'appuyant sur les langages de programmation pour la création et le traitement des données harmoniques, temporelles, rythmiques ou des autres aspects entrant en jeu dans les processus compositionnels. Nos travaux dans ce domaine s'articulent principalement autour de l'environnement OpenMusic, un langage de programmation visuelle basé sur Common Lisp et dédié à la composition musicale. Cet environnement utilisé par les compositeurs de musique contemporaine depuis une quinzaine d'années est aujourd'hui considéré comme l'une des principales références dans le domaine de la composition assistée par ordinateur.

#### Aide à l'orchestration

L'orchestration computationnelle est un champ de recherche très récent dans l'informatique musicale et vise à reconstruire n'importe quel type de son (fichier cible) uniquement avec des instruments de l'orchestre. Le projet sur l'aide à l'orchestration fait suite aux travaux entrepris lors de trois thèses successives à l'Ircam (dont la dernière de Ph. Esling dirigée par C. Agon et soutenue en décembre 2012). Ce projet a été relancé cette année avec l'arrivée en mi-septembre d'un nouveau maître de conférences UPMC (Philippe Esling) affecté à l'Ircam. Le projet prend donc une nouvelle ampleur avec la mise en place de nombreuses collaborations internationales. Ainsi a été mis en place un partenariat avec le Perception Lab de l'université McGill (resp. S. McAdams) à travers un financement international. D'autres collaborations ont également vu le jour pour de futurs échanges de recherches (McGill University, CA - Plymouth University, UK), doctoraux (université de Genève, CH) et de création (universidad de Quilmes, AR). Une période de recrutement a également permis l'arrivée d'un nouveau développeur C++ (Antoine Bouchereau) spécifiquement affecté à ce projet. Ainsi, la traduction complète des travaux passés a commencé sous la forme d'un projet modulaire et open-source. Celui-ci permettra de distribuer les systèmes de création orchestraux, mais également de servir de fondements pour les recherches

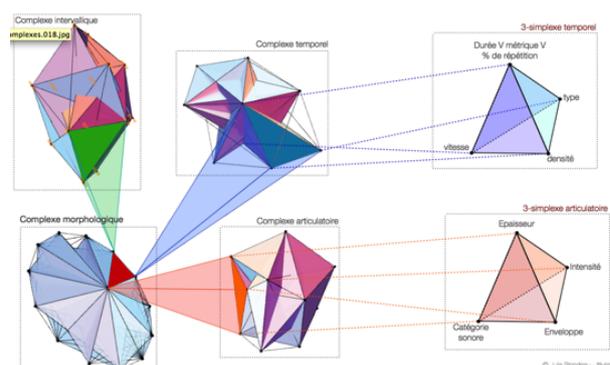
futures. La mise en place d'un Groupe de Recherche (GdR Orchestration), comprenant essentiellement un ensemble de compositeurs se réunissant mensuellement permet de jalonner toutes ces recherches par un lien fort avec la création musicale.

#### Environnement, modélisation et singularisation : à la recherche d'un territoire compositionnel

*Thèse Recherche et Pratique/composition de Julia Blondeau, CNSMD de Lyon, Ircam, université Jean Monnet (St-Étienne), dir. Gérard Assayag et Alain Poirier, 2012-2015.*

Dans le cadre de cette thèse, nous travaillons sur des manières d'organiser le matériau compositionnel (et de penser par cela à la façon dont la question de la multiplication des paramètres à prendre en compte pourrait être résolue) à travers des structures topologiques (cf. le thème *Nouvelles approches logiques, Musicologie computationnelle*). Ces structures sont susceptibles de représenter un environnement compositionnel dans lequel des rapports de continuité, de voisinage et de distance peuvent amener à repenser la liaison entre forme et matériau. Le principe des complexes simpliciaux permet d'envisager des espaces multidimensionnels permettant d'intégrer diverses familles de paramètres et ainsi de pouvoir considérer des types de voisinages différents. En 2013, nous avons élaboré une première modélisation dans le logiciel Mathematica et créé des espaces qui ont été utilisés pour la composition de la pièce *Tesla ou l'effet d'étrangeté* pour alto, ensemble et électronique qui sera créée le 21 février 2014 par Christophe Desjardins et l'Atelier XX-XXI du CNSMD de Lyon. Nous envisageons une intégration de ces représentations à l'environnement OpenMusic (avec Jean-Louis Giavitto et Jean Bresson).

Autour de la composition de *Tesla ou l'effet d'étrangeté*, nous travaillons sur l'écriture de l'électronique dans le cadre particulier de la musique mixte en relation avec l'étude sur les différents types de synchronisation de José Echeveste (Antescofo/Ascograph, avec également Arshia Cont, Jean-Louis Giavitto et Th. Coffy). Cela nous permet de réfléchir à une zone hybride entre composition et interprétation dans laquelle la spécification du type de synchronisation implique certaines questions musicales sur la notion de phrasé.

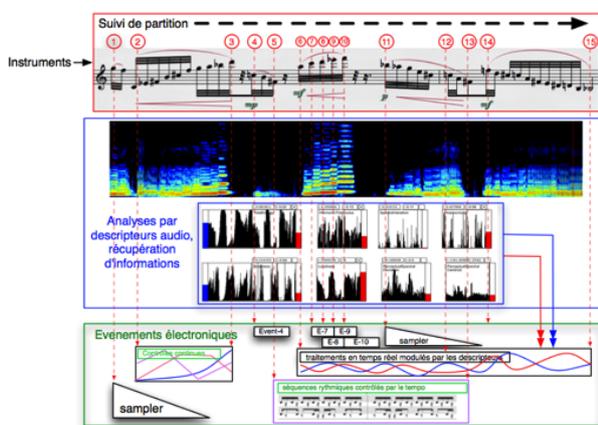


Complexes simpliciaux intervalliques, temporels et articulatoires

Écriture composée du son, du temps et de l'espace dans l'interaction entre instruments et dispositifs synchrones  
Thèse Recherche et Pratique/composition de Lara Morciano, SaCRE, Ircam, dir. G. Assayag, co-encadrement CNSMDP S.Gervasoni, L. Nahon

Cette thèse, débutée à la rentrée, vise à étudier l'intégration contemporaine, dans la composition et la performance, des outils technologiques et artistiques correspondant à l'état de l'art en matière d'interaction temps réel entre production instrumentale, production numérique du son et production de formes spatio-temporelles dans le lieu d'écoute. On souhaite notamment étudier comment cette intégration pourra constituer en retour une nouvelle modalité de l'écriture où fusionnent en cohérence une écriture du son, une écriture du temps et une écriture de l'espace informées par la technologie. Ce travail fonde son intérêt sur des applications technologiques et musicales liées à certaines thématiques de l'activité compositionnelle de Lara Morciano impliquant des aspects variés d'exploration, d'expérimentation et de réalisations techniques pour la création musicale. Parmi ces thématiques :

- le développement d'un jeu instrumental virtuose et d'une écriture soliste très articulée au niveau rythmique, avec une recherche sur l'articulation, la pulsation et le geste instrumental ;
- une recherche sur le timbre, avec un travail portant sur les traitements informatiques du matériau timbral et instrumental-orchestral ;
- l'interaction entre l'interprète et l'ordinateur, l'écriture instrumentale et les traitements électroniques temps réel, la synchronisation et le contrôle instrumental dans la production directe du son électroacoustique ;
- l'interaction avec l'espace, avec différents types de spatialisation, dépendant de multiples paramètres musicaux et types d'événements, ou mis en relation avec d'autres applications artistiques, comme notamment la vidéo ;
- la recherche de relations avec des aspects de la dramaturgie théâtrale et/ou du théâtre musical ;



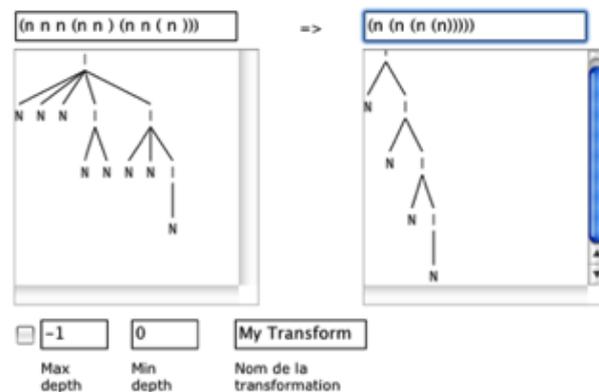
Interaction synchrone et descripteurs

- l'interaction avec d'autres formes artistiques, dans un cadre interdisciplinaire et collaboratif. Dès octobre, le projet de thèse et son plan de réalisation ont été présentés dans différents contextes tels que Paris Sciences et Lettres et au CNSMD de Paris. Pour ce qui concerne le travail artistique réalisé dans les derniers mois autour des thématiques indiquées, L. Morciano a exploré des axes de recherche relatifs à l'utilisation des descripteurs audio pour la production de traitements du matériau timbral et à différents types de détection (en relation avec la dynamique et la spatialisation), dans le cadre de la réalisation de la partie électronique pour la pièce *Embedding tangles* pour flûte et électronique qui a été créé à Genève en janvier 2014 par Sébastien Jacot de l'ensemble Contrechamps.

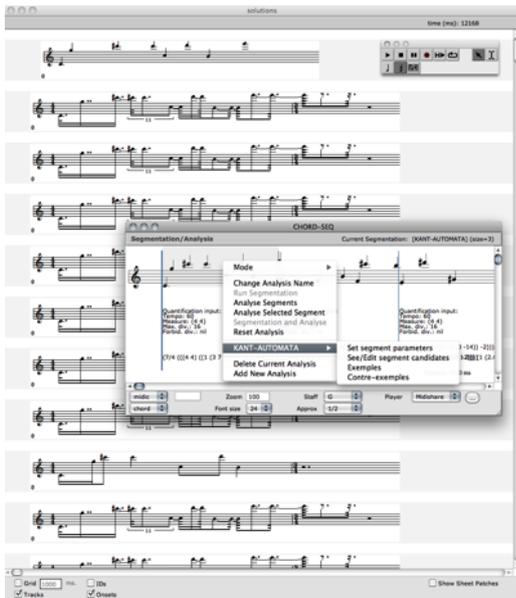
Rythme et quantification

Différentes orientations ont été explorées pour le développement de nouvelles modalités de transcription et de représentation des structures rythmiques, utilisant notamment différentes techniques d'interaction et d'apprentissage pour s'adapter aux styles ou préférences de l'utilisateur. Les techniques existantes pour la manipulation des arbres (et en particulier des automates d'arbres) ont été adaptées aux structures d'arbres de rythmes, et au problème de la quantification rythmique.

Le stage de Pierre Donat-Bouillud (L3 ENS Rennes, dir. J. Bresson et F. Jacquemard) s'est concentré sur la transformation des arbres à partir de règles de réécriture, qui peuvent être génériques ou créées par l'utilisateur, et définissant une algèbre pour la transformation des rythmes. En partant d'un arbre complexe et d'une précision maximale en rapport à une suite temporelle donnée en entrée, la réécriture permet d'en simplifier la structure (avec ou sans pertes) pour obtenir une transcription optimale.



OMRewrite : transformation et réécriture des arbres de rythme



Prototype d'interface pour l'inférence de préférences utilisateur dans la quantification.

J. Bresson et F. Jacquemard), utilisant des algorithmes d'apprentissage sur les automates d'arbres probabilistes pour le développement de scénarios interactifs déterminant, sous la forme de langages d'arbres pondérés, la complexité souhaitée de la notation rythmique, relative au « style », ou aux préférences de l'utilisateur.

Processus réactifs

Dans le cadre des projets ANR INEDIT et EFFICACe (démarrage octobre 2013), la notion de processus réactifs a été mise en avant comme ouverture sur de nouvelles modalités d'interaction entre environnements de composition assistée par ordinateur et systèmes interactifs (voir thématique *Reconnaissance et programmation temps réel synchrone*.)

Plusieurs cas de figure ont été envisagés et ont servi de support aux développements théoriques préliminaires ainsi qu'à la réalisation de premiers prototypes dans OpenMusic (J. Bresson), notamment : l'interaction dans la mise à jour et l'exécution des programmes visuels, et la communication avec des environnements externes (par ex. Max ou iScore).

Ces prototypes ont été utilisés dans le travail de J. Garcia utilisant les interfaces papiers (cf. projet *Papier interactif pour la composition musicale*) en lien avec un projet artistique de Philippe Leroux (commande Ircam).

Architectures audio OpenMusic

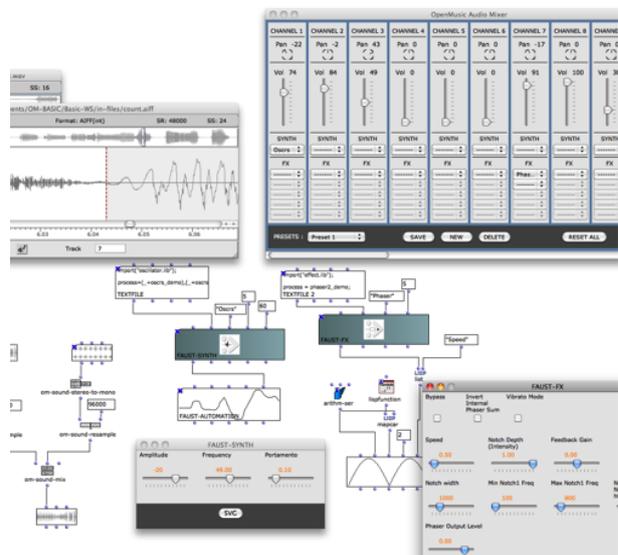
Une partie significative des activités de recherche et développement récentes s'est concentrée sur ses fonctions de support audio et MIDI dans OpenMusic, effectuées dans le cadre de plusieurs projets concomitants.

*Connexion OM-Faust*

L'un des défis posés dans le projet ANR INEDIT concerne l'interopérabilité et la formalisation des relations (notamment dans le domaine temporel) entre outils et environnements musicaux spécialisés. En particulier, la notion de GALS (Globally Asynchronous, Locally Synchronous) met en avant la conciliation de contraintes temporelles synchrones et asynchrones dans un contexte où coexistent plusieurs échelles de temps hétérogènes. Dans le cadre du projet de fin d'études de Dimitri Bouche à l'ENSEA, nous nous sommes intéressés plus spécifiquement aux relations entre la formalisation compositionnelle dans OpenMusic et le traitement synchrone des signaux et ressources audio par les outils développés au Grame : la bibliothèque LibAudioStream et le langage Faust. Le support LibAudioStream a été redéfini pour permettre une flexibilité accrue dans l'ordonnement et le contrôle des ressources sonores. L'intégration de processus de synthèse ou transformation sonore grâce à la compilation à la volée de programmes Faust ont permis de compléter ces travaux et d'offrir aux compositeurs la possibilité d'écrire et d'intégrer des programmes Faust dans la chaîne de traitement audio, soit de manière algorithmique au sein des patchs OpenMusic, soit de manière interactive à l'aide d'interfaces autogénérées. Cette dualité entre contrôle temps réel et traitements algorithmiques « off-line » est encore accentuée par un nouveau système d'automation, qui sera complété dans le projet d'architecture dynamique pour l'ordonnement (démarrage de thèse Dimitri Bouche, projet EFFICACe – octobre 2013).

*Ouverture de l'API Audio/MIDI*

Le projet de développement d'une version Linux, initié en collaboration avec Anders Vinjar et le soutien du centre BEK a nécessité une ouverture des API audio et MIDI dans OpenMusic, permettant des implémentations alternatives



Interactions avec la bibliothèque LibAudioStream et Faust dans OM.

compatibles avec différentes plates-formes (notamment Linux). Les notions d'architecture et de player, pour le standard MIDI ou l'audio, permettent à présent de choisir au cas par cas entre différentes implémentations disponibles pour le rendu ou le traitement des objets musicaux. S'additionnant aux architectures existantes (MidiShare, LibAudioStream), une implémentation autonome du support MIDI a été intégrée, ainsi qu'un moteur d'ordonnement et de rendu basé sur le serveur Jack. La bibliothèque OM-Sox, développée par Marlon Schumacher à McGill University est également compatible avec cette API, faisant office de moteur audio alternatif et multi plates-formes.

#### Papier interactif pour la composition musicale

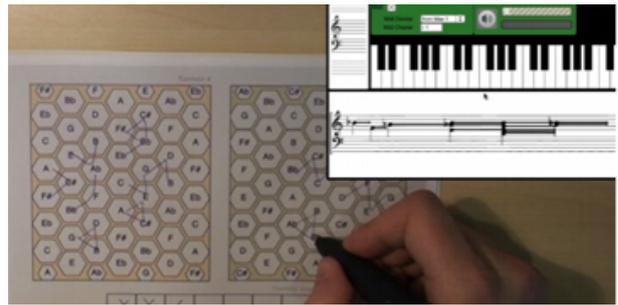
*Thèse Jérémie Garcia (Paris-11) période 2010-2014, dir. C. Agon et Wendy Mackay (In/Situ/ INRIA)*

Après avoir implémenté divers systèmes pour la génération de partitions instrumentales et électroniques, l'équipe Représentations musicales travaille actuellement sur un système de partition favorisant l'interaction directe entre la feuille de papier et l'ordinateur. Le papier interactif se base sur la technologie Anoto qui associe du papier pré-imprimé avec une trame de points et un stylo doté d'une caméra dans la pointe. L'analyse de la trame permet au stylo de se repérer de manière absolue sur un espace d'une surface équivalente à 60 millions de km<sup>2</sup>. La division de cet espace en pages permet au stylo de déduire la page utilisée et sa position précise sur celle-ci.

Les premiers travaux exploratoires avec des compositeurs à l'Ircam ont permis de mieux comprendre le rôle du papier dans le processus composition et de proposer des prototypes intégrés aux logiciels OpenMusic et Max/MSP permettant d'utiliser les gestes du stylo comme données de contrôles.

Une seconde étude a été conduite avec plusieurs compositeurs afin de proposer des outils pour la saisie et la manipulation de données musicales complexes sur le papier en interaction avec le logiciel OpenMusic. Les résultats de ces séances de conception participatives ont permis de proposer le concept de «paper substrates», des composants imprimés sur le papier capables de représenter des données musicales existantes dans les logiciels et d'interpréter les interactions de l'utilisateur avec le stylo numérique. Grâce à ce formalisme et aux outils développés (PaperComposer) pour permettre l'utilisation des «paper substrates», il est désormais possible de contrôler les environnements d'aide à la composition comme OpenMusic et Max/MSP depuis des interfaces de papier interactif personnelles.

Ces outils ont permis de proposer des utilisations innovantes du papier interactif comme les réseaux de notes dans lesquels l'utilisateur peut facilement créer et écouter directement des accords et des mélodies en dessinant dans un réseau préimprimé. Un projet de recherche et création a été amorcé avec le compositeur Philippe Leroux

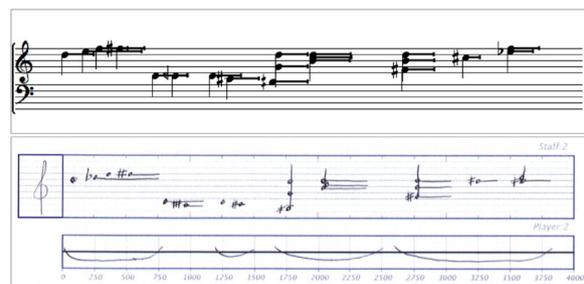


pour une utilisation du stylo lors de la composition, mais aussi lors de la performance. L'objectif est de réutiliser des partitions anciennes (manuscrits du XIV<sup>e</sup> siècle) en redessinant certains éléments pour convertir le geste d'écriture en données symboliques. Ces données symboliques sont alors utilisées pour générer des accords ou des rythmes et contrôler divers processus de synthèse sonore ou de spatialisation. La collaboration se poursuit actuellement avec le contrôle en temps réel de transformations sonores via le stylo numérique en vue d'un concert en juin 2014.

#### ■ Écriture du temps synchrone et de l'interaction

##### Reconnaissance et programmation temps réel synchrone (AnteScofo)

Ce travail effectué dans le cadre du projet MuTant (resp. A. Cont) concerne la recherche à la confluence de deux problématiques importantes en informatique musicale : la reconnaissance et l'extraction des données musicales en temps réel depuis un signal audio, et la programmation synchrone réactive pour l'écriture du temps et de l'interaction.



##### *Suivi de partition et reconnaissance temps réel*

L'équipe s'est concentrée sur l'amélioration de la robustesse de l'algorithme de suivi, l'extension des capacités réactives de la machine, et un environnement d'édition et de pilotage du suivi (logiciel *Ascograph*). Pour l'algorithme de suivi, les travaux initiés à l'occasion de la thèse de Philippe Cuvillier visent à une meilleure prise en compte du tempo et des informations temporelles dans la machine d'écoute. Ces travaux sont en cours de validation.

##### *Programmation synchrone et temporisée réactive*

La programmation synchrone temporisée est identifiée comme le pont nécessaire entre l'écriture musicale et la performance temps réel des partitions dans le domaine de la musique mixte.

La collaboration avec l'équipe PARKAS (Inria, ENS) initiée en 2012 a abouti à une sémantique formelle correspondant au plongement du noyau statique d'Antescofo dans un langage synchrone (RML).

La thèse de José Echeveste (UPMC, dir. J.-L. Giavitto, encadrement A. Cont) entamée en septembre 2011 étudie et développe plusieurs extensions du langage synchrone dédié d'Antescofo afin d'offrir un langage plus expressif aux compositeurs. Parmi les résultats importants obtenus en 2013, il faut souligner le développement de nouvelles stratégies de synchronisation anticipative qui permettent des évolutions temporelles continues et une synchronisation événementielle fine avec les événements musicaux en provenance de l'instrumentiste. Ces nouvelles possibilités sont en cours de tests dans plusieurs contextes musicaux (accompagnement automatique, œuvre mixte). Le travail de José Echeveste sur la tolérance de performance et les mécanismes de synchronisation est déjà utilisé dans les productions Ircam. D'autres mécanismes ont aussi été introduits dans le langage (processus et fonctions d'ordre supérieur, reconnaissance de motif, tableaux, communication OSC,...) et sont disponibles dans la version distribuée à l'occasion du Forum Ircam de novembre 2013.

À plus long terme, le travail vise à comprendre et maîtriser les relations temporelles entre les parties synchrones (e.g., flux audio) et asynchrones (e.g., événement de la partition) dans une œuvre interactive et à proposer de nouvelles constructions, plus expressives, permettant d'explorer de nouveaux types de couplages et de nouvelles dimensions créatives dans l'interaction.

*Analyse temporelle et méthodes de vérification pour des œuvres mixtes*

Le travail initié par F. Jacquemard vise l'analyse méthodique et formelle des partitions interactives. L'objectif est de fournir des outils au compositeur pour la vérification *a priori* de contraintes temporelles dans une partition de musique mixte. À partir du travail de stage de Clément Poncelet, qui se poursuit en thèse, un cadre pour le test d'Antescofo a été défini à partir de la sémantique du langage en termes d'automate temporisé. Une implantation est en cours à partir des outils de vérification de la suite UUPAL. L'objectif est, dans un premier temps, de générer des tests de conformité permettant par exemple de vérifier la non-régression lors des évolutions du système. Dans un second temps, nous voulons adapter ces techniques à la fois pour offrir un retour vers le compositeur/programmeur et pour fournir des informations utiles à l'optimisation de l'ordonnancement temps réel.

Représentation structurée en arbres des données temporelles symboliques

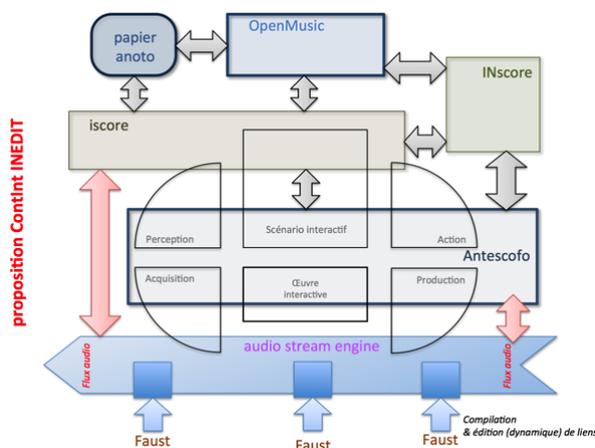
Florent Jacquemard a étudié des formalismes pour raisonner sur les données structurées en arbres, en vue d'une utilisation pour des données temporelles telles que celles

employées dans OpenMusic et Antescofo. Deux nouvelles classes d'automates d'arbres ont été proposées dans ce cadre. La première, introduite dans un travail en collaboration avec Michael Rusinowitch (LORIA et Inria Nancy), calcule sur des arbres de rang non borné de manière hors contexte dans deux directions : suivant la relation de frères et la relation de parents entre les nœuds d'un arbre. La seconde, proposée en collaboration avec Luc Segoufin (LSV et Inria Saclay) est en relation étroite avec les logiques sur les arbres de données, dont chaque nœud est étiqueté par une valeur dans un domaine infini. Ces fondements théoriques ont des applications musicales notamment dans le domaine de la représentation et de la manipulation des structures rythmiques qui seront explorées dans le cadre du GDT Rythme.

Projet INEDIT : INTERACTIVITÉ dans l'Écriture De l'Interaction et du Temps

*Programme ANR ContInt INEDIT, période 2012-2015, coordonnateur A. Cont, en collaboration avec université de Bordeaux 1 (LaBRI), GRAME (Lyon) et équipe Représentation musicale.*

L'objectif du projet INEDIT, démarré en septembre 2012, est de fonder scientifiquement l'interopérabilité des outils de création sonore et musicale, afin d'ouvrir la voie à de nouvelles dimensions créatives couplant écriture du temps et écriture de l'interaction. Il fédère les composantes CAO (OpenMusic) et MuTant de l'équipe Représentations musicales. Contrairement à la plupart des recherches dans le domaine fondées sur un formalisme de représentation temporelle spécifique, le projet INEDIT se distingue par son approche hybride : nous ne voulons pas réduire la diversité des approches possibles en développant un énième formalisme unifié et monolithique. Au contraire, INEDIT a pour objectif de permettre l'utilisation de différentes approches stylistiques grâce à la coopération de différents outils au sein d'un environnement supportant toutes les phases du workflow musical, de la composition à la performance. Nous nous appuyons donc sur des outils déjà développés par les partenaires et qui occupent une position de référence mondiale dans leur domaine respectif : OpenMusic et iScore pour la phase de composition, INScore pour la visualisation



lisation interactive de flux complexes, Antescofo pour l'articulation signal/événement et FAUST et LibAudioStream pour la gestion des flux audio synchrones. Rendre interoperables ces outils permet de mettre en place des workflows riches et originaux qui seraient impossibles avec une application intégrée et un formalisme unique forcément plus rigide.

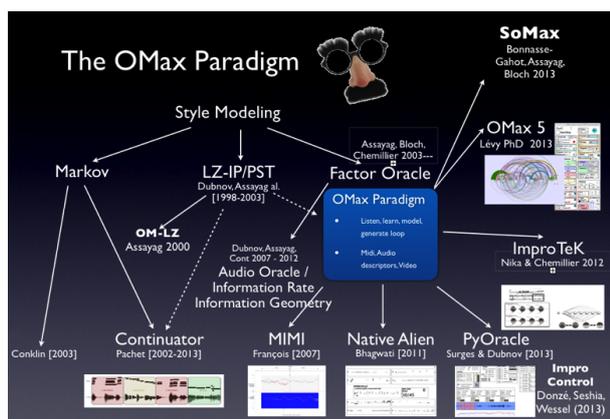
#### Projet REACT+

Collaboration de l'équipe Représentation musicales avec l'AVISPA Research Group de Colombie, et l'INRIA Comète de l'École polytechnique de Paris.

Le projet REACT+ s'est terminé en septembre 2013 et le rapport final a été validé. Pour la partie concernant la musique et le multimédia, les résultats principaux du projet se résument à un schème bien fondé d'interaction, de construction et de déduction de propriétés musicales à partir de l'interprétation d'une partition donnée. La méthode est divisée en deux parties, la génération automatique d'un processus NTCC à partir des événements musicaux exécutés à travers un programme AnteSchofo et un module de model checking. La communication est basée sur OSC et le protocole Minuit (projet ANR Virage). Les requêtes logiques pour le Model checking sont écrites dans la logique temporelle cLTL. Ce travail a fait l'objet d'un mémoire de Master de Salim Perchy à l'université Javeriana et d'une série d'implémentations en Mozart, en Pure Data, en Oz (Model Checker), en Antescofo et en NTCC.

#### ■ Modèles de la créativité et de l'improvisation

À partir des recherches sur le paradigme d'interaction OMax, qui clone en temps réel le jeu d'un instrumentiste et crée une entité autonome d'improvisation avec laquelle le musicien interagit, plusieurs branches se sont dévelop-



pées, à l'Ircam comme à l'extérieur, explorant tel ou tel aspect de ce paradigme selon que l'on tire plus vers l'improvisation libre ou le scénario d'interaction prédéfini, voire l'écriture (systèmes OMax, SoMax, ImproTek). On donne ici une carte de ce paysage aujourd'hui très diversifié. Cette recherche évolue aujourd'hui vers la notion élargie d'agent créatif autonome et la modélisation de la créativité dans

ses dimensions anthropologiques et culturelles (Projets ImproTech, CreMuscult.)

#### Interaction improvisée et clonage instrumental (OMax)

Thèse de Benjamin Lévy (2011-2013) à l'UPMC, Projet ANR SHS Improtech (2010-2013).

Le projet ANR ImproTech, outre l'Ircam, regroupe, l'EHESS, l'ENS-Lyon, le CNSMDP et le Centre de recherche en ethnomusicologie de l'université Paris-Ouest. Il a pour objectif d'étudier l'impact des nouvelles technologies sur la création musicale du point de vue des savoirs mis en jeu avec un accent particulier sur les compétences liées à l'improvisation. Les travaux récents autour d'OMax constituent le volet technologique et expérimental du projet, articulés à la thèse de Benjamin Lévy soutenue en décembre 2013 (dir. G. Assayag.) Cette thèse associée à une architecture et une implémentation OMax de référence constitue un important jalon de cette recherche.

Au cours des dernières décennies, l'utilisation de systèmes génératifs s'est progressivement tournée des outils pour la composition vers l'invention de programmes réactifs pouvant participer à une improvisation musicale riche, situation imprévisible et stimulante. Le travail présenté dans cette thèse se concentre sur la conception et la réalisation d'un tel système informatique, capable d'interagir musicalement et pertinemment avec des musiciens acoustiques dans le cadre de l'improvisation libre collective, c'est-à-dire de l'improvisation détachée de toutes structures, règles ou style prédéfinis. Ce cadre est élargi à la fin de cette recherche en y intégrant l'utilisation de propriétés émergentes telles que la pulsation ou une notion large d'harmonie. Le projet OMax aborde le problème de l'improvisation non idiomatique par l'apprentissage et l'imitation à la volée du style d'un musicien à l'aide d'un modèle de connaissance agnostique. Ce système sert de base à cette recherche et nous en avons examiné trois aspects : les principes conceptuels du système, les architectures logicielles permettant une implémentation efficace, et l'usage réel du système dans de nombreux tests et concerts.

Outre une étude fouillée de tous les éléments théoriques du système suivant une décomposition anthropomorphe de ses différentes parties, les contributions principales de cette thèse sont la conception et la réalisation de plusieurs nouvelles versions du système OMax. Nous avons proposé en premier lieu l'utilisation de structures duales pour contenir d'une part les informations extraites du flux d'entrée d'un musicien et d'autre part le modèle de connaissance construit sur ces informations. Nous avons illustré cette architecture avec une nouvelle visualisation en temps réel du modèle de connaissance. Nous avons considéré que la multiplication de tous les processus menant à la construction du modèle de connaissance permettait au système d'écouter en parallèle plusieurs aspects de la musique se déroulant. Chacun de ces aspects possédant sa propre logique temporelle mène à la construction d'une

instance différence du modèle. Nous obtenons ainsi une modélisation du discours musical basée sur plusieurs descriptions de plusieurs entrées, ce qui permet d'augmenter considérablement la pertinence de la réponse de l'ordinateur. L'étude menée sur le mécanisme de génération du système a permis de proposer une nouvelle approche de la collection de modèles de connaissance vue comme une base de données. Ce travail a été fortement associé à des tests réguliers de prototypes du système avec de nombreux musiciens improvisateurs de premier plan. Les réactions collectées au cours de ces nombreuses expériences musicales ont ouvert de nouvelles directions de recherche autour de ce système, notamment l'exploration de la prise automatique de décisions, éclairée par la pertinence des différentes descriptions du flux musical au cours de l'improvisation, ou d'une plus grande utilisation de matériau musical préparé dans le cas d'improvisations composées.

#### Agents créatifs et jeu augmenté (SoMax)

*PostDoc de Laurent Bonnasse-Gahot dans le projet ANR SOR2 (programme ContInt) 2010-2013.*

Le but de ce projet est d'explorer de nouvelles possibilités d'interactions musicales entre un musicien et une machine en proposant d'harmoniser/arranger/augmenter en temps réel le jeu d'un musicien improvisant librement (donc sans accès au futur). Il s'agit pour cela de mettre en relation le jeu du musicien avec une vaste mémoire musicale (corpus) en accordant au mieux leurs logiques : harmonique (verticale), mélodique (horizontale) et temporelle (tempo, pulsation, voire métrique). Selon la fonction d'appariement concernée, on parlera d'harmonisation de mélodie, d'arrangement, d'accompagnement, ou encore de rendu musical augmenté. Une contrainte forte du projet est d'imposer à la machine de réagir en temps réel, ce qui implique un cadre causal. De plus, il s'agit de traiter une entrée polyphonique tout autant que monophonique.

Ce projet est totalement original par rapport à l'état de l'art, car il conçoit l'accompagnement comme une co-improvisation contrainte par l'écoute instantanée du musicien, ce qui permet de dépasser les schémas classiques : d'improvisation totalement libre (OMax), d'accompagnement idiomatique avec règles (Band in a Box), d'interaction supervisée (Genjam). Cette recherche a abouti à un premier prototype appelé SoMax conçu par Laurent Bonnasse-Gahot dans le cadre de son post-doc au sein du projet ANR SOR2 qui s'est terminé en 2013.

La stratégie scientifique croise deux grandes approches : la «vue d'avion» dans laquelle la musique (ou plus exactement sa modélisation) est conçue comme un espace dans lequel on se meut librement (accès au futur), et le «suivi causal» dans lequel les algorithmes sont synchronisés sur un flux temporel, et soumis aux contraintes cognitives du «performer» (non-access au futur, limitation de la mémoire, vitesse de réaction, etc.) Le croisement vers une

méthodologie hybride entraîne la possibilité d'une navigation dans de grands corpus modélisés, sous la contrainte d'un modèle instantané du musicien en interaction, avec projection anticipative à moyen terme.

À partir du modèle OMax, permettant une interaction libre musicien-machine basée sur la mémoire récente de la performance, et en exploitant ses primitives de base (modélisation formelle de séquences, automate sur les suffixes), la nouvelle architecture d'interaction a été mise au point, incluant des «agents créatifs» autonomes, capables d'interagir aussi bien entre eux qu'avec des humains, et de créer un «rendu augmenté» aussi bien harmonique que contrapuntique et synchronisé (notamment en pulsation) avec les autres musiciens ou agents artificiels.

Sur le plan de la modélisation, les principales avancées par rapport à l'état de l'art sont :

- un nouveau procédé d'annotation harmonique ou texturale dite «floue» basée sur un modèle de mémoire échoïque, fonctionnant aussi bien sur les entrées symboliques (Midi) qu'audio ;
- une nouvelle technique de synchronisation sur la pulsation dans la génération à partir de modèles statistiques, adaptant la logique rythmique issue de l'apprentissage (corpus) à la situation actuelle d'interaction avec des musiciens ;
- la possibilité grâce à l'annotation harmonique «floue» d'inverser dans un contexte multiagents la relation solo-accompagnement (chaque agent peut basculer d'une fonction à l'autre, devenant de fait un agent «créatif» dépassant le concept d'accompagnement vers celui de co-improvisation experte alignée harmoniquement et temporellement).

L'impact sociétal porte de manière large sur la catégorie des «agents créatifs» dans des contextes généraux de prise de parole située (agents conversationnels, intelligence artificielle, jeux, cinéma, musique, etc.). Notre contribution est centrée sur la musique, et repousse l'état de l'art en proposant un système unique d'interaction créative co-improvisée entre des agents artificiels et des humains intégrant une expertise stylistique (selon les corpus appris). L'objectif initial d'accompagnement (arrangement) d'un musicien s'est finalement largement ouvert vers des expériences beaucoup plus riches et complexes, notamment avec la mise en chantier de la thèse de Kevin Sanlaville (collaboration RepMus, IMTR et LTCI Télécom ParisTech) sur la modélisation générique de l'interaction improvisée d'agents.

Le prototype «SoMax» a déjà été exploité en grandeur réelle dans des concerts publics en France et à l'étranger, prouvant ainsi l'efficacité des concepts sous-jacents.

### Improvisation guidée par scénario (ImproTek)

*Thèse de Jérôme Nika commencée en 2012, Ircam – EHESS (co-dir. M. Chemillier, G. Assayag), Projet ANR SHS ImproTech (2010-2013).*

La thèse de Jérôme Nika étudie la modélisation du style pour l'interaction improvisée, cette fois dans un cadre idiomatique : on veut par exemple pouvoir improviser dans un contexte harmonique et rythmique explicite en exploitant les informations a priori structurant avec un vocabulaire commun, d'une part, le corpus d'apprentissage, d'autre part, le contexte d'improvisation (typiquement une grille harmonique convenue).

À partir de la plate-forme *ImproTeK* développée dans le cadre du projet ANR *Improtech* (2010-2013), qui tirait profit d'annotations harmoniques du matériau musical pour créer de nouveaux modèles de chorus jazz ou de voicings sur la grille d'un standard à partir de grilles différentes tout en préservant la continuité musicale, la problématique a été élargie à l'improvisation guidée par scénario, ou « référent ». Improviser revient donc ici à construire l'articulation entre une mémoire ordonnée et annotée et un scénario pour guider et contraindre l'improvisation à construire. Ce scénario et les séquences étiquetant la mémoire, le scénario dans le contexte duquel elle a été apprise, sont représentés formellement comme des mots définis sur un même alphabet. L'alphabet choisi décrit les classes d'équivalences définies pour comparer les éléments musicaux constituant la mémoire, celle-ci pouvant être instantanée, apprise à la volée au cours d'une performance, ou faire appel à un corpus appris antérieurement.

En plus d'utiliser une analyse des caractéristiques du corpus d'apprentissage, on s'intéresse désormais aux propriétés du contexte de l'improvisation à jouer : l'existence d'un référent donne accès à une connaissance de la structure temporelle des requêtes futures qui est étudiée pour retrouver et transformer dans la mémoire les fragments musicaux offrant non seulement la meilleure continuité relative au passé de l'improvisation, mais également les possibilités d'enchaînements les plus riches ou correspondant à des contraintes fixées pour la suite du scénario.

Ce modèle de génération développé dans l'environnement *OpenMusic* est autonome et peut être utilisé pour la création de matériau dans un processus compositionnel hors temps. Dans un contexte d'improvisation, il peut désormais être mobilisé en temps réel. S'il était déjà adapté à la performance, il s'est désormais affranchi de l'aspect séquentiel de la succession des phases d'écoute, d'apprentissage puis de génération : à chaque instant le système prévoit l'improvisation à jouer le plus en amont possible puis affine, réécrit et modifie ses choix au fur et à mesure que sa mémoire se nourrit du jeu des musiciens qui l'entourent. L'ordonnement, la synchronisation et la gestion des erreurs et retards dans l'utilisation en temps réel du modèle sont effectués grâce aux nouvelles possibilités dynamiques du système *Antescofo*.

Après plusieurs séjours d'expérimentation avec la Compagnie Lubat à Uzeste, ainsi que des séances de travail avec Jovino Santos Neto (anciennement membre du groupe d'Hermeto Pascoal) en 2013, le nouveau prototype issu de ce modèle a été utilisé pour la première fois sur scène lors d'un concert aux côtés de Bernard Lubat autour de la thématique « l'improvisation entre l'homme et la machine » dans le cadre du festival *Novart* à Bordeaux en novembre 2013.

### Analyse et modélisation de la créativité musicale et de son impact culturel

*Programme ANR CreMusCult, période 2010-2013 prolongée à 2014, coordinateur M. Ayari, en collaboration avec l'université de Strasbourg et Ircam-STMS*

Le projet a pour ambition de modéliser les processus de création et de réception de la musique avec une mise en perspective des rapports complexes du musicien (improvisateur, auditeur) à la musique, dans le contexte de l'oralité. L'étude se focalise sur la créativité orale/aurale des cultures traditionnelles méditerranéennes. Afin de rendre compte de la diversité stylistique des pratiques sociales et performatives dans notre terrain, un programme informatique, *CréMusCult*, est en cours de développement afin d'analyser et de visualiser le corpus étudié. La modélisation (formelle et cognitive) des mécanismes de perception et de création de la musique a été réalisée en étroite interaction avec des facteurs fondés sur des règles d'organisation perceptive générale (théorie de la Gestalt, Lerdahl et Jackendoff, etc.) et des connaissances culturelles spécifiques à des corpus musicaux particuliers.

Les hypothèses psychologiques sous-jacentes à la modélisation ont comme point de départ des études expérimentales antérieures sur la perception interculturelle, menées dans le cadre d'un programme CNRS « Systèmes complexes » en 2003-2005 (McAdams, Ayari, Lartillot et Assayag). Un ensemble d'heuristiques a été mis au point à travers des enquêtes ethnomusicologiques sur le terrain et des interviews de musiciens experts (en Grèce, Turquie, Tunisie et au Maroc), afin de décrire les niveaux de traitement perceptifs et cognitifs à l'œuvre dans l'écoute culturalisée, les expériences esthétiques individuelles, etc.

La modélisation informatique des connaissances (théoriques, pratiques et esthétiques) liées à la musique modale improvisée (hypothèses psychologiques, règles d'organisation musicales, etc.) que nous avons développée sous une forme explicite et systématisée (des algorithmes écrits dans un environnement de programmation, tels que *OpenMusic*, *Matlab*, etc.) permet de : (a) créer un outil avancé d'analyse automatisée du contenu musical (*MIRtoolbox*, *The MiningSuite*, *CréMusCult*), (b) déterminer la pertinence des résultats d'analyse et ainsi (c) les affiner en fonction du contexte de la performance, de l'expertise musicologique et de l'expérience esthétique des acteurs du jeu musical (auditeurs et musiciens).

L'objectif principal des missions de recherche menées cette année consiste à étudier la performance technique en temps réel, et à comprendre l'impact de la modernité et de la globalisation sur les processus de création musicale dans le contexte traditionnel et moderne. Une série d'entretiens individuels est en cours de réalisation sur le terrain avec les acteurs du jeu musical et les maîtres de l'art, afin d'élucider les contextes stylistiques et les modèles de composition mis en jeu dans l'élaboration des œuvres orales improvisées. Il s'agit d'interroger les musiciens créateurs sur des questions générales concernant le rapport de la culture et de la tradition avec des conceptions esthétiques, sémantiques, compositionnelles. La campagne 2013 en Grèce a permis de collecter un matériau audiovisuel de très grande valeur avec des musiciens réputés :

(Thessalonique) A. Kampouropoulos, K. Kalaitzidis, Y. Kaimakis, A. Thymios, K. Vasilis, K. Vasilis, S. Pantelis ; (Athènes) L. Lambros, K. Pavlos, A. Manos, K. Alexandros, L. Haris, M. Martha, S. Sokratis, H. Petroloukas, Z. Astrinos, A. Dimitris, K. Manos, Y. Haig, Z. Christos, M. Dimitris, K. Stathis, K. George, G. Kyriakos, T. Christos ; (Crète) B. Christos, D. Ross, P., Xyloyris Antonis, P., X. George.

## ÉQUIPE ANALYSE DES PRATIQUES MUSICALES

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques	Collaborations artistiques
Chercheurs et ingénieurs statutaires	2,5	Revue à comité de lecture	6	Nationaux et régionaux	2	Akademie der Künste Berlin (ALL.) Association Jean Barraqué (FR.)	B. Carat Quatuor Diotima S. Gervasoni L. Fels
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	6	Conférences avec comité de sélection	7	Internationaux		Bärenreiter (ALL.) CMPCP, Cambridge & Oxford Univ. (GB)	Ph. Leroux B. Pauset S. Sciarrino
Doctorants	3	Ouvrages et chapitres	28	Contrats industriels		CRAL EHESS-CNRS (FR.) HÉM/Cons. de Genève (C.H.)	
Stagiaires		Thèses de doctorat et HDR	1			Univ. de Montréal : Circuit, CRI, OICRM (CAN.)	

Responsable : Nicolas Donin

L'équipe Analyse des pratiques musicales développe une musicologie interdisciplinaire des œuvres et des pratiques musicales savantes contemporaines – de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle à aujourd'hui. Son programme de recherche porte en particulier sur la composition, l'interprétation et les dimensions collaboratives de la production d'œuvres en studio ; il fait appel à plusieurs branches de la musicologie et des sciences humaines ; il met l'ingénierie documentaire multimédia au service du discours spécialisé sur la musique ; il se concrétise par des publications scientifiques dans les différentes communautés intéressées, mais aussi par des réalisations pédagogiques, des prototypes d'applications web, des éditions critiques de partitions et d'écrits musicaux, des courts-métrages documentaires, etc.

En 2013, les nouveaux thèmes de recherche introduits en 2012 (intégration compositionnelle du geste, analyse des musiques mixtes, sociohistoire du métier de RIM, développement web orienté audio) ont été poursuivis et, pour certains, amplifiés par des financements ANR. L'importance de la musicologie des processus créateurs, un courant de recherche largement initié par l'équipe, a été reconnue à travers le succès de la 2<sup>e</sup> conférence TPCM (Montréal) et la publication d'un numéro thématique de la *Revue de musicologie*. Des études plus ponctuelles ont permis d'explorer des questions encore peu travaillées dans l'équipe, telles que l'esthétique de la resynthèse et la psychologie de l'improvisation. Enfin, 2013 a été l'année de la parution d'un ouvrage de référence dont la genèse aura accompagné nos travaux pendant toute une décennie : *Théories de la composition musicale au XX<sup>e</sup> siècle*.

### ■ La question du « geste »

Le projet ANR « GEMME » (Geste musical : modèles et expériences) rassemble plusieurs membres de l'équipe ainsi que des musicologues de l'université de Nice-Sophia Antipolis, de nov. 2012 à oct. 2015, autour d'une interrogation : quand et comment le « geste » est-il devenu une notion fondamentale dans la création musicale ? Pour y répondre, nous étudions les occurrences du mot et de la chose à travers un ensemble de discours (dépouillement d'une large

littérature musicale et musicologique), d'œuvres (analyses musicales de partitions-clés des années 1970 à nos jours) et d'archives (études approfondies de la pensée du geste chez Kagel et chez Lachenmann). Les différents chantiers répartis entre les membres du projet sont discutés et coordonnés à travers un séminaire interne deux fois par an.

### Généalogie d'un concept

La première phase de l'étude du panorama des théories implicites du geste (GEMME – Tâche 1) a été consacrée à un travail d'enquête et de dépouillement systématique, par A-S Barthel et N. Donin, sur deux types de corpus : 1) des séries de périodiques, 2) des partitions présentant de manière diverse des intégrations du geste dans la pratique compositionnelle. Parmi les séries prévues, le dépouillement intégral d'*Entretemps* et *Musique en Jeu* a été réalisé ; sont en cours *Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik*, *Interface/Journal of New Music Research*, *Melos/Neue Zeitschrift für Musik*. Les premiers résultats du dépouillement ont permis de mettre en évidence une périodisation dans la théorisation du geste en musique : si, dans les années 50/60, le geste est encore rarement désigné comme tel et sa conceptualisation apparaît souvent liée à l'évolution de la notation musicale, celui-ci voit ses acceptions se démultiplier dans les années 70 et devenir un enjeu d'importance dans les débats musicaux, à la fois au sens du « geste instrumental » et à celui, plus métaphorique, du « geste expressif ». Les années 80 sont en revanche le lieu d'un regard critique (notamment dans la revue *Entretemps*) porté sur le geste dans sa dimension expressive. Cette périodisation a été corroborée par l'étude d'un échantillon représentatif de partitions, dans laquelle sont envisagées différentes déclinaisons du geste : rapport au corps, implications temporelles, notation, visibilité/audibilité.

### Une œuvre-clé : Pression de Lachenmann

Dans *Pression* (1969– 70/2010) pour un violoncelliste, le compositeur Helmut Lachenmann recourt pour la première fois à un nouveau système notational dans lequel il « n'indique pas les sons, mais les actions » que l'interprète

doit accomplir. Cette œuvre – devenue aujourd’hui un classique du répertoire pour violoncelle seul – est étudiée d’un triple point de vue : génétique, analytique et interprétatif. *Pression* met en scène une variété incroyable de modes de jeu que nous avons regroupés suivant trois grandes catégories gestuelles (frottement, pincement, frappe). Pour chaque mode, F-X Féron a identifié les actions excitatrices (quelles parties du corps et comment) ainsi que les zones de l’instrument qui entrent en résonance. En collaboration avec le violoncelliste Benjamin Carat, il s’intéresse aussi à la manière dont ces modes de jeu sont explicités et inscrits sur la partition et aux améliorations apportées par le compositeur dans la nouvelle édition (2010), dont il a documenté la genèse en interviewant son principal artisan, Lucas Fels.

#### Le geste entre composition et interprétation

L’intégration du geste instrumental à la création présuppose des collaborations étroites entre instrumentistes, compositeurs, voire informaticiens et luthiers. Étudier cette intégration du geste suppose donc de ne pas se limiter au point de vue du compositeur, mais plutôt de s’intéresser aux dimensions collectives du processus créateur. Dans le cadre du projet GEMME, nous avons mené à la Fondation Paul Sacher une recherche exploratoire sur les témoignages de ce type de collaboration dans une sélection de correspondances et de documents d’esquisse. La problématique plus générale de la créativité distribuée a été l’objet d’une résidence de N. Donin à la faculté de musique de l’université d’Oxford en tant que CMPCP Visiting Fellow (été 2013), débouchant sur une lecture renouvelée du projet « Quatuor augmenté » (cf. Rapports d’activité 2007-2009) en termes de créativité distribuée et de théorisation du geste. Enfin, l’ensemble de ces travaux a été accompagné par la tenue régulière d’un séminaire public coorganisé avec R. Campos à l’EHESS, accueillant en 2013, outre les membres de l’équipe APM et du projet GEMME : Jean-Christophe Paré, Martin Kaltenecker, Baptiste Bacot, Jean-Louis Leleu, Clément Cannone.

#### ■ **Musicologie des processus créateurs**

Domaine interdisciplinaire de recherche, la musicologie des processus créateurs développe des méthodes d’analyse des actes, situations et conditions de la création en regard des œuvres auxquels ils aboutissent. Le projet ANR MuTeC (2009-2011) coordonné par l’équipe a abouti à l’établissement d’une conférence internationale intitulée « Tracking the Creative Process in Music » favorisant la rencontre entre des approches en analyse génétique, philologie, histoire, psychologie, sociologie, informatique et d’autres disciplines.

#### Tracking the Creative Process in Music

La première édition de la conférence TCPM, qui s’est tenue en 2011 à Lille, a notamment débouché sur une publication collective représentative de la diversité des communica-

tions. Anne-Sylvie Barthel-Calvet et Vincent Tiffon ont rassemblé, en un numéro thématique de la Revue de musicologie (98/1, daté 2012) des articles de William Kinderman, Juniper Hill, Clément Canonne, Pierre Couprie, Cyrille Delhaye, et de membres de l’équipe APM.

Cette diffusion savante des travaux de la conférence s’est accompagnée d’une action de vulgarisation scientifique à travers la réalisation d’un documentaire web bilingue par François-Xavier Féron et Benoît Martin, tourné en partie au cours de TCPM2011, et publié sur la plate-forme Arte Creative. Intitulé « Analyser les processus de création musicale » / « Analysing the Process in Musical Creation » (<http://apm.ircam.fr/page/webdoc/>), le film comprend quatre parties.

- Dans le premier chapitre, il est question des enjeux, méthodes et points de départ des recherches sur les processus créateurs.
- Le deuxième chapitre est consacré à la Fondation Paul Sacher à Bâle (Suisse) où sont conservées les archives de quelques-uns des compositeurs les plus importants du XX<sup>e</sup> siècle.
- Dans le troisième chapitre sont explicités les origines et objectifs du projet MuTeC, le choix des différents terrains d’étude qui le composent et quelques-uns de ses résultats principaux.
- Enfin, le quatrième chapitre s’intéresse aux perspectives d’enrichissement et de transformation de cette dynamique de recherche, notamment en lien avec la création du colloque TCPM et, plus généralement, la « recherche en art » basée sur les savoirs et savoir-faire des musiciens praticiens.

La deuxième édition de la conférence s’est tenue en octobre 2013 à Montréal (<http://tcpm2013.oicrm.org/>). Fruit d’une co-organisation par l’OICRM (U. de Montréal) et le CIRMMT (université McGill), elle a rassemblé une centaine de participants au long de 20 sessions thématiques, un atelier-concert avec le Nouvel Ensemble Moderne et Philippe Leroux, des événements artistiques associés, et trois tables rondes plénières sur les thèmes suivants : « Analyse musicale et analyse des processus de création : quels apports réciproques », « Beyond the Composer : Distributed Creativity and Emerging Roles in the Creative Process », et « Conservation of Electroacoustic and Mixed-Media Works : an Interdisciplinary Process »

#### Formalisation des processus de production pour la préservation numérique

Tout artefact construit, toute œuvre créée, renvoie à une double complexité de gestion sur une longue durée : ils sont frappés d’obsolescence, leurs principes techniques et leurs composants matériels sortent rapidement des connaissances et des savoir-faire du moment et ne possèdent aucune contrepartie conceptuelle ou théorique. Dans le cadre d’une thèse de doctorat financée par le projet ANR Gamelan, Antoine Vincent a mené une recherche en ingé-

nerie des connaissances qui a utilisé la préservation d'œuvres sonores créées avec des technologies comme terrain de formalisation. Cette thèse en informatique codirigée par Bruno Bachimont (UTC) et Alain Bonardi (Ircam / APM — université Paris-8) a été soutenue en décembre 2013.

L'objectif était de capter des connaissances sur les œuvres au moment où elles sont disponibles, c'est-à-dire durant leur production, leur migration technique ou toute adaptation, et de les conserver sous une forme qui restera intelligible pour les experts, sans avoir accès au contexte de création originale. Pour gérer ces connaissances, Antoine Vincent a créé un langage, constitué d'une ontologie (*Digital Music Production Ontology*) permettant de modéliser les processus de production sonore et d'un ensemble de *patrons de création* qui officient en tant que guide des bonnes pratiques.

#### Thématiques émergentes

Faisant écho aux tendances observables à TCPM 2013 ainsi qu'aux travaux de GEMME sur la collaboration compositeur/interprète, un ensemble de thématiques de recherche ont émergé dans les travaux récents de l'équipe, consistant à analyser le rôle des « autres » acteurs (que le compositeur) de la création. Ces autres sont l'interprète et le RIM (réalisateur en informatique musicale), mais aussi le commanditaire et l'improvisateur.

Dans le prolongement de son contrat de chercheuse invitée CNRS INS2I dans l'équipe (2012), L. Zattra a travaillé sur la sociohistoire du métier de RIM. D'une part, elle a retracé l'histoire du nom de RIM à l'Ircam sur la base des rapports et les procès-verbaux administratifs disponibles dans la période 1976-2012. D'autre part, elle a engagé une socio-ethnographie du développement de la conscience professionnelle du métier. Un sondage anonyme adressé à 165 personnes par email avec 35 questions divisées en trois parties (« profil », « le RIM, son identité, ses tâches », « documentation, archivage, portage ») a recueilli 33 réponses valides qui permettent d'évaluer les continuités et les discontinuités dans l'exercice de la profession de RIM, la proportion du travail de création et des autres tâches, la variété des modalités de travail avec les compositeurs. Les résultats complets de l'enquête feront partie d'un article en préparation. Ces travaux s'accompagnent enfin d'une étude bibliographique consacrée aux approches sociologiques et historiques des métiers émergents ou présentant des caractéristiques similaires à celui de RIM. Dans sa globalité, l'état actuel de cette enquête suggère que le métier de RIM se trouverait dans une phase historique de transition, orientée par le double objectif parfois contradictoire d'établir, d'une part, un rôle bien défini dans la division du travail de création musicale, et de l'autre, une collaboration artistique sur un pied d'égalité avec la figure du compositeur. La figure du commanditaire est souvent absente des études et des analyses portant sur la musique contemporaine. Le

travail de doctorat d'A. Fryberger (EHESS 2012-2015, codirection N. Donin et E. Buch) tente de combler ce vide et se donne deux objectifs. D'abord, A. Fryberger cherche à comprendre l'interaction entre compositeur et commanditaire : s'agit-il d'une collaboration, d'un travail de prescription, d'un « simple » échange économique ? Et comment cette interaction façonne-t-elle le monde de la musique contemporaine ? Le deuxième objectif est de portée plus générale : elle s'interroge sur le travail d'évaluation effectué dans les instances de commande. Sur quels aspects s'appuie-t-on pour évaluer la musique contemporaine ? Pour la collecte de données, cette étude porte principalement sur deux organisations : New Music USA (aux États-Unis) et le ministère de la Culture et de la communication en France. Les entretiens semi-directifs ont été menés auprès du personnel des deux organisations ainsi que des compositeurs bénéficiaires de commandes et des individus chargés de l'évaluation des dossiers de compositeurs. A. Fryberger trouve un ancrage théorique pour son travail dans la littérature sociologique sur l'évaluation et porte également une attention particulière aux études comparatives (USA/France) dans le domaine culturel. Les premiers apports de cette étude ont été présentés lors de deux colloques en 2013 : la journée d'étude « Faire l'art : Analyser les processus de création artistique » (univ. Paris-Sorbonne, 17 mai) et la conférence TCPM (Montréal, 12 octobre).

Nous avons accueilli S. Chang pour une partie de sa thèse de doctorat en psychologie (UBC, Vancouver) portant sur la dynamique des groupes d'improvisation collective libre, ainsi que les processus cognitifs liés à la performance solo. La partie empirique de la thèse vise à comprendre : 1) la fluidité de l'attention pour chaque musicien individuel, 2) les interactions complexes entre les musiciens pendant une performance en groupe. Pour pouvoir analyser un type d'improvisation sans référent, il peut être pertinent de définir la structure de la musique par segments et d'éliciter les éléments cognitifs associés. En utilisant des enregistrements de performances, les données recueillies après la performance incluent les indicateurs subjectifs et les commentaires des musiciens sur les changements temporels de rythme, ainsi que les propos recueillis dans une phase finale d'entretien libre ; l'ensemble de ces éléments permet de clarifier si les musiciens portent leur attention sur le son, sur l'environnement, vers eux-mêmes, ou vers les autres musiciens. Ce type d'étude offre plusieurs bénéfices : elle enrichit notre compréhension de la coordination musicale et de la créativité distribuée dans un cas privilégié d'observation ; elle peut déboucher sur des applications pédagogiques au-delà du champ musical, dans de nombreux modes de travail en équipe ; enfin elle peut contribuer à la recherche clinique sachant que l'improvisation musicale constitue un terrain musicothérapeutique encore insuffisamment exploré, mais aux résultats prometteurs. Enfin, le projet « Musiques savantes et populaires contemporaines : fabriquer des œuvres et régimes d'autorité »

(resp. N. Donin, E. Olivier) financé en 2012-13 par le LabEx «Création, Arts et Patrimoines» (PRES héSam) a débouché sur des journées d'études intitulées «Approches ethno/musicologiques des processus de création musicale» (INHA).

### ■ Histoire et esthétique de la musique contemporaine

#### Théories de la composition musicale au XX<sup>e</sup> siècle

Le volume collectif *Théories de la composition musicale au XX<sup>e</sup> siècle*, sous la direction de N. Donin et L. Feneyrou, a paru aux éditions Symétrie (Lyon), après des années de recherches, de rédaction et de traductions, et une dernière année consacrée à la réalisation : relecture des épreuves des 600 exemples musicaux et des 1 850 pages, constitution des index des noms et des œuvres, etc. Synthèse d'un large ensemble de théories compositionnelles, individuelles ou collectives, explicites ou implicites, cette publication couvre l'ensemble du XX<sup>e</sup> siècle, de Schönberg et d'Indy aux contemporains. Les soixante chapitres, développés et rédigés par les meilleurs spécialistes, ravivent les équilibres entre idées, faits historiques et analyses de partitions. Cette publication a fait l'objet d'une présentation au CNSM de Lyon (23/10) et d'une table ronde à l'Ircam (14/11) avec Ph. Cathé, H. Dufourt, F.-X. Féron et B. Gallet, ainsi que d'un entretien avec les directeurs scientifiques paru dans *ArtPress* (n° 406, décembre) et d'une émission sur France Musique («Le Jour d'avant», R. Bruneau-Boulmier, 15/12).



#### Retours sur la modernité d'après-guerre

Des recherches sur une période méconnue de l'histoire de la musique en France, entre la Libération et la création du Domaine musical, aboutiront la réalisation de deux projets : 1) La publication des *juvenilia* de Jean Barraqué, dont les deux dernières partitions (le ballet *Melos*, pour orchestre, et la cantate *La Nostalgie d'Arabella*, pour voix, trompette, percussion et piano) sont en cours d'édition critique (Bärenreiter), sous la direction de L. Feneyrou, avec la collaboration de F. Durieux ; 2) Un ouvrage collectif intitulé «Horizons de la musique en France 1944-1954» (Vrin), sous la direction de L. Feneyrou et A. Poirier, qui entend faire le point sur les politiques et les institutions musicales, l'en-

seignement de la composition, les figures majeures de la création et leurs grammaires (du Groupe des Six aux jeunes sériels), l'esthétique, l'histoire et la théorie de la musique, ainsi que le jazz et la chanson de l'immédiat après-guerre. Dans un contexte international, relatif à la même période, M.A. Magalhaes poursuit ses recherches sur les relations entre Luigi Nono et Eunice Katunda, qui aboutiront à un ouvrage collectif, incluant l'édition critique de la correspondance entre les deux compositeurs, et qui mettra en relief les ponts artistiques et politiques entre l'Italie de la fin des années 1940 et l'Amérique du Sud.

#### Esthétique de la resynthèse instrumentale

N. Donin a retracé la généalogie d'une technique compositionnelle aujourd'hui fréquemment utilisée par les compositeurs, la resynthèse instrumentale de fichiers audio. Tout particulièrement présente dans les projets Coursus et dans d'autres réalisations majeures de l'Ircam ces dernières années telles que *Speakings* de Harvey, cette technique a connu des réalisations pionnières chez F-B Mâche ou C. Barlow, en parallèle de la démarche spectrale qui a établi et popularisé la notion de «synthèse instrumentale» (G. Grisey). Avec CataRT dans le domaine strictement audio et Orchidée puis ATO-MS dans le domaine de l'orchestration assistée par ordinateur, la resynthèse a ceci de singulier qu'elle renouvelle en musique la tradition de la mimesis en la radicalisant : les sons orchestrés (ou reconstruits concaténativement) sont des empreintes musicales des sons originaux, un peu à la façon d'un moulage dans le domaine artistique. Les implications esthétiques de ce régime de l'empreinte ont été discutées (dans un chapitre d'ouvrage en cours de publication sous la direction de G. Borio) en référence aux travaux de G. Didi-Huberman et d'autres auteurs, et à travers la discussion d'œuvres de P. Ablinger, A. Einbond, P. Huyghe notamment.

### ■ Musique et audio face aux technologies web

Le projet ANR ContInt «WAVE» (Web Audio : Visualisation/Édition) a pour objectif de formaliser de nouveaux moyens d'édition, de visualisation et d'interaction avec des objets temporels audiovisuels diffusés sur le web. Ce projet est une collaboration entre l'Ircam (coordinateur), Universal Music Publishing Classical France et Eurecom. Deux développeurs/chercheurs, Victor Saiz (APM) et Karim Barkati (IMTR) ont été recrutés pour le développement des briques logicielles concernant respectivement les interfaces visuelles et audio/gestuelles ; un prestataire, Vi-Live, prend en charge les aspects de broadcasting grand public, sous la direction du coordinateur.

La première année du projet a permis de :

- délimiter l'écosystème web dans lequel le projet s'inscrit et dessiner le périmètre de ce nouveau contexte technologique pour l'Ircam ;
- instruire l'aspect central du langage JavaScript et son adaptation aux traitements audionumériques temps réel et temps différé ;

- analyser en détail les possibles techniques à travers une veille active (notamment de la Web Audio API, standard W3C disponible sur les navigateurs web et les librairies D3.js, node.js et npm). Les collaborateurs recrutés sur le projet ont très largement expérimenté les possibles techniques à travers des maquettes ;
- adresser les communautés de développeurs (web), à travers la mise à disposition des briques logicielles sur des réseaux incontournables (type GitHub, BitBucket) ;
- formaliser les API des différentes briques logicielles, en prenant en compte les problématiques spécifiques à la transposition des technologies Ircam sur le web ;
- définir les cas d'usage et démonstrateurs du projet, notamment en partenariat avec Universal Music et le quatuor Diotima. Des démonstrateurs hypermédias et pédagogiques permettront aux utilisateurs de manipuler et d'interagir avec du matériau musical directement dans le navigateur sans extension (matériau provenant par exemple d'enregistrements de séances multipistes) et une application artistique *online* donnera lieu à une création musicale ;
- amorcer une réflexion sur l'*open data* et l'*open source* à l'Ircam dans le cas de projets web (et particulièrement web audio).

Enfin, nous avons présenté aux autres équipes de recherche de l'Ircam, dans le cadre d'un séminaire Recherche et Technologie, ce nouveau champ de possibles offert par le web – un champ aussi bien technologique (massivement hypermédia) que social (à travers les communautés de développeurs et l'aspect multi-utilisateur inhérent à l'Internet).



Figure : Affichage d'une forme d'onde calculée côté client par le navigateur sans extension et moteur audio de synthèse granulaire (créé à partir de la Web Audio API)

## ÉQUIPE INTERACTIONS MUSICALES TEMPS RÉEL

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats	Collaborations scientifiques	Collaborations artistiques
Chercheurs et ingénieurs statutaires	5	Revue à comité de lecture	4	Nationaux et régionaux Legos, Wave, SOR2, Voice4Game, Cosima, LABEX SMART (projets ISMES, SeNSE), Topophonie, LaboDanse	Grame, F McGill, CA CNMAT, USA BEK, N IEM, A ENSCI, F Orbe, F UserStudio, F LIMSI, F Navidis F Atelier des Feuillantines, F NoDesign, F Cycling '74, USA Phonotonic, F Goldsmiths, UK Columbia University, USA KTH, S Univ. of East Anglia, UK NTNU (Artistic Research Programme), No Simon Fraser University, Canada Université Paris-8	M. Suarez Cifuentes A. Einbond Ch. Trapani M. Kimura F. Leibovici E. Gibello F. Blondy F. Tartinville V. Johnson M. Vitoria A. Cera Ch. Delécluse M. Cacciatore D. Fujikura A. Schubert E. Broitmann R. Cahen
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	5	Conférences avec comité de sélection	15	Internationaux		
Doctorants	5	Ouvrages et chapitres		Contrats industriels		
Stagiaires	2	Thèses de doctorat et HDR	1	PSA, Parrot		

Responsable : Frédéric Bevilacqua

L'équipe Interactions musicales temps réel (IMTR) (rebaptisée *Interaction Son Musique Mouvement* à partir de 2014), mène des recherches et développements sur les systèmes interactifs dédiés à la musique et au spectacle vivant, suivant trois axes :

- analyses et modélisation de données sonores et gestuelles, regroupant nos recherches fondamentales ;
- systèmes de captation, concernant nos développements d'interfaces gestuelles ;
- synthèse et traitement sonore interactif, regroupant nos développements sur les méthodes de synthèse basées sur des contenus enregistrés et de corpus sonores.

En ce qui concerne les systèmes interactifs basés sur le geste, un axe important de recherche porte sur les problématiques de l'apprentissage sensori-moteur (projet ANR *Legos* et thèse d'Éric Boyer). Nous avons établi de nouvelles collaborations extérieures et obtenu un projet complémentaire dans le cadre du Labex SMART (Laboratoire d'Excellence sur les interactions humains machines intelligentes dans la société numérique).

Nous avons également poursuivi nos recherches sur la modélisation de morphologies gestuelles et sonores, en utilisant diverses méthodes d'apprentissage automatique. Les travaux de Jules François sur l'apprentissage multimodal « par démonstration » ont été récompensés à la conférence internationale ACM Multimedia (best doctoral symposium). De nombreuses applications sont déjà prévues et feront l'objet d'expérimentations dans divers projets (Skat-VG, résidence recherche de Greg Beller, danse). Concernant la synthèse sonore interactive, nous avons

poursuivi nos développements logiciels dans le cadre des projets ANR *Topophonie*, SOR2, *Voice4Games* et *Wave*. Plusieurs applications ont pu être valorisées, comme *Topophonie Mobile* (qui utilise IAE sur iOS), qui a reçu le Grand Prix de l'Innovation de la Ville de Paris 2013 (mention spéciale Design), ainsi que le projet *DIRTI for iPad* nommé pour le prestigieux prix *IxDA interaction design awards*.

De nouveaux projets ont démarré, dont le projet ANR *Cosima* sur les médias collaboratifs situés et le projet *SeNSE* du Labex SMART (thèse Kevin Sanlaville) sur l'interaction adaptative. Nos recherches liées au mouvement dansé ont été renforcées grâce au projet *LaboDanse* et à une nouvelle collaboration avec Simon Fraser University. L'année 2013 a également été marquée par des signes de reconnaissance importants comme le rapport très positif de l'AERES. De plus, nous avons reçu le prix ANR du numérique dans la catégorie « impact sociétal » pour le projet *Interlude*. Nous avons eu de nombreuses invitations : 5 *keynotes* à des conférences internationales, et 2 *keynotes* à des conférences nationales. Notons également la forte présence de l'équipe dans les aspects de recherche musicale comme en témoignent les trois articles parus en 2013 dans le numéro spécial « Musical Research at Ircam » du *Contemporary Music Journal* et qui se réfèrent directement à nos recherches.

### ■ Analyse et modélisation de données sonores et gestuelles

Apprentissage sensorimoteur dans les systèmes interactifs sonores basés sur le geste

Projet *Legos*, Programme : ANR Blanc ; période : 11 octobre - 14 décembre ; coordinateur Ircam, collaboration (CNRS

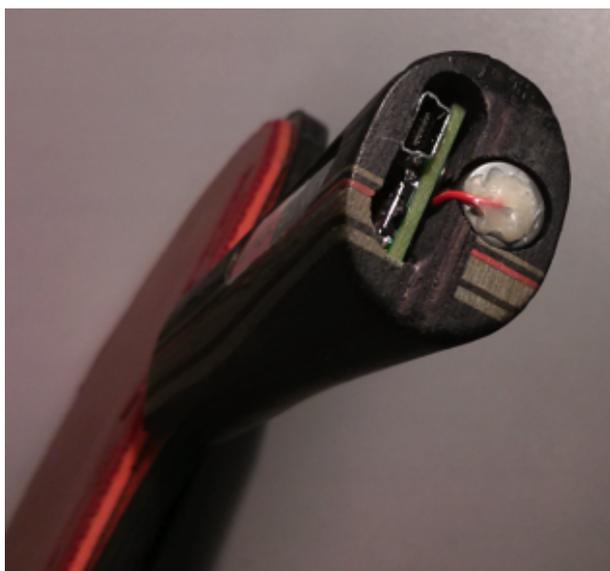
UMR 8119) Paris-Descartes. Thèse d'Eric Boyer (encadrants S. Hanneton, F. Bevilacqua, directeur P. Susini).

Dans le cadre du projet ANR Legos que nous coordonnons, nous étudions l'apprentissage sensori-moteur dans les systèmes interactifs sonores qui utilisent des interfaces gestuelles. Ce projet implique également les équipes PDS, EAC et Ac. inst. ainsi que le Laboratoire de Neurophysique et Physiologie (CNRS UMR 8119) de l'université Paris-Descartes. Le travail de thèse d'Eric Boyer s'inscrit directement dans le cadre du projet Legos.

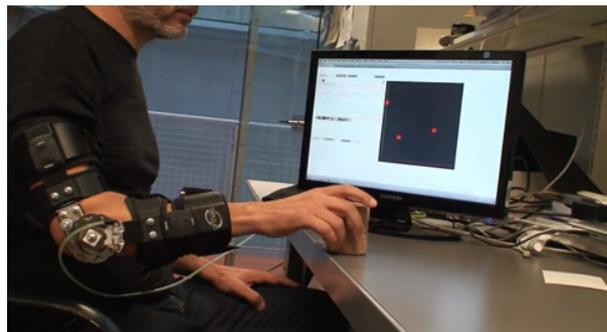
Nous avons poursuivi notre travail sur l'état de l'art dans divers champs applicatifs (musique, rééducation, apprentissage sportif). Un document bibliographique synthétique a été rédigé durant l'année, en collaboration avec les différentes équipes impliquées. D'un point de vue théorique, des travaux importants sur la boucle audiomotrice ont été publiés [Boyer13a, Boyer13e], ainsi qu'une étude sur le concept de « tâche sonore » [Boyer13b] qui sera étendu prochainement.

Dans le cadre de workshops (école d'été HC2, master design sonore ESBAM) menés en collaboration avec l'équipe PDS, de nombreux prototypes d'interaction geste/son ont été réalisés intégrant notamment de nouvelles interfaces disponibles dans le commerce comme la Leap Motion.

Les questions de l'apprentissage et de la pédagogie avec systèmes interactifs sonores dans les activités physiques ont été abordées. Un prototype de raquette augmentée a été réalisé et présenté au congrès annuel de la Fédération internationale de tennis de table [Boyer13c, Boyer13d]. Le cas de la rééducation aidée par un retour sonore a fait également l'objet de travaux et va se poursuivre dans le cadre du Labex SMART [Bevilacqua13c.]



Raquette augmentée de capteurs d'accélération et gyroscope



Retour sonore de la coordination du bras, collaboration ISIR

#### Apprentissage automatique du couplage geste-son

Thèse de doctorat de Jules Françoise (encadrant F. Bevilacqua, directeur T. Artières)

Le travail de thèse de Jules Françoise vise à modéliser les relations geste-son dans différents systèmes interactifs sonores et musicaux. En particulier, il s'agit de développer des méthodes d'apprentissage automatique du « mapping » entre des paramètres de mouvement captés et les paramètres de contrôle de la synthèse sonore. Spécifiquement, nous avons implémenté une approche de mapping geste-son « par démonstration », afin de construire le mapping par des exemples créés par l'utilisateur.

Dans ce but, nous avons proposé un cadre général de modélisation multimodal, en représentant le mouvement et le son de façon conjointe, et en intégrant des structures temporelles hiérarchiques. Cette architecture multimodale hiérarchique contribue à garantir une meilleure structuration temporelle du contrôle de la synthèse sonore, et permet de caractériser plus finement les variations gestuelles expressives en lien avec des variations sonores. Ce travail a fait l'objet de publications à la conférence internationale ACM MultiMedia et Jules Françoise a reçu le prix du « Best Doctoral Symposium Paper ».

Ces modèles sont appliqués dans différents cas d'usages : spectacle vivant (collaboration avec Greg Beller), apprentissage sensori-moteur guidé par le son, design sonore, ou encore la sonification des qualités de mouvement dans un contexte pédagogique de la danse (collaboration avec la SIAT, SFU, Vancouver).

#### Apprentissage interactif de modèles statistiques génératifs

Thèse de doctorat de Ianis Lallemand (encadrant D. Schwarz, directeur T. Artières).

Le but de ce travail était de proposer des méthodes d'apprentissage adaptées à l'interaction avec des dispositifs artistiques ou musicaux. Cette problématique s'inscrit dans le champ de l'apprentissage automatique interactif (interactive machine learning), qui fait l'objet d'un intérêt récent dans le champ de l'apprentissage statistique.

Les contraintes posées par les contextes artistique et musical ont permis de mettre en évidence trois enjeux scientifiques majeurs : apprentissage à partir de très peu

d'exemples, apprentissage à partir de données collectées lors de l'interaction (et non disponibles a priori), apprentissage interactif. L'enjeu est de pouvoir généraliser un modèle en lien avec un utilisateur : le système doit pouvoir converger vers des solutions pertinentes du point de vue de ce dernier, à partir d'un nombre de données d'apprentissage limité, et donc d'une durée d'interaction relativement courte.

Nos premiers travaux ont proposé une formulation théorique du problème de l'apprentissage interactif d'une structure de type Oracle. Des prototypes ont été développés, qui permettent par exemple l'apprentissage interactif de séquences de sons de batterie par la méthode dite « active learning » (framework *Tamer*).

#### Interfaces musicales basées sur des gestes captés par des microphones de contact

*Thèse de doctorat de Bruno Zamborlin (co-cutelle Goldsmiths University of London (M. d'Inverno, M. Gillies) et UPMC (F. Bevilacqua, directeur G. Assayag)*

Le travail de thèse de Bruno Zamborlin, mené en collaboration avec Goldsmiths University of London (Royaume-Uni), concerne l'utilisation de contrôle gestuel de la synthèse sonore. En 2013, le travail a essentiellement porté sur l'utilisation de micros de contact, placés sur des objets du quotidien. Des méthodes de synthèse sonore informées par la physique (« physically-inspired ») ont été développées et plusieurs évaluations utilisateurs ont été réalisées. Des applications pédagogiques ont été implémentées et évaluées dans des écoles en collaboration avec des enseignants. Des collaborations avec des artistes ont également été poursuivies.

#### Geste dansé

*Sarah Fdili Alaoui, Jules Françoise (projet LaboDanse et collaboration Simon Fraser Université).*

Diverses recherches liées aux mouvements dansés ont été menées dans le cadre du projet *LaboDanse*, coordonné par l'université Paris-8, et dans le cadre d'une collaboration avec Simon Fraser University. Dans le cadre de *LaboDanse*, des dispositifs de captation de mouvement et de données physiologiques ont été réalisés (cf. section captation) et ont fait l'objet d'évaluation avec la chorégraphe Myriam Gourfink. Ces travaux seront poursuivis en 2014. Une collaboration avec Thecla Schiphorst et Sarah Fdili Alaoui (Simon Fraser University) a permis de poursuivre cette évaluation des données physiologiques et de montrer la pertinence des données EMG (électromyogrammes) pour la caractérisation de qualités de mouvements. Des expériences ont été effectuées avec des danseurs et des spécialistes de l'analyse de Laban.



*Projet LaboDanse*

#### ■ Développement de systèmes de captation de geste

*Emmanuel Fléty, Côme Maestracci (collaboration Paris 8, projet LaboDanse).*

Cet axe de recherche et développement comprend à la fois la réalisation de systèmes génériques pour la captation de gestes et des réalisations spécifiques liées à des projets artistiques.

Les modules de captation de mouvement sans fil sont en constante évolution avec l'apparition de nouvelles technologies et normes. Nous avons poursuivi le développement d'un nouveau prototype appelé WiMO permettant une miniaturisation avancée, tout en garantissant un taux d'échantillonnage élevé, une faible latence et une consommation électrique réaliste permettant leur utilisation en laboratoire comme sur scène. Il s'agit d'un module basé sur un composant Wifi et d'un capteur 6 axes gyroscope + accéléromètres. Ce module possède un facteur de forme désormais plus petit que la batterie, avec une autonomie de plus de 3 heures, et permet une bande passante plus élevée que les modules MO précédemment développés.

Le module WiMO a été validé dans le cadre du projet *LaboDanse*. Précisément, il s'agissait de mesurer, de manière synchrone, des paramètres de mouvement (accéléromètre et gyroscope), le rythme cardiaque, la respiration, l'activité musculaire (électromyogrammes EMG), et la résistance électrique de la peau (Galvanic Skin Response). Emmanuel Fléty a également collaboré avec les équipes Espaces acoustiques et cognitifs et Acoustique instrumentale pour les projets « microphone 64 canaux » et « clarinette augmentée ».

#### ■ Synthèse et traitement sonores interactifs

Interaction avec des contenus sonores enregistrés

*Norbert Schnell, Riccardo Borghesi, Jean-Philippe Lambert, Fabien Cesari, Diemo Schwarz.*

Depuis quelques années, nous avons développé des approches d'interaction avec des contenus sonores enregistrés. L'enjeu de ces travaux est de pouvoir transformer en temps réel, de manière interactive, des aspects spé-

cifiques de la morphologie d'un son enregistré (hauteur, timbre, temporalité). Ces recherches s'appuient sur des techniques d'analyse automatique de contenus sonores enregistrés, des annotations manuelles, ainsi que sur un ensemble de méthodes de synthèse sonore. De manière générale, pour chaque application, il s'agit de définir un système cohérent entre un modèle d'interaction (scénario d'interaction, captation du geste et du mouvement), un modèle musical (partition et processus génératifs) et un modèle de contenus sonores (analyse et resynthèse sonore).

Ces travaux s'appuient sur le développement de composants logiciels développés par l'équipe (bibliothèques IAE, MuBu/PiPo, ZsaZsa, GF et RTA) ainsi que SuperVP. Ces logiciels ont été étendus par l'ajout de multiples fonctionnalités et d'exemples d'utilisation. En particulier, les interfaces graphiques spécialisées ont été améliorées et optimisées. Nous avons également porté plusieurs algorithmes d'extraction de descripteurs sonores dans le cadre des objets PiPo (yin, moments spectraux, IrcamDescriptors, modélisation temporelle).

Dans le cadre du projet Sample Orchestrator 2, la bibliothèque MVP permet d'utiliser le vocodeur de phase superVP de manière modulaire, à partir des travaux effectués pour SVPX, mais sans dépendance à Max/MSP (en particulier sans dépendance du « multigraph »). MVP reprend les caractéristiques de SVPX et permet de combiner des opérations d'analyse et de synthèse, ce qui rend possible des transformations temporelles de hauteur et d'enveloppe spectrale, d'hybrider plusieurs sources et de synthétiser de multiples variantes à partir d'une analyse. Le modèle d'enveloppes spectrales de Sample Orchestrator 2 est intégré dans MVP et des prototypes Matlab et Max ont été implémentés, pour valider les résultats selon l'implémentation de référence et en temps réel.

#### Projet Topophonie + DIRTl

*Programme : ANR ContInt ; période : 9 novembre – 13 mars ; coordinateur : ENSCI. Participants : D. Schwarz, N. Schnell, Victor Zappi.*

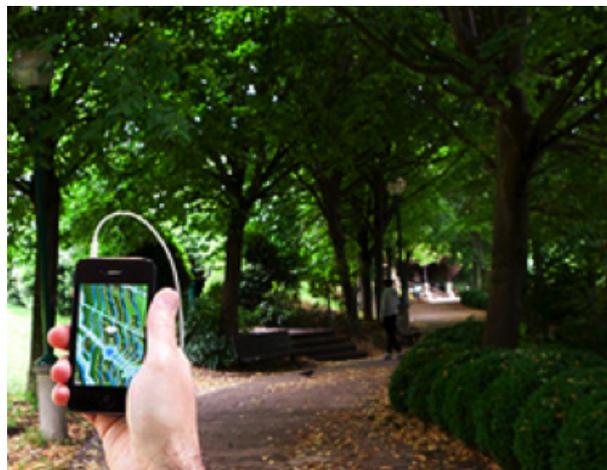
Le projet de recherche Topophonie portait sur la navigation sonore dans les flux et les masses d'événements avec un rendu audiographique. Le terme audiographique désigne des formes graphiques et sonores dans lesquelles les modalités visuelles et sonores sont synchronisées. Le but du projet était de concevoir et développer des modèles, des interfaces et des rendus audiographiques navigables d'ensembles d'objets corpusculaires, animés et spatialisés.

Les trois mois de prolongation de Topophonie ont permis la finalisation de la bibliothèque audio IAE (IMTR Audio Engine) et l'intégration de IAE dans l'environnement graphique Unity3D. Cela a permis la mise en place d'un prototype appelé DIRTl (DIRty Tangible Interfaces) réalisé en collaboration avec UserStudio, qui utilise une interface tangible et gestuelle à base de tapioca. Ce prototype uti-

lise un ordinateur embarqué Raspberry Pi et un iPad qui contient nos bibliothèques de synthèse sonore. Une installation de quatre jours a été présentée lors du festival Futur en Seine 2013, (Maison des petits du centre culturel Le centquatre). Cette expérience pédagogique pour enfants de 3-6, nommée « Les petits chercheurs de son », mettait en œuvre cinq interfaces tangibles DIRTl. L'événement permettait aux enfants, avec l'aide d'un éducateur musical (Éric Broitmann), la découverte par interaction tactile de huit univers sonores composés par Roland Cahen. Les retombées en terme de visibilité de ce projet sont importantes : la vidéo documentant cette expérimentation a été vue plus de 20 000 fois sur Vimeo, l'installation a été présentée à l'exposition *Art & Interactivity* associée à la conférence CHI et au SI 13 : « Symposium on Sound and Interactivity » à Singapour, et le projet DIRTl for iPad a été nominé pour le prestigieux prix « IxDA interaction design awards ». Notons enfin que l'installation de réalité augmentée audio Topophonie Mobile (qui utilise IAE sur iOS), installée de manière pérenne via une application sur l'App Store, a reçu le Grand Prix de l'Innovation de la Ville de Paris 2013 (mention spéciale Design). Cette application permet une balade géolocalisée dans un parc public avec une ambiance sonore virtuelle autour du thème de l'eau.



Projet DIRTl



Projet Topophonie Mobile

### Projet Physis

*Programme: ANR ContInt; période: avril 2012- sept 2015*

PHYSIS est un projet de recherche industriel axé sur la synthèse audio interactive appliquée aux jeux vidéo. Le projet est centré sur la modélisation, la transformation et la synthèse des sons diégétiques pour les mondes virtuels interactifs (jeux vidéo, simulateur, serious game) et la réalité augmentée. Les principaux résultats du projet conduiront à :

- des avancées significatives dans la modélisation des propriétés acoustiques des sons du corpus ciblé ;
- des modèles de synthèse et de nouvelles stratégies destinés à créer et transformer les sons des types textures sonores et les sons d'interactions entre objets solides de façon interactive avec des commandes sémantiques et/ou physiques ;
- des démonstrateurs technologiques qui mettent en avant ces innovations.

Nous avons travaillé sur la synthèse interactive de textures sonores fondée sur la synthèse concaténative par corpus. En particulier, nous avons étudié les corrélats entre perception qualitative des textures et descripteurs sonores. Pour ceci, un outil d'annotation des descripteurs sémantiques dynamiques a été développé et fourni au sound designers du partenaire GameAudioFactory. L'outil et l'interface ont été validés par un test préliminaire concernant l'annotation et la resynthèse de textures. Nous avons ainsi obtenu une première base d'annotations qui se sont avérées cohérentes entre différents sujets et ont montré une corrélation forte avec le descripteur *Loudness*, déterminé par *Canonical Correlation Analysis (CCA)*.

### Projet Wave

*Programme: ANR ContInt; période: 13 novembre - 1<sup>er</sup> avril;*

*coordinateur: Ircam-APM. Participants: K. Barkati, N. Schnell.*

L'équipe IMTR vise dans le projet WAVE à évaluer et à développer des fonctionnalités de synthèse sonore interactive sur la plate-forme HTML5/JavaScript, notamment en utilisant la Web Audio API qui est en cours de standardisation. Une première phase du projet a été dédiée au développement des cas d'usages ainsi qu'à la formalisation des flux de données et à la spécification des APIs à développer. L'implémentation des composants suivants fait actuellement l'objet d'études :

- analyse et synthèse audio en temps réel ;
- traitement de flux de contrôle temps réel et temps différé (descripteurs sonores et données de captation de mouvement) ;
- gestion de données temporelles en mémoire (import/export de fichiers, persistance, méthodes génériques d'édition) ;
- visualisation et manipulation graphique de données temporelles (description du son et du mouvement).

## ATELIER MÉCANIQUE

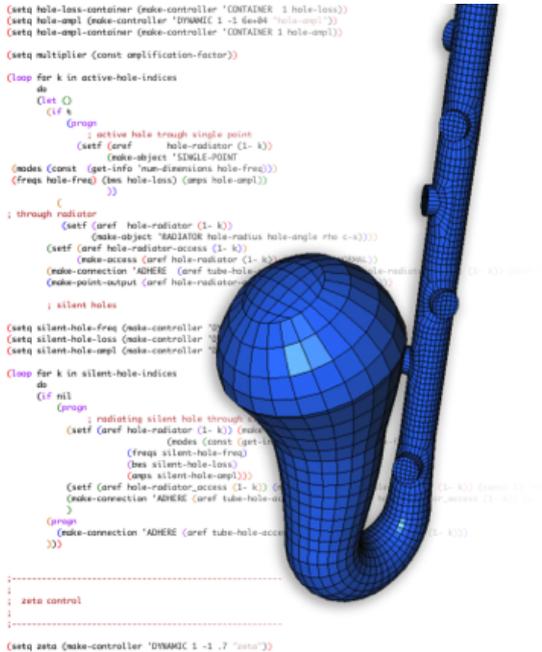
*Responsable: Alain Terrier*

Les études et réalisations de l'atelier mécanique ont porté en 2013 sur les travaux suivants :

- étude et réalisation d'un dispositif actif sur le pavillon de la clarinette basse (A. Manou-Mani, A. Billard, A. Muller);
- réalisation d'un dispositif de volume variable de la cavité buccale sur la bouche artificielle (N. Lopès, R. Caussé, T. Hélie);
- étude et réalisation d'un dispositif de doigts motorisé pour le trombone sur la bouche artificielle (R. Caussé, T. Hélie, N. Lopès);
- étude et réalisation dans le cadre du projet IMAREV (une série de bagues équipées d'un réseau de capillaires) (T. Meurisse, A. Manou-Mani, R. Caussé);
- maintenance sur le dispositif bras de mesures en chambre anéchoïque (échange des noix d'accouplement et des deux réducteurs) (O. Warusfel);
- réalisation d'un support pour 4 HP sur le dispositif bras de mesures de la chambre anéchoïque (O. Warusfel, H. Bahu);
- réalisation d'un bec instrumenté pour la clarinette (projet Cagima) (R. Caussé, M. Jousserand (Buffet-group));
- étude et réalisation d'un dispositif monocorde active (P. Bloland, J. Bensoam, R. Piéchaud);
- étude et réalisation de moulage en interne sur les clarinettes pour effectuer des relevés de cotes de perce et du sous coupage des cheminées (projet Cagima) (R. Caussé, M. Jousserand (Buffet-group));
- réalisation de deux cheminées support micro sur le bocal de la clarinette basse (A. ManouMani, A. Billard, A. Muller).

# LES PRINCIPAUX LOGICIELS

## MODALYS



Basé sur des modèles physiques décrits par la théorie « modale », Modalys est un environnement permettant de créer des instruments virtuels et de les jouer, y compris en temps réel. Pour cela, l'utilisateur dispose d'objets de base tels que cordes, membranes, plaques, tuyaux, chevalet, etc., entre lesquels il établit des connexions correspondant à une riche palette d'interactions : frapper, pincer, frotter, souffler, etc. Le logiciel intègre également la possibilité de modéliser des objets tridimensionnels quelconques, structures ou fluides, en utilisant les techniques numériques d'éléments finis. Avec toutes ces possibilités, le logiciel peut donner lieu à la réalisation de copies virtuelles d'instruments réels tels que clarinette, basson, hautbois, trompette, flûte, etc., mais aussi à celle d'instruments totalement nouveaux, utopistes et inouïs.

### ■ Principales fonctions réalisées

L'accent a été davantage mis cette année sur la documentation et les soubassements du logiciel que sur les aspects fonctionnels ; c'est l'aboutissement d'efforts mis en œuvre dès 2012. Par ailleurs, des expériences de prototypage sur une autre plate-forme ont été menées.

### Documentation

Le travail de documentation commencé en 2012 a été achevé et publié en avril 2013. Cette documentation, au format HTML ou PDF, accessible soit en ligne soit directement à partir du logiciel Modalys, a été particulièrement bien accueillie et, à titre d'exemple, s'avère un support indispensable pour les étudiants du Cours de l'Ircam.

### Compatibilité 64bit

La bibliothèque Modalys est à présent entièrement 64bit, avec une compatibilité 32bit pour les contextes d'utilisation qui la requièrent (exécutables hybrides « fat ») ; les objets pour Max (bibliothèque Mlys) ont été rendus compatibles avec Max 6.1 (en 32 ou 64bit), et avec Max 5 et 6.0 (en 32bit) ; les objets pour Matlab sont également natifs 64bit.

### Environnement Lisp

Modalys, l'environnement Lisp de Modalys, utilise à présent LispWorks 6.1, et profite à ce titre de nombreuses améliorations.

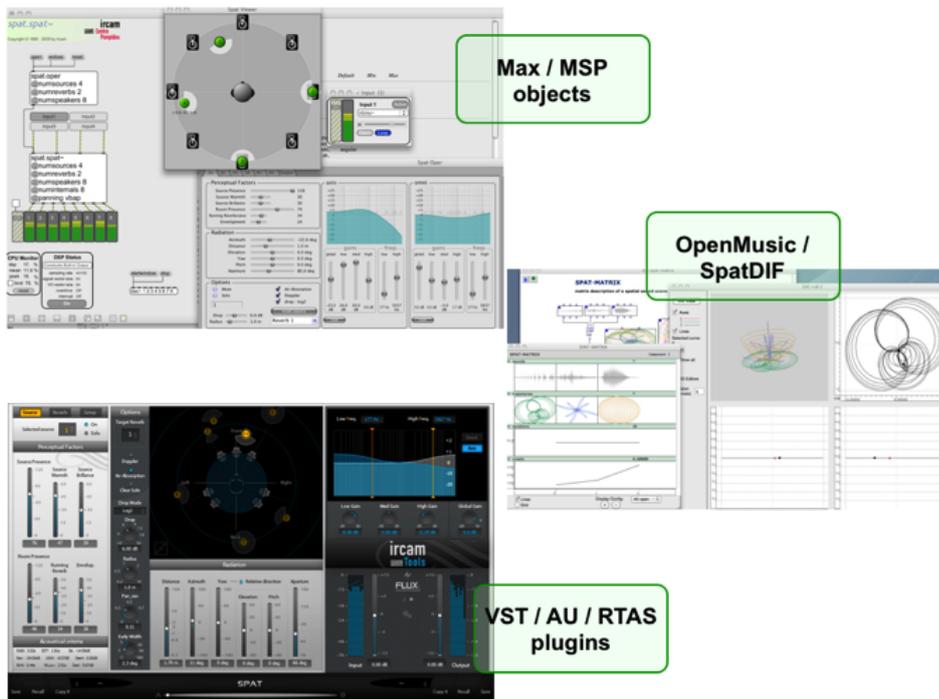
### Portage sur iOS

Fort du travail de consolidation du code réalisé depuis 2013, le framework Modalys a pu être porté sur iOS en version bêta. Cet effort en cours nous a d'ores et déjà permis de réaliser deux prototypes d'instruments indépendants sur iPad : une corde pincée et une plaque métallique frottée. Ces expérimentations, présentées au Forum 2013, se veulent des « proofs of concept » pour un design futur d'instruments raisonné fonctionnant sur iOS illustrant de façon directe et attractive la technologie Modalys.

### Connexion électromagnétique

Dans le cadre de la résidence en recherche du compositeur Per Bloland (USA), une nouvelle interaction électromagnétique a été développée et mise en œuvre dans Modalys. Celle-ci, simulant l'interaction d'un électro-aimant et d'une corde acier, a été intégrée à la distribution standard du logiciel dès la version 3.3.1.

## SPAT~



Le Spatialisateur est un outil d'acoustique virtuelle permettant la création en temps réel de scènes spatialisées dans un espace sonore réel ou virtuel. Ses contextes d'application sont les concerts et la spatialisation du son en temps réel, la postproduction ou encore la réalité virtuelle. Son originalité réside dans son mode de contrôle de l'effet de salle à l'aide de critères perceptifs permettant une écriture intuitive des caractéristiques de spatialisation, et ce de façon indépendante du dispositif de restitution.

### ■ Principales Évolutions 2013

La librairie Spat est compatible avec les dernières versions de Max6. Elle est disponible sous deux versions, l'une utilisant une chaîne DSP 32 bits compatible avec Max5 et Max6 (sous architecture 32 bits), l'autre permettant d'exploiter une chaîne DSP 64 bits et uniquement compatible avec Max 6.1. La librairie a été réorganisée de sorte à être compatible avec le nouveau format de packaging supporté par Max, ce qui facilite son installation et évite notamment de devoir rentrer les chemins d'accès.

L'ensemble des objets du Spat~ dispose désormais d'un mécanisme d'auto-mute qui soulage la charge de calcul en supprimant momentanément les chaînes DSP des sources restées inactives depuis une durée préalablement définie par l'utilisateur.

La librairie Spat~ s'est enrichie d'une trentaine de modules utilitaires de filtrage (e.g. spat.limiter~, spat.compressor~, spat.thirdoctave~, ...), d'analyse (e.g. spat.yin~, ...) ou de gestion de signaux (e.g. spat.fixnan~, spat.dcfiler~...). Comme

la plupart des objets de la librairie Spat~, ces objets sont le plus souvent multicanaux.

### Nouveaux algorithmes de réverbération

Dans le cadre du projet SOR2, différents modules de réverbération ont été développés et préfigurent le développement d'un module générique de réverbération hybride reposant sur la combinaison d'un modèle par convolution exploitant des réponses impulsionnelles mesurées (RI) et d'un modèle classique de réverbération par réseau de retards rebouclés (FDN, feedback delay network). Les principaux modules sont :

- spat.conv~ : nouvelle implémentation multi-thread de spat.rtconv~, algorithme de convolution temps réel et sans latence, qui permet d'obtenir des performances nettement supérieures ; spat.conv~ repose sur un algorithme de convolution partitionnée dans le domaine fréquentiel avec overlap-save. Plusieurs choix de partitionnement sont disponibles. Le partitionnement par défaut privilégie des blocs courts au début de la RI de sorte à garantir une faible latence ; les blocs les plus longs, dédiés à la fin de la RI, sont traités dans un thread d'arrière plan afin de ne pas interférer avec le thread audio à haute priorité de Max/MSP®. Un algorithme de répartition dynamique de charge CPU est implémenté de sorte à distribuer les partitions dans les différents threads de façon optimale ;
- spat.converb~ : objet de convolution paramétrable permettant d'appliquer un contrôle perceptif (Spat.Oper) sur des réponses impulsionnelles (RI) de salle. La RI est segmentée en quatre sections temporelles, par défaut

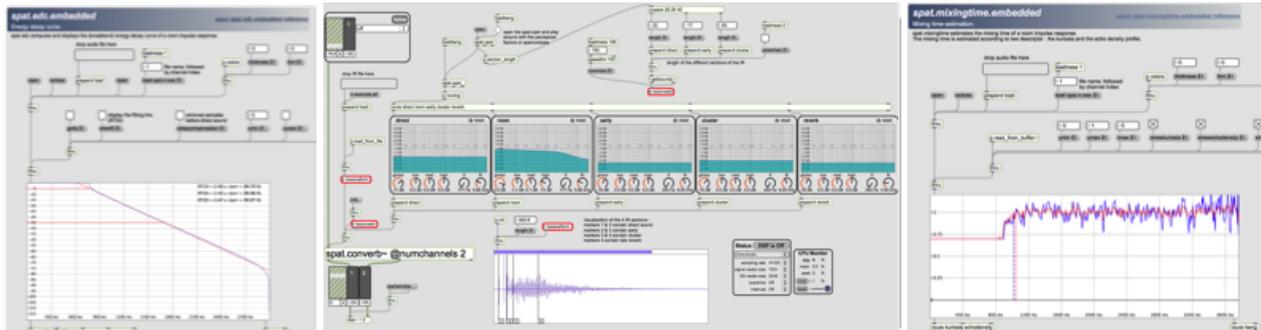


Figure : Différents modules de traitement des réponses impulsionnelles de salle. À centre : analyse du relief de décroissance d'une réponse impulsionnelle. À droite : estimation du temps de mélange de la réponse impulsionnelle. À gauche : contrôle paramétrique des différentes sections temporelles de la réponse impulsionnelle exploitée par le module de convolution spat.converb~

selon le découpage classique du Spat~ (onde directe OD, réflexions précoces R1, cluster de réflexions tardives R2 puis queue de réverbération R3), chacune filtrée en trois bandes de fréquence par un filtre paramétrique. Une gestion de la taille apparente de la salle (room size) est proposée à base d'un ré-échantillonnage de la réponse impulsionnelle, ce qui permet dans une certaine mesure de moduler le temps de réverbération.

- spat.multiverb~ : extension multibande de l'objet spat.reverb~ dont le contrôle fréquentiel du profil de décroissance du FDN en trois bandes est ici généralisé à un nombre quelconque de bandes de fréquences paramétrables. L'objet repose sur un égaliseur paramétrique composé de filtres biquadratiques en cascade qui remplacent les filtres hlsshelf utilisés dans spat.reverb~ ;
- spat.hybrid~ : prototype de réverbération hybride, restreint pour le moment au cas de réponses impulsionnelles (RI) monophoniques, combinant une convolution de la partie précoce de la RI et la synthèse par FDN de la queue de réverbération. La partie convolutive utilise les algorithmes de convolution rapide présentés ci-dessus. Au moment du chargement de la RI, l'objet analyse le relief de décroissance de sorte à déterminer les réglages du FDN. Un filtrage IIR est mis en œuvre afin de garantir une jonction sans artefact entre les étages de convolution et de FDN. L'objet permet de muter/démuter les différentes sections OD/R1/R2 ou R3, et de régler manuellement l'instant de jonction entre convolution et FDN. Pour la réverbération tardive, l'objet présente les réglages classiques du FDN du Spat, à savoir, le choix du nombre de canaux de rebouclage, le réglage du temps de réverbération en trois bandes de fréquence, l'option réverbération infinie, les filtres d'absorption de l'air, etc.

### Mesure et analyse de réponse impulsionnelles

L'exploitation des modules de réverbération par convolution requiert préalablement la mesure de réponses impulsionnelles de salle et leur analyse temps-fréquence. Les modules principaux sont :

- spat.smk~ : objet de mesure de réponses impulsionnelles massivement multicanales par la méthode de sinus glissant (sweep). Le traitement est intégré pour une utilisation simplifiée (génération et émission d'un sweep paramétrable, enregistrement des signaux microphoniques, déconvolution et sauvegarde des RI) ;
- spat.mixingtime : calcul du temps de mélange d'une réponse impulsionnelle selon différents estimateurs. Le temps de mélange peut être un bon candidat comme temps de jonction entre la partie convolutive et la partie récurrente (FDN) du module de réverbération hybride (cf. spat.hybrid~) ;
- spat.rat : issu de la toolbox Matlab® 'RAT' (room acoustics toolbox) développée dans l'équipe, l'objet implémente les algorithmes d'analyse du relief de décroissance et de débruitage de réponses impulsionnelles (RI). Il permet, grâce à une analyse temps-fréquence, d'extraire les critères acoustiques caractéristiques de la RI. Par ailleurs, ces critères peuvent être convertis en paramètres de plus haut niveau tels que les facteurs perceptifs utilisés dans le spat.oper. Ces algorithmes sont donc exploités dans spat.hybrid~ ;
- spat.edc et spat.ir.infos : calculent respectivement les courbes de décroissance intégrée des RI et des critères acoustiques standard (RT, EDT, C80, Ts, etc.).

## SUPERVP

### ■ Descriptif

SuperVP (Super Vocodeur de Phase) est une bibliothèque et un exécutable pour le traitement, la transformation et l'analyse des sons en temps différé et en temps réel. SuperVP est basé sur une implémentation du vocodeur de phase étendu, utilisant en interne une représentation temps fréquence du son. SuperVP permet un ensemble important d'effets de transformation de sons avec une très haute qualité. Les transformations accessibles sont dilatation/compression temporelle, transposition avec et sans préservation du timbre, filtrage, synthèse croisée, séparation et remixage des composantes transitoires, bruitées et sinusoïdales, traitements et réassemblages des composantes sources et filtres du son, débruitage, etc. La bibliothèque donne accès à un très grand nombre de paramètres, permettant ainsi le contrôle précis des algorithmes et résultats obtenus. Le moteur de calcul a été étendu afin d'optimiser le traitement de la parole et la transformation/préservation des transitoires. La bibliothèque permet aussi un nombre important d'analyses, notamment le calcul du spectrogramme standard et réassigné, plusieurs algorithmes d'estimation de l'enveloppe spectrale, de la fréquence fondamentale et des régions temps-fréquence à caractère transitoire. La bibliothèque est optimisée en utilisant notamment le calcul vectoriel SIMD. Toutes les fonctionnalités de la bibliothèque sont accessibles dans un exécutable de type ligne de commande

### ■ Principales fonctions réalisées

- améliorations de l'estimation de la F0, et de la dilatation, précise à l'échantillon;
- nouveau mode de remixage de sinusoïdes;
- support d'ARM iOS;
- support pour la version 64bit d'IrcamTools TRaX;
- maintenance globale.

## VOICEFORGER



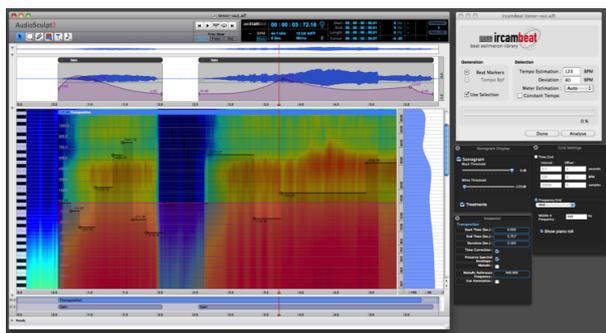
### ■ Descriptif

VoiceForger est une bibliothèque pour la transformation de la voix avec une interface utilisateur de haut niveau. VoiceForger est basée en grande partie sur les analyses et traitements de la bibliothèque SuperVP en utilisant directement l'interface C++ de SuperVP. Grâce à l'avancée récente de la modularité de la bibliothèque SuperVP, VoiceForger reste efficace et permet des transformations en temps réel même pour plusieurs analyses (F0, Voiced/Unvoiced, VUF) secondaires. Le développement de la version C++ de cette bibliothèque a commencé dans le projet Affectif Avatars. Sont prises en compte, les transformations d'âge et de genre du locuteur. La liste des transformations ciblées contient les âges et genres, les types des voix (rugueuse, chuchotée, aspirée), les émotions (joyeuse, énervée) mais éventuellement aussi, les personnalités. La plupart des fonctionnalités de la bibliothèque VoiceForger sont accessibles notamment dans le plugin TRaX-Transformer (voir image) qui a été développé en collaboration avec la société FLUX.

### ■ Principales fonctions réalisées

- Support pour la version 64bit d'IrcamTools TRaX.

## AUDIOSCULPT



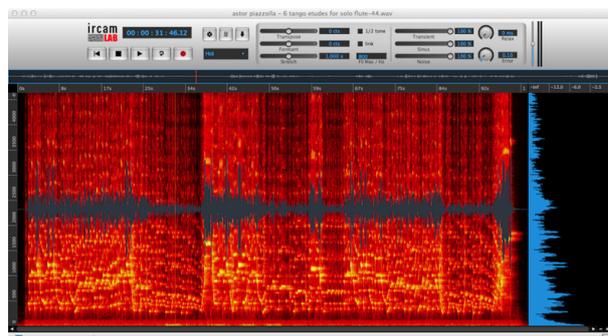
### ■ Descriptif

AudioSculpt est un logiciel pour la visualisation, l'analyse et la transformation des sons. AudioSculpt offre plusieurs représentations graphiques du son – forme d'onde, spectre et spectrogramme – qui permettent à l'utilisateur de placer et d'appliquer des transformations représentées sous forme d'objets graphiques et de les paramétrer facilement. Pour effectuer les traitements et analyses, AudioSculpt se base sur les logiciels SuperVP (vocodateur de phase étendu et bibliothèque d'analyse) et Pm2 (modèle sinusoïdal). Les traitements sont organisés dans un séquenceur et peuvent être déplacés individuellement, ou activés/désactivés par piste. L'interface pour la manipulation du spectrogramme reprends les concepts des logiciels de dessin graphique et permet la suppression et le déplacement des sons sous forme de régions temps/fréquence. Le fait de pouvoir séparer les sons en utilisant leurs caractéristiques temps/fréquences donne des possibilités très avancées par rapport au traitement dans le domaine temporel.

### ■ Principales fonctions réalisées

- Inclusion de la matrice de similarité (Sonagramme SDIF);
- inclusion d'IrcamDescriptor: un ensemble restreint de descripteurs (Loudness, Centroid, Sharpness, Decrease, RollOff, Spread) sous forme de multi-Bpfs. (support SDIF et Texte);
- amélioration de la présentation de la forme d'onde;
- support du MP3 en lecture (via l'utilisation du décodeur externe LAME);
- plusieurs autres améliorations globales pour la stabilité et l'utilisation du logiciel.

## IRCAMLAB TS



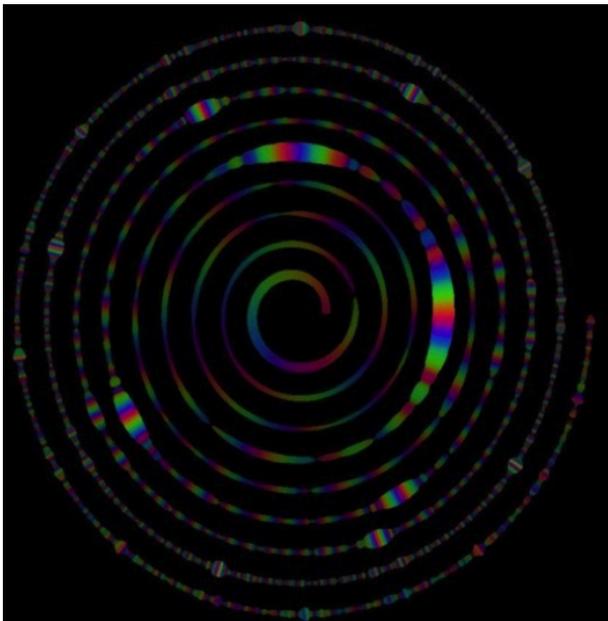
### ■ Descriptif

IrcamLab TS est un logiciel issu d'AudioSculpt qui propose un ensemble d'analyses ainsi que de traitements restreints. Ce logiciel est censé faire partie d'une gamme plus étendue nommée IrcamLab dont TS est le premier, axé principalement sur certaines fonctionnalités temps réel de SuperVP qui sont la transposition, la dilatation et le remix des transitoires, des signaux stationnaires et des parties résiduels. La représentation graphique offre plusieurs représentations graphiques du son – forme d'onde, spectre et spectrogramme. Le mode d'utilisation de l'application a été pensé pour être beaucoup plus simple à prendre en main qu'AudioSculpt, bien que ses capacités soit moindres. Il sera aussi possible de le déployer sous d'autres plateformes.

### ■ Principales fonctions réalisées

- Création de la première version de l'application;
- sonagramme, forme d'onde, spectre instantané;
- transposition, dilatation, remix des transitoires, sinus et bruits;
- enregistrement, Midi Learn & Automation.

## SNAILANALYZER



### ■ Descriptif

Le SnailAnalyzer est un outil d'analyse didactique de visualisation de sons musicaux en temps réel. Il donne à voir la représentation d'une analyse spectrale en spirale qui respecte l'alignement des notes. Une note correspond à un angle, un octave à un tour. Cet outil est destiné autant aux enfants qu'aux scientifiques, ingénieurs du son, chanteurs, pour visualiser et analyser les sons et les notes, qu'aux guitaristes souhaitant s'accorder.

### ■ Principales fonctions réalisées

Création de la première version de l'application sur Desktop (Snail et sonagramme) et sur iPad (Snail et fonctions simplifiées).

## BRASSYFX

### ■ Descriptif

Cette émulation du « cuivrage d'un son » a été déduite d'un modèle physique et répond comme le ferait un tube acoustique y compris à fort niveau. Ainsi, pour un signal d'entrée de faible niveau, le signal de sortie est très légèrement filtré passe-bas (effet des pertes du tube). Pour un signal d'entrée de plus en plus fort, une distorsion de type cuivrage apparaît progressivement comme pour un trombone, une trompette, etc.

## IRCAMFILTER

### ■ Descriptif

Il s'agit d'une émulation temps réel du filtre passe-bas résonant du « Moog Ladder Filter » (par résolution des équations du circuit électronique original en séries de Volterra). Le succès qu'a connu ce filtre analogique vient de sa non linéarité (le timbre change avec le niveau du signal ce qui apporte une « signature sonore particulière » et un « grain »), de son ordre élevé [4], sa résonance facilement pilotable (les paramètres de contrôle sont directement reliés au facteur de qualité et à la fréquence de coupure). L'intérêt de la modélisation en séries de Volterra pour son implémentation est de réduire les coûts de calcul, de permettre de faire évoluer rapidement les paramètres de contrôle sans avoir d'artefact, de rejeter l'aliasing souvent inévitable sur les traitements non linéaires, et de séparer artificiellement les contributions linéaires et distordues. Ce dernier point peut avoir un intérêt en design sonore et génère des effets intéressants par exemple sur les sons impulsifs et percussions.

Plusieurs versions codes existent : un VST-Mac développé en C++ par T. Hélie, une version pour Max développée par J. Lochard, et enfin une version C++ optimisée et archivée par T. Carpentier.

## IRCAMALIGN

### ■ Descriptif

Le programme IrcamAlign effectue l'alignement et donc la segmentation de signaux de parole en phones et diphtonges, et calcule une mesure de confiance par phone. Il extrait aussi la structure phonologique (syllabes, mots et groupes de souffle) à partir de la séquence de phones alignés.

- entrée : fichier audio de parole et facultativement, fichier du texte prononcé ;
- sortie : fichiers de type .lab des divers niveaux de segmentation visualisables dans les logiciels comme AudioSculpt ou WaveSurfer (voir figure).

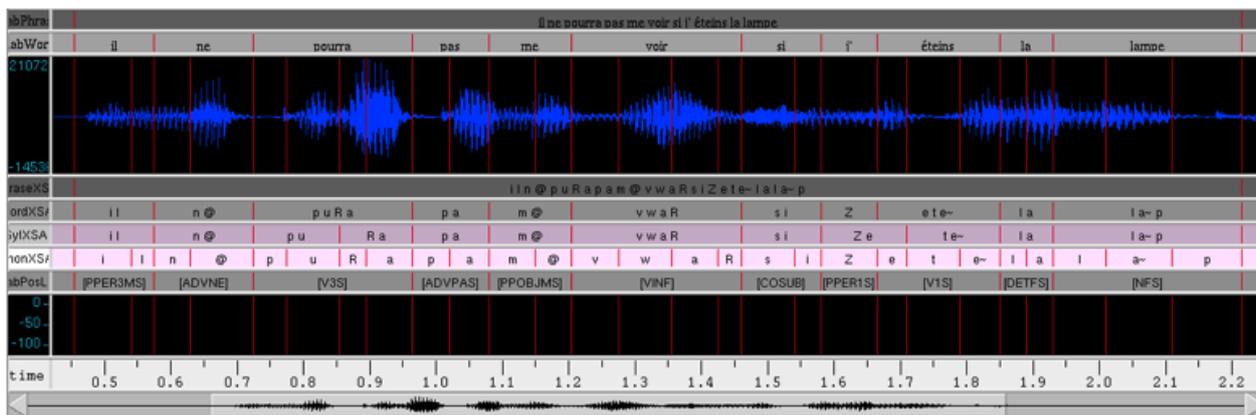
IrcamAlign utilise des modèles appris sur des enregistrements. Les modèles existent pour le français et l'anglais, hommes et femmes. Il peut être utilisé pour la voix chantée mais cela nécessite l'apprentissage de modèles spécifiques. Il est utilisé en particulier pour la création de corpus de voix (par exemple pour la synthèse de la parole à partir du texte) et pour des travaux avec des compositeurs.

Plate-forme : Mone et MacOS, utilise la bibliothèque HTK et le logiciel LiaPhon.

Remarque : ce logiciel bénéficie maintenant d'une distribution en interne uniquement.

### ■ Principales fonctions réalisées

- Ré-implémentation en langage Python pour faciliter la maintenance ;
- adaptations pour architectures 64bit.



Ircam Alive – affichage de la segmentation en phonème dans le logiciel wavesurfer

## MODULES D'INDEXATION AUTOMATIQUE

Ircamkeymode, Ircamclassifier, Ircamdescriptor  
Ircamchord, Ircamsummary, Ircambeat

### ■ Descriptif

Il s'agit de bibliothèques et de programmes développés par G. Peeters et son équipe pour l'extraction d'informations musicales à partir du signal audio. Ils sont développés pour les trois plates-formes Linux, Windows et MacOSX.

### ■ Principales fonctions réalisées

#### Ircambeat

Estimation du tempo et de la métrique variable au cours du temps, estimation de la position des battements et premier temps. Portage sur iOS.

#### Ircamchord

Estimation de la suite d'accords (24 accords Majeurs et mineurs) au cours du temps, estimation du premier temps (ircamchord inclut ircambeat).

#### Ircamkeymode

Estimation de la tonalité globale d'un morceau de musique (24 tonalités Majeures et mineures).

#### Ircamdescriptor

Estimation d'un large ensemble de descripteurs audio (log-attack-time, centroid spectral, MFCC, Chroma, ...) et de leur modélisation temporelle. Nouveautés : nouveaux types de modélisation temporelle, optimisation SDIF en sortie, optimisation temps de calcul, refonte du système de configuration. Sous-ensemble de 6 descripteurs (loudness, sharpness, spectral centroid, spectral decrease, spectral rolloff et spectral spread) pour intégration dans Audiosculpt. Version iOS de la version ISMM de ircamdescriptor.

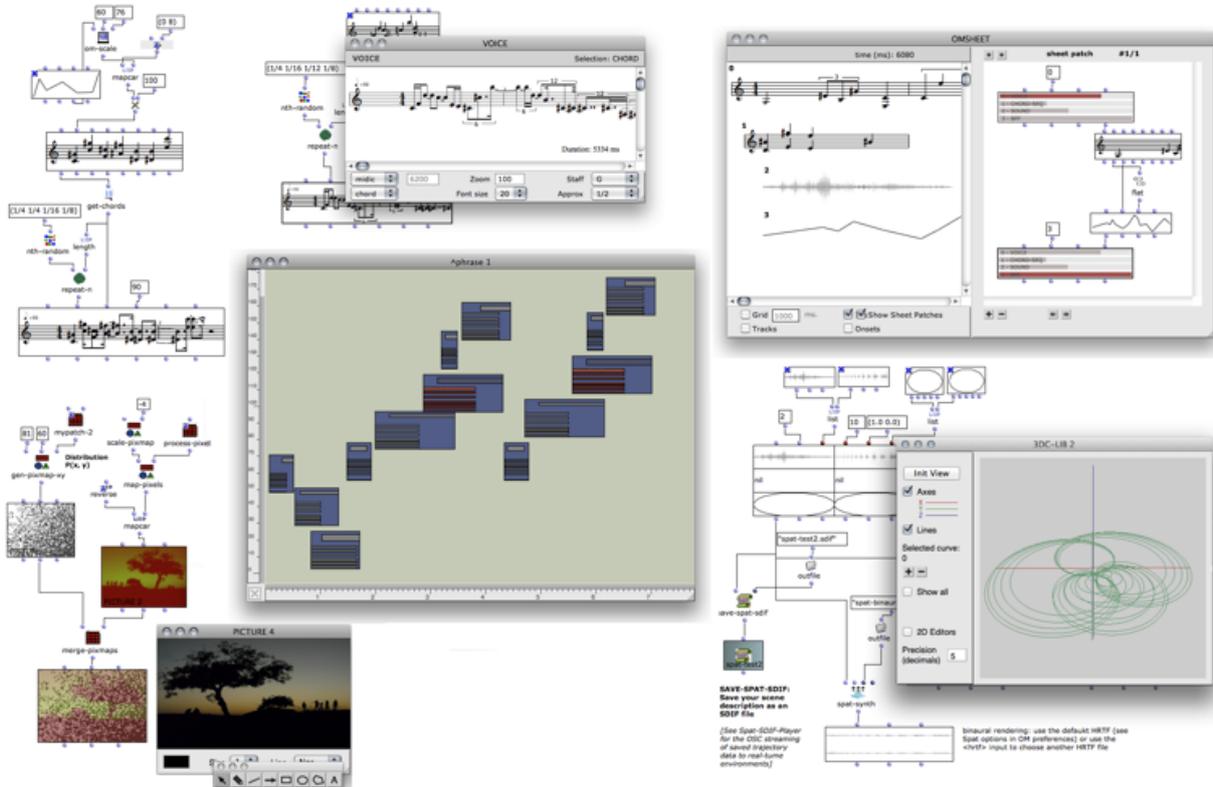
#### Ircamclassifier

Estimation de single-label ou multi-label d'un fichier audio parmi les classes pré-entraînées (ircamclassifier inclut ircamdescriptor).

#### Ircamsummary

Estimation d'un résumé audio selon trois méthodes différentes et de la structure temporelle d'un morceau de musique (approche par états et par séquences). Ajout d'une sortie SDIF de la matrice de similarité pour intégration dans Audiosculpt.

## OPENMUSIC



OpenMusic (OM) est un environnement de programmation visuelle pour la composition ou l'analyse musicale assistées par ordinateur. OM offre à l'utilisateur de nombreux modules associés à des fonctions, connectés les uns aux autres pour constituer un programme (ou *patch*) permettant de générer ou transformer des structures et données musicales. OM propose également de nombreux éditeurs permettant de manipuler ces données, ainsi que des bibliothèques spécialisées dans des domaines comme l'analyse/synthèse sonore, les modèles mathématiques, la résolution des problèmes de contraintes, etc. Des interfaces originales comme l'éditeur de *maquettes* permettent également de construire des structures intégrant relations fonctionnelles et temporelles entre les objets musicaux. OpenMusic est utilisé par un grand nombre de compositeurs et de musicologues. Il est enseigné dans les principaux centres d'informatique musicale ainsi que dans plusieurs universités en Europe et aux États-Unis.

### ■ Principales fonctions réalisées

Les principales fonctionnalités réalisées en 2013 ont porté sur l'ouverture et la modularisation des API supports pour l'audio et le MIDI, en vue d'évolutions à venir de l'environnement, de projets en cours et du développement de la version OM-Linux.

OM 6.7 a été distribué sur MacOSX, Windows et Linux au Forum de novembre 2013. La version Linux, développée par A. Vinjar avec le support du centre BEK (Bergen, Norvège) et en collaboration avec l'équipe, est globalement opérationnelle et comporte de nouvelles implémentations des supports audio et MIDI basés sur un serveur Jack, ainsi que d'autres technologies open source compatibles.

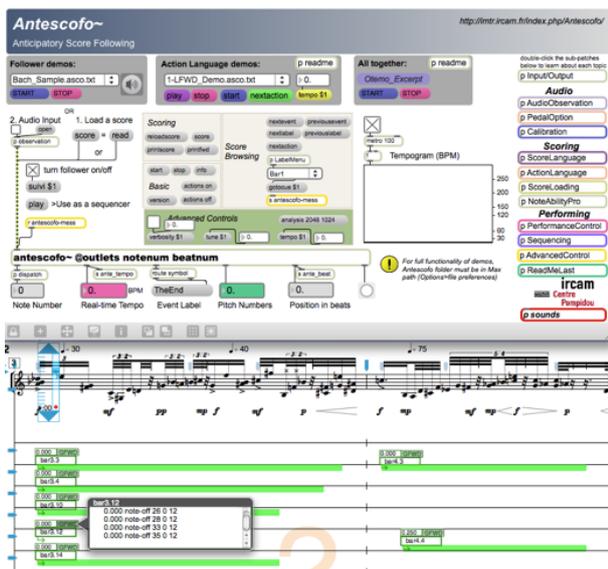
Autres fonctions :

- scheduler distribué sur les différents éditeurs musicaux ;
- player modulaire permettant la sélection de moteurs audio ou MIDI pour les différents objets ;
- architecture LibAudioStream, console de mixage, contrôle en mode multipiste ou individuel ;
- éditeur de fichiers son (zoom et autres commandes d'affichage) ;
- connexion avec le langage Faust (bibliothèque OM-Faust) : compilation à la volée, génération d'interface, application dynamique aux ressources audio.

## ANTESCOFO

### ■ Descriptif

Antescofo est un système modulaire de suivi polyphonique de partition et un langage de programmation synchrone pour la composition musicale. Le module permet la reconnaissance automatique de la position dans la partition et le tempo du musicien en temps réel, permettant ainsi de synchroniser une performance instrumentale avec celle d'une partition virtuelle informatique. Antescofo réunit la description de la partie instrumentale et électronique dans la même partition, et grâce à un langage synchrone conçu pour la pratique de musique mixte, afin d'augmenter l'expressivité lors de l'écriture des processus temps réel et proche au langage commun des artistes pour l'écriture du temps et de l'interaction. Après le chargement de la partition, Antescofo est capable de suivre la position et le tempo des musiciens en temps réel et synchroniser les actions programmées pour la partie d'informatique musicale (déclenchement et contrôle de la partie électronique). Antescofo prend comme entrée un flux d'audio polyphonique.



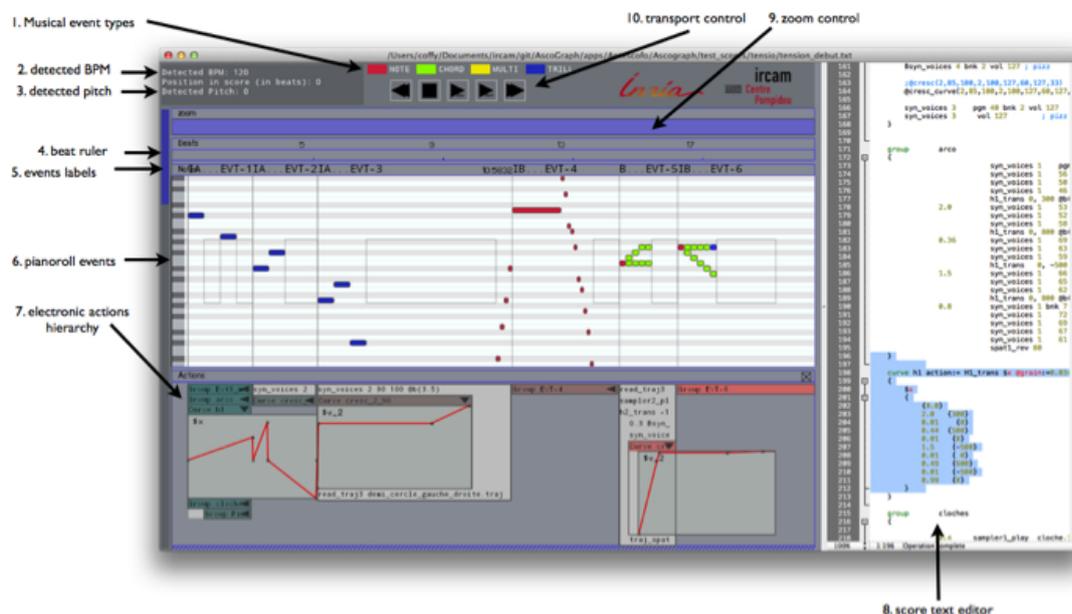
En 2013, Antescofo a été lauréat des nouveaux objets de la France industrielle, prix attribué par le ministère de l'Industrie. Antescofo a été présenté au salon MIF sur l'invitation du ministère. Il a été aussi démonstration-invité du CHI-tour et du 10<sup>e</sup> anniversaire du prix La Recherche. Information complémentaire sur <http://repmus.ircam.fr/antescofo>

### ■ Principales fonctions réalisées

La version 0.52 a été distribuée lors du ForumNet de l'Ircam. Cette version est le résultat d'une année de travail intensif permettant d'unifier le traitement des événements externes et internes. Cette version intègre de nombreuses fonctionnalités nouvelles :

- un calcul plus robuste du tempo ;
- de nouvelles stratégies de synchronisation (en particulier des stratégies anticipatives qui permettent des évolutions plus continues tout en permettant une synchronisation fine avec les événements musicaux en provenance de l'instrumentiste) ;
- une gestion uniforme des différents systèmes de coordonnées temporelles (temps logique événementiel, temps relatif de la partition, temps physique) ;
- de nouvelles structures de contrôles (échantillonnage de trajectoires continues, réaction asynchrone à des événements) ;
- les processus et les fonctions d'ordre supérieur ;
- une version Max 6 64 bits ;
- une version standalone du noyau du langage peut être utilisée de manière offline pour le test ou la simulation, en plus des versions embarquées dans Max (système Mac OSX) et PureData (système Mac OSX et Linux) ;
- un couplage fort avec Ascograph, l'environnement d'édition de partitions mixtes et de contrôle en temps réel d'Antescofo.

## ASCOGRAPH



## ■ Descriptif

Ascograph est un éditeur graphique permettant de visualiser les partitions Antescofo. Cet environnement permet de construire des partitions complexes en simplifiant la saisie des courbes, construction du langage permettant d'échantillonner des paramètres devant varier continûment dans le temps. Cet environnement d'édition permet d'importer des fichiers MIDI ou MusicXML, correspondant, soit à la partie instrumentale à suivre, soit à l'accompagnement MIDI de cette partie.

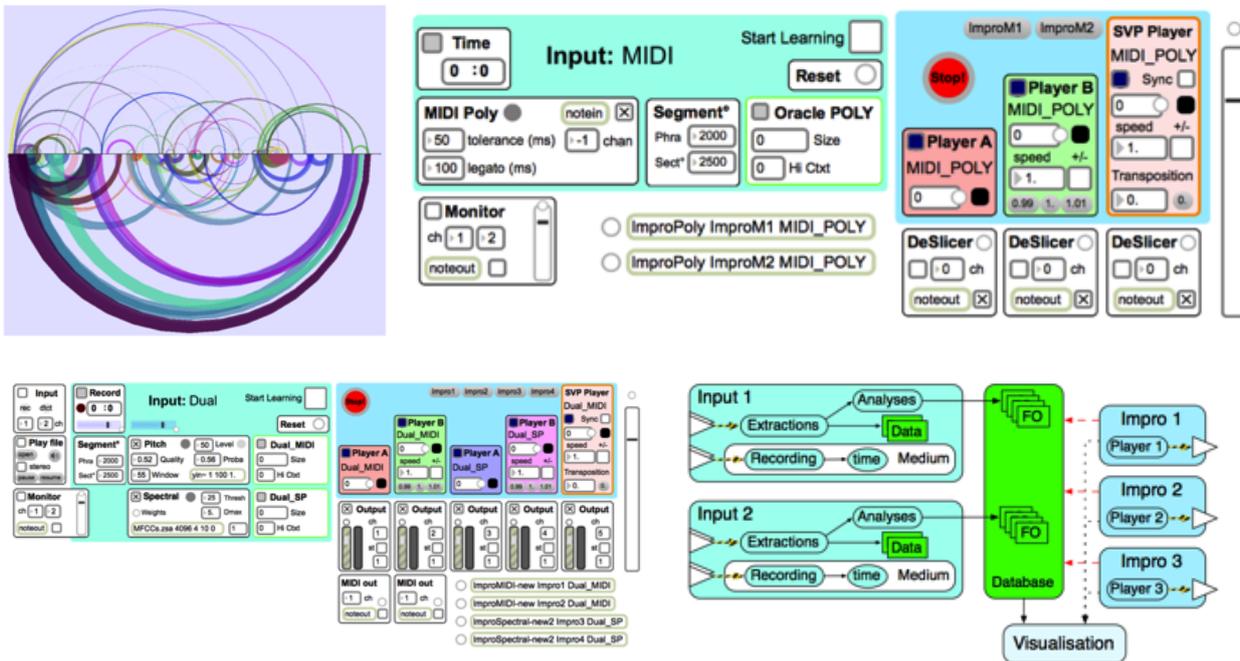
L'environnement Ascograph permet aussi le contrôle d'un système Antescofo en répétition ou en concert. Ascograph peut se coupler à un système Antescofo en cours d'exécution (via le protocole OSC), ce qui permet de visualiser graphiquement le suivi, de contrôler les sauts ou encore de lancer l'évaluation d'un fragment de programme Antescofo.

## ■ Principales fonctions réalisées

La première version publique a été distribuée lors des Ateliers ForumNet de l'Ircam. Cette version offre de nombreuses fonctionnalités :

- la visualisation en parallèle d'une vue graphique (pianoroll) et textuelle de la partition Antescofo ;
- l'édition textuelle des programmes Antescofo (avec colorisation et affichage holophrastique) ;
- l'édition graphique de courbes ;
- l'import de fichier MusicXML ;
- l'import de fichier MIDI ;
- l'édition graphique des courbes Antescofo avec plus d'une trentaine de méthodes d'interpolation ;
- la visualisation de l'événement courant lors du suivi ;
- le dialogue avec un système Antescofo (double-clic dans l'environnement Max, lancement, arrêt, saut, rechargement d'une partition).

OMAX



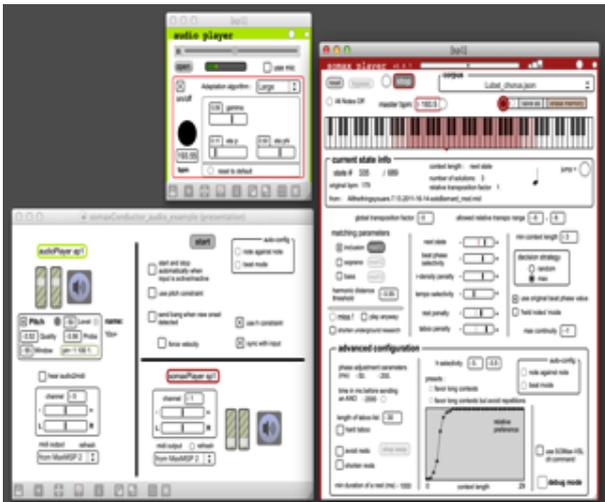
■ Descriptif

OMax est un environnement pour l'improvisation avec ordinateur qui analyse, modélise et réimprovise en temps réel les flux audio issus du jeu d'un ou de plusieurs instrumentistes. OMax est basé sur une représentation informatique nommée «Oracle des facteurs», un graphe qui interconnecte tous les motifs, des plus petits aux plus grands, et fournit donc une carte de navigation dans la logique motivique apprise de l'instrumentiste, engendrant ainsi un grand nombre de variations cohérentes stylistiquement. OMax base sa reconnaissance, soit sur des notes (suivi de hauteurs), soit sur des timbres (suivi spectral), soit sur des textures symboliques (Midi). À partir de la version 4, OMax 4 est entièrement réécrit de manière modulaire sous forme d'objets Max.

■ Principales fonctions réalisées

- Finalisation de la version 4.5.3 Forum et de sa documentation (user et développeur);
- version 5 expérimentale en interne (thèse : alignement sur la pulsation, incorporation des analyses de parole (Analyse-synthèse), improvisations multidéscriptions).

## SOMAX

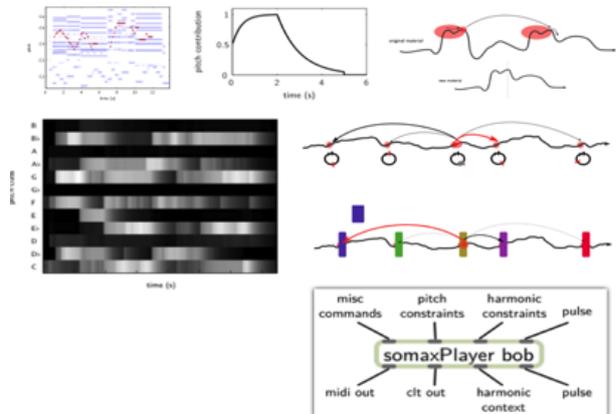


## ■ Descriptif

SoMax est un agent autonome (à l'état de prototype interne) capable de générer du contenu musical en se basant sur une connaissance extraite d'un corpus préanalysé ou d'un matériel directement appris à la volée. Développé dans le contexte du projet ANR SOR2, SoMax est une des dérivations d'OMax. Au-delà des fonctionnalités de ce dernier, ce nouveau prototype est capable de préserver une pulsation et de se synchroniser avec une entrée extérieure. La navigation dans une mémoire musicale donnée peut être guidée par différentes contraintes rythmiques, mélodiques et/ou harmoniques créant des situations d'accompagnement ou d'arrangement temps réel, voire de génération de solo selon une harmonie d'entrée, tout cela dans un contexte improvisé donc sans accès à une forme connue a priori. Un ensemble de commandes externes des principaux objets SoMax permet de piloter et de contrôler dynamiquement le comportement d'un ou de plusieurs agents ainsi que leurs interactions avec le musicien humain ou avec d'autres agents.

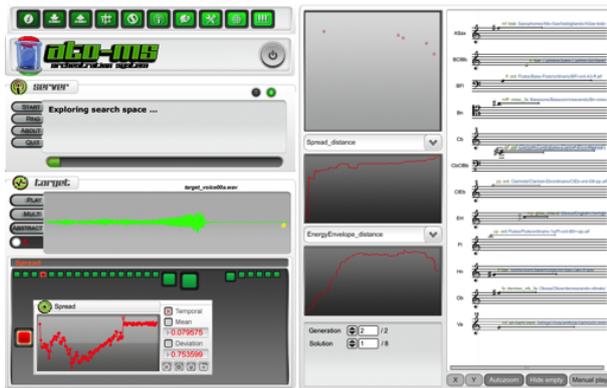
## ■ Principales fonctions réalisées

Toutes les fonctions ont été ramenées au seul objet *SoMaxPlayer*. Quatre cas d'utilisation ont été identifiés et exemplifiés dans quatre applications de référence construites sur *SoMaxPlayer* permettant de prendre le contrôle de SoMax. À partir de ces quatre cas, l'utilisateur pourra construire tous les types d'interaction souhaités. Dans tous les cas, *SoMaxPlayer* réagira à l'input en générant de manière synchrone des accompagnements, des solos, ou des constructions polyphoniques complexes, cohérents selon le corpus chargé.



- le patch *somaxConductor\_midi\_example* permet d'utiliser SoMax avec un contrôleur MIDI (typiquement un clavier). En plus des informations MIDI directement disponibles, le programme est capable de calculer en temps réel la couleur harmonique (chromagramme) ainsi que d'extraire la pulsation du jeu du musicien ;
- le patch *somaxConductor\_audio\_example* permet d'utiliser SoMax avec une entrée audio. Le programme est capable d'extraire la hauteur des notes dans un cas monophonique, de calculer en temps réel la couleur harmonique (chromagramme) ainsi que d'extraire la pulsation à partir du flux audio ;
- le patch *somaxConductor\_recording\_example* présente la possibilité du logiciel d'apprendre son corpus au fur et à mesure qu'il écoute un musicien. Ce matériel est alors directement disponible à la machine pour jouer ;
- le patch *somaxConductor\_twoAgents\_example* illustre la possibilité d'utiliser plusieurs agents *somaxPlayer*. Dans cet exemple, le second agent se synchronise à la pulsation du premier, et les deux agents s'écoutent mutuellement du point de vue de la contrainte harmonique. Cette application ouvre à la possibilité de créer des configurations complexes et dynamiques d'agents créatifs autonomes improvisants, capables d'interagir et de se synchroniser rythmiquement et harmoniquement.

## ATO-MS



### ■ Descriptif

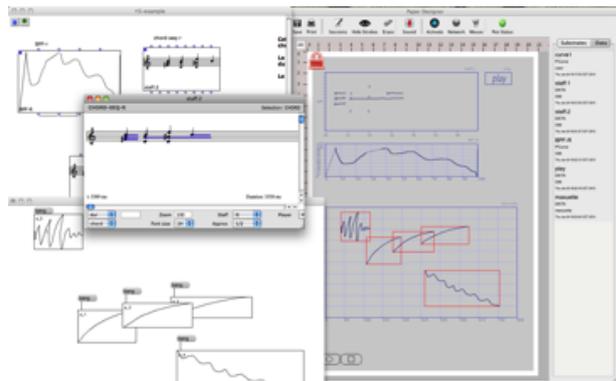
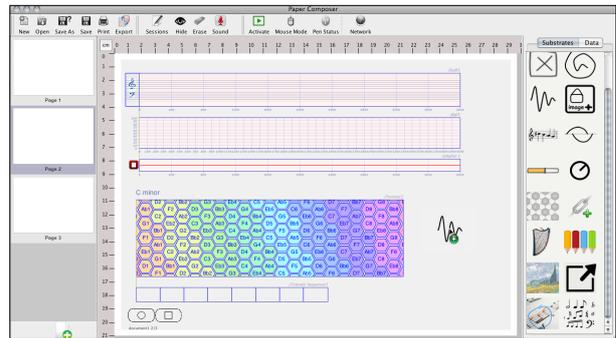
ATO-MS est un système d'orchestration musicale. Celui-ci est basé sur des heuristiques d'optimisation multi-objets permettant de trouver des combinaisons orchestrales reproduisant au mieux l'évolution temporelle et caractéristiques spectrales d'une cible sonore.

Dans ce système, l'utilisateur spécifie son effectif instrumental et une cible sonore à reproduire. L'utilisateur peut également définir un ensemble de courbes temporelles à approcher (cible abstraite), chacune définissant une caractéristique sonore désirée. L'algorithme permet de trouver des mélanges instrumentaux et même des enchaînements orchestraux temporels s'approchant de la volonté musicale de son utilisateur.

### ■ Principales fonctions réalisées

Mise en route fin 2013 du développement de la version finalisée et intégrée avec Orchidée.

## PAPERCOMPOSER



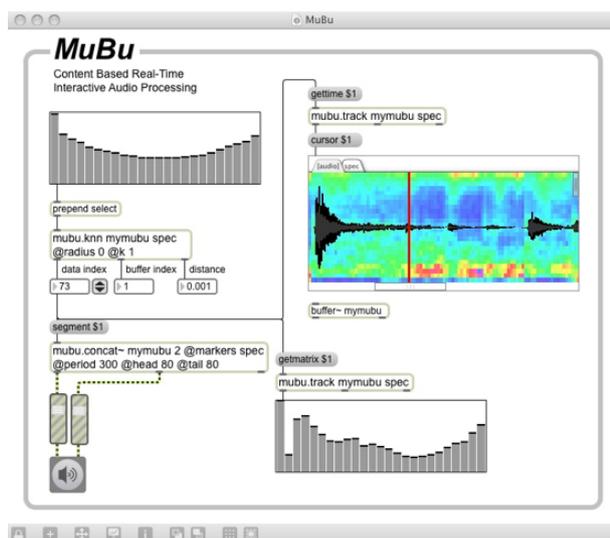
### ■ Descriptif

PaperComposer est un outil de création d'interfaces sur papier interactif, à l'état de prototype interne. PaperComposer permet à l'utilisateur de créer des interfaces personnelles à partir de données musicales disponibles dans des applications clientes comme OpenMusic et Max/MSP, de les imprimer directement sur du papier interactif et des les utiliser avec un stylo numérique pour contrôler les applications et leurs données. L'application est basée sur l'utilisation de *paper substrates*, des composants papier capables de représenter des données musicales et d'interpréter les interactions de l'utilisateur. Actuellement, des *substrates* existent pour la saisie et l'édition de notes ainsi que le contrôle de courbes et d'éléments graphiques comme les *sliders* ou les boutons.

### ■ Principales fonctions réalisées

- ajout de substrates dédiés à l'utilisation des réseaux de notes (Tonnetz) et à l'importation de partitions au format MusicXML ;
- amélioration des bibliothèques pour OpenMusic et Max/MSP.

## MUBU POUR MAX



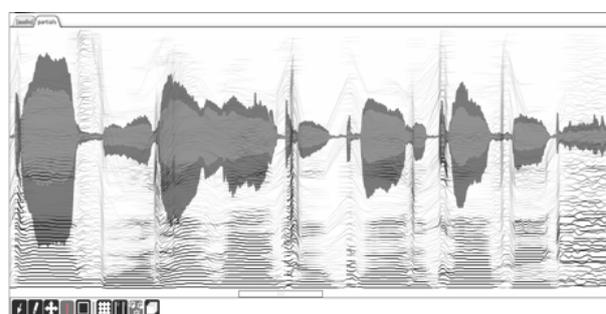
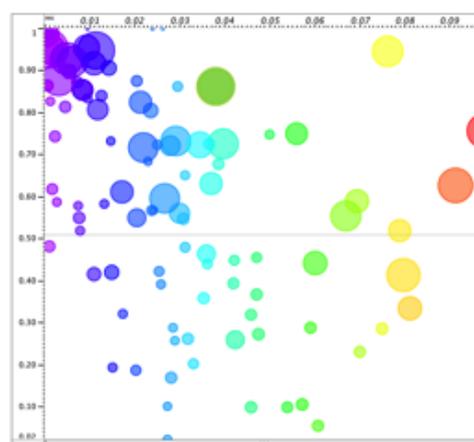
### ■ Descriptif

MuBu (pour « Multi-Buffer ») est un ensemble de modules de représentation et de traitement du signal pour Max qui se base sur un « container » de données temporelles. Le container de MuBu est optimisé pour la représentation en mémoire de données temporelles, considérant de multiples représentations comme des signaux, des descripteurs, des segmentations et des annotations du son, du geste et du mouvement. Des représentations musicales symboliques simplifiées et des paramètres de contrôle de synthèse et de la spatialisation peuvent être également intégrés. MuBu intègre aussi une API pour l'extraction d'information à partir des sons et des flux de données issues de la captation du mouvement, PiPo (*Plugin Interface for Stream Processing Objects*), ainsi qu'un ensemble de modules C++ qui implémentent des extracteurs, des descripteurs audio et des filtres utilisant cette API. Le développement des modules MuBu et PiPo repose sur l'expérience acquise lors des développements de la bibliothèque FTM & Co ainsi que sur des développements des composants logiciels dans le cadre des projets de recherche (bibliothèques *MuBu*, *ZsaZsa* et *RTA*).

### ■ Principales fonctions réalisées

- Mise à jour pour Max 6.1 (traitement audio 64-bit) en version binaire FAT 32/64-bit ;
- ajout d'un nouveau module de synthèse additive (`mubu.additive~`) ;
- ajout d'un nouveau module `mubu.play` ;
- exemples d'utilisation (dont la synthèse par corpus utilisant MuBu/PiPo) ;
- ajout de nouveaux modules de traitement de flux PiPo (segmentation, filtrage, extraction de descripteurs) ;
- nouveaux modules PiPo : détection de pitch (`yin`), moments spectraux (`centroid`, `skewness`, `kurtosis`, etc.), `IrcamDescriptor` (`Ana/Syn`), modélisation temporelle.

## IMTREDITOR



### ■ Descriptif

ImtrEditor est un ensemble de modules d'affichage et d'édition de données alignées temporellement et complètement configurables. ImtrEditor est écrit en C++ et basé sur le Framework Juce. Il est actuellement utilisé pour l'affichage des structures de données FTM (`ftm.editor`) et MuBu (`imubu`). Il est également utilisé par le suivi de geste (externe `gf`) et par les objets `VoiceFollower` et `MotionFollower`.

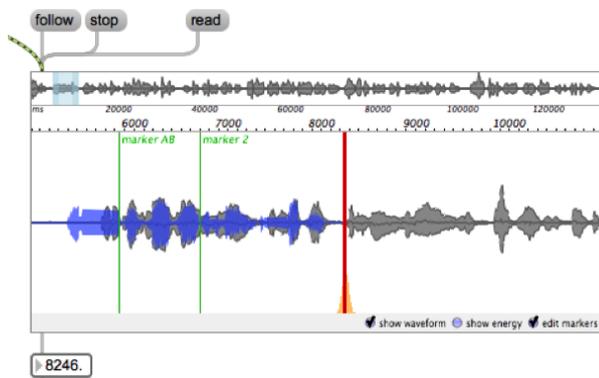
### ■ Développements principaux

Les principaux efforts de développement ont été dirigés vers l'amélioration de la stabilité et de la performance, l'amélioration de l'ergonomie, et l'intégration de nouvelles fonctionnalités liées aux besoins du suivi de geste, `VoiceFollower`/`MotionFollower`, `CataRT` pour MuBu, et des autres projets de l'équipe.

Parmi de nombreuses améliorations, notons :

- La finalisation de la view Scatterplot pour répondre aux besoins du développement de `CataRT` pour MuBu ;
- l'optimisation des composants `Wave` et `Multiwave`.

## VOICEFOLLOWER ET MOTIONFOLLOWER



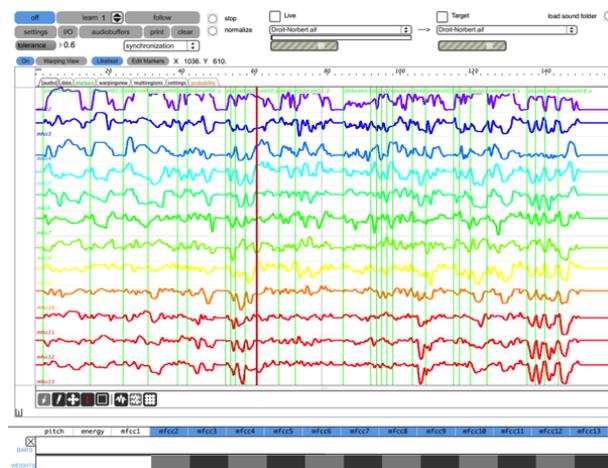
## ■ Descriptif

VoiceFollower et MotionFollower sont les premiers modules Max d'une série d'applications dédiées à l'interaction gestuelle et sonore. Les modules indiquent en temps réel la progression dans le temps d'une interprétation, en comparaison avec un enregistrement. Le VoiceFollower est optimisé pour des enregistrements audio de la voix et permet, par exemple, de synchroniser divers processus sonores ou visuels avec un texte préenregistré. Il a été expérimenté avec succès pour le théâtre avec de la voix parlée ou des performances avec de la voix chantée. Le MotionFollower travaille sur des enregistrements de données de captation du mouvement et peut, par exemple, synchroniser des mouvements de musiciens ou de danseurs à des rendus sonores et visuels.

Le VoiceFollower nécessite le chargement d'un fichier son de référence apparaissant dans la fenêtre principale de l'objet. Des marqueurs peuvent être ajoutés à cet enregistrement de référence. La synchronisation fonctionne uniquement si le texte utilisé lors de la performance est proche de la référence. Cet objet n'est donc pas un système de reconnaissance vocale, mais un outil de synchronisation se basant sur des textes fixes. Le MotionFollower intègre une fonctionnalité d'enregistrement pour définir la phrase de mouvement de référence.

Le message *follow* permet alors de démarrer la synchronisation temps réel : le flux (audio ou donnée de captation de mouvement) reçu par l'objet est analysé et apparaît superposé à l'enregistrement de référence. L'objet retourne l'index temporel courant en continu, ainsi que les messages correspondant à chaque marqueur.

## GF (SUIVI CONTINU)



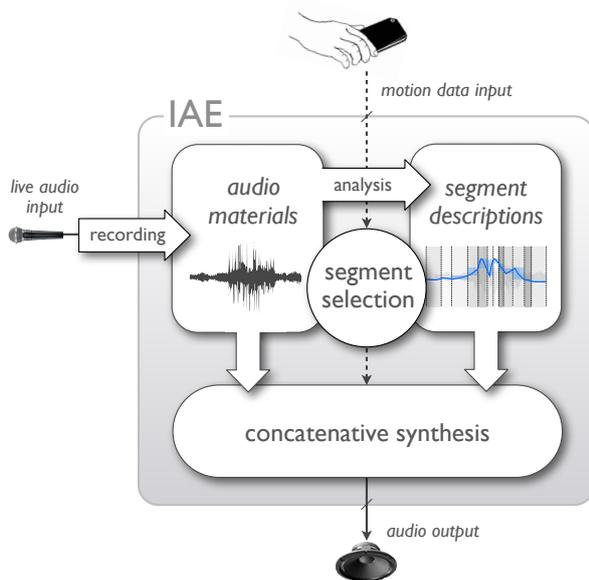
## ■ Descriptif

L'objet *gf* (pour *gesture follower*) permet de reconnaître et de suivre l'évolution temporelle de morphologies gestuelles et/ou sonores. L'objet compare en temps réel un flux de données avec un ensemble de « phrases » préenregistrées. Deux types d'informations en sortie sont continuellement mises à jour :

- « likelihood » = « similarité » entre le flux de données entrant et les phrases enregistrées ;
- « Time index » = index indiquant la progression temporelle d'une phrase.

L'objet *gf* fonctionne avec tous types de données multidimensionnelles, régulièrement échantillonnées dans le temps comme des données de capteurs, des descripteurs sonores, des descripteurs d'images, etc. La méthode repose sur une modélisation des courbes temporelles multidimensionnelles basée sur des modèles de Markov.

## IAE



## ■ Descriptif

La IMTR Audio Engine (IAE) est un moteur de synthèse sonore par descripteurs. Ce moteur intègre les bibliothèques développées par l'équipe IMTR dans une classe C++ portable et optimisée. La IAE permet donc de développer des fonctionnalités similaires à celles de MuBu pour Max, mais dans d'autres environnements.

La IAE contient :

- MuBu, container de données temporelles ;
- ZsaZsa, moteur de synthèse granulaire et concaténative ;
- RTA, analyse et modélisation de données.

Dans le cadre du projet Topophonie, le moteur a été intégré en tant que plug-in de l'environnement d'animation graphique 3D Unity sur Mac OS X et iOS ainsi que dans un module expérimental de Max.

## ■ Principales fonctions réalisées

- Version complète du moteur ;
- extension du moteur pour pouvoir traiter de multiples voix de synthèse ;
- Intégration dans un plug-in Unity Mac OS X avec trois éditeurs de paramètres custom et iOS
- intégration expérimentale dans Max ;
- intégration de l'analyse des descripteurs audio (host PiPo) ;
- portage sur CoreAudio.

## SUPERVP POUR MAX

## ■ Descriptif

SuperVP pour Max est un ensemble de modules Max qui intègre le moteur d'analyse/synthèse sonore SuperVP. L'ensemble comprend six modules Max qui permettent la transformation en temps réel des flux sonores et de sons préalablement enregistrés :

- `supervp.sfplay~...` lecture et transformation de fichiers son ;
- `supervp.play~` et `supervp.scrub~...` transformation de sons dans un buffer~ ;
- `supervp.ring~...` transformation d'un flux temps-réel dans un tampon circulaire ;
- `supervp.trans~...` transformation d'un flux sonore entrant en temps réel ;
- `supervp.cross~` et `supervp.sourcefilter~...` synthèse croisée.

Les fonctionnalités fournies par les modules comprennent :

- dilatation temporelle avec préservation des transitoires ;
- transposition de la hauteur avec préservation de l'enveloppe spectrale (timbre) ;
- déformation séparée de l'enveloppe spectrale (timbre) ;
- remixage des composantes sinusoïdales, bruitées et transitoires du signal ;
- synthèse croisée généralisée ;
- synthèse croisée source-filtre.

## ■ Principales fonctions réalisées

L'ensemble des six modules a été maintenu en suivant l'évolution des différentes versions du moteur SuperVP, intégrant diverses améliorations et optimisations. Les modules ont été mis à jour pour Max 6.1 (traitement audio 64-bit) en version binaire FAT 32/64-bit.

## IRCAMDESCRIPTOR~

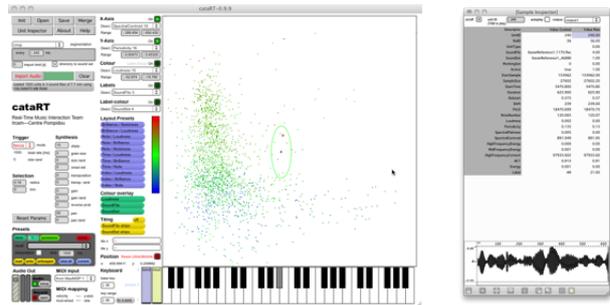
### ■ Descriptif

La bibliothèque de fonctions et templates C++ Ircam-Descriptor de l'équipe Analyse et synthèse des sons calcule un grand nombre de descripteurs audio instantanés à partir de fichiers sons. Son intégration temps réel dans Max6 est distribuée aux utilisateurs internes (RIMs) et externes par le Forum.

### ■ Principales fonctions réalisées

- de nouvelles options internes ont été rendues accessibles comme paramètres, permettant une adaptation plus précise aux sons à analyser ;
- portage en module PiPo pour utilisations avec MuBu, IAE ;
- portage sur iOS ;
- version Max6 64bit.

## CATART



### ■ Descriptif

La synthèse concaténative par corpus utilise une base de données de sons enregistrés, et un algorithme de sélection d'unités qui permet de choisir les segments de la base de données, afin de synthétiser par concaténation une séquence musicale. La sélection est fondée sur les caractéristiques de l'enregistrement, qui sont obtenues par analyse du signal et correspondent par exemple à la hauteur, à l'énergie ou au spectre.

La mise en œuvre en temps réel de cette nouvelle approche de la synthèse sonore par le système CataRT permet une exploration interactive d'une base sonore et une composition granulaire ciblée par des caractéristiques sonores précises, et permet aux compositeurs et musiciens d'atteindre de nouvelles sonorités, et aux designers sonores de rapidement explorer un corpus sonore constitué par un grand nombre d'enregistrements.

Le système modulaire CataRT de synthèse concaténative par corpus interactive en temps réel est implémenté dans Max avec les extensions FTM, Gabor et MnM. L'interaction repose sur une interface simple consistant en l'affichage d'une projection 2D de l'espace de descripteurs, et une navigation avec la souris, où les grains sont sélectionnés et joués par proximité géométrique.

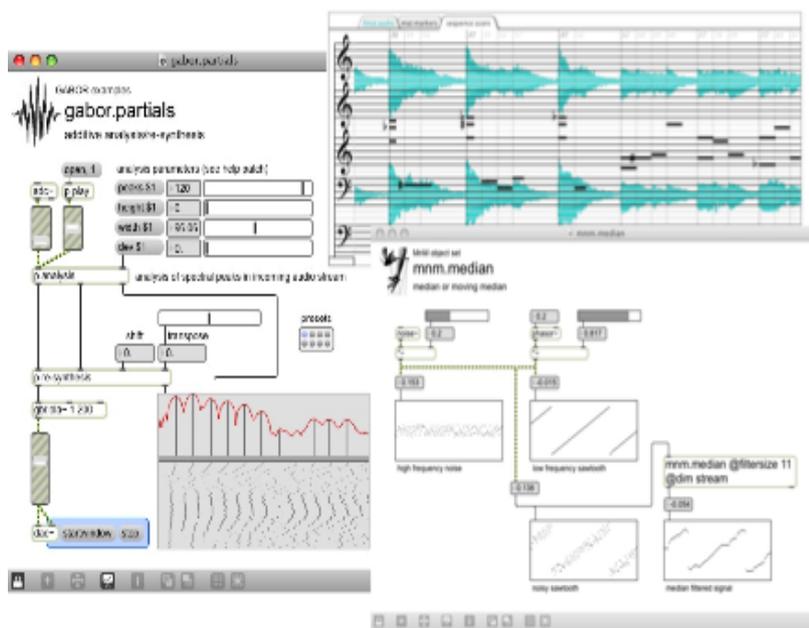
Il existe aussi une version application indépendante diffusée dans le Forum avec une interface simplifiée et une documentation utilisateur complète.

### ■ Principales fonctions réalisées

Nouvelle version 1.2.4 avec les points principaux suivants :

- exportation de tous les sons utilisés dans un corpus vers un répertoire pour pouvoir porter une pièce entière sur un autre ordinateur ;
- contrôle complet par OSC ;
- portage du principe de synthèse par corpus contrôlé par navigation 2D sur les modules de MuBu et PiPo.

## FTM &amp; CO



## ■ Descriptif

FTM & Co est une bibliothèque pour Max qui permet l'utilisation de structures de données complexes et donne accès à une grande palette d'opérateurs. Cette bibliothèque permet de développer des applications avancées d'analyse et de synthèse de données gestuelles et sonores. FTM & Co inclut trois ensembles de modules Max exploitant les fonctionnalités de la bibliothèque partagée FTMLib: FTM (opérateurs de base), Gabor (analyse et resynthèse sonore), MnM (analyse du mouvement, algèbre linéaire et calculs statistiques).

## ■ Principales fonctions réalisées

L'ensemble des bibliothèques FTM & Co est maintenu pour Max 6.0.





## LES RESSOURCES



## LES RESSOURCES HUMAINES

Les statuts du personnel de l'Ircam, organisme associé du Centre Pompidou, ainsi que la grille de rémunération sont calqués sur ceux du Centre Pompidou (qui est composé principalement d'agents publics). L'Ircam étant une association de droit privé, sa population est toutefois soumise aux règles du droit privé du travail.

La mobilisation du personnel de l'Ircam est essentielle à son succès et se fait tant par l'animation des instances de dialogue social (Comité d'Entreprise, Comité d'Hygiène et de Sécurité et des Conditions de Travail), que par l'organisation de réunions plénières, la diffusion d'un agenda interne commun et la mise en œuvre d'entretiens annuels.

En 2013, la direction et les IRP se sont engagés dans une démarche de prévention des risques psychosociaux (RPS) sous l'angle de la Qualité de bien-être au travail (QVT), en créant un groupe de travail, une Commission d'enquête RPS et un processus de formation de tous les encadrants de l'institut.

Dans le même objectif d'amélioration des conditions de travail, ces mêmes encadrants ont été formés au « Recrutement favorisant la mixité des emplois ».

La direction et les IRP ont travaillé de concert au renouvellement du Plan d'action Égalité hommes-femmes.

Le département de la Production, en concertation avec les IRP, a bénéficié d'une dérogation à la durée hebdomadaire de travail maximale de 48 heures, dérogation acceptée par l'Inspection du travail au titre de l'année 2013.

### PRÉVENTION DES RPS ET QUALITÉ DE VIE AU TRAVAIL

Le Document Unique de Prévention des Risques Professionnels prévoyait une procédure de médiation pour tout salarié en situation de stress, de souffrance, de harcèlement au travail.

La politique de prévention s'est enrichie en 2013, lors de l'expertise du CHSCT réalisée par le cabinet FHC Conseil sur « l'impact des évolutions de l'organisation sur les conditions de travail et le vécu subjectif des salariés ». À l'issue de celle-ci, la direction et les instances représentatives du personnel (IRP) se sont entendues sur la mise en œuvre des préconisations transversales suivantes :

1. la création d'une commission d'enquête RPS, en cas de situation de difficultés, de mal-être, de crise ;

2. la formation des IRP et de la direction aux RPS et bien-être au travail, afin de définir et renforcer notre politique de prévention ;
3. la formation aux RPS et bien-être au travail des encadrants, en qualité de premiers acteurs de la prévention.

Composé de la direction et des IRP, le groupe de travail s'est réuni à 4 reprises depuis le 14 décembre 2012 et a bénéficié de 2 sessions de formation dispensées par l'ARACT le 26 avril 2013 (1 journée) et le 9 octobre 2013 (1/2 journée) : formation de 12 personnes (IRP+direction).

À l'issue de cette formation, le groupe de travail s'est accordé sur les points suivants :

#### ■ Créer une « commission d'enquête RPS »

- Composée d'un binôme paritaire (1 membre de la direction (la RH ou l'administrateur) + 1 IRP (du CHSCT ou de la DUP)), pouvant être saisie à tout moment par un collaborateur en situation de travail problématique ;
- le collaborateur peut choisir son binôme, l'objectif étant que celui-ci se sente en confiance pour s'exprimer librement ;
- cette commission s'attache à analyser la situation de travail et les facteurs de risques, en considérant l'individu et sa perception comme un point de départ et/ou d'alerte ;
- la méthodologie employée par la commission d'enquête RPS est celle préconisée par l'ARACT. Elle consiste à favoriser les processus de régulation, en analysant et réduisant les facteurs de contraintes (surcharge de travail, contraintes de temps, interruptions fréquentes...) et en développant les facteurs de ressources (autonomie, reconnaissance, soutien...) dans les situations de travail, à partir de l'expression et des débats autour des difficultés dans le travail ;
- un 1<sup>er</sup> cas pratique relevé dans le Rapport de FHC Conseil a été sélectionné pour expérimenter la méthodologie d'analyse des situations de travail. L'ARACT nous a accompagnés dans cette première mise en œuvre.

#### ■ Enrichir nos dispositifs et faire de la prévention des RPS et plus largement de la qualité de vie au travail, un enjeu collectif

- Au sein du Document Unique : il s'agira au fur et à mesure des situations révélées/traitées, de formaliser les situations de travail problématiques par unité de travail. L'encadrement est une unité de travail en soi, à intégrer ;

- la formation à la prévention des RPS prévue pour les encadrants devra intégrer une partie sur le rôle de régulation des situations de travail problématiques, en plus de la partie consacrée à la sensibilisation ;
- dans le cadre d'une démarche de prévention impliquant les acteurs comme la direction, l'équipe des ressources humaines, l'équipe santé au travail et les représentants des IRP, l'encadrement contribue également à prévenir les risques psychosociaux. La formation est une action majeure, de façon à développer la prise de conscience et la compréhension du stress, de ses causes possibles et de la manière de le prévenir et d'y faire face. Elle prend place dans le plan d'action post-diagnostic de l'expertise du CHSCT.

La formation des encadrants à la prévention des RPS, entamée en 2013, se poursuivra en 2014 par une demi-journée consacrée à l'étude de cas pratiques. Le directeur de l'Ircam bénéficiera d'une formation similaire.

### **PLAN D'ACTION ÉGALITÉ PROFESSIONNELLE HOMMES-FEMMES 2013**

La direction, en accord avec les représentants du personnel qui ont émis un avis favorable au Plan d'action au cours de la réunion mensuelle du 25 juin 2013, avait décidé de poursuivre les objectifs suivants :

1. La promotion de la mixité des emplois au sein de l'institut (domaine d'action 1 : « l'embauche ») ;
2. le renforcement de l'équilibre entre vie professionnelle et parentalité (domaine d'action 2 : articulation entre l'activité professionnelle et l'exercice de la responsabilité familiale) ;
3. le renforcement de la présence des femmes dans les groupes 3 et + (domaine d'action 3 : la rémunération effective, rendue obligatoire en 2013).

Ces 3 domaines d'action devaient reposer sur la mise en œuvre des 5 mesures suivantes :

1. Un processus de recrutement révisé et partagé dans un « Guide des bonnes pratiques en matière de recrutement » qui sera produit en 2014. Les statistiques sexuées fournies pour chaque recrutement sont encourageantes concernant le respect de la mixité tout au cours de la sélection des candidats ;
2. pour les parents : l'expérimentation du dispositif « des mercredis scolaires » est poursuivie et élargie aux parents d'enfants jusqu'à la classe de Terminale ;
3. pour les femmes enceintes : un aménagement spécifique du temps de travail est mis en œuvre ;
4. pour les parents et futurs-parents : en plus de l'information individuelle, le service RH proposera en 2014, sur l'intranet une note d'information rappelant l'en-

semble des droits attachés à la parentalité, avec les items suivants : « vous êtes enceinte... ; vous allez être papa... ; vous êtes parents... » ;

5. pour renforcer la présence des femmes dans les groupes 3 et + de la grille indiciaire, il est prévu qu'à compétences égales, le recrutement et la mobilité des femmes soient encouragés pour les postes à pourvoir dans ces catégories.

Ces 5 actions font l'objet d'un bilan de réalisation intégré au Rapport annuel sur la situation économique 2013.

### **DÉPARTEMENT DE LA PRODUCTION : DÉROGATION À LA DURÉE MAXIMALE DES 48 HEURES HEBDOMADAIRES**

À l'issue de la première édition de ManiFeste-2012, et au regard des dépassements horaires des collaborateurs de la Production, la direction et le directeur de la Production, ont réfléchi aux modes d'organisation du temps de travail, dans le respect des contraintes légales.

Cette réflexion s'est poursuivie à partir d'octobre 2012, avec les équipes de la Production, précisément sur le temps de travail des ingénieurs son et régisseurs généraux, pendant des périodes d'activité où le seuil légal des 48 heures hebdomadaires est difficilement conciliable avec les circonstances exceptionnelles de production de l'Ircam.

Des mesures ont été prises pour que ManiFeste-2013 se déroule dans de meilleures conditions de travail, en concertation avec les équipes.

Au cours d'une réunion extraordinaire des IRP le 2 mai 2013, le CHSCT et la DUP ont émis un avis favorable au projet de demande de dérogation à la durée maximale absolue, que la direction a transmise à l'Inspection du travail.

L'Inspection du travail a décidé d'accorder cette dérogation dans la limite de 60 heures hebdomadaires, pour la période du 15 avril au 02 décembre 2013.

## LA COMMUNICATION ET LES ÉDITIONS

La pluralité des événements portés par le service Communication en 2013 a été l'occasion de développer une action de diversification des publics et réseaux professionnels cibles, des cercles les plus spécialisés au très grand public, en passant par les milieux de l'innovation industrielle que nous touchions particulièrement cette année en participant à des événements dédiés.

Cette action s'est faite en particulier au bénéfice de la communication institutionnelle : reconnaissance de l'Ircam comme un institut cultivant l'art de l'innovation.

Le déploiement de l'Ircam sur le web a aussi été très dynamique avec le lancement d'un nouveau site pour le festival ManiFeste, qui a remporté des records de fréquentation.

La valorisation des activités de l'UMR STMS fait l'objet d'une stratégie de communication coordonnée avec les tutelles : le CNRS, l'université Pierre et Marie Curie et le ministère de la Culture et de la communication, ainsi que l'Inria pour les actualités de l'équipe MuTant, commune à l'Inria et à l'unité STMS.

### ÉLARGISSEMENT DES COMMUNAUTÉS TOUCHÉES

Les opérations de communication qui ont relayé de multiples événements ont permis de toucher une importante diversité de cibles :

#### ■ Réseaux de l'innovation industrielle : représentants de l'État et chefs d'entreprise

L'Ircam a été choisi par le ministre du Redressement Productif et Oseo comme lieu d'accueil de la cérémonie du Prix de l'Innovation industrielle (23 mars). Une présentation de l'innovation à l'Ircam faite dans ce cadre a été très appréciée, avec ses focus sur : les interactions homme-machine, la transformation et synthèse vocales, le design sonore, la spatialisation sonore.

Ces mêmes réseaux de l'innovation industrielle ont également été massivement sollicités lors de la présentation d'Antescofo sur scène à Bercy par Arshia Cont (21 mai), le logiciel ayant été distingué comme « Objet de la Nouvelle France Industrielle » par le ministre du Redressement productif.

Pour ces deux événements, comme pour le Salon du « Made in France » (cf. supra), la politique d'innovation et de valorisation industrielle de l'Ircam a été mise en avant dans la communication officielle du ministère.

#### ■ Hauts représentants de la Recherche et de l'Université française

L'Espace de projection a accueilli le dîner des 20 ans du réseau Renater qui a rassemblé plus de 200 représentants officiels de la Recherche et de l'Université en France (5 février). Cet événement fut l'occasion pour l'Ircam de proposer une démonstration du système de spatialisation sonore multicanal 3D, une présentation des travaux sur les voix de synthèse et un plateau artistique.

#### ■ Grand public et public familial

À travers deux événements à très forte fréquentation :

- Le Salon du « Made in France » (9-11 novembre) qui a accueilli plus de 30000 visiteurs et où l'équipe MuTant a présenté le logiciel Antescofo, avec un show case live notamment ;
- L'exposition « La Voix, l'expo qui vous parle » à la Cité des Sciences et de l'Industrie (à partir du 10 décembre), conçue et réalisée en partenariat avec l'Ircam et qui a fait l'objet d'une importante communication concertée pour la vulgarisation scientifique des travaux de recherche sur la voix.



Frank Madlener et Arnaud Montebourg au Salon du Made in France



L'affiche de l'exposition « La Voix l'expo qui vous parle » à la Cité des Sciences et de l'Industrie

■ Milieux du numérique

Prospection de contacts à dominante scientifique lors de la cérémonie de la remise du Prix « Impact sociétal » de l'ANR au projet Interlude, organisé dans le cadre des Rencontres du numérique 2013 (17 avril); artistique avec la création de l'opéra multimédia *Aliados* de Sebastian Rivas (14-19 juin); ou pluridisciplinaire lors des Répliques Art-Sciences consacrées au « Dark Digital Age » (12-14 juin).

■ Réseaux professionnels de l'éducation artistique

À l'occasion de la Journée nationale de restitution des Ateliers de la création (14 mai) qui s'est tenue pour la première fois à l'Ircam et a vu son nombre de participants doubler, grâce au soutien de la Fondation Orange.

À ces communautés s'ajoutent bien sûr celles traditionnellement visées par le service :

- Les publics de la musique, du spectacle vivant, de l'art et de la création contemporaine ;
- les professionnels de la musique et du son ;
- les jeunes artistes internationaux (pour la diffusion des appels à candidature).



La plaquette des Ateliers de la création

Sachant que deux cibles prioritaires ont été définies pour la promotion du festival ManiFeste :

- les milieux du théâtre et de la création expérimentale, pour soutenir les créations de François Verret et de Gisèle Vienne en ouverture de festival ;
- les Jeunes de – de 26 ans.

L'abonnement « Jeunes », déjà initié en 2012, a fait l'objet d'une ample campagne en 2013 : 12 000 cartes postales et électroniques furent diffusées et plus de 100 structures de l'art, de la culture et de la formation ont joué le rôle de relais.

Cette mobilisation fut un succès puisque le nombre d'abonnés de moins de 26 ans a largement augmenté.

LANCEMENT D'UN NOUVEAU SITE MANIFESTE.IRCAM.FR

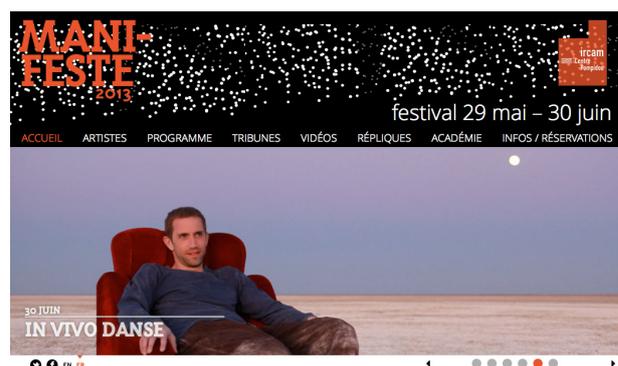
Un nouveau site Internet a été créé pour le festival, en forme de blog sous Word Press. De forme dynamique et actualisé au quotidien, il privilégie les contenus multimédias (vidéos, photos, audios) et l'interactivité tout en offrant de nouvelles rubriques : tribunes (participation de 7 chroniqueurs), artistes (portraits), vidéos (bandes annonce, film Image d'une œuvre, extraits de spectacles et lancement d'une nouvelle série d'interviews « Sur le vif » des artistes, ainsi que des nouvelles fonctionnalités (recherche par mots clés, commentaires...).

■ L'actualité des contenus du site a été relayée par les autres canaux web

- La newsletter du festival, dont le modèle a été repensé en fonction des rubriques du site et la diffusion rationalisée à un rythme hebdomadaire ;
- les plates-formes web Dailymotion, Arte Créative (nouveau 2013), You Tube, Focus Ircam ;
- le Centre Pompidou Virtuel et les newsletters du Centre ;
- le site Forumnet.ircam.fr (pour les Répliques Art-Science) ;
- les réseaux sociaux Facebook et Twitter.

■ On peut constater un excellent bilan de fréquentation avec une hausse de + 106 %

- 102 792 pages vues contre 49 817 en 2012 ;
- 75 346 consultations uniques contre 36 410 en 2012 ;
- ainsi que quelques records des taux de consultation des vidéos (ex. 1055 vues pour une interview de Gisèle Vienne en moins de deux mois).



Festival international et académie pluridisciplinaire, rendez-vous de la relation et de l'hémorragie à Paris, ManiFeste 2013 explore la musique au centre des « arts du temps » (théâtre, danse, cinéma, arts numériques...). Chaque événement pendant un mois, compositeurs et interprètes, metteurs en scène, auteurs, scénaristes, chorégraphes, danseurs, sous-pratiquants d'une intrigue temporelle intégrant la technologie. À l'affiche, Gisèle Vienne et François Verret, Popa Aliados de Sebastian Rivas, un portrait de Van Marsez, la figure du compositeur Heinz Holliger, la présence de la vie et de la persécution... ManiFeste 2013 : le journal de l'action, le montage du réel.

Twitter Facebook YouTube Dailymotion RSS

**L'Édito**

**Derniers articles**

- DIR MARCHÉ DE MANIFESTE**  
par Laurent Hennequin le 02/05/13  
Le festival touche à son terme. Plus d'un mois de concerts, des dizaines de créations, presque au...
- MATHIEU DE KOBLENZ STOCKHAUSEN**  
par Laurent Hennequin le 02/05/13  
Une formule de travail sous le mot d'ordre du genre tous les paramètres de la pièce...
- SHARIFA BOUMCHAL, LUIGI NONO**  
par Laurent Hennequin le 02/05/13  
Quelques images d'une combattante algérienne, torturée par des parents français pendant la g...

**Dernière vidéo**

**académie Digital Dark Age** Gisèle Vienne  
Hommage à **Henri Holiger In Vivo** jeune création  
Ludovic Marsez Neuberger percussion piano  
Pinochet-Thatcher  
avec Schaeffer Verret VOIX

## MODERNISATION ET STABILISATION DES ÉDITIONS PAPIER

Création d'une nouvelle maquette de l'Étincelle

- Pour le magazine : création de deux niveaux de lecture (1 page ½ pour les textes de fond et 1 colonne jaune à droite pour la programmation). Objectif atteint : simplification de la présentation des différents contenus pour une meilleure lisibilité ;
- pour l'agenda : format augmenté avec l'insertion d'un court texte de présentation pour chaque événement. Objectif atteint : présentant désormais la programmation en un clin d'œil et plus léger, l'agenda devient réellement autonome et sert de support de prospection (tandis que l'Étincelle est réservé à nos spectateurs actifs).

Création de cartes postales couleur pour la promotion de chacun des événements artistiques produits par l'Ircam.

Création d'une nouvelle maquette pour la collection Musique/Sciences

Modernisation de la brochure R&D

Ouverture par un focus sur « l'innovation à l'Ircam en quelques réalisations récentes », mise en avant des nouveaux projets, nouvelle maquette avec création d'un fil d'Ariane, présence du logo de l'Inria en une...

Très satisfaisants, ces nouveaux modèles sont destinés à être reconduits dans les années à venir.



La couverture de la brochure R&D

## DÉVELOPPEMENT DES PARTENARIATS

### ■ Deux mécènes

- Reconstitution du partenariat avec la Caisse des Dépôts pour ManiFeste ;
- poursuite du partenariat avec la Fondation Orange sur le programme « Voix numériques – les Ateliers de l'Ircam » regroupant les ateliers vocaux de l'académie ManiFeste et les Ateliers de la création.



### ■ Six partenaires média

Dont deux nouveaux : Arte et Parisart.com

#### Arte

- 2 campagnes de 15 spots coup de cœur sur ManiFeste et le concert Trio ;
- relais sur les autres supports du groupe (arte.tv, Arte Magazine, Arte Radio, Arte VOD, Arte Boutique).

#### Le Monde

- 1 tiré à part de quatre pages sur ManiFeste ;
- éditorial : portraits de Barbara Hannigan, Yan Maresz et Gisèle Vienne, entretien avec Heinz Holliger, enquête sur le Digital Dark Age, agenda ;
- 1/6 PQ sur les Répliques art-science ;
- 1/8 PQ de remerciements partenaires.

#### Télérama

- 1/2 PQ sur ManiFeste ainsi des Agendas ;
- espressos et opérations lecteurs « Télérama Plus » tout au long de l'année.

#### France Culture

- Éditorial : Semaine des « Ateliers de la nuit spécial Ircam » du 30 mai au 4 juin, relayée par une campagne de la chaine ;
- campagne de 10 spots antenne sur ManiFeste, annonces dans les newsletters et réseaux sociaux, jeux concours...

#### France Musique

- Captation de huit concerts dont trois directs et un plateau public depuis l'Ircam ;
- deux campagnes de 8 spots antenne sur ManiFeste et la saison ;
- des relais sur le web ;
- des jeux concours...

#### parisart.com

Échange de visibilité.

## BILAN PRESSE (AGENCE OPUS 64)

L'année 2013 a été marquée par la 2<sup>e</sup> édition de ManiFeste : le festival s'affirme définitivement pluridisciplinaire avec une programmation musique, théâtre et danse et des figures à l'affiche de la manifestation comme Barbara Hannigan, Gisèle Vienne, François Verret, Yann Maresz ou encore l'opéra politique *Aliados*. Au-delà du festival, il faut retenir deux autres moments forts de l'année 2013 : la création de *Trio* de Marc Monnet (9 décembre) et la grande exposition « la Voix, l'expo qui vous parle » à la Cité des Sciences et de l'industrie (à partir du 10 décembre).

## LANCEMENT DE LA DEUXIÈME ÉDITION DE MANIFESTE-2013

Un excellent bilan médiatique, révélant la richesse et la diversité du festival.

### ■ Une mobilisation de l'ensemble des médias

Différents sujets dans un même support et de larges espaces accordés :

- médias culturels : Télérama (couverture du Sortir), Les Inrocks (3 papiers dont une double page), France Culture (11 émissions), France Musique (11 émissions), Radio Classique (2 sujets), Arte (un reportage)... ;
- médias généralistes nationaux : AFP (2 dépêches), Le Monde (4 papiers), Libération (3 papiers, dont une double page), Le Figaro (4 papiers), France Inter (un sujet), France Info (3 sujets) ;
- médias populaires, à très large audience : France 2 (2 reportages dans « Télématin »), RTL (un reportage). Et une implication jusqu'ici inconnue de la presse internationale à l'occasion d'*Aliados* (11 papiers dont certains à la une des quotidiens).

Mais peu de retombées dans la presse musicale spécialisée (à l'exception de Cadences).

### ■ Une grande variété des types de sujets

- Papier à angle institutionnel, reportages au cœur du labo : AFP, Le Figaro, lacroix.com, Télérama, Arte, France 2 ;
- reportages dans les coulisses de la création : Les Inrocks (The Pyre), AFP, L'Humanité, Le Figaro, France Info (Aliados), France Musique (création Diana Soh)... ;
- portraits et interviews : Barbara Hannigan (Libération, Cadences, France Musique), Heinz Holliger (La Croix), l'équipe d'Aliados (France Culture, Musique, RFI...), Gisèle Vienne (France Culture), Slava Turyshev (Le Monde) ;
- sujets Sciences et techno : Projet Interlude/Diana Soh (Le Monde), Répliques Art-Science (France Culture, RFI)... ;

- critiques : Le Monde (Aliados et Barbara Hannigan/Quatuor Diotima), L'Humanité, Le Figaro (Aliados) ;
- débats sur la création contemporaine : Nouvel Observateur, Le Figaro.

Cette très forte mobilisation de la presse, comprenant un nombre de papiers exceptionnel dans les quotidiens nationaux et internationaux, a été rendue possible par :

- la présence de têtes d'affiche (Gisèle Vienne, Barbara Hannigan, Slava Turyshev) ;
- une programmation théâtre et danse en ouverture ;
- un sujet d'opéra relevant d'enjeux diplomatiques internationaux récents.

## L'ANNÉE 2013 HORS MANIFESTE

L'importance du festival ne doit pas faire oublier les rendez-vous de la saison avec des concerts et une exposition. La création de *Trio* de Marc Monnet, d'une part avec de grands interprètes du classique : Tedi Papavrami, François-Frédéric Guy et Xavier Philips (9 décembre, Ircam) qui a élargi le spectre des journalistes de la presse musicale (contemporain vers classique grand public). Et la grande exposition sur la Voix lancée en décembre à la Cité des Sciences et de l'Industrie a permis aussi de faire connaître à une plus large presse les dernières technologies de l'Ircam pour la voix (grands papiers d'enquêtes dans Le Figaro, La Croix, plusieurs émissions radio de France Culture, RFI...)

Avec 45 émissions radio et 2 reportages télévisés, 63 articles dans la presse nationale, 54 articles sur Internet et 10 articles dans la presse internationale – donc 174 sujets au total – le bilan presse de la saison artistique 2013 se révèle vraiment positif.

Un résultat satisfaisant qui est renforcé par la belle fréquentation des journalistes aux manifestations du festival : 88 sur l'ensemble du festival et de l'académie contre 64 en 2012.

S'y ajoute encore le bilan « corporate » qui compte 66 articles dans les médias nationaux, auxquels a largement contribué Opus 64, en annonçant notamment la 2<sup>e</sup> édition du festival lors de visites de presse organisées en petit comité à l'invitation de Frank Madlener autour de la Voix (France Culture, équipe de la Fiction), de l'opéra Aliados (AFP, Les Échos, La Croix, le Parisien, France Inter,...) et de la création de Gisèle Vienne (Le Monde, Art Press, ELLE, Arte...). Ces rencontres ont rassemblé une vingtaine de journalistes.

Notons enfin, avec la suite du lancement du nouveau dispositif de spatialisation sonore, une part importante d'articles scientifiques (76 au total).

## LES MOYENS FINANCIERS

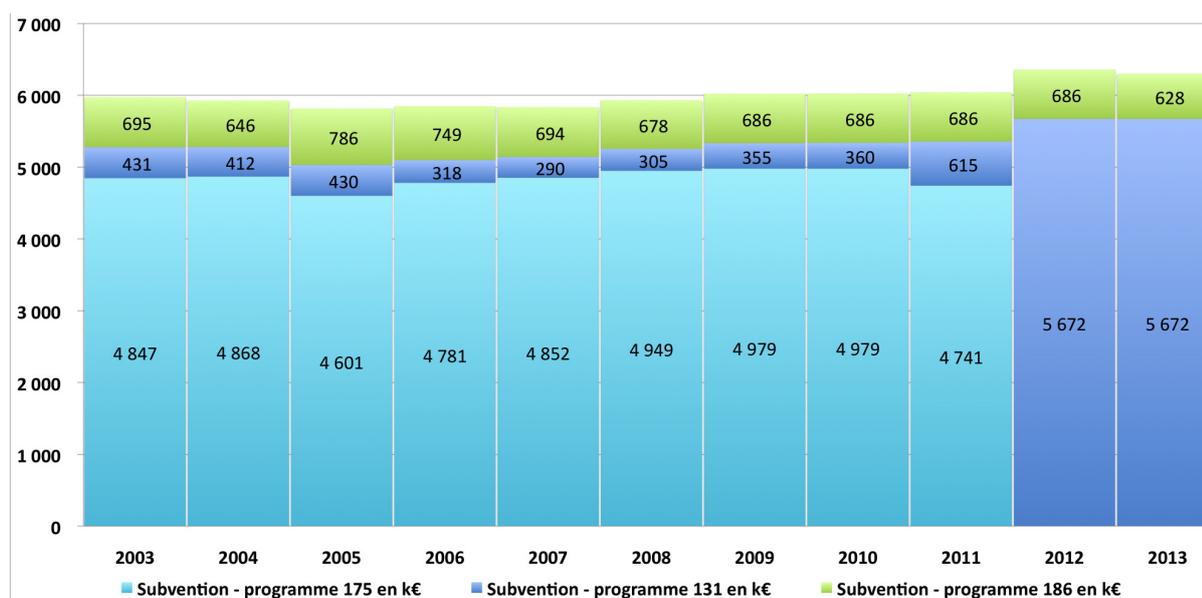
### Budget de l'Ircam 2013 (en k€)

Fonctionnement			
Dépenses		Recettes	
Personnel	7 976	Subvention de l'État	5 932
Autres charges	4 290	Contrats de recherche	2 239
Résultat exercice (déficit)	(624)	Prestations de service	781
		Partenariat & mécénat	257
		Prestation en nature du CP	978
		Autres produits	1 455
<b>Total</b>	<b>11 642</b>		<b>11 642</b>

Équipement			
Dépenses		Recettes	
Insuffisance d'autofinancement	285	Subvention de l'État	341
Matériel audiovisuel	60	Prélèvement en fonds de roulement	170
Matériel informatique	113		
Divers	53		
<b>Total</b>	<b>511</b>		<b>511</b>

Le budget 2013 de l'Ircam s'établit à 11 642 k€ pour son fonctionnement et à 341 k€ pour les investissements (corrigé des effets d'autofinancement et de fonds de roulement).

L'exercice présente un résultat déficitaire de 624 k€. Il est marqué par la constatation dans les comptes pour la première fois de la charge à payer relative aux congés à payer. Accumulation issue de l'histoire de l'Ircam, cette dette est financée par un prélèvement en fonds de roulement. La situation financière de l'institut est fragile.



## 2013, SECONDE ANNÉE DU RATTACHEMENT DE L'IRCAM À LA DIRECTION GÉNÉRALE DE LA CRÉATION ARTISTIQUE (DGCA)

L'Ircam continue de bénéficier en 2013 des effets positifs de son rattachement au programme 131 du MCC destiné à soutenir la création artistique et qui a pris le relais du programme Patrimoine (175) en 2012. Il a fait l'objet d'un dégel pour la seconde année consécutive.

En revanche, la subvention issue du programme 186, géré par le Secrétariat général au titre de la mission Recherche, s'élève à 628 k€ contre 685 k€ en 2012. Cette subvention s'était déjà vue réduite de 60 k€ lors de la mise en place de LOLF en 2006. Selon le rapport parlementaire accompagnant le vote à la baisse, ce programme ne financerait pas de dépenses de personnel. Ceci ne correspond pas à la situation de l'Ircam, cette subvention finançant de l'emploi de chercheur permanent. D'autre part, la baisse de 58 k€ en 2013 correspond à 8,4 % à la subvention versée alors que l'ensemble du programme voit sa baisse limitée à 4 %.

Abstraction faite de la subvention réaffectée lors de la reprise du centre Acanthes, le total du financement issu des subventions de fonctionnement et d'investissement reste stable. Il s'élève à 6358 k€ en 2013 contre 5973 k€ en 2002. Ce socle s'accroît de 6,44 %, après intégration de l'activité supplémentaire liée à l'académie Acanthes. L'érosion monétaire s'élève à 19,0 % [source insee], soit une perte de pouvoir d'intervention d'un montant global de 750 k€.

## DES RECETTES PROPRES NOURRIES PAR LA DYNAMIQUE DES PROJETS

Les recettes propres sont de 30,6 % du budget (contre 28,9 % en 2012) grâce au succès des financements sur appels à projets de la R&D ou de produits de valorisation ou encore grâce au financement du projet européen « Ulysses » à destination de la jeune création dont l'Ircam est coordinateur. Le Forum Ircam a préparé sa mue pour attirer un nombre plus élevé de souscripteurs dès 2013 et doit confirmer sa réussite en 2014. La valorisation industrielle, notamment les contrats de licence, a dégagé un montant record de 264 k€ en 2013 et a ainsi contribué au financement de l'innovation à l'Ircam.

Le mécénat et le partenariat représentent 257 k€, soit 2,2 % du budget (contre 2,7 % en 2012). Les projets artistiques s'inscrivent dès leur conception dans un schéma de mutualisation avec le développement de nombreux partenariats permettant la bonne fin des projets ambitieux.

Performant dans tous ses champs d'action, l'Ircam doit voir sa subvention de fonctionnement réévaluée et compenser le déséquilibre structurel pour l'accompagner sur la voie de l'excellence scientifique, artistique et pédagogique.

Le rattachement du financement de l'Ircam principalement au programme 131 géré par la Direction générale de la création artistique (DGCA) notamment par le bénéfice du dégel, a sans conteste contribué au financement de l'exercice.

**Ressources affectées à l'UMR STMS en 2013 (en K€)**

Fonctionnement (estimation des partenaires)			
Dépenses		Recettes	
Personnels Ircam	1 813	Ircam - MCC	2 557
Personnels sur Contrat	1 026	Contrats de recherche	1 837
Frais de structure	1 205	CNRS	768
Personnels CNRS	738	UPMC	406
Personnels UPMC / Doctorants	387	INRIA	165
Personnels INRIA	148		
Autres charges	416		
<b>Total</b>	<b>5 733</b>		<b>5 733</b>

Les ressources affectées à l'UMR STMS s'élèvent à 5 733 k€ en 2013. La partie apportée par l'Ircam ainsi que les recettes des contrats de recherche sont inscrites dans le budget de fonctionnement de l'Ircam. Les autres financements proviennent des estimations données par les partenaires et sont inscrits dans leurs livres (à l'exception de la subvention de fonctionnement de l'UPMC qui a conféré le mandat de gestion à l'Ircam).

Le périmètre de l'UMR correspond à celui du département R&D de l'Ircam et intégré les personnels techniques et administratifs travaillant avec les équipes de recherche. Hors recettes des contrats de recherche qui ne concernent que des collaborateurs Ircam, la part respective des apports de chaque partenaire au financement de l'UMR s'établit comme suit : 4 % pour l'Inria, 10 % pour l'UPMC, 20 % pour le CNRS, 66 % pour l'Ircam/MCC. La part de l'Ircam/MCC passe de 81 % en 2010 à 66 % en 2013 et reflète l'investissement croissant des partenaires CNRS/UPMC dans les activités de recherche du laboratoire.

Le taux de recettes issues des contrats de recherche gérés par l'UMR s'élève à 32,04 %.

# LE SERVICE INFORMATIQUE

*Responsable : Laurent Ghys*

Les événements qui ont marqué l'année 2013 pour le service informatique ont été le passage au routage dynamique sur les réseaux locaux, la création d'un réseau iSCSI pour le stockage de masse, la collaboration avec le CRI et la mise en production de « la Forge Ircam ».

## ÉVOLUTION DES RÉSEAUX

### ■ Routage dynamique sur les réseaux locaux

La topologie du réseau local Ircam est devenue au cours des années de plus en plus complexe. Elle est maintenant construite autour d'un double cœur de réseau, constitué de deux routeurs Cisco 6500 auxquels sont reliés une dizaine de commutateurs desservant les nombreux serveurs et machines réparties dans les trois bâtiments. De plus, pour des raisons de performances, la protection des différentes zones a été répartie sur plusieurs pare-feu, ce qui évite les goulots d'étranglement.

La gestion manuelle du routage de la cinquantaine de réseaux locaux virtuels (VLAN) circulant sur ce réseau devenait de plus en plus complexe, voire acrobatique. Nous avons ainsi déployé du routage local dynamique en utilisant le protocole OSPF (Open Shortest Path First) pour IPv4 et IPv6. On notera que ce basculement a été opéré sur un réseau en production, mais qu'il s'est déroulé de manière totalement transparente pour les utilisateurs.

### ■ Stockage de masse en réseau sur iSCSI.

Point n'est besoin de rappeler ici que la demande en stockage de masse se fait de plus en plus pressante. Jusqu'à présent, nous utilisions pour relier les serveurs à leurs baies de disques, la technologie courante, à savoir « Fiber Channel » à des débits de 2 ou 4 Gbit/s.

Cette technologie est de plus en plus délaissée au profit de la technologie iSCSI (Internet Small Computer System Interface) ou plus simplement « SCSI au dessus d'IP ». Cette dernière permet de relier, sur des réseaux IP au dessus d'Ethernet commuté, donc sur du matériel complètement banalisé, des baies de disques hétérogènes de très grande capacité à n'importe quel serveur disposant d'un port Ethernet supplémentaire.

Nous avons ainsi créé un nouveau réseau dédié au stockage, indépendant du réseau principal reliant les ordinateurs, qui bénéficie de toutes les propriétés d'Ethernet, comme l'agrégation de liens et le haut débit de 10 Gbit/s (40 et 100 Gbit/s à venir). Ce sont maintenant des baies de plusieurs dizaines de téraoctets qui permettent le stockage de masse à la demande sur les serveurs internes (privés, à accès

restreint) ou externes (publics, visibles de l'Internet). Cela permet également de déplacer les machines virtuelles très rapidement car il n'est plus nécessaire de déplacer leurs volumineuses données.

## NOUVELLES PLATES-FORMES LOGICIELLES POUR LE CRI

La collaboration avec Centre de ressources Ircam (CRI) s'est intensifiée en 2013. Rappelons que le service informatique utilise l'outil Puppet pour les déploiements systèmes et applicatifs.

C'est à partir des spécifications des plates-formes souhaitées par le CRI qu'il développe des modules Puppet. Ils sont déposés sur la Forge Ircam sous forme de « simples modules » pour les briques de base, lesquelles sont agrégées en « services » puis enfin en « rôles » correspondant aux différentes plates-formes développées par le CRI : Sites web, Archiproduct, Brahms, bases Articles, etc.

L'autre mission qui a été réalisée en étroite collaboration avec le CRI est l'extraction et le transcodage des données multimédia qui se trouvaient encore dans les serveurs de la médiathèque, afin de les intégrer dans les nouveaux services proposés par le CRI.

## MISE EN PRODUCTION DE LA FORGE IRCAM

Les développeurs de l'Ircam souhaitaient disposer de ce que l'on appelle dans leur métier une « forge » c'est-à-dire un système de gestion de développement collaboratif de logiciels.

La solution que nous avons déployée s'appuie sur le logiciel libre Indefero disponible sous Licence GPL. Elle comprend les traditionnels « dépôts » SVN ou Git pour les sources, mais également tous les autres ingrédients de ce qui constitue une forge : création de projets ouverte aux utilisateurs, gestion de leurs droits d'accès par les propriétaires des projets, gestionnaire de suivi de bogues, système de revue de code, documentation collaborative, gestion de tâches, etc.

L'évaluation de cette solution sur une maquette réalisée fin 2012 a donné toute satisfaction aux premiers utilisateurs. La forge a été mise en production le 8 avril 2013. Le déplacement des différents projets depuis les anciens systèmes vers cette forge en conservant les historiques des développements se déroule très progressivement en fonction des disponibilités et du choix de chaque développeur.





# 6

## ANNEXES



# L'ÉQUIPE IRCAM

---

## DIRECTION

Directeur : Frank Madlener  
 Administrateur : Michel Muckensturm  
 Olivia Despointes

## SERVICES TRANSVERSAUX

### ■ Comptabilité

Responsable : Sylvie Parolari/Cristina Ramos da Silva  
 Jérémy Smolen

### ■ Ressources Humaines

Responsable : Alexandra Magne  
 Céline Bonnier, Patricia Martins

### ■ Communication et Éditions

Responsable : Marine Nicodeau  
 Mary Delacour, Alexandra Guzik, Deborah Lopatin,  
 Delphine Oster, Caroline Palmier

### ■ Régie-Bâtiment et Sécurité

Responsable : Georges-Elie Giscard  
 Bruno Belfiore, Sophie Besnard, Layachi Izem, Alain Nicolas,  
 Seare Mullai, Jean-Paul Rodrigues, Chantal Vogel

## RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

### ■ Direction

Directeur département Recherche et développement :  
 Hugues Vinet  
 Directeur de l'UMR STMS : Gérard Assayag  
 Sylvie Benoit, Martine Grosviron, Ghislaine Montagne,  
 Carole Tan

### ■ Responsables d'équipe

Acoustique instrumentale : René Caussé  
 Espaces acoustiques et cognitifs : Olivier Warusfel  
 Perception et design sonores : Patrick Susini,  
 Analyse et synthèse des sons : Axel Roebel  
 Représentations musicales : Gérard Assayag  
 Analyse des pratiques musicales : Nicolas Donin  
 Interactions musicales temps réel : Frédéric Bevilacqua  
 Valorisation scientifique et industrielle : Frederick Rousseau

### ■ Chercheurs et ingénieurs (équipes scientifiques)

Carlos Agon-Amado (UPMC), Moreno Andreatta (CNRS),  
 Jean-Julien Aucouturier (CNRS), Mondher Ayari  
 (univ. Strasbourg), Karim Barkati, Anne-Sylvie Barthel-Calvet  
 (université de Lorraine), Elie-Laurent Benaroya,  
 Joël Bensoam, Julien Bloit, Riccardo Borghesi,  
 Alain Bonardi (univ. Paris-8), Laurent Bonnasse-Gahot,  
 Antoine Bouchereau, Jean Bresson, Thibaut Carpentier  
 (CNRS), Fabien Cesari, Thomas Coffy (Inria), Arshia Cont,  
 Frédéric Cornu, Philippe Esling (UPMC), Laurent Feneyrou  
 (CNRS), François-Xavier Féron, Emmanuel Fléty,  
 Jean-Louis Giavitto (CNRS), Samuel Goldszmidt,  
 Thomas Hélie (CNRS), Olivier Houix, Florent Jacquemard  
 (Inria), Florian Kaiser, Jean-Philippe Lambert, Marco Liuni,  
 Adrien Mamou-Mani, Fivos Maniatakos, Enrico Marchetto,  
 Nicolas Misdariis, Markus Noisternig, Sean O'Leary,  
 Nicolas Obin (Ircam/UPMC), Johann Pauwels, Geoffroy  
 Peeters, Kevin Perros (CNRS), Charles Picasso,  
 Robert Piéchaud, Mathieu Ramona, Lise Régnier,  
 Xavier Rodet, Mathias Rossignol, Francis Rousseaux,  
 David Roze (CNRS), Victor Saiz, Norbert Schnell,  
 Diemo Schwarz, Tal Szpruch, Isabelle Viaud-Delmon (CNRS)

### ■ Techniciens

Gérard Bertrand, Damien Jacquet, Alain Terrier

### ■ Service informatique

Responsable : Laurent Ghys  
 Youcef Bensaid, Esteban Fernandez-Trinh, Arnaud Gomes,  
 Olivier Labat, Raphaël Raguin, Erwann Thoraval

### ■ Centre de Ressources Ircam

Responsable : Nicolas Donin  
 Sandra El Fakhouri, Samuel Goldszmidt, Minh Dang,  
 Béatrice Monfort/Chloé Breillot, Jean-Paul Rodrigues

### ■ Doctorants

Sara Adhitya, Luc Ardaillon, Hélène Bahu, Olivier Baudry,  
 Florie-Anne Baugé, Simon Benacchio, Mattia Bergomi,  
 Louis Bigo, Julia Blondeau, Dimitri Bouche, Eric Boyer,  
 Maxime Carron, Hélianthe Caure, Philippe Cuvillier,  
 Charles De Paiva Santana, José Echeveste,  
 Juan Pablo Espitia, Antoine Falaize-Skrzek, Jules Françoise,  
 Annelys Fryberger, Jérémie Garcia, Henrik Hahn,  
 Thomas Hézard, Stefan Huber, Vincent Isnard,  
 Ianis Lallemand, Benjamin Lévy, Wei Hsiang Liao,  
 Nicolas Lopes, John Mandereau, Ugo Marchand,  
 Thibaut Meurisse, Lara Morciano, Jérôme Nika,  
 Clément Poncelet, Emmanuel Ponsot, Kevin Sanlaville,  
 Noémie Sprenger-Ohana, Marine Taffou, Bruno Zamborlin

## CRÉATION ARTISTIQUE

### ■ Direction Artistique

Directeur : Frank Madlener  
Responsable de la coordination artistique : Suzanne Berthy  
Natacha Moëgne-Loccoz

## PÉDAGOGIE ET ACTION CULTURELLE

### ■ Direction de la Pédagogie

Directeur : Andrew Gerzso  
Murielle Ducas, Cyrielle Fiolet, Florence Grappin  
Encadrement Artistique : Hèctor Parra

### ■ Réalisateur en informatique musicale chargés de l'enseignement

Éric Daubresse, Emmanuel Jourdan/Marco Liuni,  
Jean Lochard, Grégoire Lorieux, Mikhail Malt

## CRÉATION ET PRODUCTION

### ■ Direction de la Production

Directeur : Cyril Béros  
Anne Becker, Agnès Fin, Anne Guyonnet, Aurèlia Ongena,  
Clotilde Turpin

### ■ Réalisateur en informatique musicale Production

Gregory Beller, Thomas Goepfer, Carlo Laurenzi,  
Serge Lemouton, Gilbert Nouno

### ■ Son

Responsable : Jérémie Henrot  
Julien Aléonard, Jérémie Bourgogne, Sylvain Cadars,  
Serge Lacourt/Julien Pittet, Maxime Le Saux

### ■ Régie générale

Responsable technique de la production : Pascale Bondu  
Frédéric Vandromme, Cyril Claverie, Thomas Clément/  
Andrew Armstrong

### ■ Régie de salle

Éric de Gélis

### ■ Intermittents du spectacle

Timothé Bahabianian, Lorenzo Bianchi, Raphaël Bourdier,  
José-Miguel Fernandez, Olivia Gomis, Robin Meier,  
Benoit Meudic, Augustin Muller, Sandrine Pagès,  
Olivier Pasquet, Manuel Poletti

## INTERFACE RECHERCHE/CRÉATION

### ■ Direction des Médiations Recherche/création

Directeur : Arshia Cont  
Paola Palumbo

### ■ Forum

Responsable valorisation industrielle et communautaire :  
Frederick Rousseau  
Karim Haddad, Stéphanie Leroy

### Fondateur

Directeur honoraire : Pierre Boulez

# LES ŒUVRES PRÉPARÉES À L'IRCAM

## OPÉRA

Artistes	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Sebastian Rivas Livret : Esteban Buch Mise en scène : Antoine Gindt	<i>Aliados</i>	Commande ministère de la Culture et de la communication	14, 15, 17, 18, 19 juin 2013, Théâtre de Gennevilliers, Ensemble Multilatérale, Dir. Léo Warynski	Théâtre musical : docu-opéra vidéo
Hèctor Parra Texte : Marie Ndiaye Mise en scène : Georges Lavaudant	<i>Te craindre en ton absence</i>	Commande : Ircam- Centre Pompidou, Théâtre des Bouffes du Nord, Ensemble intercontemporain, Co-production : Opéra Théâtre de Saint- Etienne, LG Théâtre	Du 4 au 8 mars 2014, Théâtre des Bouffes du Nord, Ensemble intercontemporain	Monodrame pour actrice, musiciens et électronique Texte inédit de Marie Ndiaye
Roland Auzet Texte : Fabrice Melquiot Mise en scène : Roland Auzet	<i>Steve V (King different)</i>	Opéra de Lyon Coproduction : Théâtre de la Renaissance d'Oullins, Opéra de Limoges	14 - 18 mars 2014, Biennale Musiques en scène, Lyon	Opéra multimedia autour de deux figures historiques : Steve Jobs et Henry V
Frédéric Verrières Livret : Bastien Gallet Mise en scène : Guillaume Vincent	<i>Bohème</i>	Théâtre des Bouffes du Nord	Du 12 au 29 novembre 2014, Théâtre des Bouffes du Nord, Ensemble Court-circuit	Théâtre lyrique, équipe artistique de The second woman (Verrières- Vincent)
Dai Fujikura Mise en scène : Saburo Teshigawara	<i>Solaris</i>	Commande : Théâtre des Champs- Elysées, Ensemble intercontemporain, Ircam	5, 7 mars 2015 Théâtre des Champs-Elysées, Ensemble intercontemporain, Dir. Matthias Pintscher	Opéra chorégraphié autour du livre de Stanislas Lem
Alberto Posadas Livret : Unamuno	<i>El Otro</i>	Klangforum Wien	2017, Théâtre Royal de Madrid, Klangforum Wien	Opéra avec électronique, mythe de Caïn et Abel sur un livret de Miguel De Unamuno

## ORCHESTRE

Artistes	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Carmine Emanuele Cella	<i>Reflets de l'ombre</i>	Commande : Ircam et Radio France	7 juin 2013, Salle Pleyel, Orchestre Philhar- monique de Radio France, Dir. Jukka-Pekka Saraste	Lauréat Manifeste-2012, académie
Philippe Hurel	<i>Tour à tour</i>	Commande : Ircam et Radio France	5 juin 2015, Maison de la radio, Orchestre Philharmonique de Radio France	Cycle orchestral en trois parties

## MUSIQUE ET SCÈNE – PÔLE SPECTACLE

Artistes	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
François Verret	<i>Chantier 2014-2018</i>	Coproduction : Compagnie FV, Ircam- Centre Pompidou	29, 30 mai 2013, Ircam	Traitement de la voix
Gisèle Vienne Stephen O'Malley et Peter Rehberg	<i>The Pyre</i>	Coproduction Ircam, Les Spectacles vivants/ Centre Pompidou	29, 30, 31 mai, 1 <sup>er</sup> juin 2013, Centre Pompidou	Spectacle chorégraphique
Lorenzo Pagliei	<i>Voir-Toucher</i>	Commande Ircam	12 juin 2013, Centre Pompidou, Daniel Ciampolini, Benoît Maurin, Pierre-Olivier Schmitt, Gianny Pizzolato, interprètes	Instrument virtuel, Modalys
Musique : Fredy Vallejos Concept et direction : Thomas Hauert	<i>MONO</i>	Coproduction : Compagnie Zoo, Ircam- Spectacles vivants Centre Pompidou, CCN de Rillieux-la- Pape, Charleroi Danse, STUK Kunstencentrum de Louvain	Du 9 au 11 avril 2014	Hörspiel pour 8 danseurs et électronique
Stanislas Nordey Texte : Pierre Guyotat Design sonore : Olivier Pasquet	<i>Joyeux animaux de la misère</i>	Coproduction : MC2 Grenoble, Théâtre de Gennevilliers, Ircam	11 et 12 juin 2014	Lecture d'un texte inédit de Pierre Guyotat ( <i>Joyeux Animaux de la misère</i> ) dans un paysage électronique
Ashley Fure Yuval Pick	Nouvelle œuvre	Commande Ircam Coproduction : CCN de Rillieux-la-Pape	13 et 14 juin 2014 Mac de Créteil	Cinq danseurs et musique électronique
Benjamin Dupé	<i>Il se trouve que les oreilles n'ont pas de paupières</i>	Compagnie Comme je l'entends Coproduction : Le Phénix, Valenciennes, Ircam	8, 9, 10 octobre 2014, Quatuor Tana et Pierre Baux (comédien)	Texte (un comédien) et quatuor Tana, sur <i>La Haine de la Musique</i> de Pascal Quignard
François Verret	<i>Rhapsodie démente</i>	Coproduction : MC2 Grenoble, Ircam	2 au 13 décembre 2014, MC2 Grenoble	Achèvement du Journal 14-18 : Haïku sonores, acteurs, percussion, électronique, improvisation et vidéo
Thierry De Mey	Nouvelle œuvre	Commande Ircam, Charleroi-danse, Ensemble intercontemporain, Coproduction : Théâtre national de Chaillot	Printemps 2015, Ensemble intercontemporain	Taximonie du geste : recherche musicale et visuelle sur les mouvements remarquables

## ENSEMBLE VOCAL, ENSEMBLE ET VOIX

Compositeur	Titre	Partenaire	Création	Caractéristiques
Mauro Lanza	<i>Ludus de Morte Regis</i>	Commande : Les Cris de Paris dans le cadre du dispositif «Identité et Environnement Sonore»	8 juin 2013, Ircam, Les Cris de Paris, Dir. G. Jourdain	Chœur et électronique
Alberto Posadas	<i>Tenebrae</i>	Commande : F. et J.-Ph. Billarant	15 juin 2013, Cité de la musique, Ensemble Exaudi, Ensemble intercontemporain, Dir. F.-X. Roth	6 voix, ensemble et électronique
Raphaël Cendo	<i>Registre des lumières</i>	Commande SWR, Kunststiftung NRW, Ensemble musikFabrik, F. et J.-Ph. Billarant	19 octobre 2013, Festival de Donaueschingen, SWR Vocalensemble Stuttgart, MusikFabrik, Dir. Marcus Creed	Chœur, ensemble et électronique
Philippe Leroux	<i>Quid sit musicus ?</i>	Commande Ircam	18 juin 2013 Solistes XXI Dir. Rachid Safir	Sept voix, trois instruments médiévaux et électronique

## ENSEMBLE INSTRUMENTAL

Artistes	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Joshua Fineberg	<i>La Quintina</i>	Commande : Experimentalstudio de Fribourg	20 janvier 2013, Festival Ultraschall, Berlin, Quatuor Arditti	Collaboration croisée entre RIM Ircam et Experimentalstudio de Fribourg
Yan Maresz	<i>Tutti</i>	Commande : Kunststiftung NRW, Ensemble musikFabrik, F. et J.-Ph. Billarant	6 juin 2013, Centre Pompidou, MusikFabrik, Dir. Peter Rundel	Ensemble et électronique
Philippe Schoeller	<i>Operspective Hölderlin</i>	Commande Ircam	24 juin 2013, Théâtre des Bouffes du Nord, B. Hannigan, soprano, Quatuor Diotima	
Marc Monnet	<i>Trio n°3</i>	Commande Ircam	9 décembre 2013, Ircam, Tedi Papavrami, violon, Xavier Phillips, violoncelle, François-Frédéric Guy, piano	Violon, piano, violoncelle et électronique
Jacques Lenot	<i>Isis &amp; Osiris</i>	Commande Ircam	13 janvier 2014, Ircam, Ensemble Multilatérale	Sept instruments et bande, Diffusion Ambisonique
Jérôme Combier	<i>Stèles d'air</i>	Nouvelle version	23 février 2014, Maison de la radio, Ensemble Cairn	Ensemble et électronique
Chaya Czernowin	<i>HIDDEN</i>	Commande Ircam	21 juin 2014, Ircam, JACK Quartet	Quatuor à cordes et électronique
Benjamin Hackbarth	<i>Volley of Light and Shadow</i>	Commande Ircam	1 <sup>er</sup> juillet 2014, Ircam, Ensemble Orchestral Contemporain Dir. Daniel Kawka	Ensemble et électronique
Alexander Schubert	nouvelle œuvre	Commande Ircam	20 novembre 2014, Ircam, L'Instant donné	Percussion, violoncelle, trombone, piano et chef
Laurent Cuniot	<i>Reverse flows</i>	Commande Ircam	13 juin 2015, Maison de la musique de Nanterre, Ensemble TM+, Dir. Marc Desmons	Alto, ensemble et électronique Geneviève Strosser alto, ensemble TM+
Lara Morciano	nouvelle œuvre	Commande : Ircam et Biennale de Venise	Juin 2015	Flûte, trombone, saxophone, alto, contrebasse et électronique

## SOLO

Artistes	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Sébastien Gaxie	nouvelle œuvre	Commande Ircam	6 juin 2013, Centre Pompidou, David Lively, piano	Piano et vidéo
Robert H. Platz	<i>Closed Loop</i>	Festival für modern hören, Dusseldorf	2 février 2014, Düsseldorf, Caroline Delume guitare	Guitare augmentée
Michaël Levinas	nouvelle œuvre	Commande : Ircam, Festival Messiaen au pays de la Meije	4 août 2014, Festival Messiaen au pays de la Meije, Jean-Luc Plouvier, Michaël Levinas, piano	Deux claviers électroniques

## INSTALLATION SONORE – MUSIQUE ÉLECTROACOUSTIQUE – FILM ET MUSIQUE

Artistes	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Jean-Luc Hervé	<i>Germination</i>	Commande État	8 juin 2013, Ircam, L'itinéraire	Pièce pour ensemble et électronique à l'Espace de projection - Installation sonore sur la place Igor-Stravinsky
David Christoffel	<i>La voix de Foucault</i>		21 juin 2014, Ircam	Œuvre acousmatique sur un corpus Foucault
Tania Mouraud	<i>Ad Nauseam</i>	Coproduction : Mac/VAL	20 septembre 2014 -26 janvier 2015, Mac/VAL	Installation sonore et vidéo

## LA SAISON PARISIENNE

Date	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
8 janv-2 fév	Théâtre des Bouffes du Nord	Guillaume Vincent	<i>La Nuit tombe</i>	Compagnie MidiMinuit
14-janv	Ircam	Carlo Gesualdo	<i>Répons du Samedi Saint</i>	Les Solistes XXI
		Marco Momi	<i>Iconica I, II, III, IV</i>	L'Itinéraire, Dir. Rachid Safir
19-mars	Cité de la musique	Luca Francesconi	<i>Quartett</i> (CF)	Ensemble intercontemporain Dir. Susanna Mälkki
26-mars	Ircam	Emmanuel Nunes	<i>Rubato, registres et résonances</i> <i>Einspielung I et II</i> <i>Versus</i> <i>Aura</i>	Solistes Ensemble intercontemporain
6-avr	Ircam Ateliers-concerts Cursus 1 En collaboration avec les élèves du CNSMDP	Germán Alonso Antonio Juan-Marcos Pierre Stordeur Pablo Galaz Maija Hynninen Blaise Ubaldini	<i>ecce Saturnus (anti-Cronia)</i> [CM] <i>El Afilador</i> [CM] <i>Drifting [...mirages-]</i> [CM] <i>Théorème R</i> [CM] <i>Après tel février</i> [CM] <i>Sunbathing</i> [CM]	Carl-Emmanuel Fisbach, saxophone Marie Ythier, violoncelle Noémie Bialobroda, alto Elsa Dreisig, soprano Anaïs Bertrand, mezzo Tatiana Probst, soprano
13-avr	Ircam Ateliers-concerts Cursus 1 En collaboration avec les élèves du CNSMDP	Núria Giménez Comas Geof Holbrook Sampo Haapamäki Sua Seo Gabriele Vanoni Davor Branimir Vincze Javier Elípe Gimeno Juan Camilo Hernández Sánchez	<i>Red harsh</i> [CM] <i>Three Steps</i> [CM] <i>Logo</i> [CM] <i>Camélia clou(t)lé</i> [CM] <i>Don</i> [CM] <i>Bêtes de Sexe</i> [CM] <i>Frequencies of Metal</i> [CM] <i>Profondo</i> [CM]	Constance Ronzatti, violon Hiroe Yasui, saxophone alto/soprano Eun Joo Lee, violon Fanny Vicens, accordéon Claire Peron, mezzo Tancredi Cymerman, tuba Florian Schuegraf, tuba Raphaël Martin, tuba
19, 21, 22 sept	CENTQUATRE	Cyril Teste	<i>Bedroom Eyes</i>	Thierry Raynaud
27-sept	Cité de la musique	Jonathan Harvey  Johann Sebastian Bach/ Anton Webern Berd Alois Zimmermann Matthias Pintscher	<i>Two Interludes and a Scene for an Opera</i> <i>Fuga (Ricerca) a 6 voci</i>  <i>Sonate pour violoncelle seul</i> <i>Bereshit</i> [CF]	Ensemble intercontemporain Dir. Matthias Pintscher
21-nov	La Gaîté lyrique	Guillaume Loizillon Adrien Garcia Oneohtrix Point Never Odei & Stephan Kloß	<i>Inner soundscape</i> [CM] <i>Ens</i>  <i>Improvisation</i>	Ircam Live
29-nov	Centre Pompidou	Ulrich Kreppein Mauricio Kagel Michael Jarrell Arnulf Herrmann	<i>Départ</i> [CM] <i>Orchestrion-Straat</i> <i>Congruences</i> <i>Rondeau sauvage</i> [CM]	Ensemble intercontemporain Dir. Jurjen Hempel
9-déc	Ircam	Franz Liszt Marc Monnet  Béla Bartok	<i>Pensées des morts</i> <i>Trio n°3</i> [CM] <i>Imaginary Travel</i> <i>Sonate pour violon seul</i>	Tedi Papavrami, violon François Frédéric Guy, piano Xavier Phillips, violoncelle

# MANIFESTE

Dates	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
29, 30, 31 mai 1 <sup>er</sup> juin	Centre Pompidou	Gisèle Vienne Stephen O'Malley Peter Rehberg	<i>The Pyre</i> [CM]	Anja Röttgerkamp, danse
29, 30 mai	Ircam	François Verret	<i>Chantier 2014-2018</i>	François Verret, Graham F. Valentine, Jean-Pierre Drouet, Martin Schütz
31-mai	Cité de la musique	Heinz Holliger	<i>Scardanelli-Zyklus</i>	Chœur de la Radio lettone Ensemble intercontemporain Dir. Heinz Holliger
1-juin	Ircam	Robert H. Platz Robert Schumann Heinz Holliger	<i>Branenwelten 6</i> [CF] <i>Kinderscenen op. 15, Kreisleriana</i> <i>Barcarolle, Sphinx 1, Csardas de la</i> <i>Partita pour piano</i>	Jean-Frédéric Neuburger, piano
6-juin	Centre Pompidou	Yan Marez Magnus Lindberg Sébastien Gaxie	<i>Tutti</i> [CM] <i>Twine, Étude I et II, Coyote Blues</i> <i>Continuous Snapshots</i> [CM]	MusikFabrik Dir. Peter Rundel
7-juin	Salle Pleyel	Philippe Schoeller Witold Lutoslawski Carmine E. Cella	<i>Three Songs from Esstal</i> [CM] <i>Symphonie n°3</i> <i>Reflets de l'ombre</i> [CM]	Orchestre Philharmonique de Radio France Dir. Jukka-Pekka Saraste
8-juin	Ircam	Jean-Luc Hervé Mauro Lanza Heera Kim	<i>Germination</i> [CM] <i>Ludus de Morte Regis</i> [CM] <i>Things We Said Today,</i> <i>création Cursus 2</i> [CM]	L'itinéraire, Les Cris de Paris Dir. Geoffroy Jourdain
12-juin	Centre Pompidou	Iannis Xenakis Lorenzo Pagliei Brian Ferneyhough John Luther Adams	<i>Rebonds, Psappha</i> <i>Voir-toucher</i> [CM] <i>Bone Alphabet</i> <i>Roar</i>	Steven Schick, percussion Daniel Ciampolini, Benoît Maurin, Pierre-Olivier Schmitt, Gianni Pizzolato, interprètes
14-19 juin	Théâtre de Gennevilliers	Sébastien Rivas Esteban Buch Antoine Gindt	<i>Aliados</i> [CM]	Ensemble Multilatérale Dir. Léo Warynski
15-juin	Cité de la musique	Magnus Lindberg Alberto Posadas Wolfgang Rihm	<i>Jubilees</i> <i>Tenebrae</i> [CM] <i>Klangbeschreibung II - Innere</i> <i>Grenze</i> [CM]	Ensemble vocal Exaudi Ensemble intercontemporain Dir. François-Xavier Roth
19-juin	Ircam	Yan Marez Diana Soh  Luis Rizo-Salom	<i>Sul segno</i> <i>Metallics</i> <i>Arboretum: of myths and trees,</i> <i>création Cursus 2</i> [CM] <i>Quatre pantomines pour six</i> [CM]	Ensemble Court-Circuit Dir. Jean Deroyer
21-juin	Théâtre des Bouffes du Nord In Vivo Théâtre	Fausto Romitelli Laurent Durupt	<i>Professor Bad Trip I, II et III</i> <i>P-Server, création Cursus 2</i> [CM]	Le Balcon, Dir. Maxime Pascal Mise en scène : A. Schewelew, F. Offert
21-juin	CENTQUATRE Académie Master class de percussions	Thierry De Mey Karlheinz Stockhausen Kaija Saariaho Helmut Lachenmann Iannis Xenakis	<i>Silence must be!</i> <i>Zyklus</i> <i>Six Japanese Gardens</i> <i>Intérieur</i> <i>Psappha</i>	Percussionnistes stagiaires Adam Rosenblatt, Tatevik Khoja-Eynatyan Emil Kuyumcuyan Diego Espinosa Cruz Gonzalez Carlota Cáceres
22-juin	CENTQUATRE	Yan Marez Iannis Xenakis Wolfgang Rihm	<i>Festin</i> <i>Persephassa</i> <i>Tutuguri VI</i>	Ensemble de percussions du CNSMDP Dir. Michel Cerutti

Dates	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
24-juin	Théâtre des Bouffes du Nord	Luigi Nono Philippe Schoeller Alberto Posadas	<i>Djamila Boupacha</i> <i>Operspective Hölderlin</i> (CM) <i>Liturgia Fractal</i>	Barbara Hannigan, soprano Quatuor Diotima
28, 29-juin	CENTQUATRE Académie In vivo Vidéo	Remmy Canedo  Julien Vincenot Violeta Cruz Javier Elípe Gimeno Núria Giménez Comas Gaël Tissot Alice Colomer Federico Costa & Eduardo Williams Tatiana Fuentes- Sadowski Netty Radvanyi	<i>dj Sonification feat. Absdiff &amp; the Slowmotions</i> (CM) <i>Blindfolded</i> (CM) <i>Intersticio - 3,99</i> (CM) <i>Plus tard</i> (CM) <i>Abraxas M</i> (CM) <i>Abraxas</i> (CM) <i>Shangai transe</i> (CM) <i>Le noir et joca</i> (CM)  <i>14 jours</i> (CM)  <i>Clay, light and cigarette</i> (CM)	Vidéo <i>Naufrage</i> de Clorinde Durand  Vidéo <i>Naufrage</i> de Clorinde Durand Vidéo <i>Plus tard</i> de Eric Oriot Vidéo <i>Plus tard</i> de Eric Oriot Vidéo <i>Abraxas</i> de Daniel Browne Vidéo <i>Abraxas</i> de Daniel Browne Musique <i>Conical Intersect</i> de Roque Rivas Musique <i>Conical Intersect</i> de Roque Rivas  Musique <i>SAKSTI</i> de Georgia Spiropoulos  Musique <i>DÉliverance</i> de Andrea Cera
28-juin	CENTQUATRE Académie Atelier d'interprétation du répertoire électroacoustique	Emmanuel Nunes Christopher Trapani Mauro Lanza  Ali Gorji Yan Maresz	<i>Einspielung I</i> <i>Recession</i> <i>Burger Time ou les tentations de Saint Antoine</i> <i>Flutterflügel</i> <i>Metallics</i>	Élèves du DAI et de Master 2 du CNSMDP Da-Min Kim, violon, Fanny Vicens, accordéon, Maxime Morel, tuba, Johann Nardeau, trompette Stagiaires RIM : Jaime Reis, Sandrine Pages, Clovis McEvoy, Chin Ting Chan, Vincent Isnard
29-juin	CENTQUATRE Académie Master class duo de pianos	Karlheinz Stockhausen Magnus Lindberg  Luciano Berio  Béla Bartók	Extrait de <i>Mantra</i> <i>Related Rocks</i>  <i>Linea</i>  <i>Mouvements 2 et 3 de Sonata pour deux pianos et deux percussions</i>	Antoine François et Robin Green, pianistes Franco Venturini et Gwenaëlle Rouger, pianistes Julien Mégroz et João Carlos Pacheco, percussionnistes Antoine Alerini et Matthieu Acar, pianistes (DAI, diplôme d'artiste interprète du Cnsmdp), Julien Mégroz et João Carlos Pacheco, percussionnistes Delphine Armand et Yun-Ho Chen, pianistes, Thibault Leprie et François-Xavier Plancqueel, percussionnistes
29-juin	CENTQUATRE	Karlheinz Stockhausen	<i>Mantra</i>	Jean-Frédéric Neuburger, Jean-François Heisser
29-juin	CENTQUATRE Académie Atelier de composition pour ensemble et voix	Didier Rotella Luis Codera Puzo Kim Ashton Aurélien Marion-Gallois Rocco De Cia Blaise Ubaldini Fernando Munizaga Daan Janssens Lauri Supponen	<i>Études pour un jour de pluie</i> (CM) <i>Aproximación a lo indivisible</i> (CM) <i>Foxglove</i> (CM) <i>BAB 6-1_iLi</i> (CM) <i>Dolens de vous departiray</i> (CM) <i>La Langage Des Oiseaux</i> (CM) <i>MIAO</i> (CM) <i>En dérive - [...paysage d'oubli...]</i> (CM) <i>Saturation - Fragments Rouges</i> (CM)	Valérie Philippin, soprano, Ensemble vocal Exaudi Dir. James Weeks Ensemble intercontemporain, Dir. Jean Deroyer

Dates	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
30-juin	Ircam	Heinz Holliger  Bernd Alois Zimmermann	Extraits de <i>Partita</i> pour piano, <i>Feuerwerkelein</i> , <i>Prélude Arioso</i> et <i>Passacaille</i> , <i>Stodie II</i> , Extraits de <i>Duöli, t'airje</i> (aus Scardanelli Zyklus) <i>Sonate pour alto seul ...au chant d'un Ange</i> , <i>Kleine Suite</i>	Solistes du Lucerne Academy Orchestra et du DAI du CNSMDP
30-juin	Centre Pompidou Académie In vivo Danse	Wen Liu  Amit Gilutz  Alberto Carretero Aguado  Katarzyna Szwed  Matthew Barnson  Reiko Yamada  Thierry De Mey	<i>Le bruit éloigné des pas de la personne attendue</i> (CM)  <i>Shiftings</i> (CM)  <i>Passio, for dancer, marimba and live electronics</i> (CM)  <i>Empty Things</i> (CM)  <i>Halo Study II</i> (CM)  <i>Kage-E (Shadow Play)</i> (CM)  <i>Light Music</i>	Tatevik Khoja-Eynatyan, percussionniste, Alban Richard, chorégraphe et interprète  Diego Espinosa Cruz Gonzalez, percussionniste, Mark Lorimer & Clinton Stringer, chorégraphes et interprètes  Linda Edsjö, percussionniste Christine Gérard, chorégraphe, Aurélie Berland, danseuse  Emil Kuyumcuyan, percussionniste, Christine Gérard, chorégraphe et interprète  Carlota Cáceres, percussionniste, Alban Richard, chorégraphe et interprète  Adam Rosenblatt, percussionniste, Mark Lorimer & Clinton Stringer, chorégraphes et interprètes  Samuel Favre, percussionniste
30-juin	Ircam	Heinz Holliger  Vittorio Montalti  Elliott Carter  György Ligeti	<i>nicht Ichts nicht Nights</i> (CF) <i>Puneigä</i> (CF)  <i>Tentative d'épuisement</i> , création Cursus 2 (CM)  <i>Mosaic</i>  <i>Kammerkonzert</i>	Anu Komsu, soprano, Luigi Gaggero, cymbalum  Ensemble vocal Exaudi  Ensemble du Lucerne Festival Academy Orchestra  Dir. Heinz Holliger

# LES TOURNÉES

Artistes	Titre	Dates	Description
Philippe Manoury	<i>Tensio</i>	20 janvier, Festival Ultraschall, Berlin 21 mars, Ars Musica, Bruxelles 8 novembre, Musica Viva, Munich	reprise reprise reprise
Joshua Fineberg	<i>La Quintina</i>	20 janvier, Festival Ultraschall, Berlin	création
Yan Maresz	<i>Paris qui dort</i>	19 février, Casa da musica, Porto	reprise
Pierre Boulez	<i>Dialogue de l'ombre double</i>	5 avril, Tokyo Spring Festival	reprise
Yan Maresz	<i>Sul Segno</i>	5 avril, Tokyo Spring Festival	reprise
Ichiro Nodaira	<i>Iki-no-Michi (Les voies du souffle)</i>	5 avril, Tokyo Spring Festival	reprise
Jérôme Combier	<i>Le premier soupir des fantômes, Kogarashi</i>	5 avril, Tokyo Spring Festival	reprise
Robert HP Platz	<i>Branenwelten 6</i>	1 <sup>er</sup> mai, Philharmonie, Festival «Acht Brücken», Cologne	reprise
Yann Robin	<i>Art of Metal III</i>	25 mai, Festival Klang, Copenhague	reprise
Jonathan Harvey	<i>Wagner Dream</i>	6, 7 juin, Wales Millennium Centre Cardiff 12 juin, Birmingham Hippodrome, Birmingham	reprise reprise
Yan Maresz	<i>Tutti</i>	9 juin, Cologne	reprise
Alberto Posadas	<i>Tenebrae</i>	17 juin, Cologne	reprise
Roque Rivas	<i>Assemblage</i>	2 septembre, Gaudeamus Muziekweek, Utrecht	reprise
Sebastián Rivas	<i>La Nuit hallucinée</i>	21 septembre, TNS, Festival Musica	création
Luca Francesconi	<i>Quartett</i>	24 septembre, Casa da musica, Porto 28 septembre, Festival Musica, Strasbourg 13, 15, 17 novembre, Opéra de Lille	reprise reprise reprise
Aurélien Dumont	<i>Abîme Apogée, création Cursus 2</i>	13 septembre, Milan, Mito Festival 4 octobre, Graz, Musikprotokoll	création reprise
Jonathan Harvey	<i>Speakings</i>	27 septembre, Jahrhunderthalle, Bochum 25 octobre, Festival Musica Electronica Nova de Wroclaw 30 novembre, Opéra Nice Côte d'Azur	reprise reprise reprise
Sebastián Rivas	<i>Aliados</i>	4, 5, 6 octobre, Festival Musica, Strasbourg 11 octobre, Romaeuropa, Rome	reprise reprise
Roque Rivas Carlos Franklin	<i>Mutations of Matter</i>	10 octobre - 10 novembre, Maxxi, Romaeuropa, Rome	reprise
Michael Jarrell	<i>Rhizomes</i>	12 octobre, Biennale de Venise	reprise
Magnus Lindberg	<i>Related Rocks</i>	12 octobre, Biennale de Venise	reprise
Pierre Boulez	<i>Anthèmes II</i>	13 octobre, Biennale de Venise	reprise
Mauro Lanza	<i>Ludus de Morte Regis</i>	13 octobre, Biennale de Venise	reprise
Raphaël Cendo	<i>Registre des lumières</i>	19 octobre, Festival de Donaueschingen 24 octobre, Cologne	création reprise
Philippe Manoury	<i>Echo-Daimonon</i>	25 octobre, Festival Musica Electronica Nova de Wroclaw	reprise
Patricia Alessandrini	<i>Adagio sans quatuor</i>	29 novembre, 1 <sup>er</sup> décembre, Philharmonie Luxembourg	reprise

## LES SÉMINAIRES INVITÉS RECHERCHE ET CRÉATION

---

### ■ Lundi 14 janvier

Roque Rivas, compositeur avec Grégory Beller, réalisateur en informatique musicale  
*Assemblage*, pour piano, ensemble et électronique  
Création le 16 juin 2012 au Centre Pompidou, Paris.

### ■ Lundi 21 janvier

Per Bloland, compositeur en résidence de recherche  
Projet de recherche musicale à l'Ircam.

### ■ Lundi 28 janvier

Alexander Sigman, compositeur en résidence de recherche 2013 et 2014  
*alarm/will/sound*

### ■ Lundi 11 février

Philippe Manoury, compositeur et Serge Lemouton, réalisateur en informatique musicale  
*Partita II* pour violon et électronique  
création le 21 juillet 2012 lors du festival Messiaen au Pays de la Meije.

### ■ Lundi 18 février

Marco Stroppa, compositeur et Carlo Laurenzi, réalisateur en informatique musicale  
L'opéra électronique *Re Orso* – 1<sup>ère</sup> partie.

### ■ Lundi 4 mars

Marco Stroppa, compositeur et Carlo Laurenzi, réalisateur en informatique musicale.  
A propos de l'opéra électronique *Re Orso* – 2<sup>e</sup> partie

### ■ Lundi 25 mars

Christopher Trapani, compositeur en résidence  
Bilan de ses travaux de recherche musicale à l'Ircam.

### ■ Lundi 8 avril

Julia Blondeau, compositrice doctorante CNSMD/Ircam  
équipe Représentations musicales  
« Environnement, modélisation et singularisation : à la recherche d'un territoire compositionnel »

### ■ Lundi 22 avril

Arthur Kampela, guitariste brésilien et le groupe de travail Timbre  
« Timbre ergonomics and Micro-Metric Modulation: a compositional assessment »

### ■ Lundi 29 avril

Keith Hamel, compositeur chercheur invité  
« Using NoteAbilityPro in Interactive Computer Music Performances ».

### ■ Lundi 27 mai

Per Bloland, compositeur en résidence  
Bilan de ses travaux de recherche musicale à l'Ircam autour du projet : « A Physical Model of Electromagnet-String Interaction ».

### ■ Lundi 10 Juin

Jaime Oliver, compositeur en résidence  
Projet de recherche musicale à l'Ircam :  
« Following Gestures in Video-based Controllers ».

### ■ Lundi 30 septembre

Jesper Nordin, compositeur invité,  
L'opéra électronique *Sappho's Legacy* créé le 26 septembre à l'Opéra de Marseille.

### ■ Lundi 7 octobre

Laurent Durupt, compositeur, Anna Schewelew et Fabien Offert, metteurs en scène  
*P-Server*, création dans le cadre de In Vivo Théâtre dans ManiFeste 2013.

### ■ Lundi 21 octobre

Jean Luc Hervé compositeur, Serge Lemouton, réalisateur en informatique musicale  
*Germination*, création dans le cadre de In Vivo Théâtre dans ManiFeste 2013.

### ■ Lundi 4 novembre

Sarah Fdili Alaoui, chercheuse et Thecla Schiphorst, artiste et designer media  
« Applying Somatic Techniques to User eXperience in digital art and HCI ».

### ■ Lundi 18 novembre

Mauro Lanza, compositeur  
*Ludus de Morte Regis*, création dans le cadre de ManiFeste 2013.

### ■ Lundi 9 décembre

Sandrine Pages, réalisatrice en informatique musicale  
« La synchronisation dans les œuvres de musiques mixtes avec suivi de geste et de partition », mémoire de recherche réalisé à l'Ircam.

Séminaires en accès libre, public averti.

Fréquentation : entre 20 et 50 participants pour chaque séminaire. Les vidéos seront publiées sur la plate-forme forumnet <http://forumnet.ircam.fr> et sur le site Ircam <http://www.ircam.fr/>

## LES SÉMINAIRES PROSPECTIVE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT : GROUPE DE TRAVAIL

---

Les groupes de travail constituent un rassemblement de chercheurs, artistes et réalisateurs en informatique musicale de l'Ircam, autour d'un sujet et avec des réunions régulières afin d'échanger et avancer collectivement sur le sujet concerné.

Trois groupes sur « le geste », « l'orchestration » et « le rythme » ont continué leurs travaux. Le groupe de travail rythme a organisé deux réunions publiques en séminaire MaMux et a bénéficié de l'aide du département Interfaces recherche/création pour inviter un chercheur du domaine pour un séminaire recherche/création. Le groupe de travail Orchestration, en gelée d'activité en 2013, a repris ses travaux avec le renforcement de l'équipe R&D concernée fin 2013.

En plus des trois groupes de travail constitués mentionnés, un nouveau groupe sur synthèse par concaténation a été initié par trois compositeurs : Mauro Lanza, Ben Hackbarth et Carmine Cella et lancé officiellement en novembre 2013. Ce groupe continuera ces travaux en 2014.

Pour chaque groupe, six réunions de travail gérées par un Rim référent et donnant lieu à des compte-rendus disponibles sur l'intranet de l'Ircam ont été organisées.

## LES SÉMINAIRES RECHERCHE ET TECHNOLOGIE

---

### ■ Mercredi 16 janvier 2013

Florie-Anne Baugé, Joël Bensoam et David Roze, de l'équipe Acoustique Instrumentale, « Les outils de la géométrie différentielle appliqués à la synthèse sonore ».

### ■ Mercredi 30 janvier 2013

Laurent Bonnasse-Gahot, de l'équipe Représentations musicales, « SoMax ».

### ■ Mercredi 20 février 2013

Marco Suárez Cifuentes, compositeur-doctorant au sein de l'équipe Interactions musicales temps réel pour son doctorat en arts et création au CNSMDP – programme SARCRé-PSL, « Espace instrumental, électroacoustique et acoustique ».

### ■ Mercredi 6 mars 2013

Axel Roebel, Geoffroy Peeters, Marco Liuni et Laurent Benaroya, de l'équipe Analyse et synthèse des sons, « Project 3DTVs ».

### ■ Mercredi 13 mars 2013

René Caussé, Joël Bensoam, de l'équipe Acoustique instrumentale, Thomas Hélie (excusé) et Thomas Hézard de l'équipe Analyse et synthèse des sons, « CAGIMA – Conception acoustique globale d'instruments de musique à anche justes et homogènes ».

### ■ Mercredi 20 mars 2013

Éric Boyer et Frédéric Bevilacqua, de l'équipe Interactions musicales temps réel, « LEGOS project ».

### ■ Mercredi 27 mars 2013

Ianis Lallemand et Jules François de l'équipe Interactions musicales temps réel,  
I. Lallemand: « Structuration automatique et semi-automatique de signaux »,  
J. François: « Apprentissage automatique du couplage geste-son dans des systèmes interactifs ».

### ■ Mercredi 3 avril 2013

Norbert Schnell, de l'équipe Interactions musicales temps réel  
« PiPo – Plugin Interface for (Afferent) Processing Objects ».

### ■ Mercredi 10 avril 2013

Henrik Hahn de l'équipe Analyse et synthèse des sons, et Norbert Schnell de l'équipe Interactions musicales temps réel, « Sample Orchestrator 2 Spectral Envelope Models ».

### ■ Mercredi 15 mai 2013

Sara Adyata de l'équipe Perception et design sonores, « La Sonification des Rythmes Urbains Vers la composition spatio-temporelle de l'environnement urbain ».

### ■ Vendredi 7 juin 2013

Antoine Vincent, (thèse soutenue le jeudi 12 décembre à Compiègne) et l'équipe du projet ANR Gamelan: Alain Bonardi, Francis Rousseau et Karim Barkati, « Projet GAMELAN ».

### ■ Mercredi 25 septembre 2013

Tal Szpruch, Thibaut Carpentier, Markus Noisternig et Olivier Warusfel, de l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs, « Space-time-frequency sound processing with spherical microphone arrays ».

### ■ Mercredi 9 octobre 2013

José Echeveste, équipe-projet MuSync Représentations musicales, « Antescofo, langage dynamique pour l'écriture du temps et de l'interaction musicien/machine ».

### ■ Mercredi 16 octobre 2013

Thomas Coffy, équipe-projet MuTant c/o Représentations musicales, « AscoGraph: l'environnement de programmation temps réel des partitions interactives Antescofo ».

### ■ Mercredi 13 novembre 2013

Emmanuel Ponsot, équipe Perception et design sonores, « Modélisation des processus perceptifs et cognitifs impliqués dans l'évaluation de la sonie globale de sons non-stationnaires ».

### ■ Mercredi 27 novembre 2013

Clément Cannone, université de Bourgogne et Jean-Julien Aucouturier, équipe Perception et design sonores, « Play together, think alike: shared mental models in expert music improvisers ».

## LES SÉMINAIRES INVITÉS RECHERCHE ET TECHNOLOGIE

---

### ■ Jeudi 21 mars 2013

Antoine Liutkus, invité par l'équipe Analyse et synthèse des sons dans le cadre de l'offre de poste 0580 en section 61 d'enseignant chercheur,  
«Séparation de sources audio, état de l'art et application à la séparation de la voix chantée».

### ■ Mercredi 24 avril 2013

Earl G. Williams, du Naval Research Laboratory à Washington, invité par l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs,  
«Forward and Inverse Methods Using Spherical Measurement Arrays».

### ■ Vendredi 26 avril 2013

Burr Settles, invité par l'équipe du projet MuTant (c/o Représentations musicales),  
«Machine Learning and Computer-Assisted Creativity».

### ■ Lundi 6 mai 2013

Oscar Pablo Di Liscia, de l'Université Nationale de Quilmes (Argentine), invité par l'équipe Représentations musicales,  
«PCSLIB: a Pure Data Library for Pitch-Class Analysis and Composition».

### ■ Mercredi 22 mai 2013

Marlon Schumacher, invité par l'équipe Représentations musicales,  
«nouvelles bibliothèques pour OpenMusic».

### ■ Mardi 28 mai 2013

Roger Dannenberg, invité par l'équipe Représentations musicales, projet MuTant,  
«Principles for Effective Real-Time Music Processing Systems».

### ■ Vendredi 31 mai 2013

François Pachet, invité par la Direction scientifique,  
«Vers une nouvelle génération d'outils d'authoring en musique et texte : Le projet Flow Machines».

### ■ Mercredi 4 septembre 2013

Malcolm Slaney,  
«Pitch-Gesture Modeling Using Subband Autocorrelation Change Detection».

### ■ Mercredi 11 septembre 2013

Diana Stoeva, Wolfgang Kreuzer, Thibaud Necciari, Gilles Chardon (ARI – Acoustic Research Institute, Vienna), en collaboration avec les équipes Analyse/synthèse des sons et Espaces acoustiques et cognitifs,  
«Amadeus project – Frame theory for acoustics and sound processing»

### ■ Mardi 5 novembre 2013

Bill Polson, directeur de la stratégie industrielle chez Pixar Animation Studios,  
Erik Noreke, consultant spécialisé en technologie (software et hardware) et membre du Kronos Group,  
«Standards et bibliothèques ouverts pour l'animation et le jeu vidéo».

### ■ Jeudi 21 novembre 2013

Jean-Marc JOT, invité par l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs,  
«MDA – an Open Content Format for Next-Generation Immersive Audio».

## LES SOUTENANCES

---

### ■ Soutenance de projet de fin d'étude

Mercredi 3 juillet 2013

Dimitri Bouche, de l'équipe Représentations musicales,  
«Architecture audio dans OpenMusic».

### ■ Soutenances d'habilitations à diriger des recherches

Mercredi 23 janvier 2013

Thomas Hélie

«Modélisation physique d'instruments de musique et de la voix: Systèmes dynamiques, problèmes directs et inverses».

Vendredi 12 avril 2013

Geoffroy Peeters, de l'équipe Analyse et synthèse des sons,  
«Indexation automatique de contenus audio musicaux».

Jeudi 30 mai 2013

Arshia Cont, de l'équipe Représentations musicales et du projet MuTant

«Traitement et programmation temps-réel des signaux musicaux»

Jeudi 5 décembre 2013

Axel Roebel, de l'équipe Analyse et synthèse du son.

«Spectral domain analysis, modelling and transformation of sound».

### ■ Soutenances de thèses de doctorat

Mercredi 6 novembre 2013

Norbert Schnell, équipe Interactions musicales temps réel, a présenté sa thèse de doctorat, soutenue le 10 octobre 2013 à Graz,

mise en ligne: <http://recherche.ircam.fr/equipes/temps-reel/publications/diss-schnell-2013-online-reduced.pdf>,  
«Playing (with) Sound – Of the Animation of Digitized Sounds and their Reenactment by Playful Interactions Scenarios».

Lundi 9 décembre 2013

Thomas Hézard, équipes Analyse et synthèse des sons et Acoustique instrumentale,

«Production de la voix: exploration, modèles et analyse/synthèse».

Lundi 12 décembre 2013

Antoine Vincent, de l'UTC et du projet Gamelan

«Représenter et gérer des connaissances pour la préservation numérique: le cas de la musique créée avec technologie».

Vendredi 13 décembre 2013

Louis Bigo, du LACL (Université Paris-Est) et de l'équipe Représentations musicales,

«Représentation symboliques musicales et calcul spatial».

Lundi 16 décembre 2013

Benjamin Lévy, de l'équipe Représentations musicales,

«Principles and Architectures for an Interactive and Agnostic Music Improvisation System».

# LES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

## PUBLICATIONS MULTI-ÉQUIPES

### ■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

- [Boyer13a] Boyer, E., Babayan, B., Bevilacqua, F., Noisternig, M., Roby-Brami, A., Hanneton, S., Viaud-Delmon, I., «From ear to hand: the role of the auditory-motor loop in pointing to an auditory source», *Frontiers In Computational Neuroscience*, avril 2013, vol. 26, n° 7
- [Hackbarth13a] Hackbarth, B., Schnell, N., Esling, P., Schwarz, D., «Composing Morphology: Concatenative Synthesis as an Intuitive Medium for Prescribing Sound in Time», *Contemporary Music Review*, avril 2013, vol. 32, n° 1, pp. 49-59
- [Dessein 13c] Dessein A., Cont A., Lemaitre G., «Real-time detection of overlapping sound events with non-negative matrix factorization». Nielsen, Frank and Bhatia, Rajendra. *Matrix Information Geometry*. Springer. 2013, p. 341-371
- [Vinet13a] Vinet, H., «L'Ircam, institution du dialogue Art-Science», *Technique et sciences informatiques (TSI)*, Numéro spécial Art et informatique sous la direction de Christian Jacquemin et Alain Lioret, Volume 32 N°3-4 2013, Lavoisier
- [Roze14a] Roze D., Hélié T., «Introducing a Green-Volterra series formalism to solve weakly nonlinear boundary problems: application to the Kirchhoff's string», *Journal of Sound and Vibration*, mars 2014, Vol. 333, n° 7, pp. 2073-2086

### ■ Conférences invitées dans un congrès national ou international

- H. Vinet, Panel «Digital Arts: Did You Feel That?», CHI'13, Paris

### ■ Communications avec actes dans un congrès international

- [Cauchi13a] Cauchi, B., Lagrange, M., Misdariis, N., Cont, A., «Saliency-based modeling of acoustic scenes using sparse non-negative matrix factorization: soundscape, NMF, perception», *WIAMIS – Workshop on Image and Audio Analysis for Multimedia Interactive Services*, Paris, 2013
- [Fréour13a] V. Fréour, N. Lopes, T. Hélié, R. Caussé, G. Scavone «Simulating different upstream coupling conditions on an artificial trombone player system using an active sound control approach» [accessible uniquement depuis l'Ircam], *International Congress on Acoustics (ICA)*, Montréal, 2013

- [Hezard13a] T. Hézard, V. Fréour, R. Caussé, T. Hélié, G. Scavone «Synchronous visualization of multimodal measurements on lips and glottis: comparison between brass instruments and the human voice production system», *Proceedings of Meetings on Acoustics (ICA 2013)*, Montréal, 2013
- [Lopes13a] N. Lopes, T. Hélié, R. Caussé «Control of an Artificial Mouth Playing a Trombone and Analysis of Sound Descriptors on Experimental Data», *SMAC*, 2013

### ■ Diffusion de connaissances

- [Vinet13b] Vinet, H., «Traitement par le contenu des signaux musicaux», *E-dossiers de l'audiovisuel*, INA, janvier 2013, accessible à: <http://www.ina-expert.com/e-dossier-de-l-audiovisuel-le-son-dans-tous-ses-etats/traitement-par-le-contenu-des-signaux-musicaux.html>

## ÉQUIPE ESPACES ACOUSTIQUE INSTRUMENTALE

### ■ Communications avec actes dans un congrès international

- [Benacchio13a] Benacchio S., Mamou-Mani A., Chomette B., Ollivier F., «Simulated effects of combined control applied to an experimentally identified soundboard», *Stockholm Music Acoustics Conference 2013 - Stockholm*, pp.601-606, juillet 2013
- [Benacchio13b] Benacchio S., Piéchaud R., Mamou-Mani A., Chomette B., Finel V., «Active control of String Instruments using Xenomai», *Real Time Linux Workshop (RTLW 2013)*, Lugano, Suisse, novembre 2013
- [Benacchio13c] Benacchio S., Mamou-Mani A., Chomette B., Ollivier F., «Combined State and State Derivative Control Applied to Musical String Instruments», *International Congress of Acoustics (21st ICA)*, Montréal, Canada, juin 2013
- [Causse13a] Causse R., Eveno P., Gilbert J., Petiot J.F., «How can we deduce playing frequencies from measured resonance frequencies for trumpets» *Proceedings of ICA 2013*, Montreal, Canada, June 2013
- [Eveno13a] Eveno P., Caussé R., Curtit M., Dalmont J.-P., «Influence of pad "resonators" on saxophone», *Stockholm Music Acoustics Conference 2013 - Stockholm*, pp.371-377, juillet 2013
- [Meurisse13a] Meurisse T., Mamou-Mani A., Caussé R., Sharp D., «Active control applied to simplified wind musical instrument», *ICA 2013*, Montréal, Canada, juin 2013

[Meurisse13b] Meurisse T., Mamou-Mani A., Caussé R., Sharp D., «Simulations of Modal Active Control Applied to the Self-Sustained Oscillations of the Clarinet», Stockholm Music Acoustics Conference 2013 – Stockholm, pp.425-431, juillet 2013

[Roze13] Roze D., Bensoam J., «Solving interactions between nonlinear resonators», Sound and Music Computing Conference 2013, Stockholm, pp.576-583, juillet 2013

#### ■ Communications avec actes dans un congrès international

[Baugé13a] Baugé F.-A., Bensoam J., «Vers une généralisation de la notion de géodésiques sur les groupes de Lie» (1ère partie), Congrès Français de Mécanique, Bordeaux, août 2013

#### ■ Thèses, mémoires et travaux universitaires

[Hézar13d] Hézar T., «Production de la voix : exploration, modèles et analyse/synthèse», Thèse université Pierre & Marie Curie, décembre 2013

[Crochu13a] Crochu D., «Détermination de la position idéale d'un patch piézoélectrique, sur une table d'harmonie de guitare classique pour l'application d'un contrôle actif modal», stage de fin d'étude, Ircam

[Demos13a] Demoz H., «Comparaison acoustique de sourdines sèches de trompettes, Classe d'Acoustique musicale», CNSMDP

[Finel13a] Finel V., «Contrôle actif modal appliqué aux instruments à cordes», ENS Cachan.

[Frachet13a] Frachet C., «Le rayonnement de la guitare hybride», formation supérieure aux métiers du son, CNSMDP, février 2013

[Jossic13a] Jossic M., «Étude perceptive du contrôle actif sur instruments à vent», ENS Ulm.

[Salvador13a] Salvador L., «Mesures acoustiques sur la clarinette», Rapport de stage DUT Mesures Physiques, université de Lorraine, janvier 2013

#### ■ Conférences invitées, interventions, dissémination

[Baugé13b] Baugé F.-A., Bensoam J., «Généralisation multidimensionnelle de la notion de géodésique sur les groupes de Lie: application à la poutre de Reissner», ENSTA-ParisTech, février 2013

[Caussé13b] Caussé R., «Acoustics and Contemporary Music (revisited)», CIRMMT Distinguished Lecture, McGill University, October 2013

[Caussé13c] Caussé R. et Hubert Heinrich, «L'acoustique de la trompe», Colloque Les fastes de la trompe, Paris, septembre 2013

[Mamou-Mani] Mamou-Mani A., «L'instrument à cordes, du matériau au son», Semaine Musique Sciences Histoire, École des Mines de Paris, Novembre 2013

[Mamou-Mani] Mamou-Mani A., «La guitare hybride, vers un instrument électro-acoustique sans haut-parleur», Rencontres Facture Instrumentale et sciences, ITEM, Le Mans, mai 2013

[Mamou-Mani] Mamou-Mani A., «La fabrication des instruments de musique: de la modélisation au contrôle des vibrations», séminaire DynFluid, ENSAM, mars 2013

#### ■ Séminaires Recherche et technologie Ircam :

[Baugé] Baugé F.-A., Bensoam J., Roze D., «Les outils de la géométrie différentielle appliqués à la synthèse sonore», janvier 2013

#### ÉQUIPE ESPACES ACOUSTIQUES COGNITIFS

#### ■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

[Suied13a] Suied, C., Drettakis, G., Warusfel, O., Viaud-Delmon, I., «Auditory-visual virtual reality as a diagnostic and therapeutic tool for cynophobia», *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, février 2013, vol. 16, n° 2, pp. 145-152

[Bertet13a] Bertet, S., Daniel, J., Parizet, E., Warusfel, O., «Investigation on localisation accuracy for first and higher order ambisonics reproduced sound sources», *Acta acustica united with Acustica*, juillet 2013, vol. 4, n° 99, pp. 642-657

[Bertet13b] Bertet, S., Baskind, A., Londero, A., Bonfils, L., Viaud-Delmon, I., Warusfel, O., «Design and evaluation of tinnitus synthesis methods: from spectral to spatial matching», *American Journal of Otolaryngology*, mars 2013, vol. 2, n° 34, pp. 121-132

[Taffou13a] Taffou, M., Guerchouche, R., Drettakis, G., Viaud-Delmon, I., «Auditory-Visual Aversive Stimuli Modulate the Conscious Experience of Fear», *Multisensory Research*, 2013, n° 26, pp. 347-370

[Noisternig12e] Noisternig, M., Carpentier, T. and Warusfel, O., «Dispositif de spatialisation sonore 3D à l'Espace de Projection de l'Ircam – un réseau de 345 haut-parleurs pour une restitution par WFS et HOA», *Acoustique et Techniques*, vol. 71, pp. 30-39, décembre 2012

[Viaud-Delmon13a] Viaud-Delmon, I., «Les environnements sonores à la rescousse de la cognition», *Acoustique et Techniques*, vol.73, pp.13-17, octobre 2013

#### ■ Conférences invitées dans un congrès national ou international

Noisternig M., Exchange of HRTF files, Work towards a standardized open format, Immersive Audio over Headphone, EBU Workshop, 15 mai 2013, Genève

Warusfel O., Noisternig M., A historical review of binaural research, from Lord Rayleigh to state of the Art, Immersive Audio over Headphone, EBU Workshop, 15 mai 2013, Genève

Viaud-Delmon I., «Anxiété et espace: un équilibre fragile,»  
15èmes assises ORL, 1er février 2013, Nice

Viaud-Delmon I., ICT-led technologies to avoid exclusion  
due to mental and brain illnesses, E-health and the  
brain – ICT for Neuropsychiatric Health, 5 novembre  
2013, Bruxelles

#### ■ Communications avec actes dans un congrès international

[Chardon14a] Chardon, G., Kreuzer, W., and Noisternig, M.,  
«Design of a robust open spherical microphone array»,  
Publication acceptée pour ICASSP, Florence 2014

[Carpentier13a] Carpentier, T., Szpruch, T., Noisternig, M.,  
Warusfel, O., «Parametric control of convolution based  
room simulators», International Symposium on Room  
Acoustics (ISRA), Toronto, 2013

[Fazi13a] Fazi, F., Olivieri, F., Carpentier, T., Noisternig, M.,  
«Wave Field Synthesis of Virtual Sound Sources with  
Axisymmetric Radiation Pattern Using a Planar Loudspeaker  
Array», 134th Convention of the Audio Engineering  
Society, Rome, 2013

[Fazi13b] Fazi, F., Noisternig, M., Olivieri, F., Carpentier, T.,  
«Simplified Wave Field Synthesis implementation of  
sound sources with directional radiation pattern», AIA-  
DAGA Conference on Acoustics, Merano, 2013

[Majdak13a] Majdak, P., Nicol, R., Carpentier, T., Suzuki, Y.,  
Wierstorf, H., Ziegelwanger, H., Noisternig, M., «Spatially  
Oriented Format for Acoustics: A Data Exchange  
Format Representing Head-Related Transfer Functions»,  
134th Convention of the Audio Engineering  
Society, Rome, 2013

[Noisternig13a] Noisternig, M., Carpentier, T., Warusfel,  
O., «A Multichannel Loudspeaker Array for WFS/HOA  
Sound Spatialization at Ircam's Concert Hall», AIA-  
DAGA Conference on Acoustics, Merano, 2013

#### ■ Communications sans actes dans un congrès international

Warusfel O., Noisternig M., Carpentier T., Sample Orchest-  
rator 2, Colloque ANR

#### ■ Thèses, mémoires et travaux universitaires

[Bahu13a] Bahu, H., «Synthèse binaurale en champ proche,  
étude théorique et expérimentale», Mémoire de Master,  
UPMC, 2013

[Panizzoli13a] Panizzoli Alexandre, Caractérisation per-  
ceptive de champ sonore à résolution spatiale variable.  
UPMC, 2013

[Keller13a] Keller, B-D, «Analysis of Directional Room  
Impulse Responses Recorded with Spherical Micro-  
phone Arrays», rapport de projet, IEM, Université de  
Graz / Ircam,

[Roussel13a] Roussel L., Analyse du champ sonore dans les  
salles. Application aux réverbérateurs à convolution,  
École Centrale Lyon. 2013

#### ■ Rapports et autres documents

[Kreuzer13a] Kreuzer, W. and Noisternig, M., «Wavelets  
and Frames for the Space-Time-Frequency Represen-  
tation of Acoustic Wave fields», Programme de la Ville  
de Paris «Research in Paris» pour l'accueil de cher-  
cheurs invités

#### ■ Organisation de colloque

École d'été HC2, Human Computer Confluence

Dans le cadre du projet européen HC2, l'Ircam a organisé  
une école d'été du 17 au 19 juillet 2013. L'école s'est orga-  
nisée autour de huit conférences plénières et cinq ateliers.  
Conférenciers: Malika Auvray (LIMS, FR), Frédéric Bevilacqua  
(IRCAM, FR), Elisa Raffaella Ferrè, University  
College London, UK), Alois Ferscha (Institut für Pervasive  
Computing, AU), JoeParadiso (MIT, USA), Atsu Tanaka  
(Goldsmiths College, UK), Walter Van de Velde (FET, Euro-  
pean Commission, B), Hugues Vinet (Ircam, FR).

Comité de programmation: Isabelle Viaud-Delmon (CNRS-  
IRCAM), Andrea Gaggioli (UCSC, Milan), Stephen Dunne  
(STARLAB, Barcelona), Alois Ferscha (Johannes Kepler  
Universität Linz), Fivos Maniatakos (Ircam).

Comité d'organisation: Isabelle Viaud-Delmon, Hugues  
Vinet, Marine Taffou, Sylvie Benoit, Fivos Maniatakos

#### ■ Conférences invitées, interventions, dissémination

##### Diffusion des connaissances

Carpentier T., Noisternig M., Warusfel O., Présentation et  
démonstration pour la semaine du Son, janvier 2013

Noisternig M., Présentation et démonstration pour le sémi-  
naire «Raum, Klang, Bild, Bewegung – Spatial Audio» à  
la Staatliche Hochschule für Gestaltung / ZKM, Karls-  
ruhe, Allemagne, juillet 2013

##### Comités et expertises

Thibaut Carpentier: Revue d'articles de conférence (DAFx)  
Markus Noisternig: Revue d'articles journaux (Acta Acus-  
tica united with Acustica, JASA), revues d'articles  
de conférence (DAFx, SMAC-SMC, EAA Symposium,  
AES), revues des chapitres d'un ouvrage scientifique  
(Springer)

Isabelle Viaud-Delmon: Revue d'articles journaux (PLo-  
sOne, Acta Psychologica, Journal of Audiology, Journal  
on Multimodal User Interface), expertise de projets  
auprès de l'ANR, revues d'articles de conférence (ICD-  
VRAT)

Olivier Warusfel: Revue d'articles journaux (JSV, Journal  
on Multimodal User Interface, Journal of Cultural Heri-  
tage), revues d'articles de conférence (DAFX, EUSIPCO,  
SMAC-SMC, EDAS), expertise de projets auprès  
d'agences nationales ou européennes: ANR (Fr), FET-  
OPEN (UE)

##### Prix et distinctions

Olivier Warusfel, Prix Chavasse de la Société française  
d'acoustique, décembre 2013

### ■ Articles de presse et radios

- Olivier Warusfel, Interview BBC Radio 3, février 2013  
Olivier Warusfel, Interview Prun' Le Labo des savoirs, novembre 2013.

### ÉQUIPE PERCEPTION ET DESIGN SONORES

#### ■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

- [Aucouturier13a] Aucouturier, J.-J., Emmanuel, B., «Seven problems that keep MIR from attracting the interest of cognition and neuroscience», *Journal of Intelligent Information Systems*, décembre 2013, vol. 3, n° 41
- [Aucouturier13b] Aucouturier, J.-J., «All class communication, public: Using Twitter in lieu of LMS», *International Journal on Learning and Media*, 2013, vol. 1, n° 4
- [Aucouturier13c] Aucouturier, J.-J., Fujita, M., Sumikura, H., «Hedonic responses and intention to purchase in the co-creative consumption of music: the Nine Inch Nails experiment», *Journal of Consumer Behaviour*, 2013
- [Canonne13a] Canonne, C., Aucouturier, J.-J., «Play together, think alike: shared mental models in expert music improvisers», *Psychology of Music*, 2013
- [Mercadié13a] Mercadié, L., Caballé, J., Aucouturier, J.-J., Bigand, E., «Effect of synchronized or desynchronized music listening during osteopathic treatment: An EEG study», *Psychophysiology*, 2013
- [Lüthy13a] Lüthy, M., Aucouturier, J.-J., «Content Management for the Live Music Industry in Virtual Worlds: Challenges and Opportunities», *Journal of Virtual World Research*, 2013, vol. 2, n° 6
- [Ferreri13a] Ferreri, L., Aucouturier, J.-J., Muthalib, M., Bigand, E., Bugaiska, A., «Music improves verbal memory encoding while decreasing prefrontal cortex activity: a fNIRS study», *Frontiers in Human Neuroscience*, novembre 2013
- [Frere13a] Frere, A., Susini, P., Misdariis, N., Weber, R., Peteul-Brouillet, C., Guyader, G., «Vibrations' influence on Dieselness perception», *Applied Acoustics*, 2013, vol. 77, pp. 59-70
- [Ponsot13a] Ponsot, E., Susini, P., Saint-Pierre, G., Meunier, S., «Temporal loudness weights for sounds with increasing and decreasing intensity profiles», *Journal of the Acoustical Society of America*, 2013, vol. 4, n° 134, pp. 321-326
- [Sigman13b] Sigman, A., Misdariis, N., Megyeri, M., «alarm/will/sound: A Multidisciplinary Research/Installation Project», *EMILLE – Journal of the Korean Electro-Acoustic Music Society*, 2013, vol. 11
- Article ou chapitre dans un livre
- [Giordano13a] Giordano, B., Susini, P., Bresin, R., «Experimental methods for the perceptual evaluation of sound-producing objects and interfaces», *Sonic Interaction Design*, MIT Press (Karmen Franinovic et Stefania Serafin), 2013

### ■ Communications avec actes dans un congrès international

- [Adhitya13b] Adhitya, S., Kuuskankare, M., «From Musical Score to Graphic Plan: the Development of SUM as a Design Tool», *International Conference for Computer Music (ICMC)*, Perth, 2013
- [Boyer13b] Boyer, E., Pyanet, Q., Hanneton, S., Bevilacqua, F., «Guiding Motion using a Sound Target», *10th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR) Sound, Music and Motion*, Marseille, 2013, pp. 176-189
- [Boyer13c] Boyer, E., Bevilacqua, F., Phal, F., Hanneton, S., «Low-cost motion sensing of table tennis players for real time feedback», *13th International Table Tennis Federation Sports Science Congress*, Paris, 2013
- [Boyer13d] Boyer, E., Bevilacqua, F., Phal, F., Hanneton, S., «Low-cost motion sensing of table tennis players for real time feedback», *International Journal of Table Tennis Sciences*, décembre 2013, vol. 8
- [Boyer13e] Boyer, E., Colin Malagon, L., Bevilacqua, F., Susini, P., Hanneton, S., «Continuous Sound Feedback in Tracking Tasks», *Multisensory Motor Behavior: Impact of Sound*, Hannover, 2013
- [Cauchi13a] Cauchi, B., Lagrange, M., Misdariis, N., Cont, A., «Saliency-based modeling of acoustic scenes using sparse non-negative matrix factorization: soundscape, NMF, perception», *WIAMIS - Workshop on Image and Audio Analysis for Multimedia Interactive Services*, Paris, 2013
- [Ferreri13b] Ferreri, L., Aucouturier, J.-J., Muthalib, M., Bigand, E., Bugaiska, A., «Music, memory and Near-InfraRed Spectroscopy: How a musical background can modulate PFC activity during the encoding of verbal material», *Society for Neurosciences*, 2013
- [Fourer13a] Fourer, D., Shochi, T., Rouas, J.-L., Aucouturier, J.J., Guerry, M., «Going ba-na-nas: Prosodic analysis of spoken Japanese attitudes», *Speech Prosody*, 2014
- [Houix13a] Houix, O., Gutierrez, F., Susini, P., Misdariis, N., «Participatory Workshops: Everyday Objects and Sound Metaphors», *CMMR - Computer Music Multidisciplinary Research*, Marseille, 2013
- [Misdariis13a] Misdariis, N., Gruson, A., Susini, P., «Detectability study of warning signals in urban background noises: A first step for designing the sound of electric vehicles», *ICA – International Congress on Acoustics*, Montreal, 2013
- [Misdariis13b] Misdariis, N., Cera, A., «Sound signature of Quiet Vehicles: state of the art and experience feedbacks», *Inter-Noise*, Innsbruck, 2013 *Ouvrages scientifiques ou chapitres d'ouvrages*
- [Nonaka13a] Nonaka, Y., Aucouturier, J.-J., Katahira, K., Okanoya, K., «Developmental differentiation in human infant cry through dynamic interaction with caregivers», *International Ethological Conference, Association for the Study of Animal Behaviour*, 2013

[Ponsot13b] Ponsot, E., Susini, P., Meunier, S., « Influence of measurement method and context of presentation on the loudness difference between increasing and decreasing intensity sounds », *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 134, San Francisco, 2013, pp. 4063-4063

[Ponsot13c] Ponsot, E., Verneil, A.-L., Susini, P., « Effect of sound duration on loudness estimates of increasing and decreasing intensity sounds », *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 134, San Francisco, 2013, pp. 4063-4063

[Sigman13a] Sigman, A., Misdariis, N., Megyeri, M., « alarm/will/sound: A Multidisciplinary Research/Installation Project », KEAMSAC – Korean Electro-Acoustic Music Society's 2013 Annual Conference, Corée, 2013

#### ■ Thèses, mémoires et travaux universitaires

[Adhitya13a] Adhitya, S., « Sonifying Urban Rhythms/La Sonification de Rythmes Urbains: towards the spatio-temporal composition of the urban environment/Vers la composition spatio-temporelle de l'environnement urbain », EHESS/University IUAV of Venice, 2013

#### Rapports et mémoires de stage

[Jossic13a] Jossic, M., « Étude perceptive du contrôle actif sur instruments à vent », École normale supérieure de Paris, 2013. [Master 1 Physique]

[Lafay13a] Lafay, G., « Caractérisation sémantique des scènes sonores environnementales: Étude paramétrique et perceptive d'un paradigme de synthèse séquentielle par corpus », université Pierre & Marie Curie, Ircam, TelecomParisTech, 2013. [Master II Atiam]

[Verneil13a] Verneil Anne-Laure, « Évaluation de l'influence de la durée sur la sonie des sons non-stationnaires ». UPMC, 2013. [M1 Acoustique]

[Hemery13a] Hemery, E., « Développement de nouvelles mesures de similarité pour sons environnementaux basées sur le modèle cortical STRF », université Pierre & Marie Curie, Ircam, TelecomParisTech, 2013. [Master II Atiam]

#### Rapports et autres documents

[Houix13b] Houix, O., Ventura, R., Susini, P., Misdariis, N., « Constitution d'une base de stimuli sonores élémentaires associés aux bandes d'alerte et description en termes de paramètres d'urgence, d'identification et de compréhension: livrable 3.2 Roadsense », 2013

[Houix13c] Houix, O., Ventura, R., Susini, P., Misdariis, N., « Sélection des signaux d'alerte par une procédure expérimentale de mesure de temps de réaction: livrable 3.3 Roadsense », 2013

[Houix13d] Houix, O., Gutierrez, F., Susini, P., Misdariis, N., « Compte rendu des workshops #1 et #2: livrable Legos », 2013

[Jacquet13a] Jacquet, D., « Création d'une interface dédiée à la classification, la recherche et l'utilisation de sons pour le design sonore à partir d'une base de données sonore », 2013

#### ■ Expertise pour des articles, projets et thèses

- Reviewers et membre du comité scientifique de Sound And Music Computing Conference (SMC);
- Experts pour des projets ANR et un projet NWO (Netherlands);
- Participation aux jurys de thèse de S. Adhitya (06/13) et I. Wollman (10/13).

#### ■ Pédagogie

##### Workshop

Co-organisation du workshop applicatif avec PSA du dans le cadre du DNSEP/Master Design sonore du 12 au 22 novembre 2013 en collaboration avec l'École des beaux arts TALM site Le Mans, l'ENSCI et le département Pédagogie de l'Ircam.

##### Cours

- Interventions en L1 et L2 à l'ESBAM;
- cours théoriques en M1 au Master Design Sonore de l'ESBAM;
- cours en psychoacoustique M2 ACAR, UPMC, Paris;
- Cours License Musicologie, université de Bourgogne.

#### ■ Diffusion des connaissances

Interview Monde Diplomatique: « Le marketing sonore envahit les villes » – J. Volcler

#### ÉQUIPE ANALYSE ET SYNTHÈSE DES SONS

#### ■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

[Huber13a] S. Huber, A. Roebel « On the use of voice descriptors for glottal source shape parameter estimation », *Computer Speech and Language*, octobre, 2013

[Liuni13a] M. Liuni, A. Roebel, E. Matusiak, M. Romito, X. Rodet « Automatic Adaptation of the Time-Frequency Resolution for Sound Analysis and Re-Synthesis », *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, vol. 21, n° 5, 2013

[Caetano13a] M. Caetano, X. Rodet « Musical Instrument Sound Morphing Guided by Perceptually Motivated Features » (Accessible uniquement depuis l'Ircam), *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, vol. 21, n° 8, août, 2013

[Degottex13a] G. Degottex, P. Lanchantin, A. Roebel, X. Rodet « Mixed source model and its adapted vocal tract filter estimate for voice transformation and synthesis », *Speech Communication*, vol. 55, n° 2, février, 2013

[Matignon13a] D. Matignon, T. Hélie « A class of damping models preserving eigenspaces for linear conservative port-Hamiltonian systems », *European Journal of Control*, vol. 19, n° 6, 2013

[Helie13g] T. Hélie, T. Hézard, R. Mignot, D. Matignon « One-dimensional acoustic models of horns and comparison with measurements », *Acta Acustica united with Acustica*, vol. 99, n° 6, 2013

### ■ Communications avec actes dans un congrès international

- [Benaroya13a] L. Benaroya, G. Peeters «A generic classification system for multi-channel audio indexing: application to speech and music detection», In Proc. of IEEE Int. Workshop on Image and Audio Analysis for Multimedia Interactive Services, Paris, 2013
- [Benetos13a] E. Benetos, M. Lagrange, S. Dixon «Characterisation of acoustic scenes using a temporally-constrained shift-invariant model», International Conference on Digital Audio Effects, York, 2013
- [FalaizeSkrzek13a] A. Falaize-Skrzek, T. Hélie «Simulation of an analog circuit of a wah pedal: a port-Hamiltonian approach», 135th Convention of the Audio Engineering Society, New-York, 2013
- [Foucard13a] R. Foucard, S. Essid, M. Lagrange, G. Richard «Étiquetage automatique de l'audio : une approche de boosting régressif basée sur une fusion souple d'annotateurs», Coresa, 2013
- [Hahn13a] H. Hahn, A. Röbel «Joint f0 and inharmonicity estimation using second order optimization», SMC Sound and Music Computing Conference 2013, Stockholm, 2013
- [Hahn13b] H. Hahn, A. Röbel «Extended Source-Filter Model for Harmonic Instruments for Expressive Control of Sound Synthesis and Transformation», 16th International Conference on Digital Audio Effects Conference (DAFx-13), Maynooth, 2013
- [Héazard13b] T. Héazard, T. Hélie, B. Doval «A source-filter separation algorithm for voiced sounds based on an exact anticausal/causal pole decomposition for the class of periodic signals», Interspeech 2013, Lyon, 2013
- [Hélie13b] T. Hélie «Real-time simulation of a family of fractional-order low-pass filters», Convention of the Audio Engineering Society, New York, 2013
- [Hélie13c] T. Hélie, T. Héazard, A. Mauffrey «Présentation de résultats sur la voix : EIT/EGG multicapteurs - projet VoiceTronics - Analogie glotte/lèvres chez les cuivres», Séminaire du projet LARYNX - PEPS, Grenoble, 2013
- [Hélie13d] T. Hélie «Quelques éléments mathématiques et technologiques autour de la modélisation physique des instruments de musique», Séminaire de LMA de l'université de Pau, Pau, 2013
- [Hélie13e] T. Hélie «Quelques éléments mathématiques et technologiques autour de la modélisation physique des instruments de musique et de la voix», Séminaire pour l'ERC «EDPs, Contrôle et Musique», Paris, 2013
- [Hélie13f] T. Hélie, A. Falaize-Skrzek «Some recent results in signal processing and physical models of electronic circuits: 1. Real-time simulation of a family of fractional-order low-pass filters; 2. Simulation of an analog circuit of a wah pedal: a port-Hamiltonian approach», Séminaire interne de «School of Electrical Engineering, Department of Signal Processing and Acoustics», Aalto University, Aalto, 2013
- [Kaiser13a] F. Kaiser, G. Peeters «Multiple hypotheses at multiple scales for audio novelty computation within music», IEEE ICASSP (International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing), 2013
- [Kaiser13b] F. Kaiser, G. Peeters «A simple fusion method of state and sequence segmentation for music structure discovery», ISMIR (International Society for Music Information Retrieval), 2013
- [Obin13a] N. Obin, F. Lamare, A. Roebel «Syll-O-Matic: an Adaptive Time-Frequency Representation for the Automatic Segmentation of Speech into Syllables», ICASSP, Vancouver, 2013
- [Pauwels13a] J. Pauwels, G. Peeters «Evaluating Automatically Estimated Chord Sequences», ICASSP, Vancouver, 2013
- [Pauwels13b] J. Pauwels, F. Kaiser, G. Peeters «Combining harmony based and novelty based approaches for structural segmentation», ISMIR (International Society for Music Information Retrieval), 2013
- [Pauwels13c] J. Pauwels, G. Peeters «Segmenting music through the joint estimation of keys, chords and structural boundaries», ACM Multimedia, 2013
- [Peeters13b] G. Peeters, U. Marchand «Predicting agreement and disagreement in the perception of tempo», CMMR (International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research), 2013
- [Ramona13a] M. Ramona, G. Peeters «Audioprint: An Efficient Audio Fingerprint System Based On A Novel Cost-Less Synchronization Scheme», ICASSP, Vancouver, 2013
- [Schedl13a] M. Schedl, C. Liem, N. Orio, G. Peeters «A Professionally Annotated and Enriched Multimodal Data Set on Popular Music», ACM MMSys (ACM Multimedia Systems), Oslo, 2013

### ■ Ouvrages scientifiques ou chapitres d'ouvrages

- [Serra13a] X. Serra, M. Magas, all «Roadmap for Music Information Research», (G. Peeters, Paris), 2013

### ■ Thèses, mémoires et travaux universitaires

- [Hélie13a] T. Hélie, «Modélisation physique d'instruments de musique et de la voix: systèmes dynamiques, problèmes directs et inverses», 2013
- [Héazard13b] T. Héazard «Production de la voix: explorations, modèles et analyse/synthèse», Université Pierre et Marie Curie, 2013
- [Lafay13a] G. Lafay «Caractérisation sémantique des scènes sonores environnementales: Étude paramétrique et perceptive d'un paradigme de synthèse séquentielle par corpus», université Pierre et Marie Curie, Ircam, TelecomParisTech [Master II Atiam], 2013
- [Marchand13a] U. Marchand «Estimation des tempi percus en fonction du contenu audio et du profil utilisateur», université Paris-6 [Atiam], 2013

- [Peeters13a] G. Peeters «Habilitation à diriger des recherches: Indexation automatique des contenus audio musicaux», université Paris-6, 2013
- [Roebel13a] A. Roebel, «Spectral domain analysis, modelling and transformation of sound: habilitation à Diriger des Recherches». Université Pierre et Marie Curie (UPMC), 2013

#### ■ Rapport et autres documents

Rapports internes et officiels pour Quaero, MIREs, 3DTVs, BeeMusic

#### Équipe Représentations musicales

#### ■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

- [Andreatta13d] Andreatta, M., «Une introduction musicologique à la recherche mathémusicale: quelques enjeux épistémologiques», *Circuit*, 2013
- [Allombert12a] Allombert, A., Desainte-Catherine, M., Assayag, G., «Towards an Hybrid Temporal Paradigm for Musical Composition and Performance: The Case of Musical Interpretation», *Computer Music Journal*, 2013, vol. 2, n° 37, pp. 61-72
- [Ayari13a] Ayari, M., «Formal convergence between melodic composition and Arabic prosody», *Journal of New Music Research*, 2013
- [Barguno13a] Barguno, L., Creus, C., Godoy, G., Jacquemard, F., Vacher, C., «Decidable Classes of Tree Automata Mixing Local and Global Constraints Modulo Flat Theories», *Logical Methods in Computer Science*, 2013, vol. 2, n° 9
- [Bresson12a] Bresson, J., Guédy, F., Assayag, G., «Musique Lab 2: From Computer-Aided Composition to Music Education», *Journal of Music, Technology & Education*, janvier 2013, vol. 5, n° 3, pp. 273-291
- [Dessein13a] Dessein, A., Cont, A., «An information-geometric approach to real-time audio segmentation», *IEEE Signal Processing Letters*, avril 2013, vol. 20, n° 4, pp. 331-334
- [Echeveste13a] Echeveste, J., Cont, A., Giavitto, J.-L., Jacquemard, F., «Operational semantics of a domain specific language for real time musician-computer interaction», *Discrete Event Dynamic Systems*, 2013, vol. 4, n° 23, pp. 343-383
- [Giavitto13a] Giavitto, J.-L., Michel, O., Spicher, A., «Unconventional and Nested Computations in Spatial Computing», *International Journal of Unconventional Computing*, 2013, vol. 1-2, n° 9, pp. 71-95
- [Giavitto14a] Giavitto, J.-L., «Rencontres nationales des systèmes complexes 2012 – Entretiens de Sète: compte-rendu des journées d'étude du RNSC», *Natures Sciences Sociétés*, septembre 2013, n° 21, pp. 315-327

#### ■ Livres ou monographies

- [Giavitto13b] Giavitto, J.-L., Dulman, S., Spicher, A., Viroli, M., «Proceedings of the Spatial Computing Workshop (SCW 2013): satellite Workshop (W09) of AAMAS 2013», *Proceedings of the Spatial Computing Workshop (SCW 2013) (IFAAMAS)*, 2013

#### ■ Communications avec actes dans un congrès international

- [Andreatta13a] Andreatta, M., Ehresmann, A., Guitart, R., Mazola, G., «Towards a categorical theory of creativity», *MCM 2013, Montréal*, 2013, pp. 19-37
- [Baudart13a] Baudart, G., Mandel, L., Jacquemard, F., Pouzet, M., «A Synchronous Embedding of Antescofo, a Domain-Specific Language for Interactive Mixed Music», *13th International Conference on Embedded Software (EMSOFT)*, Montreal, 2013
- [Bigo13a] Bigo, L., Andreatta, M., Giavitto, J.-L., Michel, O., Spicher, A., «Computation and Visualization of Musical Structures in Chord-based Simplicial Complexes», *MCM 2013, Montréal*, 2013, pp. 38-51
- [Bigo13b] Bigo, L., Spicher, A., «elf-Assembly of Musical Representations in MGS», *Artificial Intelligence and Simulation of Behaviour*, vol. 19, Exeter, 2013
- [Bigo13c] Bigo, L., Giavitto, J.-L., Spicher, A., «Spatial Programming for Musical Transformations and Harmonization», *Spatial Computing Workshop (SCW 2013)*, Saint-Paul, 2013, pp. 9-16
- [Bresson13b] Bresson, J., Foulon, R., Stroppa, M., «Reduction as a Transition Controller for Sound Synthesis Events», *FARM'13 – Workshop on Functional Art, Music, Modeling and Design*, Boston, 2013
- [Cont13c] Cont, A., Giavitto, J.-L., Jacquemard, F., «From Authored to Produced Time in Computer-Musician Interactions», *CHI 2013 Workshop on Avec le Temps! Time, Tempo, and Turns in Human-Computer Interaction*, Paris, 2013
- [Cont13d] Cont A., Stroppa M., Laurenzi C., «Chromax, the other side of the spectral delay between signal processing and composition». *Digital Audio Effects (DAFx)*. Maynooth: septembre 2013
- [DePaivaSantana13a] De Paiva Santana, C., Bresson, J., Andreatta, M., «Modeling and Simulation: The Spectral Canon for Conlon Nancarrow by James Tenney», *Sound and Music Computing*, Stockholm, 2013
- [Dessein13b] Dessein, A., Cont, A., «Online change detection in exponential families with unknown parameters before and after change», *Geometric Science of Information*, Paris, 2013
- [Fanchon13a] Fanchon, L., Jacquemard, F., «Formal Timing Analysis Of Mixed Music Scores», *International Computer Music Conference (ICMC)*, Perth, 2013
- [Garcia13a] Garcia, J., Bigo, L., Spicher, A., Mackay, W., «PaperTonnetz: Supporting Music Composition with Interactive Paper», *Extended Abstract on Human Factors in Computing Systems CHI'13*, Paris, 2013

- [Jacquemard13a] Jacquemard, F., Rusinowitch, M., «Rewrite Closure and CF Hedge Automata», 7th International Conference on Language and Automata Theory and Application (LATA), vol. Lecture Notes in Computer Scie, Bilbao, 2013
- [Schlemmer13a] Schlemmer, T., Andreatta, M., «Using Formal Concept Analysis to Represent Chroma Systems», MCM 2013, Montréal, 2013, pp. 189-200

#### ■ Communications avec actes dans un congrès national

- [Foulon13a] Foulon, R., Bresson, J., «Un modèle de contrôle pour la synthèse par fonctions d'ondes formantiques avec OM-Chant», Journées d'Informatique Musicale, Saint-Denis, 2013

#### ■ Communications sans actes dans un congrès international ou national

- [Filiot13a] Filiot, E., Jacquemard, F., Tison, S., «Tree Automata with Constraints: a brief survey», Tree Transducers and Formal Methods (Dagstuhl Seminar 13192), Wadern, 2013
- [Jacquemard13b] Jacquemard, F., Rusinowitch, M., «Unranked tree rewriting and effective closures of language», Meeting of the IFIP WG 1.6 on Term Rewriting, Eindhoven, 2013

#### ■ Ouvrages scientifiques ou chapitres d'ouvrages

- [Andreatta13b] Andreatta, M., «Musique algorithmique», Théorie de la composition musicale au XXe siècle (Symétrie, Paris), 2013
- [Andreatta13c] Andreatta, M., «Modèles formels dans et pour la musique pop, le jazz et la chanson: introduction et perspectives futures», Esthétique & Complexité, ed. Z. Kapoula, J.L. Lestocart, J.-P. Allouche. (Éditions du CNRS, Paris), 2013
- [Ayari13b] Ayari, M., Lartillot, O., «Comparer réactions d'auditeurs et prédictions informatiques», Esthétique et Cognition, ed. J.-M. Chouel et X. Hascher. (Publication de la Sorbonne, Paris), 2013, pp. 403-419
- [Ayari13c] Ayari, M., «L'acte créateur entre culture de l'oralité et cognition musicale», Les corpus de l'oralité, ed. Mondher Ayari. (Delatour-France, Paris), 2013
- [Ayari13d] Ayari, M., «L'art de l'improvisation dans les musiques du maqâm», L'improvisation, ed. Mondher Ayari. (Delatour-France, Paris), 2013
- [Ayari13e] Ayari, M., «Modélisation cognitive des musiques de tradition orale», L'analyse musical aujourd'hui, ed. Ayari, M, Hascher, X et Bardez, J.-M. (Delatour-France, Paris), 2013
- [Ayari13f] Ayari, M., «L'improvisation», L'improvisation, ed. Mondher Ayari. (Delatour-France, Paris), 2013
- [Ayari13g] Ayari, M., Antonio, L., «Les corpus de l'oralité», Les corpus de l'oralité, ed. Mondher Ayari et Antonio Lai. (Delatour-France, Paris), 2013

- [Ayari13h] Ayari, M., Xavier, H., Jean-Michel, B., «L'analyse musical aujourd'hui», L'analyse musicale aujourd'hui, ed. Mondher Ayari, Jean-Michel Bardez et Xavier Hascher. (Delatour-France, Paris), 2013
- [Giavitto13c] Giavitto, J.-L., Michel, O., Spicher, A., «Interaction-Based Modeling of Morphogenesis in MGS», Morphogenetic Engineering, ed. R. Doursat and H. Sayama. (Springer), 2013, pp. 409-440

#### ■ Thèses, mémoires et travaux universitaires

- [Bigo13d] Bigo, L., «Représentations symboliques musicales et calcul spatial», université Paris-Est, 2013 [Doctorat]
- [Bouche13b] Bouche, D., «Dynamisation de l'architecture audio du logiciel OpenMusic», ENSEA, 2013. [Ingénieur]
- [Caure13a] Caure, H., «Outils algébriques pour l'étude des canons rythmiques mosaïques et lien avec des conjectures ouvertes en mathématiques», UPMC, 2013. [M2 Master Atiam]
- [Cont13e] Cont A., Traitement et programmation temps-réel des signaux musicaux. Université Pierre et Marie Curie, UPMC 2013. [Habilitation]
- [DonatBouillud13a] Donat-Bouillud, P., «Transcription rythmique dans OpenMusic», École normale supérieure de Cachan Antenne Bretagne, 2013. [Mémoire de L3]
- [Levy13a] Lévy, B., «Principles and Architectures for an Interactive and Agnostic Music Improvisation System: principes et architectures pour un système interactif et agnostique dédié à l'improvisation musicale», UPMC, 2013 [Doctorat]
- [Lostanlen13a] Lostanlen, V. «Découverte automatique de structures musicales en temps reel par la geometrie de l'information», Master Atiam, université Pierre et Marie Curie (UPMC) et IRCAM, Paris, september 2013. [Mémoire de M2]
- [Maire13a] Maire, A., «Quantification musicale avec apprentissage sur des exemples», École Normale Supérieure de Cachan Antenne Bretagne, 2013. [Mémoire de M1]
- [PonceletSanchez13a] Poncelet Sanchez, C., «Environnement de test pour un système temps-réel de performance en musique mixte», université Pierre et Marie Curie (UPMC), 2013. [Mémoire de M2]

#### ■ Conférences invitées, interventions, dissémination

- Andreatta M. «Introduction générale à la recherche 'mathématique musicale'», Rencontres Arithmétiques de l'Informatique Mathématique RAIM 2013 (IHP, 18-20 novembre 2013). Séance spéciale «Arithmétique et Musique», 18 novembre 2013
- Andreatta M., «Autour de la Set Theory et de l'analyse de la musique atonale: démarche structurale et approche phénoménologique à partir des écrits de Célestin Deliège», Modernité musicale au XXe siècle et musicologie critique. Hommage à Célestin Deliège (Académie Royale de Belgique, 21-23 mars 2013)

- Andreatta M., « Dalla musica alla matematica: invito al viaggio », Ciclo di seminari sul tema Musica e Scienza (resp. Marco Sozzi), La Limonaia, Pisa, 23 avril 2013
- Assayag, G. et Andreatta M., « Formal Models in Popular Music and Improvisation », Colloque History and Philosophy of Computing, HaPoC 2013, Special Session « Computing and the Arts », ENS-Paris, 28-31 octobre 2013
- Assayag, G., Conférence invitée « Agents créatifs autonomes » et séminaires de Master à Pontificiad Javeriana Universidad de Cali, Colombia, juin 2013
- Assayag, G., Conférence invitée au Nouveau Festival Centre Pompidou sur OMax et le langage, Duspelarjuschack? / Sprüllerjuchskchechkerch?, avec Georges Bloch, février 2013
- Assayag, G., Keynote speaker, European Lisp Symposium 2013 - (ELS <13), Madrid, 3-4 juin 2013
- Assayag & al, dissémination OMax/SoMax/ImproTek, concerts 2013
- Les Rencontres du Numérique de l'ANR, 17 et 18 avril 2013, Cité des sciences et de l'industrie, Paris, avec G. Bloch, C. Bonnefoy, R. Fox, G. Assayag ;
  - Journées nationales du Développement Logiciel JDEV 2013, 4-5-6 septembre 2013 à l'École polytechnique, avec G. Bloch, C. Bonnefoy, R. Fox, G. Assayag ;
  - Festival Novart Bordeaux 2013, festival des arts de la scène, 16 novembre 2013, avec Bernard Lubat, Marc Chemillier, Benjamin Lévy et Jérôme Nika ;
  - Concert création pour dix-huit musiciens, Carine Bonnefoy, 18 au max, CNSMDP, 23 octobre 2013, avec Laurent Bonnasse-Gahot, Georges Bloch, dans le cadre du doctorat en composition.
- Bresson J.: Computer-Aided Composition, Sound Synthesis/Processing in OpenMusic, the Re Orso project. Composition Colloquium, Department of Music, UC Berkeley, 6/09/2013
- Bresson J.: The current and future state of computer-aided composition. CNMAT/UC Berkeley, USA. Co-sponsored event by the Townsend Center for the Humanities and the Department of Music. 11/09/2013
- Bresson J.: OpenMusic presentation at the Department of Music at Columbia University, New York, USA. 19/09/2013.
- Bresson J.: MaMuX – Mathématiques, Musique et Relation aux autres disciplines. Rencontres du Réseau National des Systèmes Complexes (RNSC), Évian, 17/10/2013
- Bresson J., Bouche D., Vinjar A. : OM 6.7 – Architecture audio – Version Linux. Ateliers du Forum Ircam, 20/11/2013
- Cont, A. présentation/démo au 20<sup>ème</sup> anniversaire du Prix La Recherche
- Cont, A. & Cuvillier, P., Echeveste, J. Giavitto J.-L., Jacquemard F
- Antescofo est lauréat de la 3<sup>ème</sup> édition des Nouveaux Objets de la France Industrielle ;
  - Antescofo a été présenté publiquement devant le ministère de l'Industrie avec une démonstration avec Marilène Schaff (The Voice) ;
  - Salon MIF, novembre 2013 ;
  - « Fête des Sciences » at Forum des Halles and UPMC (septembre 2013) ;
  - Revue DocScience n°15 (à destination des lycéens).
- Garcia, J., Vers des partitions interactives pour l'aide à la composition et à l'analyse musicale, 27 juin 2013 à La Sorbonne pour Symposium/ Workshop Music Notation #1
- Garcia, J., conférence invitée CIRMMT Workshop on designing interaction, November 5, 2:00-5:00pm Room A832
- Giavitto, J.-L. Conférence introductive. Rencontres interdisciplinaires de Rochebrune: « La preuve et ses moyens » 13-19 janvier 2013
- Giavitto, J.-L., Andreatta, M. « Analyse formelle des concepts, Q-analyse et programmation spatiale: quelques aspects philosophiques du nœud mathématique/musique/ informatique » Séminaire MaMuPhi, l'École Normale (février 2013).
- Giavitto, J.-L. « Écriture du temps et de l'interaction en informatique musicale », séminaire Philosophie de l'informatique, de la logique et de leurs interfaces, Centre Cavallès, École Normale, (mars 2013).
- Giavitto, J.-L. Modélisation spatiale et approche géométrique en musique”, Journées nationales du RNSC (octobre 2013).
- Giavitto, J.-L. « Simultanéité, succession et durée dans l'interaction musicale en temps-réel », séminaire MaMus Temps, rythme et arithmétique, (décembre 2013).
- Giavitto, J.-L. débat public suivant la projection du film « Codebreaker: Alan Turing » with C. Villani and G. Berry au cinéma Grand Action.
- Giavitto, J.L. En tant que rédacteur en chef de TSI, interview de Gérard Berry, Bernard Chazelle, Paul Braffort, etc.

#### ■ Organisation de séminaires et conférences

Séminaire MaMuX (Coordination J. Bresson, H. Caure, P. Esling)

<http://repmus.ircam.fr/mamux/>

Depuis 2012 le séminaire MaMuX est soutenu par le Réseau National des Systèmes Complexes

dans le cadre des réseaux thématiques du RNSC. 10 séances ont été organisées en 2013 dont une accueillie par l'Université de Perpignan Via Domitia.

- 11 janvier 2013: « Fractales: théories et applications musicales ». Avec la participation de Alain Le Méhauté (Physical Department, Kazan Federal University Tatarstan Russia/Institut Franco Québécois), Nicolas Darbon (université de Rouen), Franck Jedrzejewski (CEA - INSTN) et José Luis Besada (Universidad Complutense de Madrid)

- 1<sup>er</sup> février 2013 : « Représentation des signaux sonores numériques : perspectives pour l'interprétation et la manipulation musicale ». Séance organisée en collaboration avec Josselin Minier et Jean-Marc Chouvel, avec la participation de Pierre Couprie (MINT-OMF/université de Paris-Sorbonne) et Alain Bonardi (université Paris-8/Ircam)
  - 22 mars 2013 : « L'esthétique des nombres : modèles combinatoires, groupes et théorie des graphes ». Séance organisée à l'occasion de la sortie du livre *Looking at Numbers*, de Tom Johnson et Franck Jedrzejewski, avec la participation de Gilbert Delor
  - 5 avril 2013 : « Mathématiques et représentations spatiales ». Avec la participation de Laurent Najman (université Paris-Est/ESIEE), Gérard Ligozat (LIMSI/CNRS – université Paris-Sud), Anton Freund (Ludwig-Maximilians-Universität München) et Moreno Andreatta (Ircam – CNRS)
  - 6 mai 2013 (séance hors programme) : « PCSLIB: a Pure Data Library for pitch class analysis and composition ». Oscar Pablo Di Liscia (Universidad Nacional de Quilmes, Argentine)
  - 24 mai 2013 : « Recherche opérationnelle – Optimisation combinatoire ». Avec la participation de Christoph Dürr (LIP6, CNRS/université Pierre et Marie Curie), Philippe Esling (Department of Genetics and Evolution, University of Geneva), Daniel Schell (compositeur) et Ola Rinta-Koski
  - 13 septembre 2013 : Séance hors-les-murs à Perpignan. Avec la participation de Carlos Agon (UPMC/Ircam), Emmanuel Amiot (CPGE Perpignan), Moreno Andreatta (CNRS/Ircam, Gilles Baroin, Hélianthe Caure (ENS/IRCAM), Philippe Esling (UPMC/Ircam)
  - 4 octobre 2013 : « Analyse, modèles, cognition ». Avec la participation de Jônatas Manzolli (NICS, Université de Campinas, Brésil) et Charles de Paiva (Ircam/UPMC, Université de Campinas), Alexandre Popoff et Shihab Shamma (University of Maryland)
  - 8 novembre 2013 : « Di Vino : Liens entre musiques et œnologie ». Avec la participation de Christophe Lavelle (CNRS/Muséum national d'histoire naturelle), René Wytenbach (Visual Wine) et Nicolas Vérin (Université de Californie, San Diego)
  - 6 décembre 2013 : « Temps, rythme et arithmétique ». Avec la participation de Philippe Riot, Alain Le Méhauté (Université Fédérale de Kazan, Russie), Jean-Louis Giavitto (Ircam – CNRS) et Karim Haddad (Ircam)
- Groupe de travail AFIM « Les nouveaux espaces de la notation musicale » Coordination D. Fober (Grame), P. Couprie (MINT-OMF, université Paris-Sorbonne), J. Bresson (Ircam), Y. Geslin (INA/GRM)
- Symposium / Workshop Music Notation #1. Maison de la recherche – Université Paris-Sorbonne le 27 juin 2013 Avec la participation de Alice Tacaille (Université Paris-

Sorbonne), Dang Nguyen Bac (ENS Lyon), Clarisse Bardiot (UVHC – CNRS), Guillaume Marais (Association Rekal), Véronique Alexandre Journeau, Mathieu Chailloux (Ircam – UPMC), Jérémie Garcia (Université Paris Sud – Ircam), Carlos Agon (Ircam – UPMC), Yannick Chapuis, Thomas Coffy (Ircam – INRIA), José Echeveste (Ircam – UPMC), Marlon Schumacher (IDMIL, DCS, CIRMMT - McGill University), Jean-Louis Di Santo, Gabriel Shalom, Bertrand Merlier (université Lumière Lyon-2) et Emile Ellberger

Séminaire Brillouin, direction A. Cont et A. Dessein dans le cadre du projet MuTant.: Géométrie de l'information avec LIX et Thales (plus de 80 participants)

Spatial Computing Workshop (SCW'13) co-chair : J.-L. Giavitto, S. Dulman (Univ. de Delft), A. Spicher (univ. de Paris-Est), M. Virooli (Univ. Bologna); satellite workshop of AAMAS 2013, St-Paul Minesota, USA, 6 mai 2013

GSI'13 : First International Conference on Geometric Science of Information. Co-organisé par Jesu Angulo, Frédéric Barbaresco, Silvere Bonnabel, Arshia Cont, Franck Nielsen (program chair). Organisation locale par l'École des Mines, l'Ircam, Thales et SEE. Cette première conférence internationale dans le domaine a attiré 150 participants et les proceedings ont été publiés par Springer. L'Ircam a organisé une session spéciale sur l'Audio et la Musique ainsi qu'une soirée spéciale à l'Ircam.

#### ■ Participation à des comités et à des jurys

Agon, C. Membre de la commission des thèses et HDR, Ingénierie UPMC, Paris.

Agon, C. Jury pour les bourses de thèse de l'ED EDITE, Paris.

Assayag, G., membre du comité de pilotage de la conférence SMC (Sound and Music Computing)

Assayag, G., membre du comité de pilotage de la conférence JIM (Journées d'Informatique Musicale)

Assayag, G., membre du Conseil d'administration de l'AFIM (Association française d'informatique musicale)

Assayag, G., membre du comité d'experts de l'Agence Nationale de la Recherche programme ContInt

Assayag, G., membre du comité de programme pour ICMC

Assayag, G., membre du conseil de l'EDITE (UPMC), du conseil scientifique de l'UFR 919 (ingénierie, UPMC)

Assayag, G., membre des sociétés savantes Society for Mathematics and Computation in Music, FWO research Society, AFIM

et Membre du comité éditorial de

- Journal of Mathematics and Music, Mathematical and Computational Approaches to Music Theory, Analysis, Composition and Performance, Official Journal of the Society for Mathematics and Computation in Music, Taylor & Francis Ltds

- Journal of New Music Research, Taylor & Francis Ltds
- Bresson, J., membre du comité de programme pour ICMC
- Bresson, J., membre du Conseil d'administration de l'AFIM (Association française d'informatique musicale)
- Cont Arshia.: Cours du Collège de France, Informatics of Time and Events invité par Gérard Berry, June 2013; Invited keynote in Seoul (South Korea) on Antescofo, November 2013; Keynote in GSI, Grenoble in December 2013; Invited speech and demonstration for the 20th anniversary of Prix La Recherche; CHI workshop on Models of Time with Jean-Louis Giavitto and Florent Jacquemard, April 2013.
- Giavitto, J.-L., Rédacteur en chef Technique et Science Informatique (TSI) Lavoisier-Hermes.
- Giavitto, J.-L., Co-responsable du pôle Langage du GDR Génie de la programmation et du Logiciel.
- Giavitto, J.-L., Expertise auprès du programme FET de la communauté européenne, 2011-2013
- Giavitto, J.-L., Comité d'évaluation et suivi des projets pour le programme DEFI de l'ANR, 2010-2013
- Giavitto, J.-L., Conseil scientifique du LIFO, Orléans (depuis 2010)
- Giavitto, J.-L., Membre du conseil doctoral de l'ED S&I, Evry
- Giavitto, J.-L., Jury pour les bourses de thèse de l'ED S&I, Evry
- Giavitto, J.-L., Comité scientifique de la revue Influxus
- Giavitto, J.-L.: Comité de programme de Rencontres interdisciplinaires de Rochebrune: «La preuve et ses moyens» 13 au 19 janvier 2013; Digital Entertainment Technologies and Arts (DETA) track at GECCO 2013, 6-10 July 2013, Amsterdam, The Netherlands NICSO 2013 The VI International Workshop on Nature Inspired Cooperative Strategies for Optimization, September 2-4, 2013 Canterbury, United Kingdom; HaPoC 2013 2nd International Conference on the History and Philosophy of Computing 2013. 28th - 31st October 2013, 27/11/13 4/9 École Normale Supérieure, Paris; MeCBIC 2013 7th Workshop on Membrane Computing and Biologically Inspired Process Calculi, 7th July 2013, Riga, Latvia
- Giavitto, J.-L.: Rapporteur sur les thèses de M.. Obrovac (IRISA) de A. Ajouli (LINA)
- Giavitto, J.-L.: Rapporteur sur l'habilitation de Arnaud Banos (Sorbonnes)
- Giavitto, J.-L.: Comité de sélection UPMC
- Jacquemard F.: Comité de sélection Inria center Lille
- Jacquemard F., examinateur à la thèse de Vincent Hugot, «Tree Automata, Approximations, and Constraints for Verification, Tree (Not-Quite) Regular Model-Checking», University of Franche-Comté, September 2013
- Jacquemard F., comité de thèse d'Emil Mircea Andriescu «Dynamic synthesis and deployment of mediation protocols in collaborative mobile environments», UPMC, Inria and the SME Ambientic, november 2013
- **Activités d'enseignement**
- Agon, C., M2 Atiam, UE Paradigmes de programmation en informatique musicale (18h CM)
- Agon, C., M2 Atiam, UE Insertion professionnelle (9h CM + 15h TD)
- Agon, C., M1 STL UPMC, UE Composants 40h TD
- Agon, C., M1 STL UPMC, UE Implantation d'un langage de programmation (40h TD)
- Agon, C., L3 STL UPMC, UE De XML aux arbres (15h TD)
- Agon, C., L3 STL UPMC, UE Techniques événementielles et réactives (8h CM + 16h TD)
- Agon, C., L3 STL UPMC, UE Modèles de programmation et interopérabilité des langages (8h CM + 16h TD)
- Andreatta, M., Introduction à la Musicologie Computationnelle, Master Atiam, UE MSV, octobre-septembre 2013
- Andreatta, M., Musique Algorithmique, Master Atiam, UE MSV, novembre 2013
- Andreatta, M., Méthodes Mathématiques pour l'Informatique Musicale, Atiam, Ircam, février 2013
- Andreatta, M., Bresson, J.: Module «Modèles mathématiques/informatiques pour la création musicale», Master 2 AST (Art, Science et Technologie), PHELMA/INP Grenoble, 9-10/01/2013 (12h)
- Bresson, J.: Formation professionnelle Ircam «OM expert»: Introduction à la programmation par objets en Common Lisp et dans OM - Création d'une bibliothèque externe. 11/03/2013 (3h)
- Bresson, J.: OpenMusic training workshop. CNMAT UC Berkeley, USA. 13-15/09/2013 (12h)
- Bresson, J., Jérémie Garcia: Directions de recherche actuelles en composition assistée par ordinateur. Ircam Coursus de composition et d'informatique musicale, 9/12/2013 (1h30)
- Bresson, J.: Composition assistée par ordinateur avec OpenMusic. Master Atiam UPMC Paris6/Ircam, module «création musicale contemporaine», 11/12/2013 (3h)
- Cont, A., Audio Technology Review, 2h/week, L3, Paris Superior Conservatory of Music (CNSMDP), France
- Cont, A., Machine Learning for Music, 15 hours, M2, UPMC/ATIAM, France
- Garcia, J., Design and Evaluation of Interactive Systems (30h TD), (Wendy Mackay en prof responsable), décembre 2012--> février 2013, M1 HCID, M2R HCI et M2Pro Paris-Sud
- Giavitto, J.-L.: Spatial Computing, module de 16h au master de l'Université de Cali
- **ÉQUIPE ANALYSE DES PRATIQUES MUSICALES**
- **Articles parus dans des revues à comité de lecture**
- [BarthelCalvet13b] Barthel-Calvet, A.S., «Archéologie d'une œuvre: analyse et présentation des carnets de jeunesse de Xenakis», Revue de Musicologie, 2013, vol. 98, n° 1, pp. 43-84

- [Bonardi13a] Bonardi, A., «Copier/coller ou recopier? La transmission entre artistes des œuvres musicales avec dispositif numérique», *Technique et science informatiques*, 2013, vol. 32, n° 3, pp. 457-480
- [Donin13e] Donin, N., «Vers une musicologie des processus créateurs», *Revue de Musicologie*, 2013, vol. 98, n° 1, pp. 5-14
- [GinotSlacik13a] Ginot-Slacik, C., Magalhaes, M., «Con altri mondi: Música Viva – Vienne, Rio de Janeiro, Venise», *Dissonance*, Mars 2013, n° 121, pp. 28-34
- [Sprenger-Ogana13a] Sprenger-Ohana, N., Tiffon, V., «Traiettorie, l'atelier dans l'atelier du compositeur Marco Stroppa», *Revue de Musicologie*, Vol. 98, n° 1, pp. 193-220.
- [Tiffon13b] Tiffon, V., «Copies d'hier et d'aujourd'hui: variations sur les usages de la copie en musique», *Médium*, n° 32/33, pp. 218-231

#### ■ Communications avec actes dans un congrès national

- [Feron13a] Féron, F.-X., «Genèse et notation des modes de jeu dans Pression (1969-70/2010) pour un violoncelliste d'Helmut Lachenmann», *Tracking the Creative Process in Music 2013*, Montréal, 2013
- [Feron13b] Féron, F.-X., «Illusions et ambiguïtés sensorielles dans les arts sonores et visuels», 'The medium is the message'. *Son – Image – Geste: une interaction illusoire?*, Plaisir, 2013
- [Magalhaes13a] Magalhaes, M., «Incontri: a presença do grupo Música Viva na Itália», *Encontro Nacional de Investigação e Música*, 1-3 novembre 2013, SPIM, Palácio da Cidadela, Caisais, Portugal, 2013, 2013
- [Vincent13a] Vincent, A., Bonardi, A., Bachimont, B., «Étude des processus compositionnels: un langage pour représenter les processus de production sonore», *Journées d'informatique musicale 2013*, Saint-Denis, 2013, pp. 9-18
- [Zattra13a] Zattra, L., «Les origines du nom de RIM (Réalisateur en informatique musicale)», *Journées d'Informatique Musicale (JIM 2013)*, Saint-Denis, 2013, pp. 113-120

#### ■ Communications sans actes dans un congrès international ou national

- [Goldszmidt13a] Goldszmidt, S., «Développer une application Django», *Pytong*, Toulon, 2013
- [Goldszmidt13b] Goldszmidt, S., «Formsets imbriqués», *Djangocong*, Belfort, 2013

#### ■ Ouvrages scientifiques ou chapitres d'ouvrages

##### Ouvrages scientifiques

- [BarthelCalvet13a] Barthel-Calvet, A.S., Tiffon, V. (eds.), *Revue de Musicologie*, 2013, vol. 98, n° 1: TCPM2011
- [Donin13a] Buch, E., Donin, N., Feneyrou, L., (eds.), *Du politique en analyse musicale* (Paris: Vrin), 2013

- [Donin13b] Donin, N., Feneyrou, L., *Théories de la composition musicale au xx<sup>e</sup> siècle* (Lyon: Symétrie), 2013
- [Feneyrou13a] Feneyrou, L., *Silences de l'oracle: autour de l'œuvre de Salvatore Sciarrino*, Paris, CDMC, 2013
- Chapitres d'ouvrage
- [BarthelCalvet13c] Barthel-Calvet, A.S., «The Messiaen-Xenakis Conjunction», *Messiaen Perspectives 2: Techniques, Influences and Reception*, ed. Christopher Dingle & Robert Fallon. (Ashgate), 2013, pp. 175-200
- [BarthelCalvet13d] Barthel-Calvet, A.S., «Le regard de Xenakis sur Debussy», *Regards sur Debussy*, ed. Myriam Chimènes et Alexandra Laederich. (Fayard), 2013, pp. 517-531
- [BarthelCalvet13e] Barthel-Calvet, A.S., «La fin d'œuvre chez Xenakis: enjeux narratifs», *La fin d'œuvre en musique – Sens et signification entre création et réception*, ed. Grégoire Caux & Mathias Roger. (Delatour), 2013
- [Bonardi13b] Bonardi, A., «Pérenniser pour transmettre, transmettre pour pérenniser - Destins de l'œuvre mixte interactive: autour de En Echo, pièce de Philippe Manoury», *Musique et Technologie – Préserver, archiver, re-produire*, ed. Evelyne Gayou. (Institut National de l'audiovisuel, Paris), 2013, pp. 105-126
- [Donin13c] Donin, N., Feneyrou, L., «Introduction», *Théories de la composition musicale au xx<sup>e</sup> siècle* (Symétrie), 2013
- [Donin13d] Buch, E., Donin, N., Feneyrou, L., «Introduction», *Du politique en analyse musicale* (Vrin), 2013
- [Donin13f] Donin, N., «L'auto-analyse, une alternative à la théorisation?», *Théories de la composition musicales au XX<sup>e</sup> siècle* (Symétrie, Lyon), 2013
- [Feneyrou13b] Feneyrou, L., «Addenda sur Schoenberg», *Théories de la composition musicale au xx<sup>e</sup> siècle* (Symétrie), 2013
- [Feneyrou13c] Feneyrou, L., «Notre Mozart», *Ernesto Napolitano, Mozart. Vers le Requiem. Les récits du bonheur et de la mort* (Delatour), 2013
- [Feneyrou13d] Feneyrou, L., «Pierre Boulez», *Théories de la composition musicale au XX<sup>e</sup> siècle* (Symétrie), 2013
- [Feneyrou13e] Feneyrou, L., «Sérialismes de l'inachèvement: autour de Jean Barraqué», *Théories de la composition musicale au xx<sup>e</sup> siècle* (Symétrie), 2013
- [Feneyrou13f] Feneyrou, L., «Serialità: Luigi Dallapiccola, Bruno Maderna, Luigi Nono et l'idée sérielle», *Théories de la composition musicale au xx<sup>e</sup> siècle* (Symétrie), 2013
- [Feneyrou13g] Feneyrou, L., «Musiques informelles, musiques négatives: Sylvano Bussotti, Aldo Clementi, Franco Donatoni, Giacomo Manzoni, Franco Evangelisti», *Théories de la composition musicale au xx<sup>e</sup> siècle* (Symétrie), 2013
- [Feneyrou13h] Feneyrou, L., «Jdanovchtchina: du réalisme socialiste comme notion littéraire et musicale», *Théories de la composition musicale au xx<sup>e</sup> siècle* (Symétrie), 2013

- [Feneyrou13i] Feneyrou, L., «Addendum sur le surréalisme», *Théories de la composition musicale au xxe siècle* (Symétrie), 2013
- [Feneyrou13j] Feneyrou, L., «Songs et musiques gestuelles : bertolt Brecht – Hanns Eisler et Paul Dessau», *Théories de la composition musicale au xxe siècle* (Symétrie), 2013
- [Feneyrou13k] Feneyrou, L., «Courbure du temps : une généalogie de la théorie musicale de François Leclère», *L'École de Charleville. François Leclère et son enseignement* (Les 3 Mondes), 2013
- [Feneyrou13l] Feneyrou, L., ««De l'aube à midi sur la mer» selon Jean Barraqué : une analytique de Debussy», *Regards sur Debussy* (Fayard), 2013
- [Feneyrou13m] Feneyrou, L., «Les mélancolies de Salvatore Sciarrino», *Silences de l'oracle* (CDMC), 2013
- [Feneyrou13n] Feneyrou, L., «Salvatore Sciarrino en ses bestiaires», *Silences de l'oracle* (CDMC), 2013
- [Feneyrou13p] Feneyrou, L., «Entre l'écorce et le bourgeon : trois analyses du Refrain de la «Danse sacrée»», *Du politique en analyse musicale* (Vrin), 2013
- [Feneyrou13q] Feneyrou, L., «[Introduction à] Neuf Mélodies de jeunesse de Jean Barraqué», *Neuf Mélodies de jeunesse de Jean Barraqué* (Bärenreiter), 2013
- [Feneyrou13r] Feneyrou, L., «Introduction», *Silences de l'oracle* (CDMC), 2013
- [Tiffon13a] Tiffon, V., «Musique mixte», *Théories de la composition musicale au XXe siècle*, Lyon, Symétrie, pp. 1297-1314.

#### ■ Thèses, mémoires et travaux universitaires

- [Vincent13b] Vincent, A., «Représenter et gérer des connaissances pour la préservation numérique : le cas de la musique créée avec technologie», université de technologie de Compiègne, 2013

Édition scientifique de partition

- Feneyrou, L., *Neuf Mélodies de jeunesse de Jean Barraqué* (Kassel: Bärenreiter), 2013.

#### ■ Traductions

Traductions par L. Feneyrou dans [Feneyrou13a]:

- Angius, M. : «Macbeth. Trois actes sans nom» ;
- Angius, M. : «Le son comme fiction : Studi per l'intonazione del mare» ;
- Misuraca, P. : ««Dal Nulla al Nulla». La poétique du Vide de Salvatore Sciarrino» ;
- Sciarrino, S. : «Notes pour un journal parisien» ; «La couleur du son» ; «Cailles en sarcophage» ; «Le son et le silence» ; «L'espace dans l'esprit» ; «La forme à fenêtres» ; «Perseo e Andromeda, opéra en un acte» ; «Connaître et reconnaître» ; «La mélancolie des études» ; «Envoi».

Traductions par L. Feneyrou dans [Donin13b]:

- Orcalli, A. : «La pensée spectrale» ;
- Vidolin, A. : «Les studios d'électro-acoustique, outils collectifs et traditions nationales».

#### ■ Conférences invitées, interventions, dissémination

##### Diffusion des connaissances

- [Feneyrou13s] Feneyrou, L., «Galina Ustvolskaïa», B.R.A.H.M.S. (Ircam), 2013

Film documentaire

- Féron, F.-X. et Martin, B. «Analyser les processus de création musicale»/«Analysing the process in musical creation», web-documentaire bilingue en quatre chapitres réalisé dans le cadre du projet MuTeC (Musicologie des techniques de composition contemporaines, 2009-2012) soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) et coordonné par Nicolas Donin (Ircam). Voir <http://apm.ircam.fr/page/webdoc/>

##### Comités et expertises

- Barthel-Calvet S. : membre de jury de thèse, City of New York University ; expertise pour : Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale ; membre du comité de lecture de la Revue de Musicologie ;
- Donin N. : membre du Conseil pédagogique du Master Musique, EHESS (direction d'un Master 1, d'un Master 2, membre des comités de sélection et d'allocation de thèse) ; membre du Comité d'organisation et du Comité scientifique de TCPM2013 ; contributions au Comité de rédaction de Genesis: Revue internationale de critique génétique ; contributions au Comité scientifique des Editions Symétrie ; expertises pour : l'Agence Nationale de la Recherche (appel Blanc 2013), Psychology of Music, Résidence 'compositeur en recherche' IRC ;
- Feneyrou L. : Membre de l'Académie Charles Cros ; membre du jury de la Bourse des Muses ; membre de la commission des Arts du Centre national du livre ; membre qualifié de la Fondation Salabert ; membre du Conseil d'administration de L'Itinéraire ; membre du Comité d'expertise du CDMC ; trésorier de l'Association Jean Barraqué ;
- Féron F.-X. : membre du Comité de rédaction de Circuit: Musiques contemporaines ;
- Tiffon V. : membre du Comité de Lecture de la Revue de Musicologie ; membre du comité scientifique des revues Intermédialités, Revue musicale de l'OICRM, So Multiples, DEMéter, Musimédiane ; expertises pour : LabEx Arts-JEH, AERES (comité d'évaluation de l'UMR 8218), Région Ile-de-France, revue Volume !

## ÉQUIPE INTERACTIONS MUSICALES TEMPS RÉEL

### ■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

- [FdiliAlaoui12a] Fdili Alaoui, S., Bevilacqua, F., Bermudez, B., Jacquemin, C., «Dance Interaction with physical model visualization based on movement qualities», *International Journal of Arts and Technologies*, 2013, vol. 4, n° 6, pp. 357-387
- [Boyer13d] Boyer, E., Bevilacqua, F., Phal, F., Hannelton, S., «Low-cost motion sensing of table tennis players for real time feedback», *International Journal of Table Tennis Sciences*, Décembre 2013, vol. 8

### ■ Conférences invitées dans un congrès international ou national

- F. Bevilacqua, Keynote, IHM'13, Conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, November 12-15 2013 – Bordeaux
- F. Bevilacqua, Keynote AFRV 2013, 8<sup>ème</sup> journées de l'Association Française de Réalité Virtuelle, Augmentée, Mixte et d'Intéraktion 3D, Laval
- F. Bevilacqua, Keynote, Audio Mostly Conference 2013, September 18-20 – Piteå, Sweden
- F. Bevilacqua, Keynote, Symposium Enquiry Now/Then: Documenting, Publishing and Disseminating Objects & Experiences, University of Sussex; June 24 2013
- N. Schnell, F. Bevilacqua, Keynote, TEI'13 – Seventh International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction, February 10-13, 2013. Barcelona, Spain
- F. Bevilacqua, Invited talk, UCLIC, University College London, January 30 2013
- F. Bevilacqua, invited talk, Création musicale et jardins #4 - Influences réciproques: de l'action à l'interaction, Paris, CDMC – Centre de documentation de la musique contemporaine, January 26 2013
- D. Schwarz, Keynote Symposium on Sound and Interactivity, Singapour

### ■ Communications avec actes dans un congrès international

- [Bevilacqua13a] Bevilacqua, F., Schnell, N., Rasamimanana, N., Bloit, J., Fléty, E., Caramiaux, B., Françoise, B., «De-Mo: designing action-sound relationships with the mo interfaces», CHI'13, 2013, pp. 2907-2910
- [Bevilacqua13b] Bevilacqua, F., Fels, S., Jensenius, A., Lyons, M., Schnell, N., Tanaka, A., «SIG NIME: music, technology, and human-computer interaction», CHI'13 EA on Human Factors in Computing Systems, 2013, pp. 2529-2532
- [Bevilacqua13c] Bevilacqua, F., Vanzandt-Escobar, A., Schnell, N., Boyer, E., Rasamimanana, N., Hannelton, S., Roby-Brami, A., «Sonification of the Coordination of Arm Movements», *Multisensory Motor Behavior: Impact of Sound*, Hannover, 2013

- [Caramiaux13a] Caramiaux, B., Bevilacqua, F., Tanaka, A., «Beyond recognition: using gesture variation for continuous interaction», CHI EA '13: CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2013, pp. 2109-2118
- [FdiliAlaoui13a] Fdili Alaoui, S., Jacquemin, C., Bevilacqua, F., «Chiseling bodies: an augmented dance performance», CHI'13 Extended Abstract on Human Factors in Computing Systems, 2013, pp. 2915-2918
- [Francoise13b] Françoise, J., Schnell, N., Bevilacqua, F., «A Multimodal Probabilistic Model for Gesture-based Control of Sound Synthesis», *Proceedings of the 21st ACM international conference on Multimedia (MM'13)*, Barcelona, 2013
- [Francoise13c] Françoise, J., «Gesture-Sound Mapping by Demonstration in Interactive Music Systems», *Proceedings of the 21st ACM international conference on Multimedia (MM'13)*, Barcelona, 2013
- [Francoise13d] Françoise, J., Schnell, N., Bevilacqua, F., «Gesture-based Control of Physical Modeling Sound Synthesis: a Mapping-by-Demonstration Approach», *Proceedings of the 21st ACM international conference on Multimedia (MM'13)*, Barcelona, 2013
- [Savary13a] Savary, M., Schwarz, D., Pellerin, D., Massin, F., Jacquemin, C., Cahen, R., «Dirty Tangible Interfaces: Expressive Control of Computers with True Grit», CHI, Paris, 2013, pp. 2991-2994
- [Boyer13b] Boyer, E., Pyanet, Q., Hannelton, S., Bevilacqua, F., «Guiding Motion using a Sound Target», 10th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR) Sound, Music and Motion, Marseille, 2013, pp. 176-189
- [Boyer13c] Boyer, E., Bevilacqua, F., Phal, F., Hannelton, S., «Low-cost motion sensing of table tennis players for real time feedback», 13th International Table Tennis Federation Sports Science Congress, Paris, 2013
- [Boyer13e] Boyer, E., Colin Malagon, L., Bevilacqua, F., Susini, P., Hannelton, S., «Continuous Sound Feedback in Tracking Tasks», *Multisensory Motor Behavior: Impact of Sound*, Hannover, 2013
- [Furfaro13a] Furfaro, E., Berthouze, N., Bevilacqua, F., Tajadura-Jiménez, A., «Sonification of Surface Tapping: Influences on Behavior, Emotion and Surface Perception», *Interactive Sonification Workshop (ISon 2013)*, 2013
- [Schwarz13a] Schwarz, D., «Retexture – Towards Interactive Environmental Sound Texture Synthesis through Inversion of Annotations», *Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR)*, Marseille, 2013, pp. 283-290
- [Schwarz13b] Schwarz, D., «Interacting with a Corpus of Sounds», SI13: NTU/ADM Symposium on Sound and Interactivity, Singapore, 2013

#### ■ Communications avec actes dans un congrès national

[Francoise13a] Françoise, J., Lallemand, I., Artières, T., Bevilacqua, F., Schnell, N., Schwarz, D., « Perspectives pour l'apprentissage interactif du couplage gesteson », Actes des Journées d'Informatique Musicale (JIM 2013), Paris, 2013

#### ■ Communications par affiches dans un congrès national

E. O. Boyer, Q. Pyanet, S. Hanneon, and F. Bevilacqua, « Sensorimotor adaptation to a gesture-sound mapping perturbation » Progress in Motor Control IX (poster), Montreal, Canada, 2013

S. Hanneon, E. O. Boyer, and V. Forma, « Influence of an error-related auditory feedback on the adaptation to a visuo-manual perturbation », Progress in Motor Control IX (poster), Montreal, Canada, 2013

#### ■ Thèses, mémoires et travaux universitaires

[Schnell13a] Schnell, N., « Playing (with) Sound: of the Animation of digitized Sounds and their Reenactment by Playful Scenarios in the Design of Interactive Audio Applications », Institute of Electronic Music and Acoustics, University of Music and Performing, 2013

#### ■ Prix et distinction

Prix ANR du numérique, catégorie « Impact Sociétal » (Agence Nationale de la Recherche)

Grand Prix de l'Innovation de la Ville de Paris 2013 (mention spéciale Design) pour Topophonie Mobile

Nomination au prix IxDA interaction design awards pour l'application DIRT1

Best Doctoral Symposium Paper, Jules Françoise, International Conference ACM Multimedia'13, Barcelona

#### ■ Article de presse et radios

Le Monde, « La musique au bout des doigts », 19 juin 2013

#### ■ Organisation de colloque

International Workshop on Movement and Computing MOCO 2014, Ircam





