

2

1

RAPPORT D'ACTIVITÉ

0

**ircam**

INSTITUT DE RECHERCHE ET  
DE COORDINATION ACOUSTIQUE/MUSIQUE

8



INSTITUT  
DE RECHERCHE  
ET COORDINATION  
ACOUSTIQUE /  
MUSIQUE



# Sommaire

---

## **7 LIGNES DE FORCE 2018**

### **9 LES CHIFFRES CLÉS**

### **10 2018 EN IMAGES**

### **13 RENOUVELER LE CONTINUUM ART-SCIENCE-TECHNOLOGIE**

### **22 RAYONNEMENT TERRITORIAL, NATIONAL ET INTERNATIONAL**

### **26 LES MOYENS FINANCIERS**

## **29 UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE STMS**

### **31 L'ACTIVITÉ RECHERCHE**

31 Les tutelles scientifiques de l'UMR STMS

32 Équipe Analyse des pratiques musicales

36 Équipe Analyse et synthèse des sons

40 Équipe Espaces acoustiques et cognitifs

45 Équipe Interaction son musique mouvement

48 Équipe Perception et design sonores

52 Équipe Représentations musicales

60 Équipe «Systèmes et Signaux Sonores: Audio/ Acoustique, Instruments»

70 Pôle Ingénierie et Prototypes (PIP)

## **73 ANNEXES**

### **74 CONSEIL D'ADMINISTRATION**

### **75 CONSEIL SCIENTIFIQUE**

### **76 ÉQUIPE IRCAM**

### **80 ŒUVRES PRÉPARÉES OU CRÉÉES EN 2018**

### **84 SAISON 2018**

### **86 MANIFESTE 2018**

### **89 TOURNÉES 2018**

### **91 PROJET EUROPE CREATIVE 2018**

### **94 INTERFACE RECHERCHE CRÉATION**

### **99 SÉMINAIRES**

### **101 SOUTENANCES**

### **102 PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS**

### **113 PRINCIPAUX LOGICIELS**

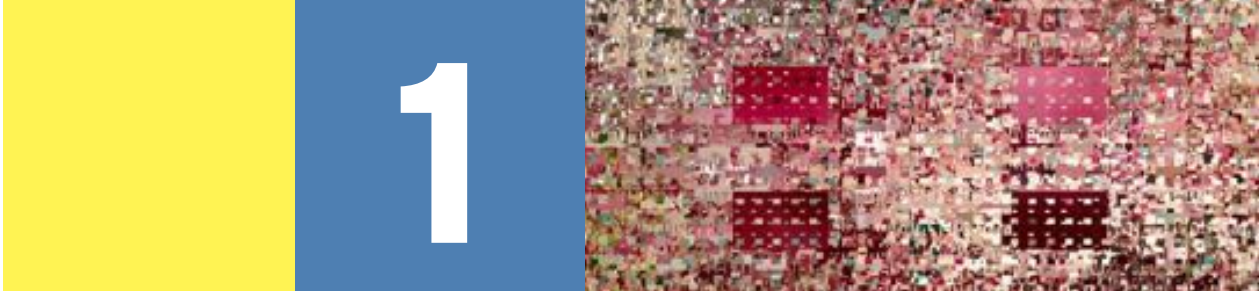
### **116 TRANSMISSION**

### **133 INFORMATIQUE**

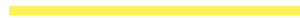
### **134 PÔLE WEB**

### **136 TRAVAUX DE L'ESPACE DE PROJECTION**





# LIGNES DE FORCE 2018







## LES CHIFFRES CLÉS

---

### PERSONNES

---

**175** personnes  
(en équivalent  
temps plein)

### PUBLICATIONS

---

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

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

**20** ouvrages scientifiques  
ou chapitres d'ouvrages

**9** thèses de doctorat  
et HDR

**2018**

### CRÉATIONS: CONCERTS ET SPECTACLES

---

**159** concerts et spectacles  
Dont

**19** en saison

**39** ManiFeste - le festival

**5** ManiFeste - l'Académie

**96** en tournée

**53 788** spectateurs

### DIFFUSION WEB

---

**211 995** visites brahms.fr

**144 465** visites ircam.fr

**48 157** visites forumnet.fr

**71 138** visites  
Ressources.ircam.fr  
Ulysses-network.eu

**475 755** visites

soit **1 303** visiteurs par jour  
en 2018

## 2018 EN IMAGES



**Janvier**  
Brigitte  
d'Andréa-Novel  
nommée Directrice  
de l'UMR STMS



© Mathilda Olmi

**23 janvier**  
Création de *La Fabrique des monstres*  
de Jean-François Peyret au théâtre  
Vidy-Lausanne

**7-9 mars**  
Ateliers du Forum Ircam



**8 mars**  
Rencontres métiers spéciale Journée  
internationale des droits des femmes



**15 mars**  
Thibaut Carpentier distingué par la Médaille  
de Cristal du CNRS



© Christophe Raynaud de Lage

**2 mai**  
Création de *VxH - La Voix humaine* de Roland  
Auzet à Montbéliard



**2-3 mai**  
Rencontres internationales  
du Collegium Musicae: concert et colloque  
Jean-Claude Risset

**18 mai**  
Journée nationale de restitution des Ateliers  
de la création au Centre Pompidou



**19 mai**  
Création d'*Inscape* d'Hèctor Parra  
à Barcelone



**6-30 juin**  
Festival ManiFeste-2018 « Coder le monde »  
en lien avec l'exposition « Coder le monde »  
au Centre Pompidou



**13-16 juin**  
Forum Vertigo « Coder-décoder le monde »,  
dont journée du programme européen  
STARTS Residencies

© Quentin Chevrier

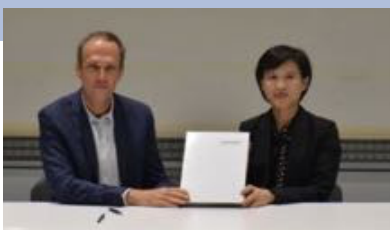


**30 juin**  
Concert final de l'Académie ManiFeste avec l'ensemble ULYSSES

**5 juillet**  
Création de *IDEA* de Sampo Haapamäki au festival Time of music (Finlande)



**16-26 juillet**  
Académie d'été de Darmstadt

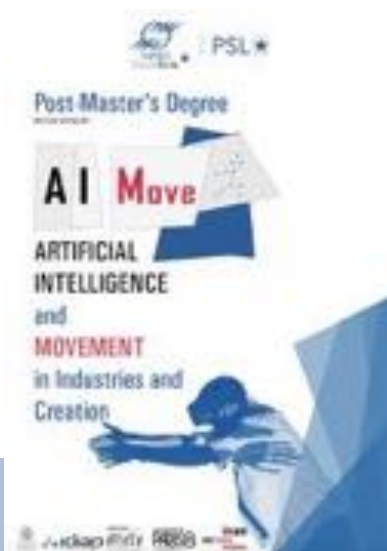


**12 septembre**  
Signature d'un accord de coopération avec le ministère de la Culture de Taïwan pour la constitution du C-Lab



**20 septembre**  
Les projets Renault Symbioz et ABC\_DJ labellisés « Better Sound 2018 » par l'Audio Branding Academy

**23-27 septembre**  
19<sup>e</sup> conférence ISMIR avec Télécom ParisTech



**Octobre**  
Lancement du Mastère AIMove avec MINES ParisTech



**11 octobre**  
BPI Innovation Génération avec les start-up issues du labo

© Studio Tomás Saraceno



**17 octobre-6 janvier**  
« On Air », carte blanche à Tomas Saraceno au Palais de Tokyo

© SWF Classic



**19 octobre**  
Création de *Come play with me* de Marco Stroppa au festival de Donaueschingen

© Quentin Chevrier



**3 novembre**  
Reprise de *Thinking Things* de Georges Aperghis au Centre culturel Onassis à Athènes



**15 novembre**  
Jean-Julien Aucouturier reçoit le prix de l'Emergence scientifique de la Fondation pour l'audition

**10 au 14 décembre**  
Semaine Méridien pour la recherche musicale et artistique



## RENOUVELER LE CONTINUUM ART-SCIENCE-TECHNOLOGIE

---

Fondement de l'identité de l'Ircam, l'articulation entre création artistique, recherche scientifique et production technologique, a fait en 2018 l'objet d'un renouvellement des modalités organisationnelles, portant sur les contenus de la recherche, sur la production artistique et sur leurs formes de médiation publique. Le rendez-vous interne du Méridien, initié en 2017 et concrétisé en 2018, a contribué à ce continuum: soutien croissant aux résidences de recherche des artistes, avec l'extension de partenariats impliquant le ZKM de Karlsruhe et la SAT de Montréal, mobilisation de chercheurs dans des productions prospectives au long cours, thèses de compositeurs permettant un compagnonnage de trois ans avec le laboratoire - ainsi Sasha J. Blondeau, lauréat de La Villa Medici et Daniele Ghisi sur l'apprentissage profond dans la génération et la navigation du matériau sonore. Les rendez-vous les plus marquants de la saison, repris ci-dessous, incarnent ce nouveau continuum, autant que les grandes thématiques de recherche, prioritaires en 2018 et qui sont exposées dans la suite.

### LE FESTIVAL MANIFESTE-2018 DE L'IRCAM - «CODER LE MONDE»

Du 6 au 30 juin

Centre Pompidou et salles partenaires: Philharmonie de Paris, Centquatre-Paris, La Villette, la MC93, le T2G, Le Nouveau Théâtre de Montreuil, l'Église Saint-Merri.

Apprentissage entre vivants et machines, apprentissage profond et non supervisé dans l'informatique, désapprentissage des acquis, l'intrigue du festival s'est jouée entre l'intelligence humaine et l'algorithme. Cette problématique qui croise celle de «l'authorship», a dessiné le fil conducteur du festival, sous forme de spectacles musicaux comme la création *Thinking Things* de Georges Aperghis - apprentissage homme-robot- en ouverture, ou *la Fabrique des Monstres* de Jean-François Peyret et Daniele Ghisi, spectacle inspiré par Frankenstein et présenté à la MC 93. La question de l'auteur et de l'unicité d'une signature se retrouve au sein d'œuvres collectives de grand format (Marko Nikodijevic et Robert Henke) ou encore dans les Ateliers In Vivo animés par Daniel Jeanneteau et Heiner Goebbels.



© Quentin Chevrier

Georges Aperghis, *Thinking Things*



© Ircam, photo Deborah Lopatin

Florentin Ginot

Plus de 20 concerts, spectacles et installations ont réuni une centaine d'artistes dont Georges Aperghis, Roland Auzet, Jeanne Balibar, Natasha Barrett, Franck Bedrossian, Sivan Eldar, Robert Henke, Ryoji Ikeda, Irène Jacob, Helmut Lachenmann, Donatienne Michel-Dansac, OpenEndedGroup, Hector Parra, Jean-François Peyret, Angelin Preljocaj, Rebecca Saunders... les jeunes compositeurs, compositrices et interprètes de l'Académie de l'Ircam ainsi que de grandes figures de la recherche. Le festival a permis l'essor de l'ensemble européen Ulysses lors d'un concert final réunissant Helmut Lachenmann, Michael Jarrell, Beat Furrer et les solistes de l'Ensemble InterContemporain. Enfin ManiFeste 2018 inscrit son action de production et de soutien à l'émergence artistique dans un maillage étroit avec des partenaires du Grand Paris (Gennevilliers, Bobigny, Montreuil), et avec tout le territoire national par le principe de reprises des œuvres créées chez les partenaires de l'Ircam.

## LE FORUM VERTIGO DE L'IRCAM - «CODER-DÉCODER LE MONDE»

Du 13 au 16 juin

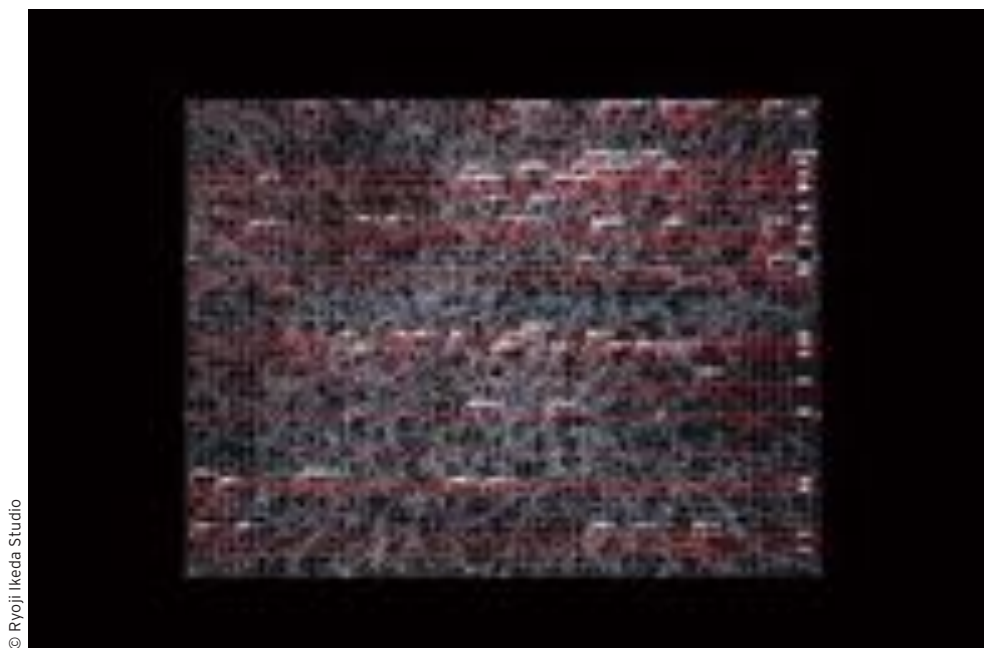
Centre Pompidou, Petite salle et Forum -1

Zoom sur le présent vertigineux, Vertigo propose une série de rencontres internationales sur l'actualité et les enjeux sociétaux de l'art dans ses relations aux sciences et technologies. Pour sa deuxième édition, en lien avec les expositions «Coder le monde» et «Ryoji Ikeda» au Centre Pompidou, le Forum Vertigo réunissait plus de 80 intervenants - artistes, chercheurs, intellectuels, industriels et responsables institutionnels - autour de l'état de l'art de la création contemporaine dans ses usages du code : production algorithmique du matériau, nouvelles écritures et support heuristique à la créativité, dynamicité des notations et formalisation de l'interaction, etc. Cette réflexion s'est avérée particulièrement aiguë et actuelle avec la généralisation des technologies d'intelligence artificielle, ouvrant de nouveaux procédés de génération automatique à partir de l'apprentissage massif de collections de contenus. Ces questions ont été débattues dans le cadre de sessions thématiques - *Algorithmique, art et société, Coder le corps, Intelligence artificielle et générativité, Code et littérature, Architecture et design, Arts visuels, musique et interaction* ainsi que d'un débat de société sur le thème *Code et intelligence artificielle: de nouveaux maîtres pour la connaissance et la création ?*



© Romain Etienne, Item

Claire Bardane, Adrien Mondot, *Hakanai*



Autre actualité des relations renouvelées entre art, science et technologie, la journée du 15 juin a été consacrée aux avancées du programme européen STARTS Residencies organisée par le projet VERTIGO, avec la présentation des résidences issues de son premier appel, l'annonce des 17 lauréats de son second appel et un débat confrontant responsables industriels aux projets STARTS en cours sur le rôle des artistes dans l'innovation.

La collaboration accrue entre l'Ircam et le Centre Pompidou s'est également traduite, pour la première fois, par une participation de l'Ircam au commissariat de l'exposition « Coder le monde » pour sa composante musicale (par Moreno Andreatta, directeur de recherche CNRS dans le laboratoire STMS de l'Ircam) ainsi que par la production d'installations signées Nathasha Barrett, Openendedgroup ainsi que Daniele Ghisi pour la reprise de *An experiment with time*.

## ENTRETIEN

## AVEC BRIGITTE D'ANDRÉA NOVEL - Extraits

Directrice de l'Unité Mixte de Recherche « Sciences et Technologies de la Musique et du Son » (Ircam-CNRS-Sorbonne Université-Ministère de la Culture / UMR 9912).



Ingénieure et directrice de recherche en automatique, Brigitte d'Andréa-Novel était professeur à MINES ParisTech depuis 1992 et responsable de l'équipe « Systèmes de Contrôle Avancés » au sein du centre de Robotique de l'école.

En janvier 2018, elle est nommée directrice de l'UMR « Sciences et Technologies de la Musique et du Son » (Ircam-CNRS-Sorbonne Université-Ministère de la Culture / UMR 9912), ainsi que professeur à Sorbonne Université, chargée de cours en Contrôle et Robotique, une discipline qui trouve des applications dans le domaine du contrôle actif des instruments de musique.

Brigitte d'Andréa-Novel est aussi pianiste de haut niveau, passionnée de pédagogie.

**Musicienne, vous vous attachez à concilier science et musique et avez été amenée à collaborer avec les équipes de l'Ircam au long de votre parcours.**

Dès mon plus jeune âge, j'ai étudié le piano, l'harmonie et l'analyse et je pratique toujours avec bonheur la musique de chambre aujourd'hui.

Je dois bien avouer qu'il m'a été très difficile de choisir, comme on est si souvent obligé de le faire dans notre pays, entre « mathématiques et musique », tant j'avais le sentiment que ces deux voies étaient indissociables et relevaient d'une même pratique intellectuelle. Heureusement, les esprits évoluent, et l'on peut se réjouir par exemple de l'existence du parcours « Sciences et Musicologie » de Sorbonne Université qui permet à des bacheliers scientifiques pouvant justifier d'un bon niveau de pratique musicale de poursuivre un bi-cursus jusqu'en licence.

À l'École des Mines de Paris, où de nombreux étudiants sont musiciens et où j'organise d'ailleurs le festival « Musiques aux Mines », j'ai créé un enseignement pluridisciplinaire « Acoustique-Informatique-Musique » (AIME). De ce cours est issu un ouvrage\* écrit avec Benoît Fabre (acousticien au LAM,

SU) et Pierre Jouvelot (informaticien à MINES ParisTech) qui présente les travaux autour de la synthèse par modèles physiques, l'estimation et le contrôle des instruments à vent.

Mais mes premières collaborations avec l'Ircam remontent aux années 1992. Avec des chercheurs de l'équipe « Analyse et synthèse des sons » nous avons en effet collaboré sur le contrôle de l'équation des ondes avec dérivées fractionnaires en temps, modélisant les effets de pertes visco-thermiques dans les guides d'ondes. Sur le plan applicatif, ces recherches ont pour objectif de développer des modèles mathématiques issus de la physique pour représenter avec précision la dynamique d'instruments à vent, à la fois pour une meilleure analyse du comportement acoustique et dans un but de contrôle automatique en temps réel.

**Quels sont vos projets pour l'unité mixte de recherche Sciences et Technologies de la Musique et du Son ?**

Comme dans le cas de nombreux laboratoires nationaux, nous nous devons de diversifier nos sources de financement, suite aux diminutions de crédits provenant de l'ANR. Les chercheurs de l'Ircam sont déjà récompensés par très bons taux de réussite dans les appels à projets européens; je souhaite les encourager dans ce mouvement. Le dépôt d'ERC et la participation à des projets de chaires industrielles ou de mécénat seraient également légitimes étant donné la qualité des recherches menées dans le laboratoire.

J'ai également la volonté de consolider les actions d'ouverture du laboratoire vers le public non spécialiste en tenant compte de l'évolution des pratiques musicales, notamment en composition, qui s'orientent vers une démocratisation des savoirs et des technologies. Aujourd'hui, avec le développement des standards (MIDI, MP3...) et des logiciels de synthèse, de séquençage et de composition, chacun peut construire son « home studio ». L'Ircam doit anticiper ce bouleversement des formes de créativité artistique et plus généralement renforcer les liens entre chercheurs et compositeurs.

À côté des aspects logiciels, il faut aussi prendre en considération la démocratisation des technologies issues des dispositifs de captation des mouvements, qui permettent de développer des nouveaux SmartInstruments, pour certains à coût modéré. Il est donc essentiel de poursuivre la stratégie d'innovation en encourageant le dépôt de brevets auprès des chercheurs, en s'appuyant notamment sur le CNRS et la DIRE (Direction de l'Innovation et des Relations avec les Entreprises), ainsi que la création de start-up issues de cette valorisation.

Je crois qu'il est important également de « mixer » la musique avec les autres médias du spectacle vivant: théâtre, images, cinéma... Cela incite à investiguer les problématiques de la vision artificielle et du traitement d'images à base de caméras 3D par exemple, et plus généralement de la réalité virtuelle et augmentée. Il serait donc intéressant pour l'UMR STMS de se rapprocher de laboratoires spécialisés dans le domaine.

\* éditions Presses des Mines, 2005.



## ÉVALUATION DU NOUVEAU PROJET POUR L'UMR STMS

2018 marque une étape importante pour les activités de recherche de l'Ircam. Celles-ci, portées par l'unité mixte de recherche « Sciences et Technologies de la Musique et du Son » (STMS) que l'Ircam héberge en tant que tutelle principale en collaboration avec le CNRS, Sorbonne Université et le ministère de la Culture, sont à présent intégrées dans la Faculté des Sciences de Sorbonne Université, nouvelle entité issue de la fusion en janvier 2018 des universités Paris 4 et Paris 6 (UMPC). Les excellents résultats de l'évaluation scientifique, conduite en 2018 par l'HCERES, ont permis d'attester de l'interaction féconde entre recherche scientifique, développement technologique et création musicale contemporaine rendue possible dans le contexte de l'Ircam. Ils soutiennent le renouvellement de son projet scientifique pour la période quinquennale 2019-23, porté par Brigitte d'Andréa-Novel, professeure détachée de l'École des Mines de Paris à Sorbonne Université et directrice de l'UMR STMS depuis 2018 avec Jean-Louis Giavitto, directeur de recherche au CNRS et directeur-adjoint de l'UMR STMS, selon trois axes d'étude :

- *L'atelier du son* aborde le phénomène sonore comme un phénomène physique mais aussi comme une information numérique engageant des techniques mathématiques et informatiques ;
- *Le corps musicien* vise la musique et le son perçus et produits par des humains qui interagissent avec un environnement, une machine ou d'autres êtres humains. Le sonore ne se réduit plus à une vibration, mais devient un véhicule permettant l'interaction, qui est produit par un corps biologique et qui agit sur les individus et les comportements ;
- *Les dynamiques créatives* abordent la musique et la question de la créativité musicale à travers ses représentations et ses formalisations.



Brochure UMR

Ces trois champs, qui parcourent les sept équipes disciplinaires du laboratoire, traversent le monde sonore et musical dans sa dimension physique et numérique, sa perception et sa production par un sujet humain, en lien avec les enjeux de création et de créativité.

Le soutien de l'Ircam à l'UMR s'est traduit en 2018 par l'ouverture de deux postes de chercheurs, consécutifs à plusieurs départs, avec le recrutement de Rémi Mignot dans l'équipe Analyse/synthèse sur les recherches sur l'indexation musicale (*MIR - Music information retrieval*) et de Benjamin Matuszewski dans l'équipe Interaction son musique mouvement sur l'interaction collective et les technologies du web audio.

## CRÉATION D'UN SITE WEB POUR L'UMR STMS

[www.stms-lab.fr](http://www.stms-lab.fr)

En 2018, à l'occasion du renouvellement de son projet scientifique, l'Unité mixte de recherche Sciences et technologies de la musique et du son se dote pour la première fois d'un site web. A la fois nouvel outil de communication scientifique et lieu de ressources en ligne, il permet à l'UMR d'affirmer une identité spécifique en direction des communautés de recherche académique et industrielle, et de gagner ainsi en notoriété.



### ■ Une nouvelle identité pour l'UMR STMS

Avec son propre nom de domaine et sa charte graphique spécifique, le site STMS-LAB présente le laboratoire comme une entité singulière: il est clairement placé sous la tutelle conjointe du ministère de la Culture, du CNRS, de Sorbonne Université et de l'Ircam.

### ■ Un portail de la recherche scientifique

#### Un espace labo

Vitrine des activités de recherche scientifique de l'UMR, le site STMS-LAB s'ouvre sur un espace principal dédié au laboratoire, présentant 4 grands items:

- Le laboratoire, son fonctionnement, son personnel
- La recherche: projets, publications, logiciels
- Les actualités du labo (séminaires, soutenances de thèse, colloques, réunions de projet, participations aux événements artistiques...)
- Les équipes

### 7 espaces équipes

Cette quatrième entrée «équipe» comprend 7 espaces dédiés à chacune des 7 équipes, avec un menu librement modulable selon les activités de chacune: axes de recherche, membres, projets, publications, actualités, logiciels, enseignement...

Ces espaces sont destinés à remplacer les anciens mini-sites des équipes de recherche pour les intégrer au sein d'un parcours utilisateur cohérent, qui se déploie autour du cœur du laboratoire.

Le site du laboratoire a aussi vocation à servir d'outil de communication interne (intranet) avec des pages dédiées et sécurisées grâce une gestion fine et dynamique des droits d'utilisation.

### ■ Un principe éditorial collaboratif et des contenus de haut niveau

Conçu avec les équipes scientifiques (le projet final fait suite à une enquête interne sur leurs besoins), le site STMS-LAB sera éditorialisé au quotidien par les équipes scientifiques, en toute autonomie. La direction de l'UMR gère l'espace labo et chaque équipe le sien, selon un principe éditorial collaboratif et ascendant.

Les contenus publiés seront principalement scientifiques; ils sont destinés à la communauté de recherche internationale.

### ■ Une place à part mais intégrée à l'écosystème web de l'Ircam

On le voit, le site STMS-LAB occupe une place singulière dans l'écosystème web de l'Ircam, par son autonomie, son rattachement aux quatre tutelles du laboratoire, son principe éditorial collaboratif et surtout le caractère technique et spécialisé de ses publications.

Il prolonge le site institutionnel qui présente de manière globale et à destination du grand public les activités de l'UMR que l'Ircam héberge. Le site [www.ircam.fr](http://www.ircam.fr) s'adresse en effet à un public d'internautes le plus large possible. A un autre bout de la chaîne, STMS-LAB trouvera un prolongement, pour toutes les applications artistiques des équipes scientifiques, dans le site [forum.ircam.fr](http://forum.ircam.fr), qui est une plateforme collaborative pour la recherche et la création artistique.

Le site [www.stms-lab.fr](http://www.stms-lab.fr) se déploiera pleinement en 2019, après sa prise en main par ses équipes. Ce projet s'inscrit dans le cadre d'un vaste chantier, conduit de 2014 à 2019, de modernisation des sites web qui ont vocation à être des vitrines de l'Ircam et des portes d'entrée à ses multiples activités (institutionnelles, scientifiques, événementiels/artistiques).

## RENOUVELLEMENT DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DE L'IRCAM

Dans un contexte d'évolution des thèmes de recherche et de leur organisation à l'Ircam, la nécessité d'une réforme du conseil scientifique de l'Ircam, instance statutaire relevant de son conseil d'administration, était identifiée depuis plusieurs années. Celle-ci, portant sur ses missions, sa constitution et ses modalités d'organisation a été effectuée au cours de l'année 2018 en dialogue avec son président Gérard Berry, en préparation de sa prochaine session qui s'est tenue les 8 et 9 janvier 2019. Les missions du conseil scientifique de l'Ircam évoluent: il ne s'agit plus tant d'un travail d'évaluation, mené périodiquement par l'HCERES (Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur) que d'une expertise sur les enjeux stratégiques de la recherche de l'UMR. La constitution des membres du conseil a également fait l'objet d'un important renouvellement (9 nouveaux membres dont 4 femmes), afin de refléter l'évolution des thématiques abordées, en prévoyant aussi la participation au cas par cas d'experts extérieurs. L'organisation sous forme de rencontre tous les deux ans à l'Ircam est maintenue, mais elle se concentre à chaque session sur des thématiques particulières, relevant de l'actualité des problématiques de la recherche. Pour la session de janvier 2019, les thématiques sélectionnées ont été l'intelligence artificielle et le design sonore.

## DES CHERCHEURS RÉCOMPENSÉS

Plusieurs chercheurs se sont distingués en 2018 en recevant de prestigieux prix:

- Jean-Julien Aucouturier, chercheur du CNRS en sciences cognitives dans l'équipe Perception et design sonores a reçu le prix de l'Emergence scientifique de la Fondation pour l'audition pour ses recherches fondamentales sur les émotions dans la parole et la musique. Son approche originale permettra d'intégrer la dimension sociale du langage à la compréhension de l'audition.
- Patrick Susini, responsable de l'équipe Perception et design sonores a reçu le prix Chavasse pour ses travaux sur l'articulation entre l'utilité et la beauté dans la pratique du design sonore.
- Thibaut Carpentier, ingénieur d'études dans l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs est récompensé par la Médaille de Cristal du CNRS pour ses travaux de conception, de développement et de diffusion de systèmes audionumériques innovants dédiés à la spatialisation des sons.

L'équipe Perception et design sonores a reçu en 2018 plusieurs distinctions: une nomination à l'*International Sound Award* organisé par l'*Audio Branding Academy* et l'attribution du label de «*Better Sound 2018*».

## INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET CRÉATIVITÉ

L'année 2018 marque à plusieurs titres un tournant dans le rôle joué par les techniques d'intelligence artificielle dans les recherches de l'Ircam. Ce terme regroupe plusieurs champs thématiques développés à l'Ircam de longue date dans différents projets de recherche: inférence symbolique pour l'aide à la composition et la générativité en contexte d'improvisation interactive, apprentissage automatique pour l'indexation musicale, pour la reconnaissance et le suivi de geste, pour le suivi de partition, etc. Les dernières années ont cependant connu une évolution fulgurante de méthodes reposant sur l'utilisation de réseaux de neurones profonds sur de larges corpus de données, dont les applications, tant pour l'analyse que pour la génération de contenus, remettent profondément en cause les méthodes existantes.

Ceci concerne en premier lieu nombreux travaux à l'Ircam en traitement de signal, les performances d'algorithmes fondées sur des modélisations étant dépassées par celles orientées données: tant dans le domaine MIR (*music information retrieval*) que pour les méthodes de séparation de sources, de transcription, de synthèse ou de transformation vocale, de nouvelles recherches ont été lancées sur le sujet dans l'équipe Analyse/synthèse. Dans le champ des interactions homme-machine, l'équipe Interaction son musique mouvement est à la pointe d'une thématique émergente, l'ap-

prentissage interactif (*interactive machine learning*), intégrant des fonctions d'apprentissage dans la boucle action/perception avec une nouvelle thèse sur l'apprentissage par renforcement et l'organisation d'un colloque international les 8-9 juillet sur le thème *Human-Machine Collaboration in Embodied Interaction*.

Ces méthodes font aussi l'objet de plusieurs thèses établissant des liens entre structurations continues et symboliques de l'espace des sons, proposant de nouvelles heuristiques de représentation et de manipulation au service de nouvelles approches créatives: ils s'organisent dans le cadre d'un nouvel axe de recherche ACIDS (*Artificial Creative Intelligence and Data Science*) de l'équipe Représentations musicales. Les travaux liés à ce thème ont reçu le *Best Presentation Award* de la conférence internationale ISMIR 2018 (Philippe Esling) et le prix du meilleur stage de l'École polytechnique 2018 (Clément Tabary). Un champ d'application de ces travaux, l'aide à l'orchestration, a connu d'importantes avancées en 2018 faisant l'objet d'une collaboration étroite avec l'université McGill de Montréal, avec le démarrage du projet ANR international Makimono, le lancement du réseau international ACTOR fédérant un grand nombre de laboratoires couvrant les différents champs scientifiques liés à l'orchestration et l'aboutissement de plusieurs logiciels d'aide à l'orchestration: la livraison du logiciel Orchids et le développement du logiciel Orchidea en collaboration avec l'HEM de Genève. Dans un autre champ d'investigation de ces travaux pour la créativité artificielle, l'achèvement du projet ANR DYCI2 s'est traduit par plusieurs avancées dont le développement de la bibliothèque Dyci2Lib formalisant les différents modèles de séquences symboliques reposant jusqu'à présent sur des logiciels différents. Ces récents résultats de recherche ont été utilisés pour la production *Lullaby* de Pascal Dusapin classifiant et agrégeant des mélodies de berceuses issues d'une grande base de données constituée par des contributions du public.

## DESIGN SONORE ET INTERACTION

Intégré en 1999 comme discipline émergente à l'Ircam à la demande du ministère de la Culture, le design sonore mobilise différentes composantes de son expertise - ingénierie technologique, création sonore, psychoacoustique et sciences cognitives - au service d'une production du son dans ses caractéristiques à la fois fonctionnelle et esthétique. Les projets dans ce domaine se sont multipliés sous diverses formes, à la fois dans les secteurs de l'automobile et des transports (collaboration pluriannuelle avec Renault), du luxe (aboutissement en 2018 du premier volet de collaboration avec Krug sur la constitution d'une expérience de dégustation augmentée par la musique), contrôle d'ambiance sonore en salle de réanimation et en salle d'attente, dispositifs d'interaction/geste son pour la rééducation fonctionnelle, etc.), de la sonification d'expositions ou des situations d'interaction musicale, notamment en contexte collectif. L'organisation de ces activités a connu en 2018 plusieurs changements importants, avec le lancement d'un Atelier Design regroupant plusieurs designers professionnels et destiné à répondre aux sollicitations de nos partenaires privés pour les aspects de production. Sur le plan scientifique, le projet prévoit un nouvel axe de recherche de l'équipe Perception et design sonores visant à confronter la spécificité du design sonore au champ des recherches en design et plus largement des recherches en art. Il s'appuie par ailleurs sur de nouvelles méthodes de corrélation inverse pour la caractérisation sémantique des sons et l'établissement d'un lexique sonore. Sur le plan technologique, l'équipe Interaction son musique mouvement a contribué à l'achèvement avec succès du projet européen Rapid-Mix, au perfectionnement des bibliothèques de reconnaissance de geste et d'interaction collective à base de web audio (*CoMo-Elements*) et à de nombreuses applications sur l'interaction collective dans les domaines artistiques (une création de Sampo Haapamäki et l'installation de Jean-Luc Hervé pour l'exposition La Fabrique du Vivant) et pédagogiques, avec notamment l'organisation de plusieurs ateliers à l'académie de Darmstadt et le démarrage du projet EmoDemos soutenu par la Philharmonie de Paris sur l'étude des compétences sensori-motrices dans les orchestres d'enfants DEMOS.



© Krug

Salle de dégustation de la maison de champagne Krug



© DR

Renault Symbioz Sound Design

## SPATIALISATION SONORE

On peut noter plusieurs aboutissements conséquents en 2018 dans ce domaine, se traduisant par une mise à jour majeure du logiciel Spat dans sa version 5 avec en particulier une refonte de son système de messages et de routage multicanal et par la diffusion du logiciel commercial Spat Revolution dans la collection Ircam Tools en collaboration avec Flux:: et par la commercialisation de l'application Holophonix intégrant le Spat par la société Amadeus. Sur le plan de la recherche, parmi de nombreuses avancées, le projet européen Orpheus s'est achevé dans l'année, démontrant l'important potentiel à venir des formats objet pour les industries culturelles et le projet ANR Rasputin, consacré à la simulation interactive de salles dans les situations de navigation, a été initié. Ces travaux ont donné lieu à de nombreuses collaborations artistiques, dans le cadre notamment des productions de Roland Auzet, de Natasha Barrett, de Robert Henke et de Matthias Pintscher.

## RAYONNEMENT TERRITORIAL, NATIONAL ET INTERNATIONAL

---

Centre de recherche scientifique et de création musicale, l'Ircam est reconnu à l'international comme un acteur de référence dans les interactions art-sciences. Parallèlement à ses missions fondamentales de recherche et de création, il est aujourd'hui fortement engagé dans le partage de ses modèles de connaissance, ses savoir-faire et ses technologies. Lieu de formation pour les jeunes artistes, de ressources pour les acteurs du spectacle vivant qui viennent y bénéficier des dernières innovations, il transmet les projets artistiques réalisés mais également les produits issus de son laboratoire aux professionnels à travers sa politique de valorisation industrielle.

En 2018, ces activités à fort impact sociétal se sont déployées au sein de nouvelles dynamiques européennes que l'institut a activement contribué à créer.

### LES CRÉATIONS DU FESTIVAL MANIFESTE-2018 EN TOURNÉE

Trois créations ont particulièrement contribué au rayonnement artistique de l'Ircam en Région et à l'international, tout en révélant la grande diversité des formes et des esthétiques qui sont élaborées dans les studios de l'Institut :

*Thinking Things* de Georges Aperghis, à Paris, Donaueschingen et Athènes ;

*La Voix humaine*, spectacle de Roland Auzet, à Montbéliard, Paris, Lyon, Perpignan et Saint Nazaire ;

*Inscape* d'Héctor Parra, pour orchestre symphonique et électronique à Barcelone, Paris, Lille, Cologne.



© Christophe Raynaud de Lage

Roland Auzet, VxH - *La voix humaine*

### ULYSSES, UN ENSEMBLE EUROPÉEN COORDONNÉ PAR L'IRCAM

S'inspirant des parcours des musiciens classiques qui sillonnaient l'Europe à des fins de formation et d'enrichissement de leur pratique, le réseau ULYSSES réunit sous l'impulsion de l'Ircam une quinzaine d'institutions européennes autour de la promotion et la professionnalisation du jeune compositeur. Avec la constitution de l'Ensemble ULYSSES, le réseau a franchi un nouveau cap l'année dernière, en dirigeant ses efforts vers les jeunes interprètes - toujours dans le domaine de la musique d'aujourd'hui. 2018 a été l'année de consolidation du projet de l'Ensemble ULYSSES. Il a circulé d'avril à septembre entre plusieurs académies européennes : IDEA-International Divertimento Ensemble Academy, Fondation Royaumont, ManiFeste, Gaudeamus, IEMA.

Dans le cadre de l'académie de ManiFeste-2018, organisée par l'Ircam, 19 jeunes musiciens venus des cinq continents ont bénéficié de l'expertise des membres de l'Orchestre philharmonique de Radio Feance et de l'Ensemble intercontemporain qui furent leurs coaches.



© Quentin Chevrier

Ensemble Ulysses

## DÉPLOIEMENT ET SUCCÈS DU PROJET EUROPÉEN H2020 VERTIGO

Soutenu par le programme STARTS (Science, Technology and the ARTS) de la Commission européenne, le projet européen VERTIGO, coordonné par l'Ircam, pilote le programme STARTS Residencies qui organise des résidences d'artistes avec des projets de recherche technologique dans toute l'Europe à des fins d'innovation. Ce programme est sans précédent tant dans son ampleur (45 résidences soutenues sur trois ans et demi) que dans les nouvelles formes de collaboration qu'il promeut entre artistes et chercheurs et qui ont donné lieu à l'établissement d'un cadre méthodologique original. Celui-ci concerne d'abord les appels à candidatures, organisés en deux étapes sollicitant d'abord la participation de projets de recherche ou sociétés technologiques intéressés à accueillir des artistes, puis celle de ces derniers sur la base d'une proposition artistique reposant sur l'un des projets technologiques et faisant optionnellement appel à des producteurs soutenant cette collaboration par des moyens additionnels. L'autre volet méthodologique concerne le suivi des résidences une fois acceptées, comprenant différentes étapes formalisées intégrant la communication des avancées à différents stades. La sélection est organisée en trois appels annuels et les travaux des lauréats du premier appel ont été pour la première fois présentés au public en juin à l'occasion de l'édition 2018 du Forum Vertigo (cf supra). Le premier bilan est très positif sur les modes de collaboration qui se sont établis, tout en ne portant à ce stade que sur un nombre limité de résidences. Les avancées globales du programme se sont traduites par une évaluation positive de la Commission européenne et par une large diffusion dans le cadre de différents événements publics en Europe et dans le reste du monde. Les second et troisième appels ont été achevés au cours de l'année 2018 et l'ampleur grandissante du programme s'est traduite par le doublement des candidatures présentées au troisième appel (72 projets technologiques et 164 candidatures artistiques) pour une vingtaine de résidences à sélectionner.



© Tom Mestic

© Maria Castellanos et Alberto Valverde

Atlas

The Plants Sense

## INGÉNIERIE CULTURELLE POUR LA CONSTITUTION DU C-LAB À TAIWAN

Dans le contexte de la création, au cœur de Taipei dans un vaste espace issu d'une ancienne base militaire, d'un centre culturel et technologique, le C-Lab, l'expertise de l'Ircam a été sollicitée pour assister l'équipe de préfiguration dans ses choix organisationnels et stratégiques. Un protocole d'accord a été signé à Paris à l'occasion de la visite de la ministre de la Culture, Madame Cheng Li-chiun. Cette expertise, qui va mobiliser l'ensemble de la direction de l'Ircam au cours de l'année 2019, se fonde sur son expérience organisationnelle et programmatique articulant production et diffusion culturelles avec recherche et technologies de pointe. L'enjeu est particulièrement intéressant pour l'Ircam, à la fois dans la formalisation rendue nécessaire par l'exportation de son propre modèle, dans son adaptation à un contexte institutionnel, culturel et technologique sensiblement différents et par les nouvelles collaborations qui pourront en découler dans le continent asiatique.



Signature du Memorandum of Understanding entre l'Ircam et la Ministre de la culture taïwanaise

## ATELIERS DE LA CRÉATION

Un programme d'action culturelle à vocation sociale, conçu par l'Ircam et la DPU qui se déploie partout en France.

À la croisée des arts visuels, des arts du son et des nouvelles technologies, les Ateliers de la création sont destinés aux élèves des lycées professionnels et agricoles. Les lycéens sont activement impliqués dans le processus de création d'une œuvre dont ils deviennent les médiateurs lors d'une restitution locale et d'une journée nationale au Centre Pompidou.

Un réseau « Ateliers de la création » s'est constitué et réunit aujourd'hui 9 Régions.

En 2018, l'axe de développement prioritaire fut la Région Rhône-Alpes-Auvergne où cinq Ateliers de la création se sont déroulés. Le modèle s'exporte également à l'international, en Grèce notamment depuis l'an passé, avec le soutien de Creative Europe.



## **L'IRCAM, ACTEUR DE LA RÉVOLUTION DU SON : LE PROJET DE LA CRÉATION D'UNE FILIALE DE COMMERCIALISATION**

Les actions de valorisation se sont poursuivies à un rythme soutenu: outre les avancées mentionnées plus haut sur la spatialisation, la validation du renouvellement de la collaboration avec le groupe Universal Music et le développement d'une nouvelle version du logiciel Ircam TS/ Audiosculpt avec le renouvellement de son équipe de développement.

Les consultations initiées en 2017 dans la perspective de la constitution d'une filiale de commercialisation de l'Ircam ont pris une nouvelle ampleur, grâce à un soutien du ministère de la Culture dans le cadre de l'AMI Culture Patrimoine et Digital du Programme d'Investissement d'Avenir (PIA). Tout au long de l'année, en collaboration avec un groupe de consultants, a été mené un chantier d'analyse de l'existant, d'interviews et d'études de marché, qui ont abouti à des préconisations détaillées sur les marchés et produits à cibler. Ces travaux se sont poursuivis avec le recrutement de Nathalie Birocheau portant le dossier de soumission à l'appel à manifestations d'intérêt du PIA3 en vue de la création d'une filiale de commercialisation, qui a été déposé à la Caisse des dépôts et consignations fin 2018. La proposition de valeur pour le futur retenu pour la filiale, déploie le « pouvoir » du son en tant que :

- interface homme-machine (transformation du son et de la voix, synthèse vocale, text-to-speech);
- environnement (spatialisation du son, écoute immersive);
- data (indexation, recommandation musicale).

Cette future filiale de commercialisation permettra à l'Ircam d'amplifier son impact sociétal et à terme, de renforcer son propre modèle de financement.

## LES MOYENS FINANCIERS

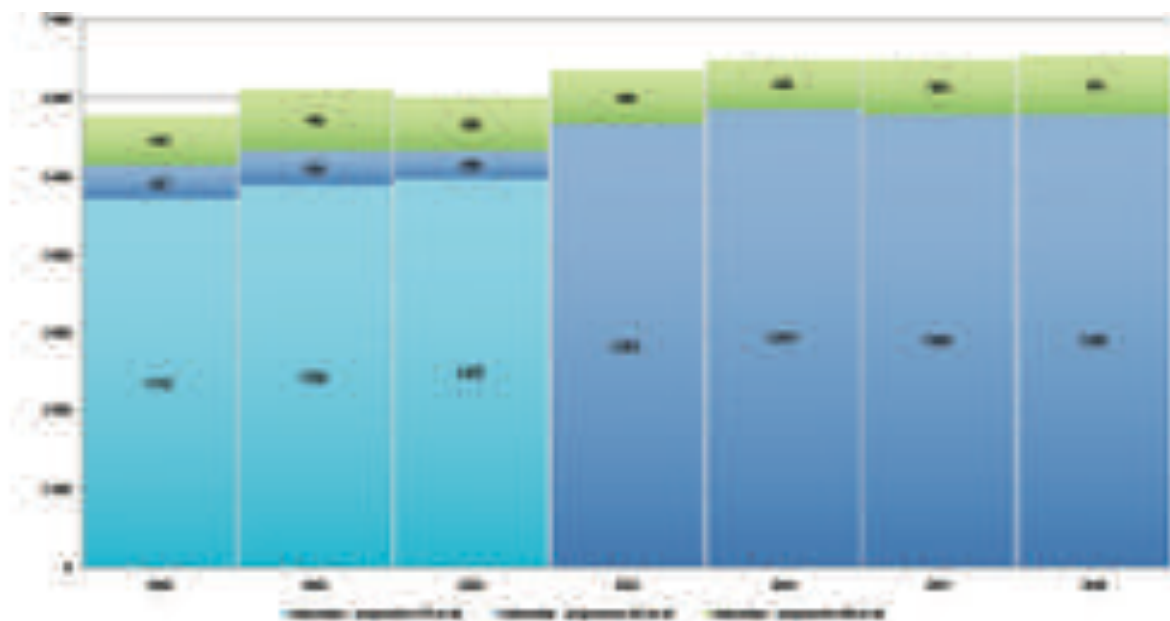
### BUDGET DE L'IRCAM 2018 (EN K€)

Fonctionnement			
Dépenses		Recettes	
Personnel	6 975	Subvention de l'État	6 388
Autres charges	4 969	Subvention recherche (ANR Europe)	2 706
Résultat exercice	8	Prestations de service	1 024
		Partenariat & mécénat	143
		Prestation en nature du CP	978
		Autres produits	713
<b>Total</b>	<b>11 952</b>		<b>11 952</b>

Équipement			
Dépenses		Recettes	
Insuffisance d'autofinancement	0	Capacité d'autofinancement	8
Matériel audiovisuel	112	Subvention de l'État	315
Matériel informatique	277	Subvention sur projets	74
Divers	173	Prélèvement en fonds de roulement	165
Apport en fonds de roulement	0		
<b>Total</b>	<b>562</b>		<b>562</b>

Le budget 2018 de l'Ircam s'établit à 11 952 k€ pour son fonctionnement et à 562 k€ pour les investissements.

L'exercice présente un résultat équilibré. Il reste marqué par un niveau très élevé des ressources provenant des contrats collaboratifs issus des succès aux appels à projets émis en France par l'Agence National de la Recherche (ANR) ainsi que ceux émis par la commission européenne. La situation financière de l'institut est fragile.



2018 est la première année de la convention triennale 2018-2020 qui lie l'Ircam à la DGCA, sa tutelle principale depuis 2012.

L'Ircam est subventionné par le ministère de la Culture. L'institut est rattaché depuis 2012 au programme 131 du Ministère destiné à soutenir la création artistique. L'Ircam a bénéficié chaque année du dégel budgétaire.

La subvention est étale depuis 17 ans. Son évolution entre 2000 et 2018 indique une importante stagnation. En appliquant « l'indicateur du pouvoir d'achat » de l'euro publié par l'INSEE (25,13 %), la réduction du pouvoir d'intervention issu de la subvention s'élève à 820 k€, qui se répercute directement dans les activités de recherche, création et transmission.

Par ailleurs, jusqu'au second semestre 2020, en raison des travaux de désamiantage de l'Espace de Projection, les activités publiques de l'Ircam doivent se dérouler hors les murs, tant pour les productions que pour les expérimentations, pour les forums, l'académie et le festival ManiFeste. Le coût cumulé de la perte d'exploitation de l'Espro et de la logistique liée à la production hors les murs a été évalué à 130 000 € / an et a été intégré au soutien par la subvention depuis 2016.

Un rebasage pour permettre tout à la fois de consolider le projet culturel élargi avec un rééquilibrage de l'emprise des autres tutelles de l'Unité Mixte de Recherche STMS n'a pas encore abouti notamment lors de la discussion portant sur le renouvellement de la convention pluriannuelle.

La subvention issue du programme 186 géré par le Secrétariat général au titre de la mission Recherche présente une base conventionnelle consolidée de 686 k€. Elle bénéficie en 2018 d'un versement supplémentaire de 59 k€. Elle a permis à l'Ircam de consolider un poste de chercheur permanent qui avait été gelé en 2017.

Les financements affectés sur projets scientifiques et les recettes propres restent à un niveau très élevé.

Ces financements sont de 35,09 % du budget (contre 29 % du budget en 2017).

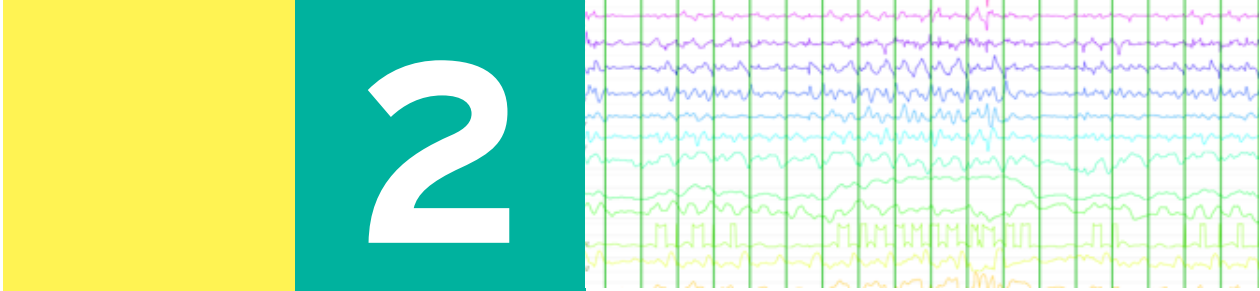
Les financements européens dont bénéficie l'Ircam pour la création et la diffusion artistiques (projet Vertigo, projet Ulysses, projet Interface) contribuent fortement à la réalisation des missions de l'institut.

Les financements sur appels à projets de la recherche issus de l'ANR sont en baisse constante depuis un plateau atteint en 2014.

La valorisation industrielle, notamment par les contrats de licence, a dégagé un montant de 306 k€ en 2018 (très semblable au niveau des 411 k€ atteint en 2017) mais réduit des produits constatés d'avance comptabilisés à partir de cet exercice pour un montant de 125 k€. Elle a ainsi contribué au financement de l'innovation à l'Ircam et à soutenir les emplois permanents.

Le mécénat et le partenariat représentent 143 k€, soit 1,2 % du budget. Les projets artistiques s'inscrivent dès leur conception dans un schéma de mutualisation avec le développement de nombreux partenariats permettant l'aboutissement des projets ambitieux.





# **UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE STMS**

---



## L'ACTIVITÉ RECHERCHE

### LES TUTELLES SCIENTIFIQUES DE L'UMR STMS



<https://www.stms-lab.fr>

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

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 Sorbonne Université 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 Sorbonne Université, elle est intégrée à la faculté d'Ingénierie - UFR 919 relevant du Pôle de recherche Modélisation et ingénierie.

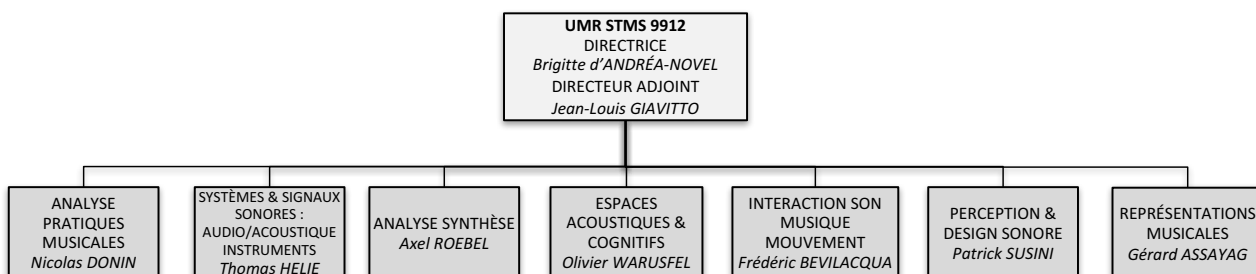
La période contractuelle en cours de l'UMR s'étend de janvier 2014 à décembre 2018.

Directrice: Brigitte d'Andréa-Novel

Directeur-adjoint: Jean-Louis Giavitto

En 2018, le laboratoire est constitué des équipes suivantes:

- APM: Analyse des pratiques musicales;
- A/S: Analyse et synthèse des sons;
- EAC: Espaces acoustiques et cognitifs;
- ISMM: Interaction Son Musique Mouvement;
- PDS: Perception et design sonore;
- RepMus: Représentations musicales;
- S3AM: Systèmes et Signaux Sonores: Audio/Acoustique, instruments;
- ainsi que du Pôle ingénierie et prototypage et du Pôle mécanique.



**ÉQUIPE ANALYSE DES PRATIQUES MUSICALES**

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques	Collaborations artistiques
Chercheurs et ingénieurs statutaires	4	Revue à comité de lecture	10	Nationaux et régionaux ANR MICA ANR WASABI LabEx APDS	3	Oxford University Sorbonne Université (musicologie) Collegium Musicae  University College Cork  Central European University  Editions Bärenreiter	Ensemble Umlaut  Georges Aperghis
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	2	Conférences avec comité de sélection	3	Internationaux	1	McGill/CIRMMT/ACTOR  Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte  Université Paris-I / ACTE	
Doctorants	0	Ouvrages et chapitres	13	Contrats industriels	1		
Stagiaires	1	Thèses de doctorat et HDR	0				

Responsable : Nicolas Donin

**■ Improvisation musicale & action collective (projet ANR MICA)**

Apprendre à improviser ensemble

Clément Canonne, Louise Goupil et Pierre Saint-Germier se sont rendus aux ateliers d'improvisation organisés par le festival Météo à Mulhouse du 20 au 25 août 2018 et ont réalisé une observation participante de trois ateliers différents, doublée d'une documentation audio et vidéo de l'intégralité des séances d'atelier et de la conduite d'interviews avec les enseignants responsables. Deux questions sont au centre de ce travail: d'une part, comment des improvisateurs invités à donner un workshop abordent-ils l'enseignement et la transmission d'une pratique qui n'a pas véritablement fait l'objet d'une codification préalable? D'autre part, peut-on rendre compte des ressources que mettent progressivement en place les étudiants pour apprendre à improviser ensemble? L'observation participante a notamment permis de mettre en évidence la grande variété des dispositifs pédagogiques, qui traduisent autant de visions différentes de ce en quoi consiste l'improvisation et des compétences qui sous-tendent cette pratique: compétences génératives, compétences d'écoute, compétences d'interaction, etc.

Au final, ces ateliers apparaissent comme autant de tentatives pour les enseignants de codifier leur propre pratique et d'en identifier les éléments cruciaux.



Photo tirée de l'expérience filmée sur « Finir une improvisation » (automne 2018).



Comment finir une improvisation? Partage d'objectifs et de coordination émergente dans l'improvisation collective libre

La coordination des musiciens dans les situations d'improvisation libre est-elle uniquement le fait de mécanismes bas-niveaux (boucles d'action-perception, entraînement, *mimicry*, etc.) ou bien implique-t-elle une forme (même minimale) d'intentionnalité collective? C. Canonne, L. Goupil et T. Wolf ont réalisé une expérience pour apporter des premiers éléments de réponse à cette question, en se penchant plus particulièrement sur le cas de la *fin* - envisagée ici comme une situation particulièrement exemplaire des problèmes de coordination qui peuvent se présenter aux musiciens lorsqu'ils improvisent ensemble. 192 improvisations d'environ 3 minutes ont été réalisées par 12 trios différents, selon deux protocoles distincts; s'y ajoutent près de 600 commentaires écrits par les musiciens décrivant la fin de chaque improvisation réalisée. L'analyse des données permettra, d'une part, de comprendre les processus présidant à l'émergence d'objectifs locaux (comme le fait de vouloir finir l'improvisation) et à leur propagation au sein du groupe, et d'autre part, de voir si la coordination des musiciens dépend du degré de partage de ces objectifs au sein du groupe et du type d'intentionnalité qui les sous-tend (individuelle ou collective).

Séminaire EHESS « Improvisation et composition musicales »

Clément Canonne et Nicolas Donin ont animé le séminaire EHESS « *Improvisation et composition musicales: par-delà l'opposition entre notation et action* » pour la deuxième année. Une originalité de ce séminaire consiste à mêler analyse conceptuelle, enquête ethnographique et pratique musicale pour réinterroger la dichotomie reçue entre composition et improvisation. Au cours de l'année 2018, plusieurs musiciens d'envergure ont ainsi été invités à présenter leur travail et à dialoguer avec les membres du séminaire, et notamment :

- Thomas Lacôte (compositeur et organiste titulaire à l'église de la Sainte-Trinité): « *Improviser (ou composer ?) à l'orgue: traités, techniques et pratiques de Dupré à Messiaen* »;
- Lê Quan Ninh (percussionniste) et Philip Thomas (pianiste): « *Indétermination(s): autour du Concert for piano and orchestra et de Composed Improvisation de John Cage* »;
- Alain Savouret (compositeur et pédagogue): « *Retour sur l'enseignement de l'improvisation générative au CNSMDP* »;
- Jean-Luc Guionnet (compositeur et improvisateur): « *Composer l'improvisation ?* ».

■ **Créativités musicales**

WASABI projet ANR

Web Audio Semantic Aggregated in the Browser for Indexation (ANR Générique 2016) - (INRIA, Ircam, Deezer, Radio France, Parisson)

<http://wasabihome.i3s.unice.fr>

- Coordination du projet de recherche pour l'Ircam intégrant des chercheurs des équipes APM et SAS;
- Développement d'une Web audio Plugin API avec l'INRIA;
- Organisation et exploitation de calculs audio effectués chez Deezer;
- Participation à la Web Audio Conférence 2018.

Analyser le collectif dans les processus de création

Les trois objectifs du projet ALCOLL (programme Émergence, Sorbonne Université, 2017-18) ont été remplis: organisation de séminaires de recherche faisant dialoguer l'analyse des processus de création musicale avec différentes approches théoriques de l'action collective (Hyacinthe Ravet, Nicolas Donin); relecture de données issues d'observations de situations de création musicale antérieures (publication en cours de Clément Canonne et Alexandre Robert sur John Tilbury à l'ONCEIM); la réalisation d'une enquête inédite, en l'occurrence une ethnographie du « Coursus de composition et d'informatique musicale » de l'Ircam par Alexandre Robert.

En effet, par son format spécifique (éloigné, par exemple, des leçons individuelles et épisodiques propres aux classes de composition des conservatoires) et par les modalités de socialisation qu'il implique, le « Coursus » était un excellent poste pour observer les façons dont du collectif peut « jouer » dans les pratiques créatrices d'individus singuliers. L'enquêteur ne s'est pas borné à partager avec les étudiants les temps de classe, mais aussi les moments informels de socialisation. Une série d'entretiens a été réalisée: entretiens semi-directifs avec les enseignants portant sur leurs pratiques pédagogiques; entretiens biographiques et séries d'entretiens « de suivi de création » avec les étudiants. Au terme de l'enquête, les pratiques compositionnelles individuelles des étudiants apparaissent indissociables de différentes formes d'influences collectives, telles que les prescriptions professorales (en particulier les logiques singularistes et rationalistes activées par l'équipe pédagogique) et les jugements esthétiques formulés par les pairs.

De l'interprétation

1) *Extension du domaine des modes de jeu.* Dans *Pression* pour un-e violoncelliste, le compositeur Helmut Lachenmann recourt à un système notationnel décrivant les actions que doit produire l'interprète pour obtenir une palette de sonorités riche et variée. En collaboration avec la psychoacousticienne Catherine Guastavino (Université McGill) et le violoncelliste Benjamin Carat (CRR de Bordeaux), François-Xavier Féron a réalisé des analyses acoustiques des modes de jeu afin de révéler les caractéristiques timbrales du résultat sonore et faciliter leur réalisation. Ce projet en cours s'inscrit dans le

projet ACTOR et a été présenté lors du colloque *Timbre is a many-splendored thing* (Université McGill).

2) *Que notent les partitions graphiques et verbales?* C. Canonne et N. Donin ont mis en place un workshop de recherche-crédation avec le quintette Umlaut (Eve Risser, Joris Rühl, Pierre-Antoine Badaroux, Antonin Gerbal, Sébastien Beliah). Plusieurs protocoles de transcription/réalisation de partitions graphiques et verbales ont été expérimentés. Les résultats préliminaires portent sur la différenciation des modes de lecture individuels avant la performance collective.

3) *Diffusion des musiques acousmatiques.* Composées en studio et fixées sur des supports audio, les œuvres acousmatiques sont projetées sur des systèmes de haut-parleurs, ce qui mène à redéfinir les contours de l'interprétation et des instruments dans un contexte musical. En collaboration avec Guillaume Boutard (Université de Montréal), F-X. Féron a mené un projet de recherche interdisciplinaire visant à mieux cerner les enjeux de cette pratique. Les résultats ont fait l'objet d'une communication au cours du colloque *Les lutheries électroniques* (Cité de la musique) et d'un article dans *Journal of Documentation*.

#### Analyse des pratiques du design sonore

Ce projet exploratoire financé par le LabEx CAP (dont l'équipe Analyse des pratiques musicales est partenaire), en collaboration avec l'équipe Perception et Design Sonore, applique au design sonore une méthode d'enquête que nous avons développée à propos des réalisateurs en informatique musicale: prosopographie, questionnaires et entretiens permettent de cerner une profession relativement neuve, aux contours mal connus, et dont l'apport créatif est en voie de reconnaissance (voir détails dans le Rapport d'activité de l'équipe PDS).

#### Structuration de la communauté de recherche

N. Donin a contribué au développement de la communauté de recherche interdisciplinaire sur les processus de création musicale à travers deux initiatives internationales:

- Édition scientifique de *The Oxford Handbook of the Creative Process in Music* (Oxford University Press, à paraître): en 2018, mise en ligne de 7 chapitres inédits sur la plateforme <http://www.oxfordhandbooks.com/>;
- Préparation de la 5<sup>e</sup> édition de la conférence *International Tracking the Creative Process in Music*, prévue du 9 au 11 octobre 2019 à l'Université Nova (Lisbonne).

### ■ Philologie et esthétique des musiques d'avant-garde Musique et politique



Deux articles ont été rédigés par Laurent Feneyrou sur la représentation musicale de la terreur politique: l'un porte sur la Révolution française dans *Per Massimiliano Robespierre* de G. Manzoni (Delatour, en cours de publication); l'autre, sur les années de plomb en RFA, l'éthique protestante et la composition musicale dans *La Petite Fille aux allumettes* de H. Lachenmann (paru dans la revue *Circuit*). En outre, le livre de L. Feneyrou *Le Chant de la dissolution. Tragédies lyriques (1945-1985)* est paru aux éditions de la Philharmonie de Paris, ainsi que le livre, dirigé par L. Feneyrou et A. Poirier, *De la Libération au Domaine musical* (Paris, Vrin).

#### Jean Barraqué: Melos, Musique de scène et La Nostalgie d'Arabella

L. Feneyrou a remis à l'éditeur les corrections de l'édition de *Melos* et une introduction à la partition; ainsi que les corrections de la *Musique de scène* et une introduction à la partition. L'ensemble du matériel d'orchestre des deux œuvres a été révisé. Avec Aurélien Maestracci (Dijon), l'édition de la dernière œuvre encore inédite de Barraqué, *La Nostalgie d'Arabella*, pour voix, trompette, piano et percussion, a été entreprise par L. Feneyrou.

#### Jean-Claude Risset: héritage & pertinence actuelle

N. Donin et F-X. Féron ont participé à l'organisation du colloque et du concert en hommage à Jean-Claude Risset qui se sont déroulés les 2 et 3 mai à l'Ircam. Figure tutélaire des recherches en art/science, Risset a dirigé le premier département d'informatique musicale de l'Ircam lors de son ouverture en 1977 et a suscité de nombreuses vocations dans le domaine pluridisciplinaire que représente l'acoustique musicale. La communication de F-X. Féron dans le cadre de ce colloque a souligné l'impact des recherches de Risset dans le domaine des illusions auditives, tant dans la sphère scientifique que musicale.

#### Frédéric Durieux: Écrits

L. Feneyrou a remis aux éditions Aedam Musicae le manuscrit de son édition critique des écrits de F. Durieux. Le volume comprend une introduction de Ph. Beck sur la poétique de Durieux; une introduction de L. Feneyrou à ses écrits; l'ensemble de ces écrits annotés et classés par ordre chronologique (parmi lesquels un large tiers d'inédits, dont un long entretien); un catalogue complet des œuvres, accompagné de leurs notices.

■ **Nouveaux territoires de la recherche: des *sound studies* à l'écomusicologie**

«Musique, Science, Technologie. Nouveaux objets et nouvelles sources pour les *sound studies*»

Les récents travaux à la croisée de la musique, de la science et des *sound studies* ont montré l'intérêt d'envisager la musique au prisme de l'histoire des sciences et technologies et, réciproquement, la pertinence de la musique comme objet d'étude pour la recherche dans ce domaine. Jusqu'à maintenant, les travaux sur ces questions se sont principalement concentrés sur l'Allemagne, l'Angleterre et les États-Unis. À partir de sources françaises, ce séminaire vise à compléter ces travaux et les porter à une échelle d'analyse transnationale. L'accent a été mis sur les objets et leur circulation - instruments de musique, sonographes, enregistreurs, manuels de science, outils de mesure, etc. Fortement pluridisciplinaire, ce séminaire a permis d'introduire histoire des sciences et *sound studies* à l'Ircam et a débouché sur un workshop international au Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte (Berlin, 12 juillet).

- 16 mars: «Composer les savoirs» (appropriations de la science par les compositeurs)
- 13 avril: «Instruments & outils» (intersections entre laboratoires scientifiques et technologies musicales)
- 4 mai: «Histoires alternatives des médias sonores» (déconstruction des grands récits sur les techniques d'enregistrement audio)
- 18 mai: «La musique comme technique scientifique et thérapeutique»
- 8 juin: «Micros hors du studio» (du terrain ethnographique aux usages du Nagra en passant par la TSF)

Détails: <http://apm.ircam.fr/page/seminaire-musique-science-technologie/>

Rencontres autour d'un ouvrage

Une collaboration avec le département Pédagogie & Action Culturelle a permis de lancer dès l'automne 2017 des rencontres publiques autour d'une actualité éditoriale sur la musique contemporaine. Ces rencontres réunissent intellectuels et professionnels pour un débat d'1h30 à 2h30 accompagné d'une exposition au sein de la Médiathèque et/ou de moments musicaux.

- 26 janvier: «La révolution digitale de la musique contemporaine a-t-elle eu lieu?» conçue et animée par Nicolas Donin avec Daniele Ghisi, Martin Kaltenecker, Jean-Luc Plouvier, Gwen Rouger, Makis Solomos. Cette rencontre a introduit dans le débat esthétique francophone les thèses de Harry Lehmann dans *Die digitale Revolution der Musik. Eine Musikphilosophie* (2013) à l'occasion de la parution de sa traduction française par Martin Kaltenecker (éditions Allia) et en prélude au concert Grand Soir Numérique (Ircam/Philharmonie);
- 11 octobre: «Musique contemporaine et instruments anciens: liaisons dangereuses?» conçue et animée par F.-X. Féron avec Caroline Delume, Laurent Feneyrou, David Hudry, Grégoire Lorieux, Marion Martineau, Maxime

McKinley et Atsushi Sakai. À l'occasion de la parution du numéro «Instrumentarium baroque» de la revue canadienne *Circuit - Musiques contemporaines*, interprètes, compositeurs et musicologues ont débattu des possibilités mais aussi difficultés inhérentes à la composition et à l'interprétation d'œuvres contemporaines destinées à des instruments anciens.

«Arts de la scène et musique à l'âge de l'Anthropocène»

Au cours de sa délégation CNRS au sein de l'équipe, François Ribac a engagé un dialogue entre des acteurs de la musique contemporaine et les enjeux traités par son projet ASMA («Arts de la Scène et Musique à l'âge de l'Anthropocène: engager la sphère culturelle dans la transition socio-écologique») qui vise à rendre patente la façon dont la musique, en tant que pratique, est impliquée dans l'anthropocène et à réfléchir aux moyens par lesquels les usagers et praticiens peuvent contribuer à la réflexion. Ces échanges ont culminé dans deux séminaires internationaux organisés à l'Ircam par F. Ribac, Isabelle Moindrot (Paris-8) et N. Donin:

- 29-30 mai: «Le son de l'anthropocène: natures» s'est focalisé sur l'écomusicologie, nouvelle branche disciplinaire développée aux États-Unis, et ses apports possibles aux répertoires contemporains;
- 12-13 septembre: «Le son de l'Anthropocène: matérialités» (archéologie et histoires de la reproduction sonore et des instruments de musique)

Voir: [reseau-transition.fr/asma-arts-de-la-scene-et-musique-a-lage-de-lanthropocene](http://reseau-transition.fr/asma-arts-de-la-scene-et-musique-a-lage-de-lanthropocene).

## ÉQUIPE ANALYSE ET SYNTHÈSE DES SONS

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques		Collaborations artistiques	
Chercheurs et ingénieurs statutaires	4	Revue à comité de lecture	4	Nationaux et régionaux  ANR TheVoice, ANR WASABI	2	Aalto University (Finland), Acapela Group, AK TU Berlin (Allemagne), AudioGaming, Deezer, Dualo, Dubbing Brothers (Paris), HearDis (Allemagne), ISIR/UPMC, IUAV (Univ. De Venise, Italie), KTH (Univ. De Stockholm, Suède), LAM/UPMC, LIA (Université d'Avignon), LIMS, QMUL, SCREAM National Cheng Kung Univ. (Taiwan), Sony Music France, UPF/MTG (Espagne), UMG, Univ. Huddersfield (Royaume-Uni), Uni. Lumière Lyon 2	Marta Gentillucci, Florian Hecker, Pascal Dusapin		
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	6	Conférences avec comité de sélection	9	Internationaux ABC Dj, Dig That Lick, FUTURE PULSE	3				
Doctorants	7	Ouvrages et chapitres	0	Contrats industriels	6				
Stagiaires	4	Thèses de doctorat et HDR	0						

Responsable : Axel Roebel

Les expériences concernant l'utilisation de l'apprentissage profond commencées en 2017 ont donné des premiers résultats très satisfaisants. Nous avons pu développer une méthode de transcription de la batterie utilisant des réseaux profonds qui a été évaluée favorablement pendant MIREX 2018 où l'une de nos soumissions a obtenu les meilleurs résultats ex aequo avec un autre algorithme d'apprentissage profond. Deux autres éléments très satisfaisants sont nos résultats dans le contexte de l'extraction du chant de la musique où nous avons pu améliorer la qualité de la séparation de presque 1 dB avec des bases de données augmentées en profitant de nos algorithmes de transformation du son. Un dernier exemple des nombreux résultats concerne la synthèse du chant où nous avons pu produire des modèles expérimentaux permettant de synthétiser le signal d'excitation de la parole contrôlée exclusivement par la fréquence fondamentale et l'enveloppe spectrale souhaitée. Les stratégies de contrôle utilisées nous ont permis de travailler avec des bases d'apprentissage de seulement 2h. Même si le système final ne fait pas tout à fait la même chose qu'un système de synthèse de parole (Google Tacotron 2 apprend sur 20h), le résultat nous laisse espérer que nous allons pouvoir améliorer notre système de synthèse de chant en remplaçant le moteur de synthèse par un réseau profond. Les résultats obtenus confirment notre hypothèse selon laquelle pour les recherches en traitement du signal de notre équipe sur des signaux caractérisés par des relations et interdépendances très complexes (parole, musique polyphonique, textures), l'apprentissage profond est une méthode importante nous permettant de gérer ces interdépendances complexes beaucoup mieux que les approches expertes qui ont été au centre de nos recherches jusqu'à maintenant. En

conséquence, nous allons considérablement rediriger nos orientations méthodologiques dans les prochaines années.

### Mouvements du personnel

Geoffroy Peeters (chef de projet MIR) et Charles Picasso (développeur A/S à 50%) ont tous les deux décidé en 2018 de quitter l'Ircam pour se développer ailleurs. Ces deux collaborateurs ont pu être remplacés par l'engagement de Rémi Mignot et de deux développeurs dans l'équipe IMR.

### Développements

Après la fin du projet ChaNTER en 2017 nous avons continué à développer le logiciel de synthèse de chant ISIS pour lequel nous avons mis à disposition des membres du Forum pour la première fois à l'été 2018. Afin de soutenir nos travaux en apprentissage profond, nous avons installé maintenant quatre serveurs de calculs avec 16 cartes GPU et nous avons développé un système de lock des GPU afin de pouvoir facilement partager ces ressources. De plus, nous avons installé 6 stations de travail avec des cartes GPU à usage personnel.

### ■ **Le traitement de la musique**

#### Projet H2020 FuturePulse (thèse Hadrien Foroughmand)

Durant cette première année de thèse, l'étape de préambule a été de collecter et d'indexer les données musicales fournies par le projet FuturePulse. En parallèle une étude bibliographique concernant les différentes méthodes de l'état de l'art dans l'extraction d'information utilisant des réseaux de neurones convolutifs a été menée. Des premiers tests ont été effectués sur ces données comme la mise en place d'une «baseline» pour la classification en genre musical. Dans l'objectif d'améliorer cette classification, des travaux visant à estimer le tempo global d'un morceau de musique ont débuté.

L'ensemble du travail réalisé se base sur des techniques d'apprentissage profond et plus précisément sur l'entraînement de réseaux de neurones convolutifs.

#### Projet ANR Wasabi

(thèse Gabriel Mesquer Brocal)

L'objectif de cette deuxième année de thèse a été de consolider la base de données DALI. Il s'agit d'un ensemble de 5358 morceaux musicaux, avec les paroles et la mélodie alignées en temps sur le signal audio. Le paradigme «professeur-élèves» a été utilisé, et nous avons pu valider son intérêt dans notre cas. La première version a été publiée lors de la conférence internationale ISMIR 2018. Une seconde version contenant 7756 morceaux a été développée et sera bientôt disponible. Enfin, cet ensemble de morceaux a été utilisé pour améliorer la reconnaissance de structure musicale informée par le signal et le texte des paroles. Ce travail a été réalisé en collaboration avec INRIA.

#### Estimation de description musicale par apprentissage profond

(thèse EDITE Alice Cohen-Hadria)

Deux principaux axes ont été étudiés. (1) Détection de voix chantée basée sur un modèle ConvNet pour la création de la base DALI (en collaboration avec Gabriel Mesquer-Brocal) : afin d'affiner notre modèle, un paradigme «professeur-élèves» est utilisé, menant à un modèle état de l'art de la détection de voix chantée. (2) Séparation de sources par réseaux de neurones : l'utilisation de réseaux de neurones se heurte aux quantités de données disponibles. Nous avons donc étudié les stratégies «d'augmentation de données» pour la problématique de séparation de source (augmentation réalisée notamment avec le logiciel SuperVP). Les modèles entraînés avec ces bases de données augmentées ont des meilleures performances que ceux entraînés sur de petites bases de données non augmentées.

#### Transcription automatique de mélodie dominante

(projet H2020 ABC\_DJ, Pierre Laffitte)

Dans le cadre du projet ABC\_DJ, une méthode de transcription automatique de la mélodie principale a été implémentée. Cette tâche consiste à détecter à chaque instant d'un enregistrement polyphonique les hauteurs de notes caractérisant la mélodie dominante. Cette méthode, inspirée de la littérature, repose sur l'apprentissage d'un réseau de neurones récurrent à partir d'une représentation spectrale spécifique, la HCQT.

#### L'estimation de motifs mélodiques en Jazz

(projet DigThatLick, Dogac Basaran)

Nous avons développé un système performant d'estimation de mélodie dominante. L'approche utilisée est composée d'un pré-entraînement basé sur un modèle Source-Filtre et une Factorisation en Matrice Non-négative (SF-NMF), et d'un Réseau de Neurones Convolutif et Récurrent (CRNN). L'analyse SF-NMF fournit une représentation initiale de la saillance de la fréquence fondamentale déjà très efficace, et le modèle CRNN produit ensuite l'estimation finale de cette fréquence fonda-

mentale en exploitant l'information temporelle. Nous avons pu obtenir des résultats comparables à l'état de l'art pour une complexité réduite et un ensemble d'apprentissage plus faible.

#### Détection de cover-version

(thèse de Guillaume Doras, financement CIFRE SACEM)

Dans le but d'automatiser la détection de reprises musicales, un premier travail a été la mise en place d'une architecture de transcription de l'audio (ou sa représentation spectrale), en une séquence de «pitches classes» indépendante du rythme, afin de détecter les reprises par comparaison de séquences. Puis a été mise en place une architecture visant à reconnaître si deux morceaux correspondent à la même œuvre musicale, ou non. Cette approche repose sur l'analyse de représentations spectrales et l'apprentissage d'une mesure de probabilité discriminant les paires de reprises des autres paires. Dans les deux cas, il est apparu que le signal audio est trop complexe pour permettre à un réseau de neurones d'extraire les informations pertinentes lors de la comparaison des paires. Pour simplifier le signal, une transcription automatique de la mélodie principale de musique polyphonique a été implémentée à partir d'un modèle U-Net (niveau similaire à celui de l'état de l'art). En reprenant le travail de discrimination de paires, nous avons obtenu des résultats encourageants.

#### Séparation aveugle de sources

(projet H2020 ABC\_DJ, Dominique Fourier)

Dans le cadre des recherches sur la séparation aveugle de sources pour la détection et l'extraction non supervisée de la voix chantée, nous avons développé deux approches : l'une basée sur de nouveaux estimateurs de modulation locale d'amplitude et de fréquence (AM/FM) permettant d'améliorer les techniques de modélisation sinusoïdale existantes ; l'autre basée sur la technique de «synchrosqueezing» récursif. Enfin un autre travail a été réalisé pour la détection de voix chantée, en utilisant d'autres techniques de séparation de sources de la littérature.

#### Licences UMG (Rémi Mignot)

Les activités de recherche et de développement dans le cadre du contrat avec Universal Music Group se sont poursuivies en 2018. À la demande d'UMG, nous nous sommes focalisés sur le développement de nouveaux modèles de classification en genres musicaux, et de détection d'instruments pour un enregistrement de musique polyphonique.

### ■ La transcription automatique

#### Transcription de la batterie (Thèse Céline Jacques, stage

Achille Aknin)

Le but de la thèse est d'utiliser des méthodes d'apprentissage automatique pour réaliser un algorithme de transcription de la batterie en prenant en compte les informations issues des morceaux analysés. Les années précédentes, nous avons comparé trois méthodes de décomposition non-négative afin d'en sélectionner une. Puis nous avons étudié la possibilité d'introduire de l'information a posteriori en utilisant des filtres appli-

qués aux bases du dictionnaire pour modéliser les conditions d'enregistrement. Suite aux résultats encourageants obtenus pour la détection des débuts de notes à la fin de l'année 2017, nous avons poursuivi les travaux de recherche sur l'utilisation des réseaux profonds pour la transcription de la batterie. Les deux dernières approches ont été comparées favorablement avec les approches utilisant la NMD et nous les avons soumises à la MIREX 2018 où nous avons obtenu les meilleurs résultats ex aequo avec un autre algorithme d'apprentissage profond. Afin d'améliorer la variabilité couverte par les bases de données, nous avons étudié plusieurs stratégies d'augmentation de données spécifiques au son (réalisées avec SuperVP) pour pallier au manque de données annotées. Suivant les transformations, les modèles entraînés sur les bases augmentées présentent de meilleures performances que ceux entraînés sur la base de données originale.

#### Transcription du piano

(Doctorante invitée Yi-Ju Lin)

Pendant son séjour dans l'équipe, la doctorante taiwanaise Yi-Ju Lin a étudié les approches de transcription du piano en utilisant des réseaux profonds proposés dans la littérature. En poursuivant nos expériences avec l'apprentissage synthétique développé dans le contexte de l'estimation des fréquences fondamentales multiples (Thèse C. Yeh), nous avons d'abord étudié le problème de la création de bases d'apprentissage avec des synthétiseurs Midi, en évaluant le sous-problème de la détection des débuts des notes. L'analyse des résultats a montré une performance très élevée des algorithmes de détection (plus de 95 % de détection des débuts de notes correcte). Malheureusement, cette performance se dégrade considérablement (-5%) si les modèles sont évalués avec des sons de pianos réels (base ENST-MAPS). Nous avons analysé les origines de la dégradation et avons développé plusieurs stratégies nous permettant de créer des bases d'apprentissages plus cohérentes.

#### ■ **Le traitement de la parole**

##### Modélisation de la FO pour la conversion d'émotion dans la parole

(Stage Carl Robinson)

Dans ce stage, nous avons repris et poursuivi les travaux sur la conversion de l'émotion dans la parole. Une architecture neuronale de type « séquence-à-séquence » a été réalisée pour apprendre, pour une phrase donnée, la correspondance des valeurs de la FO entre l'émotion « neutre » et quatre émotions primaires (joie, colère, tristesse, peur), sur les bases de données d'émotions enregistrées à l'Ircam en 2006 et 2010. La modélisation « séquence-à-séquence » présente en particulier l'avantage de pouvoir apprendre la correspondance entre des séquences de longueurs différentes et donc de modéliser à la fois les variations de FO et de durée d'une émotion à une autre. Le modèle proposé a été évalué avec une expérience perceptive sur l'identification des émotions jouées par un acteur et les émotions générées par transformation à partir de la version neutre de la phrase.

##### Transformation du Vibrato

(Marta Gentilucci)

En poursuivant les recherches sur la composition du vibrato initiées dans le contexte de la résidence de la compositrice Marta Gentilucci, nous avons amélioré notre algorithme d'analyse et modification de vibrato de telle sorte qu'une composition rythmique de la séquence des périodes devient maintenant possible.

##### Synthèse du chant par apprentissage profond

(Stage Frederik Bous)

Dans le contexte des nombreux succès concernant des applications des réseaux profonds pour la synthèse de la parole (Google, Baidu, Amazon) et la synthèse du chant (MTG), ce stage avait pour but de réaliser des premières expériences avec la méthode *WaveNet*, considérée actuellement comme l'état de l'art dans ce domaine. L'objectif concret posé était de développer des méthodes remplaçant des briques du moteur de synthèse dans le logiciel de synthèse de chant *ISiS* actuellement développé par l'équipe. Les travaux ont porté sur la synthèse d'enveloppes spectrales conditionnées par les paramètres de contrôle du système *ISiS* (hauteur, loudness, phonèmes) et sur la synthèse du signal d'excitation. Les résultats obtenus sont tout à fait encourageants, montrant que grâce à des améliorations des approches d'apprentissage et de la présentation des signaux de contrôle, nous pouvons réussir à avoir des modules permettant une synthèse stable qui pourra à terme produire du chant plus cohérent qu'avec les méthodes traditionnelles. Pour le moment il reste par contre deux problèmes à résoudre: celui connu du coût de calcul exorbitant de la méthode *WaveNet* et une reconstitution des formants (enveloppe spectrale) avec une meilleure précision. Pour ces deux problèmes, ce stage nous a permis d'aborder des stratégies de solutions qui seront développées dans le contexte d'une thèse pour laquelle nous cherchons un financement.

##### Conversion de l'identité vocale

(Projet ANR TheVoice/Thèse R. Ferro)

La première année de thèse de Rafael Ferro sur le projet ANR TheVoice a consisté en l'implémentation de systèmes « état de l'art » pour la conversion de l'identité vocale par réseaux de neurones. Les travaux: 1) portent sur la conversion du « timbre » de la voix (donc avec préservation de la prosodie du locuteur source) à partir d'une représentation de l'enveloppe spectrale en échelle Mel; 2) se sont concentrés sur l'implémentation d'architectures neuronales génératives de type « réseaux génératifs adverses » (GAN) et Fader Networks. La réimplémentation de l'architecture cycle-GAN, apprise sur des bases de données TIMIT ou VCC18, permet d'obtenir des conversions de qualité similaire à celle produite par les systèmes de l'état de l'art.

### Estimation de la FO par réseau profond

(PostDoc Luc Ardaillon)

Le but de ce projet est de mettre au point un estimateur de FO robuste ne nécessitant aucun paramétrage pour l'utilisateur, afin de remplacer les méthodes actuellement utilisées dans les logiciels AudioSculpt et TRaX. Nous avons effectué diverses recherches sur la configuration et le paramétrage optimal d'un réseau profond CNN permettant une analyse robuste et rapide de la FO. Afin d'apprendre avec les CNN avec une grande base annotée, nous avons développé une méthode de création de base de voix automatiquement annotée en bénéficiant de la qualité re-synthétisée de notre algorithme PAN. Une première architecture dérivée d'une méthode de l'état de l'art («CREPE») a été mise en place, offrant des performances similaires avec un coût de calcul moindre. La création d'une petite base de données de voix réelles annotées manuellement nous permettra de tester et comparer les différents algorithmes dans des conditions d'utilisation réelles. Une évaluation plus poussée doit encore être menée et des pistes sont à l'étude afin de diminuer encore les temps de calcul.

### ■ **Le traitement de son d'environnement**

#### Synthèse de textures sonores

(Thèse Hugo Caracalla)

Du fait de leur caractère aléatoire et peu harmonique, il est difficile d'aborder la synthèse de textures de la même façon qu'on le ferait avec d'autres méthodes de synthèse musicale. Dans le contexte de la thèse nous étudions des algorithmes de type analyse/resynthèse qui, partant d'une texture préexistante, permettront de générer des variations possédant les mêmes caractéristiques sonores (donc reconnaissables comme du même «type») mais n'en étant pas une copie. Motivé par le succès des réseaux profonds dans le domaine de la génération de textures visuelles, nous avons étudié des approches d'apprentissage profond pour cette tâche nécessitant la génération de textures sonores. En cours d'année nous avons réussi à développer les premiers réseaux capables de reproduire des textures sonores avec une qualité très encourageante.

## ÉQUIPE ESPACES ACOUTIQUES ET COGNITIFS

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques		Collaborations artistiques	
Chercheurs et ingénieurs statutaires	4	Revue à comité de lecture	2	Nationaux et régionaux ANR Rasputin	1	ARI-ÖAW (AUT) B&com (FR) BBC (UK) Fhg (D) France-Télévision (FR)	R. Auzet N. Barrett D. Franzson R. Henke N. Jimenez		
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	4	Conférences avec comité de sélection	5	Internationaux ORPHEUS (H2020)	1	ElephantCandy (NL) ENJMIN-CNAM (FR) IRBA (FR) LAM (FR)	D. Monacchi O. Neuwirth G. Paine M. Pintscher		
Doctorants	2	Ouvrages et chapitres	0	Contrats industriels Amadeus Flux::Krug Orange-Labs	4	RWTH Aachen (D) RPI, Troy, NY (USA)			
Stagiaires	4	Thèses de doctorat et HDR	0						

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 et développements sur les technologies de restitution sonore se concentrent sur l'analyse-synthèse de champs sonores et les technologies binaurales. 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.

L'année 2018 a été marquée par une intense activité de développement et la diffusion publique de la version 5 de la bibliothèque de Spatialisation Spat~ [Carpentier 2018a, b, c]. Cette version marque un tournant important dans l'histoire de la bibliothèque à la fois en termes de performances, d'ergonomie et d'interfaçage avec les applications tierces. Cette révision favorise également le déploiement dans d'autres environnements comme PureData, AbletonLive, OpenMusic. Cette bibliothèque est également embarquée dans la station Holophonix développée en partenariat avec la société Amadeus. La qualité et l'ampleur des travaux de développement de l'équipe au cours de ces dernières années ont été distinguées par le CNRS qui a décerné le prix Cristal 2018 à Thibaut Carpentier.

Sur le plan de la recherche, l'année 2018 a vu la poursuite des travaux sur le fonctionnement de l'intégration multisensorielle avec notamment l'étude de la perception de l'espace proche du corps [Hobeika 2018]. Sur un plan plus applicatif, nous nous

sommes également intéressés à l'intégration visuo-auditive et l'apport de la spatialisation binaurale pour le jeu vidéo [Moreira 2018]. Le volet de recherche autour de l'analyse-synthèse du champ sonore a été principalement consacré à l'analyse et l'exploitation des réponses impulsionnelles directionnelles qui sont au cœur de différentes résidences d'artistes, compositeurs ou architectes paysagers, actuellement en cours dans l'équipe. Les sujets traités cette année ont concerné l'analyse de la transition entre le régime de réflexions précoces et l'établissement d'un champ diffus [Massé 2018] et l'analyse directionnelle du champ tardif dans des lieux atypiques (salles couplées, lieux semi-ouverts). Ces travaux sont déterminants pour guider l'implémentation des réverbérateurs hybrides combinant une approche par convolution pour la synthèse du champ précoce et une approche par réseau de retards rebouclés pour la synthèse du champ réverbéré.

### ■ Mixage 3D

Logiciel Spat 5 pour Max

Le Spatialisateur (Spat~) est une bibliothèque d'outils dédiés à la spatialisation sonore, la réverbération artificielle, et la diffusion multicanale. La bibliothèque est développée depuis de nombreuses années par l'équipe EAC et elle agrège en continu les principaux résultats de recherche. En 2018, une révision majeure de l'environnement (Spat~ version 5) a été mise à disposition. La principale évolution introduite dans cette nouvelle version concerne l'interfaçage de l'outil avec son (ses) environnement(s) hôte(s). Les raisons qui ont motivé cette évolution sont décrites dans [Carpentier 2018c].

Spat~ 5 s'appuie sur le formalisme et la syntaxe Open Sound



Control (OSC): ce protocole est largement répandu et maîtrisé dans la communauté audio, et il facilite la communication (via UDP/IP) inter-applications (par exemple avec Tosca) ou avec des interfaces de contrôle compatibles. Le protocole permet également d'encapsuler plusieurs messages au sein d'un *bundle*, simplifiant la transmission synchrone de grandes quantités d'événements. Enfin, il offre un puissant mécanisme de distribution (*dispatching*) de messages grâce à sa sémantique de *pattern matching*. Afin de simplifier l'adoption de ce protocole, une collection d'outils basiques pour la manipulation d'OSC dans Max a été développée et est intégrée au package spat 5 (Figure 1).

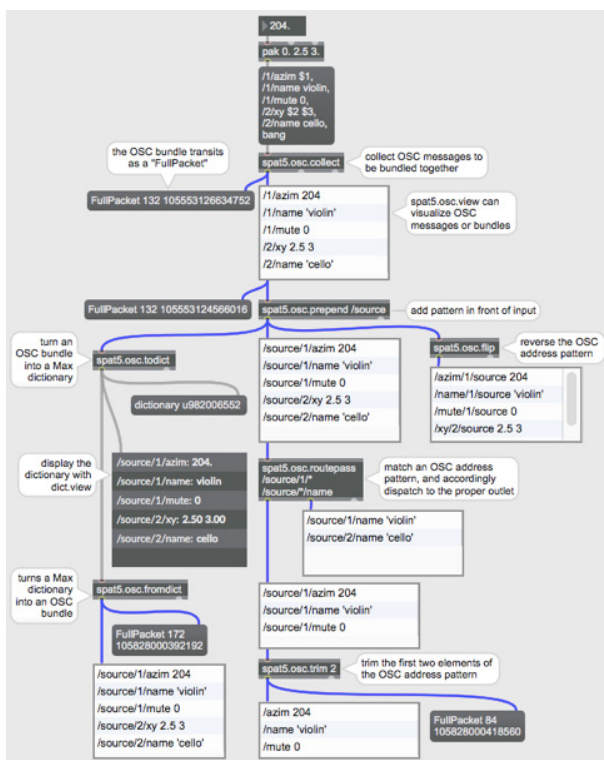


Figure 1 - Exemple de manipulations usuelles de données OSC. Les patchcords représentés en bleu véhiculent des bundles OSC (paquets combinant plusieurs messages synchrones).

Toutefois la refonte de l'environnement engagée dans Spat~ 5 ne se restreint pas uniquement à la syntaxe de contrôle des objets; plusieurs autres aspects du logiciel ont également été revus et enrichis:

- L'ergonomie générale est améliorée, notamment avec l'introduction des fenêtres de *status* et *help* qui servent d'inspecteur de l'état de chaque objet; la documentation en ligne (*reference pages*) et les tutoriaux sont considérablement étoffés.
- Tous les processeurs audio s'appuient sur une queue de messages *thread-safe* non-bloquante [Carpentier 2018b] qui garantit un échange sécurisé et performant de données entre les *threads* audio, de message et UI.
- Les modules audio sont désormais compatibles avec les *patchcords* « MC » (multi-channel) introduites dans Max8

(voir Figure 3). Chaque câble MC peut transmettre jusqu'à 8192 canaux audio.

- Par ailleurs, toutes les interfaces graphiques de contrôle ont été « rafraîchies » pour une meilleure lisibilité et ergonomie (voir Figure 2), et de nombreuses options de personnalisation y ont été ajoutées. Par ailleurs la gestion des *presets* est plus robuste.
- La bibliothèque a encore été enrichie de nombreux outils utilitaires (près de 250 objets au total), notamment pour la manipulation de quaternions (utiles pour la représentation et manipulation de scènes 3D), la gestion du time code (synchronisation entre flux audio et vidéo), etc.



Figure 2 - Nouvelle interface graphique de spat5.oper (à gauche: facteurs perceptifs et contrôles de source; à droite: affichage optionnel des trajectoires des objets sonores).

La refonte structurelle des bibliothèques C++ spat et l'adoption du formalisme OSC permettent de s'affranchir encore plus de l'environnement hôte (Max) et de déployer plus facilement nos briques logicielles dans d'autres contextes. Les travaux d'intégration en cours portent notamment sur:

- Un portage de Spat~ pour Pure Data actuellement à l'étude;
- Le développement de modules de mixage HOA « 360° » intégrés dans Ableton Live (plugins MaxForLive co-développés avec la société Music Unit);
- L'intégration de modules Spat~ dans l'environnement de CAO o7 (bibliothèque OmSpat co-développée avec l'équipe RepMus - première distribution publique en janvier 2019);
- Spat~ sert de moteur DSP à la station Holophonix co-développée avec la société Amadeus ([www.holophonix.xyz](http://www.holophonix.xyz)).

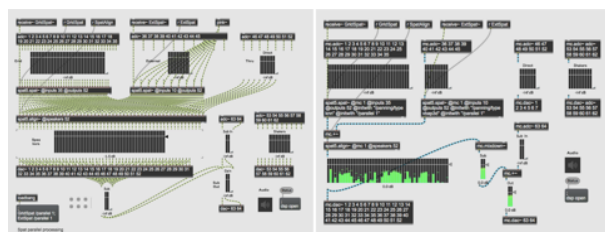


Figure 3 - Exemple de patcher spat~5 tiré de l'installation On Air de Tomás Saraceno (Palais de Tokyo). À gauche: en utilisant des patchcords traditionnelles. À droite: « portage » utilisant des patchcords MC.

■ **Fonctionnement de l'intégration multisensorielle**

Perception de l'espace proche du corps

Les travaux sur les liens entre les mécanismes d'intégration multisensorielle et le traitement des informations spatiales se sont poursuivis, en se focalisant sur la perception de l'espace proche du corps [Hobeika 2018]. L'homme ne perçoit pas l'espace de manière homogène: le cerveau code l'espace proche du corps différemment de l'espace lointain. L'espace proche, appelé espace péri-personnel, est codé par des neurones multisensoriels, alors que l'espace lointain ne fait pas appel à un codage multisensoriel. La méthodologie utilisée pour mesurer l'étendue de l'espace péri-personnel repose sur des tâches d'intégration auditivo-tactiles, mesurant l'impact d'une source sonore dynamique s'approchant du corps avec le temps de détection de stimulations tactiles. En 2018, les travaux se sont focalisés sur la méthode de mesure de l'espace péri-personnel chez l'individu isolé. Nous avons mené des expériences ayant pour but d'améliorer et d'affiner ce paradigme d'interaction auditivo-tactile. Un premier aspect de nos études a été d'améliorer la résolution spatiale de la mesure, en basant le choix de répartition des distances testées sur la perception auditive. Nous avons également développé une mesure de référence permettant d'isoler les effets comportementaux liés à notre variable d'intérêt, i.e. l'intégration

multisensorielle, et de modéliser ses variations dans l'espace. Cette expérimentation a permis de mettre en évidence qu'une répartition logarithmique des distances est plus efficace et pertinente pour évaluer l'intégration multisensorielle en fonction de l'espace. De plus, nous avons observé que l'efficacité de l'intégration multisensorielle dans l'espace proche évolue de manière linéaire sur cette échelle logarithmique. Cette version modifiée du paradigme permet d'évaluer de manière plus rigoureuse les phénomènes d'intégration multisensorielle dans l'espace proche.

Caractère émotionnel de l'indice de rugosité dans le son

Ce travail se déroule dans le cadre de notre collaboration avec l'IRBA (Institut de Recherche Biologique des Armées). L'indice auditif de rugosité est une caractéristique sonore considérée comme anxiogène, qui génère une activation des circuits neuronaux liés à la peur afin de préparer une réaction adaptée à un danger potentiel (Arnal et al 2015). Nous avons fait l'hypothèse que la manipulation de cet indice auditif devrait avoir un rôle essentiel dans la potentialisation de l'intégration multisensorielle liée à l'espace péri-personnel (EPP) et nous avons évalué son impact comportemental dans un paradigme d'intégration auditivo-tactile. Différentes modulations d'amplitude ont été utilisées, de sorte à créer des sons non reconnaissables mais caractérisés par la présence ou l'absence d'une sensation de rugosité. Les résultats obtenus sur 45 participants suggèrent que l'EPP est plus étendu en présence de sons rugueux et ceci indépendamment du niveau d'anxiété du participant. Ce résultat apporte une confirmation au niveau comportemental du caractère universellement négatif et alarmant de l'indice de rugosité sonore.

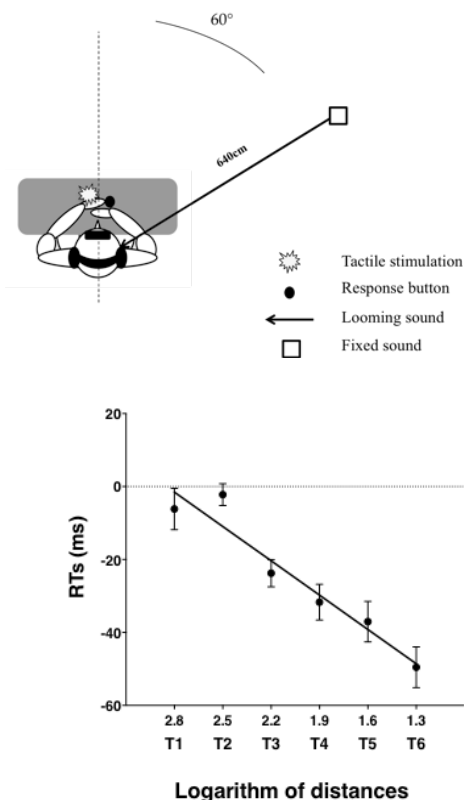


Figure 4 - En haut: protocole expérimental de mesure de l'espace péri-personnel. Les participants doivent détecter le plus rapidement possible un stimulus tactile pendant qu'un son binaural leur est présenté. Le son s'approche de l'individu, ou reste fixe dans l'espace (mesure de référence). En bas: l'intégration multisensorielle dans l'espace évolue de manière linéaire sur une échelle logarithmique de distances.

■ **Écoute binaurale immersive**

Apport du son spatialisé binaural pour le jeu vidéo

Dans le cadre de la thèse de doctorat de Julian Moreira effectuée en collaboration avec l'École Nationale du Jeu et des Médias Interactifs Numérique (ENJMIN) et Orange Labs, une expérience a été menée dans l'objectif de mesurer l'apport du son spatialisé dans un jeu vidéo joué sur un smartphone. Il s'agit d'un jeu de type *Infinite Runner*, vu à la 3ème personne. Le participant incarne un avatar qui court automatiquement sur un chemin infini. Le but du jeu est d'aller le plus loin possible, en évitant au mieux les obstacles et en collectionnant un maximum de cibles.

Trois variables ont été choisies afin d'évaluer le rôle du rendu sonore spatialisé dans le jeu: l'immersion dans le jeu, la mémorisation d'items rencontrés dans le jeu et la performance au jeu. Le protocole expérimental s'appuie sur la méthode de *l'Experience Sampling Method*. L'expérience dure 5 semaines. Elle requiert de la part du participant de jouer chaque jour quelques minutes et de répondre à des questions sur les trois variables étudiées. Lorsqu'une alarme est donnée sur le téléphone, le participant doit commencer une session de jeu et répondre aux questions proposées. L'ESM permet de replacer le test au cœur du contexte

d'utilisation quotidien des participants, plutôt que de leur faire passer une session expérimentale en condition artificielle de laboratoire. Les données obtenues au cours de 70 sessions de jeu sur 29 participants sont en cours d'analyses.

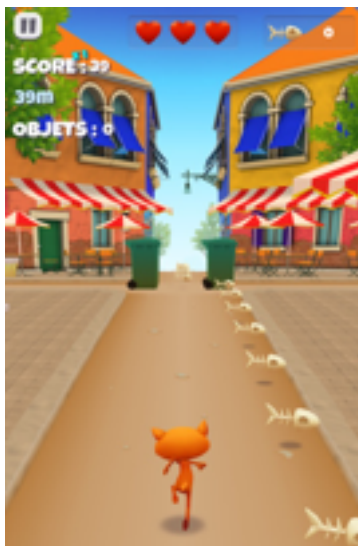


Figure 5  
Jeu de type Infinite Runner développé pour l'analyse de l'apport du son binaural. (crédit photo: Julian Moreira)

#### Individualisation des filtres de synthèse binaurale

Le travail effectué au cours de ce stage [Lavalette 2018], s'inscrit dans la recherche et développement de méthodes d'estimation des fonctions de transfert d'oreille (HRTF) adaptées à l'auditeur. Dans une approche grand public, il n'est pas envisageable de mesurer ces HRTFs en conditions contrôlées, i.e. chambre anéchoïque, signaux de mesures calibrés et grille spatiale stricte. Il s'agit ici non pas d'estimer les caractéristiques individuelles de l'auditeur, mais de lui proposer le jeu de HRTFs déjà mesuré et répertorié dans une base de données de référence, qui s'apparente le plus aux caractéristiques de l'auditeur. Nous nous sommes particulièrement intéressés à une approche reposant sur l'analyse long terme d'un enregistrement binaural effectué sur l'auditeur en conditions spatiales quelconques, i.e. sans connaissance a priori ni du contenu de la source sonore, ni des mouvements de cette source ou ceux de la tête de l'auditeur. En supposant par contre que le contenu spectral de la source est suffisamment stable au cours du mouvement, on peut faire l'hypothèse que les variations spectrales observées sont principalement liées aux changements des HRTFs. On peut alors rechercher dans une base de données quel est le jeu de HRTF qui explique au mieux les changements spectraux et estime la trajectoire la plus plausible. Les résultats issus d'une série de simulations sont de très bon augure.

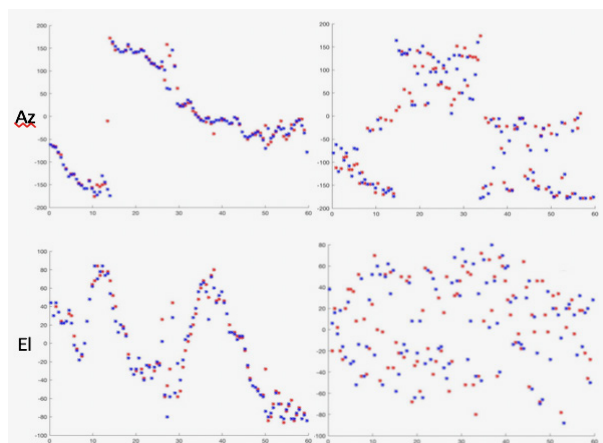


Figure 6 - Estimation en aveugle de la trajectoire en azimut (haut) et en élévation (bas) d'une source sonore à partir d'une d'enregistrement binaural simulé. L'estimation exploitant les HRTFs du sujet utilisé pour l'enregistrement binaural fournit une trajectoire beaucoup plus plausible (continuité spatiale) comparativement à l'estimation exploitant les HRTFs d'un sujet quelconque (trajectoire erratique).

#### Analyse-Synthèse du champ sonore

##### Analyse du temps de mélange dans une salle

Des recherches ont été entreprises depuis quelques années pour l'exploitation de réponses impulsionnelles directionnelles (DRIR) dans le cadre d'un algorithme de réverbération hybride. L'algorithme combine la reconstitution par convolution directe des réflexions précoces contenues dans la DRIR et la synthèse de la queue de réverbération tardive par un réseau de retards rebouclés (Feedback Delay Network - FDN). Les avantages attendus sont de préserver la signature authentique des réflexions précoces grâce à l'approche par convolution, tout en minimisant la charge de calcul grâce à la substitution de la partie tardive par un FDN. Ce compromis est particulièrement adapté aux DRIRs qui reposent sur un nombre important de canaux (e.g. 25 canaux pour une DRIR issue de la mesure par un micro EigenMike® et décodée en format HOA d'ordre 4). La transition entre les deux modules se fait au temps de mélange, point critique au-delà duquel on peut considérer que la réverbération peut être décrite par un processus stochastique dont la synthèse par FDN est une implémentation satisfaisante. Détecter ce temps de mélange fait appel à une mesure du caractère diffus du champ réverbéré. Plusieurs définitions peuvent être adoptées, selon qu'on observe le phénomène dans sa dimension temporelle ou spatiale. Jusqu'alors, les réponses impulsionnelles monophoniques ou faiblement multicanales permettaient difficilement l'accès à l'information spatiale et considéraient uniquement des critères basés sur la distribution temporelle des échos (densité d'échos, Kurtosis). L'avènement des réseaux microphoniques a suscité l'introduction de différents indices évaluant la diffusion du champ sonore à partir de la décomposition du champ sur la base des

harmoniques sphériques (Merimaa et Pulkki, 2005)<sup>1</sup>, (Jarrett et al., 2012)<sup>2</sup>, (Epain et Jin, 2016)<sup>3</sup>. Ces différentes méthodes ont été testées sur des réponses idéales ainsi que sur un ensemble de mesures effectuées dans des salles réelles. En général, les méthodes basées sur l'analyse spatiale fournissent des valeurs de temps de mélange significativement supérieures à celles déterminées par les méthodes basées sur l'analyse de la distribution temporelle. Dans les exemples étudiés, i.e. ensemble de salles de concert conventionnelles, elles restent cependant de l'ordre de la centaine de millisecondes ce qui offre un gain en coût de calcul tout à fait appréciable par comparaison à une implémentation exclusivement par convolution. Ces travaux ont fait l'objet d'un stage de master [Massé 2018] qui aborde également l'analyse des réponses de salles couplées et sera prolongé en 2019 par une thèse.

#### Analyse directionnelle du champ tardif dans une salle

En 2018, une étude théorique menée en collaboration avec l'Université Aalto d'Helsinki dans le cadre de la thèse de Benoit Alary a permis d'étudier le comportement spatial du champ tardif dans des lieux acoustiques. Dans ce travail, nous nous sommes attachés au développement d'un cadre théorique pour l'analyse directionnelle des réponses impulsionnelles spatialisées, mesurées avec des réseaux sphériques de microphones. Nous avons développé des bancs de filtres spatio-temporels orientés en appliquant des méthodes de formation de voie dans le domaine des harmoniques sphériques. Afin de valider cette approche, nous avons utilisé des données simulées et mesurées. Plutôt que d'analyser des empreintes de salles de concert à l'acoustique relativement homogène, ces bancs de filtres ont été appliqués notamment à une bibliothèque de réponses impulsionnelles spatialisées mesurée dans des lieux atypiques en 2017. Les résultats obtenus ont montré un bon comportement global permettant de caractériser les lieux acoustiques étudiés. Une comparaison avec une autre méthode d'estimation du comportement spatial du champ tardif dans une salle a également permis de montrer que notre approche constituait un bon compromis en termes de précision et de complexité algorithmique. L'une des difficultés majeures réside dans l'estimation de paramètres pour une exploitation dans les algorithmes de réverbération hybride. Ce travail sera poursuivi en 2019 avec une étude objective et perceptive.

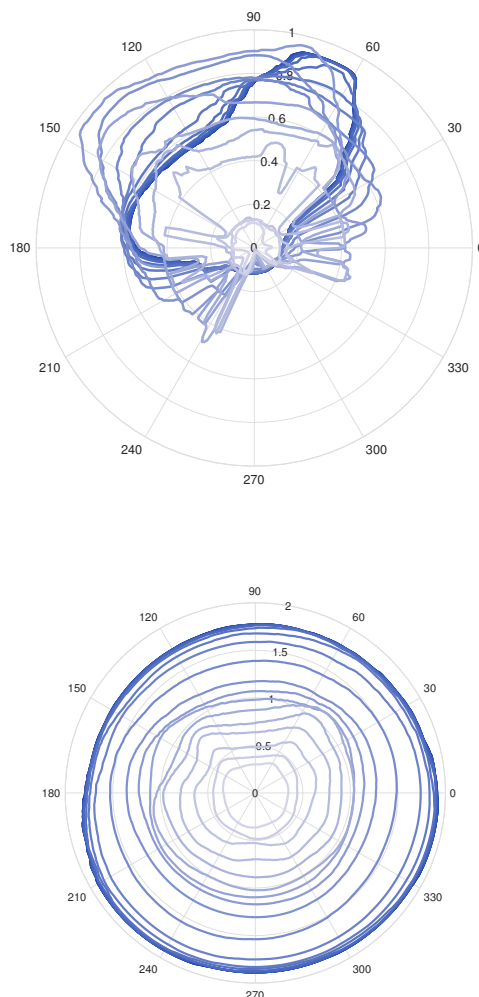


Figure 7 - Temps de réverbération directionnel (TR60) par bande fréquentielle des réponses impulsionnelles spatialisées mesurés à la forêt de «Laubenheim» en Allemagne (gauche) et dans la grande salle du Théâtre de l'Athénée à Paris (droite).

- 1 Merimaa, L. et Pulkki, V., «Spatial Impulse Response Rendering I: Analysis and Synthesis», *Journal of the Audio Engineering Society*, 2005.
- 2 Jarrett, D. P., Thiergart, O., Habets, E. A. P., et Naylor, P. A. , «Coherence- Based Diffuseness Estimation in the Spherical Harmonic Domain», in *Proc. of the 27th IEEE Convention of Electrical and Electronics Engineers in Israel*, 2012.
- 3 Epain, N. et Jin, C. T., «Spherical Harmonic Signal Covariance and Sound Field Diffuseness», *IEEE/ACM Transactions on Audio Speech and Language Processing*, 2016.

## ÉQUIPE INTERACTION SON MUSIQUE MOUVEMENT

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques		Collaborations artistiques	
Chercheurs et ingénieurs statutaires	4	Revue à comité de lecture	3	Nationaux et régionaux  LABEX SMART projets (ISMES, SeNSE), DYCI2, ELEMENT, MICA	5	Grame, F McGill, CA CNMAT, USA  ENSCI, F Orbe, F UserStudio, F, Atelier des Feuillantines, F NoDesign F - Cycling'74, USA - Goldsmiths, UK	L. Bianchi M. Suarez Cifuentes, A. Einbond, Ch. Trapani, M.A. Magalhaes G. Paine J. L. Hervé L. Leite Barbosa A. Alsina, E. Lizère		
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	3	Conférences avec comité de sélection	11	Internationaux  Rapid-Mix, ABC-DJ EmoDemos MIM	3	NTNU (Artistic Research Programme), Simon Fraser University, Canada Université Paris 8 HKU, NL	B MacFarlane M. Gentilucci, F. Hecker, M. Kimura, E. Gibello, F. Blondy, M. Vitoria, A. Cera		
Doctorants	4	Ouvrages et chapitres	0	Contrats industriels	1	TU Berlin, DE CRI-Paris IEA-Nantes, Ecole Centrale, Nantes Babylab Nanterre, Keio University, JP	Ch. Delécluse R. Cahen H. Leeuw N. Souchal J. Bell S. Haapamäki G. Hall		
Stagiaires	3	Thèses de doctorat et HDR	1						

Responsable: Frédéric Bevilacqua

L'équipe Interaction Son Musique Mouvement (ISMM) mène des recherches et développements sur les systèmes interactifs sonores et musicaux, suivant ces trois axes:

- Mouvement et son: modélisation et expérimentation
- Interactions multimodales et collectives
- Synthèse et traitement sonore interactif

Ces thèmes de recherche ont été renforcés en 2018 par le démarrage de nouveaux projets: le projet ANR ELEMENT, que nous coordonnons, sur l'apprentissage des mouvements et gestes dans les systèmes interactifs, le projet EmoDemos, en collaboration avec l'Université de Genève et la Philharmonie de Paris, sur l'étude des compétences sensori-motrices dans les orchestres d'enfants DEMOS, et notre participation au projet ANR MICA de l'équipe APM sur l'improvisation collective.

Le projet ISMES (Labex SMART) sur la sonification du mouvement pour des applications médicales s'est poursuivi. Le projet européen ABC-DJ s'est terminé cette année avec succès, ce qui nous a permis de finaliser des prototypes permettant d'analyser des pistes audios et de créer des mixes automatiquement.

En interne à l'Ircam, nous avons également démarré deux UPIs (Unité-Projet Innovation BeCoMe et CoCat) et des groupes de travail sur l'interaction collective, sur la synthèse sonore par échantillons et sur la composition par synthèse concaténative.

L'année 2018 a été également une année particulièrement riche en collaborations avec les départements PAC et Création &

Diffusion, avec de nombreuses collaborations artistiques dans le cadre des résidences de compositeurs en recherche (Garth Paine, Michelle Agnès Magalhaes, Marco Suarez-Cifuentes, Alireza Farhang), des groupes de travail (Aaron Einbond, Christopher Trapani), d'une pièce du Cursus (Luciano Leite Barbosa), la finalisation des interfaces DIRT1 et tables Topo-Phoniques avec le CGP et des productions (Sampo Haapamäki, Jean-Luc Hervé). Nous sommes également intervenus dans l'académie de Darmstadt lors de plusieurs workshops.

### ■ Mouvement et son: modélisation et expérimentation

Nous avons poursuivi nos travaux sur la modélisation du mouvement, ainsi que sur le design des relations entre mouvement et son. Des études sur la rééducation avec retour sonore ont été menées avec des patients post-AVC et des personnes valides (projet ISMES LABEX SMART). Les résultats préliminaires ont fait l'objet de communications dans des conférences (MOCO 18). Cette collaboration avec l'Hôpital Pitié Salpêtrière est désormais assurée pour les trois prochaines années grâce à l'obtention d'une bourse de thèse de l'IUIS (Institut Universitaire d'Ingénierie en Santé de Sorbonne Université) pour Iseline Peyre.

Dans le cadre du projet MagicShoes, nous avons poursuivi notre collaboration avec Ana Tajadura-Jimenez de l'université de Madrid (UC3M) et Nadia Berthouze de l'University College London (UCL) sur les modifications de la perception du mouvement par la sonification de la marche.

La thèse d'Hugo Scurto s'est poursuivie en formalisant une étude sur l'exploration de paramètres de synthèse sonore guidée par un agent artificiel, en utilisant entre autres

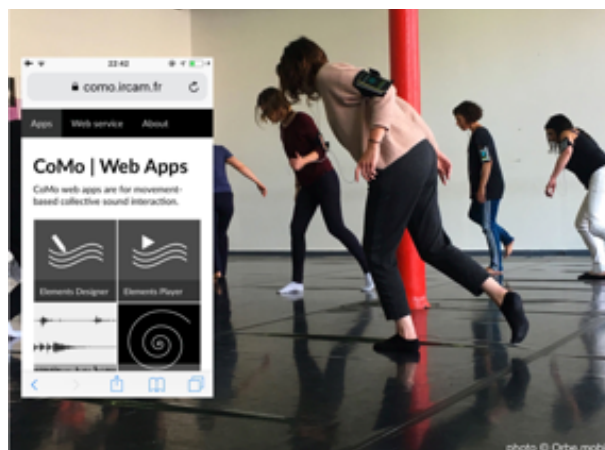
l'apprentissage par renforcement. Ce travail nous a permis de mieux cerner différents enjeux liés à des tâches d'exploration en utilisant des algorithmes de machine learning. Ces questions ont également été abordées dans le cadre d'un colloque sur le thème "*Human-Machine Collaboration in Embodied Interaction*" (9-10 juillet 2018) que nous avons organisé avec Baptiste Caramiaux (projet MIM). Ce colloque a dressé un panorama des diverses approches présentes dans les IHM (interaction humain-machine), en robotique, les sciences cognitives et les pratiques artistiques.

Finalement, notons l'acceptation et le démarrage du projet ANR ELEMENT en collaboration avec le LIMSI et le LRI de l'université Paris-Saclay. Dans ce projet nous allons poursuivre pendant trois ans nos travaux sur l'apprentissage de mouvements dans les systèmes interactifs.

### ■ Interactions Multimodales et Collectives

Le projet européen Rapid-Mix, qui s'est terminé avec succès en février 2018, nous a permis de commercialiser les capteurs de mouvement RiOT-Bitalino par la société PLUX (en collaboration avec le pôle PIP) et de consolider nos technologies web pour la reconnaissance de gestes (suite d'applications Web *como.ircam.fr*). En particulier, l'application *CoMo-Elements* a fait l'objet d'améliorations importantes. Plusieurs workshops avec des designers (ENSCI Les Ateliers - Paris) et danseurs (Dantzagunea - Espagne, Inothim et UNICAMP - Brésil) ont permis d'expérimenter comment *CoMo-Elements* peut permettre le design de nouveaux mouvements en relation avec un retour sonore. L'application a également été utilisée par Michelle Agnès Magalhaes lors de sa résidence recherche (et pour sa pièce *The Grand Can(y)on*). *CoMo-Elements* a été utilisé pour créer des histoires interactives dans le cadre de la thèse de Marion Voillot en collaboration avec le CRI-Paris (Université Paris Descartes), et est également à la base de l'application utilisée pour mesurer la coordination de mouvement d'élèves musiciens dans le cadre du projet EmoDemos.

D'autres concepts d'interactions collectives musicales ont également été intensivement développés, notamment en interaction avec des artistes, RIMs, RIMce dans le cadre de l'UPI BeCoMe. Un groupe de travail avec les RIMs a été mis en place, et les différentes applications ont été très sollicitées par des compositeurs: Luciano Leite Barbosa (Cursus), Garth Paine (résidence recherche et pièce *Future Perfect* présentée au ZKM en décembre 2018), Marco Suarez Cifuentes (résidence recherche et installation en 2019), Jean-Luc Hervé pour une installation présentée au centre Pompidou (janvier 2019) et la reprise du parcours sonore *Square* de Lorenzo Bianchi. Certains de ces travaux ont été présentés lors des journées Méridien en décembre 2018. De plus, un workshop d'une semaine a été mené à l'Académie de Darmstadt avec de jeunes compositeurs (juillet 2018).



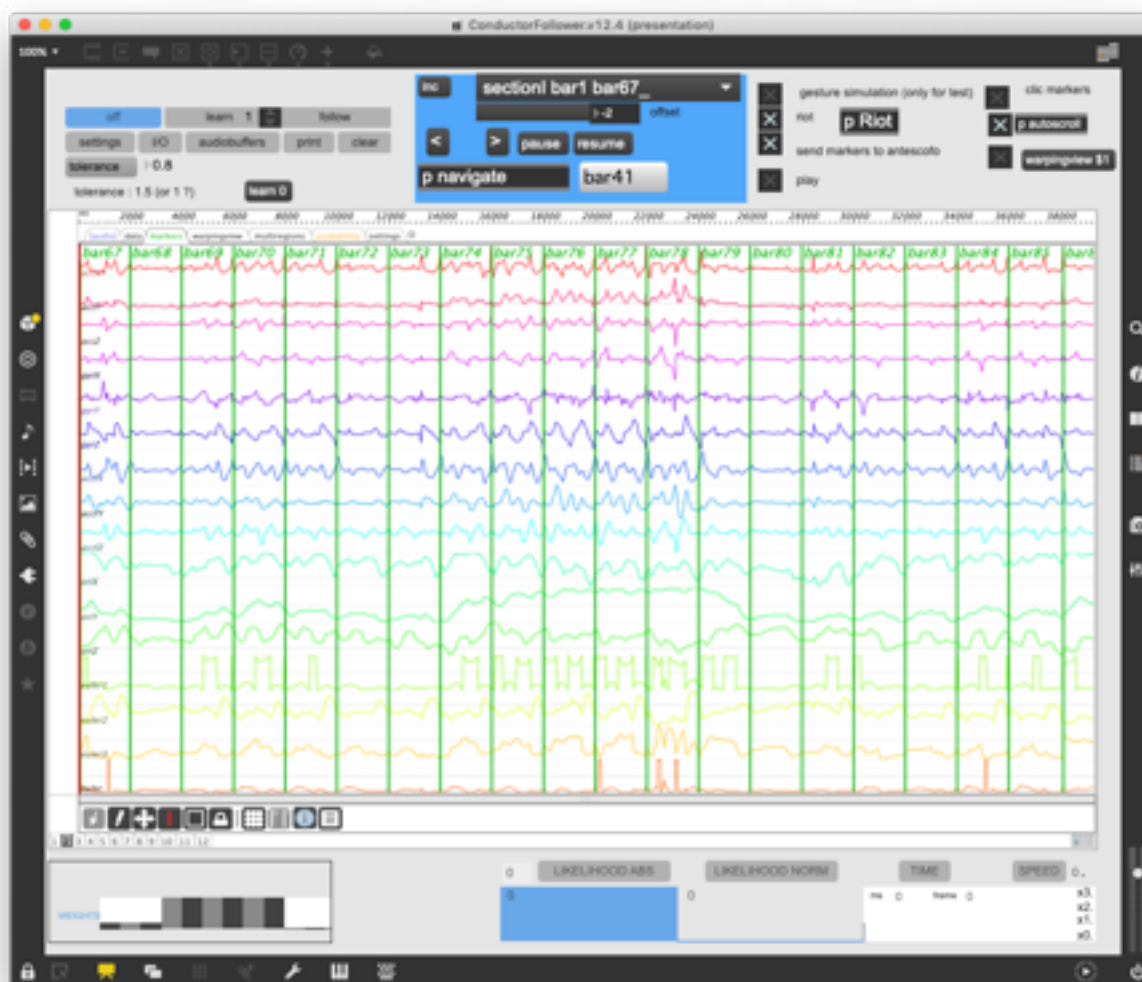
Web applications CoMo pour la reconnaissance de geste et d'interaction mouvement-son. Une partie de la technologie est reprise dans l'Applications à Danser de la société Orbe.

### ■ Synthèse et traitement sonore interactif, interactions musicales basées sur le geste

Cet axe d'activité concerne une partie importante du développement de l'équipe, avec notamment les logiciels pour l'interaction musicale dans l'environnement Max: MuBu, PiPo, Gesture And Sound, IAE, CataRT. Nous avons poursuivi le développement de MuBu for Max, et en particulier entrepris un travail prospectif en vue d'une release 2.0 avec une documentation élargie en exemples d'applications.

L'utilisation du suivi de geste du chef d'orchestre dans la production de Sampo Haapamäki a également permis d'améliorer divers aspects de la librairie et de la visualisation (iMuBu). L'UPI CoCat a notamment permis de développer un ensemble de patches avec les fonctionnalités complètes de CataRT et des extensions pour l'écriture et la composition. L'efficacité de la visualisation a également été améliorée. De plus, une révision en profondeur de la documentation a été réalisée. En particulier, la mise en place de tutoriels a permis d'enseigner CataRT aux cours d'été de Darmstadt juillet 2018 dans un workshop de 5 jours sur CataRT/MuBu. Le groupe de travail "synthèse par échantillons" s'est réuni pour les journées Méridien de décembre avec des interventions publiques de Diemo Schwarz, Olivier Houix, Serge Lemouton, et Jérôme Nika.

Le projet EU ABC-DJ, réalisé en collaboration avec l'équipe Analyse et Synthèse des Sons, concerne la conception de nouveaux algorithmes d'analyse du contenu audio musical, ainsi que de nouveaux outils pour permettre le mixage automatique DJ. Ce projet s'est terminé avec succès en 2018 avec le développement d'un algorithme d'alignement de « beats » et l'agencement de pistes de mixage compressées ou dilatées temporellement. Une recherche sur l'extraction de données à partir de mixes DJ a été effectuée, permettant d'extraire des données par alignement et démixage à partir de mixes existants. Ces méthodes peuvent être évaluées même en l'absence de données de test labellisées, et un jeu de données ouvert pour des recherches ultérieures a été proposé. Des développements spécifiques sur la représentation graphique de son et des descripteurs sonores en Webaudio ont été également réalisés. Finalement, une application a été développée qui permet la lecture en continu des pistes et le mixage synchronisé.



Patch de concert pour le suivi de geste du chef d'orchestre dans la production de Sampo Haapamäki utilisant iMuBiu et gf.

## ÉQUIPE PERCEPTION ET DESIGN SONORES

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques		Collaborations artistiques	
Chercheurs et ingénieurs statutaires	4	Revue à comité de lecture	8	Nationaux et régionaux	1	S. Meunier / LMA (CNRS) J.F. Petiot / M. Lagrange (EC. Centrale Nantes /LS2N) T. Bouchara (Cnam / CEDRIC) F. Pecquet (Acte /Paris 1) E. Ponsot (ENS, Ulm) N. Obin (STMS / A-S) N. Donin (STMS /APM) J.J. Burred / indépendant G. Guerrier / Cochin M. Villain / Pitié (APHP) R. Séguier, C. Soladié / FAST (Centrale Supélec) P. Belin / INT La Timone S. Dubal / ICM K. Okanoya, T. Naka / Université de Tokyo	A. Cera R. Rivas N. Schutz M. Gentillucci E. Palumbo		
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, associés	3	Conférences avec comité de sélection	6	Internationaux	1				
Doctorants	2	Ouvrages et chapitres		Contrats industriels	4				
Stagiaires	5	Thèses de doctorat et HDR	3						

Responsable: *Patrick Susini*

Responsable adjoint: *Nicolas Misdariis*

L'événement important du début de l'année 2018 a été l'évaluation HCERES qui constituait un enjeu important pour l'équipe du fait de sa spécificité applicative en design sonore. L'articulation entre des recherches en perception/cognition auditive avec des applications en design sonore couvrant des champs allant du domaine des transports à celui de la santé a été très bien perçue; ce qui constitue en soi une reconnaissance des efforts menés par l'équipe et soutenus par la direction, depuis plusieurs années pour valoriser le domaine du design sonore comme discipline à part entière dans le périmètre de l'UMR. L'HCERES a aussi été l'occasion d'initier une réflexion collective sur l'évolution du design sonore au sein de l'équipe, et en particulier, son intégration dans le champ des sciences du design. Cette nouvelle orientation s'accompagne d'une nouvelle direction d'équipe depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2019: après la soutenance d'une HDR en décembre, Nicolas Misdariis succède à Patrick Susini responsable de l'équipe depuis 2004. Les deux autres points importants pour le renforcement du champ du design sonore à l'Ircam sont: la création d'un bureau de production en design sonore piloté par Emmanuelle Zoll en lien avec l'équipe PDS, et intégrant des diplômés du DNSEP Design Sonore; la création d'une plateforme design sonore permettant d'intégrer aussi des diplômés du DNSEP à des problématiques de recherche émergeant des workshops applicatifs, comme c'est le cas avec les travaux en cours de Pierre Navarron sur la modulation de l'anxiété en collaboration avec le Labah GHT Saint Anne.

Par ailleurs, il faut souligner différents éléments majeurs: les soutenances de thèse de Pablo Arias et de Laura Rachman, l'obtention par Jean-Julien Aucouturier du Prix d'Émergence Scientifique, Recherche Fondamentale, décerné par la Fondation pour l'Audition, l'organisation de la journée «L'art du so(i)n. Sons, espaces et soins à l'hôpital» par Olivier Houix, les différents projets en lien avec le secteur de la santé initiés

en particulier par Marco Liuni, et enfin, la tenue d'un workshop de 2 semaines avec les étudiants du DNSEP Design Sonore et de l'ENSCI en partenariat avec la RATP.

Les principaux résultats sur les grands thèmes menés par l'équipe Perception et Design Sonores sont présentés ci-dessous. Les deux premiers thèmes portent sur la compréhension des processus cognitifs spécifiques au domaine sonore allant de la description perceptive des sons à leur traitement émotionnel, en passant par l'étude des mécanismes impliqués dans la perception des sons complexes sur différentes échelles temporelles. Le troisième thème porte sur les dynamiques créatives en collaboration avec des compositeurs (R. Rivas, A. Cera) dans le cadre de projets en design sonore (Krug, Renault), en s'appliquant à analyser les pratiques des designers sonores (projet ADPS) et à développer des méthodologies de prototypage (outil MiMes) et de co-design (outil SpeAK).

### ■ Perception et cognition des scènes sonores complexes

#### Modèle de caractérisation des sources d'environnements sonores urbains

Validation expérimentale du modèle de gêne issu des travaux de thèse de R. Leiba (2017): le travail a abouti à la construction paramétrique de scènes sonores utilisées dans une expérience de jugement de la gêne ressentie. Les données sont en cours d'analyse et de publication (congrès Internoise et ICSV 2019). Le projet s'inscrit dans la lignée des travaux sur la qualité de l'environnement sonore. Les enjeux de ce travail sont, d'une part, le développement d'un outil de simulation et de manipulation d'une scène sonore en situation de laboratoire, et d'autre part, la validation perceptive de modèles de gêne en milieu urbain, notamment liés au trafic routier.

#### Influence de la saillance sur la perception d'une scène sonore complexe

Nouvelle question de recherche sur l'influence de la saillance par une variation locale du niveau sonore vs. une variation



globale avec un stage de Paul de Saint Aubert (Master 2 ACAR) en collaboration avec E. Ponsot (ENS, Paris, Présentation au CFA 2018, article en cours pour JASA). Ce sujet s'inscrit dans un cadre plus général relatif aux différentes échelles de perception d'une scène sonore complexe.

Caractérisation du code acoustique de qualités sonores par «corrélation inverse»

L'objectif est d'exploiter la technique de «corrélation inverse» pour modéliser des qualités sonores de haut niveau comme la «chaleur» d'un son. Ce travail expérimental a été entrepris en collaboration avec N. Obin et E. Ponsot sur des sons vocaux en testant 2 paramètres. Les pondérations optimales (filtres spectro-temporels) de ces 2 paramètres associées à la notion «chaleur» ont été extraites. Ce travail se situe dans la lignée de l'expertise de l'équipe depuis la thèse d'E. Ponsot (2016) sur la technique de corrélation inverse appliquée ici à des descripteurs de haut niveau. Nous travaillerons sur une extension de l'approche sur le lexique dans le cadre de la thèse de V. Rosi qui débutera en 2019.

■ **Cognition et émotion vocales et musicales**

Cognition sociale du sourire visuel et auditif (ERC CREAM)

Utilisation de l'algorithme de transformation de voix souriante pour étudier l'imitation faciale d'indices vocaux. En 2018: 3 articles publiés (Current Biology, IEEE Trans. Affect. Computing et JASA), thèse de Pablo Arias soutenue le 18 décembre 2018 avec la notion de sourire vocal «remise à la mode» depuis les derniers travaux dans les années 1980. Nous constatons une visibilité croissante de l'approche Ircam par transformation de voix dans la communauté des sciences cognitives.

Rétroaction vocale émotionnelle et Stress post-traumatique (ANR REFLETS)

Utilisation du paradigme de rétroaction vocale (DAVID) pour changer le ressenti émotionnel immédiat, et en mémoire, d'épisodes négatifs avec un article soumis à Psychological Science. L'application clinique au PTSD a dû être ajournée car le partenaire Hôpital Percy se désengage du projet, d'où la nouvelle collaboration mise en place avec le CHU de Lille. Nous aurons besoin de publier une seconde étude sur le paradigme de feedback pour consolider son intérêt aux yeux de la communauté. L'application clinique au PTSD est très innovante: alternative non-pharmaceutique aux thérapies actuelles, auxquels beaucoup de patients sont résistants.

Mécanismes du contrôle de hauteur dans la voix parlée et chantée (ERC CREAM)

Utilisation de l'outil DAVID pour une expérience EEG sur la détection d'erreur de hauteur dans la voix parlée. Analyse de données plus difficile que prévue, toujours en cours, en envisageant une possible collaboration avec Sonja Kotz, Université de Maastricht. Laura Rachman a d'ailleurs soutenu sa thèse le 7 décembre 2018. Intérêt de DAVID pour les paradigmes EEG: caractère innovant évident mais méthodologie d'analyse à

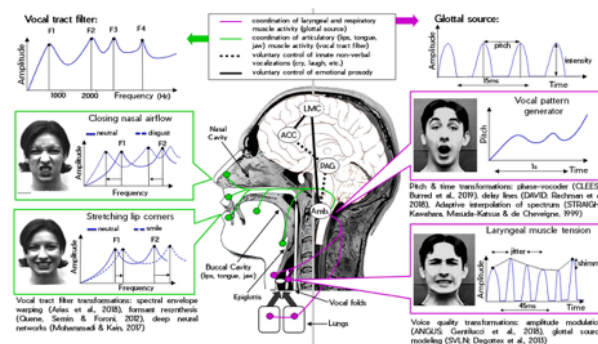
valider car nous ne savons pas si cela peut être une mauvaise piste.

Traitement émotionnel de la rugosité dans la voix chantée et la musique (ERC CREAM)

Utilisation de l'outil ANGUS pour étudier la cognition des sons menaçants dans la musique métal. Deux articles soumis à Psychology of Music et Biology Letters. Cas d'étude de la musique métal théoriquement important pour la communauté musique & émotion avec l'intérêt de l'approche Ircam par transformation de voix.

Analyse cognitive de la créativité musicale et de son impact culturel

L'enjeu de cette recherche est de mettre en rapport systématique les éléments de la forme avec le réseau de significations sémantiques et psychologiques qui influe de façon décisive sur la représentation de la forme musicale. Les travaux montrent que les musiciens partagent un fond de connaissances et des forces créatives communes. Ils écoutent de la musique d'une façon très particularisée: une espèce de conditionnement physique et psychologique du corps et de l'âme principalement lors de pratiques sociales particulières; une finesse d'écoute déterminée par les exigences d'une oreille culturelle spécifique aux musiques du maqâm. La question centrale est de savoir, d'un côté, comment fonctionne l'intelligence musicale dans sa plasticité par la pratique et l'apprentissage, et, de l'autre côté, comment une communauté se donne des règles d'organisation et des cadres pour penser la musique particularisée.



Approche d'étude de la cognition de la voix émotionnelle par transformation de voix. Il existe aujourd'hui des technologies pour manipuler paramétriquement les propriétés acoustiques des stimuli vocaux à tous les étages de la chaîne de production étudiés par les sciences cognitives.

■ **Design, son et interaction**

Analyse des Pratiques en Design Sonore (projet ADPS)

Le projet vise à comprendre les processus créatifs du design sonore, en constituer des connaissances historiques et, parallèlement, en mesurer les enjeux actuels d'un point de vue artistique, technique et scientifique. Une base de données de plus de 400 références de praticiens, chercheurs, enseignant en design sonore a été constituée, et a permis de lancer un questionnaire en ligne afin de récolter des données sur le statut des membres de cette communauté (publication au congrès CIM, Zattra et al., 2018). Le projet APDS se positionne clairement dans le cadre des Sciences du Design Sonore en cours de construction. Les enjeux à long terme du projet sont, entre autres, d'élaborer une redéfinition étendue du design sonore, de délimiter les champs de recherche / création / production dans ce domaine, et de formaliser des éléments pédagogiques en vue d'une définition de la méthodologie des sciences du design sonore.

Interfaces Homme-Machine innovantes sonores

Pour une conception de la sonorité extérieure de véhicules électriques et autonomes, et sonification intérieure des IHMs (Renault/A. Cera) destinée à être combinée à des solutions spatialisées innovantes (Société Devialet). L'ensemble des productions sonores a fait l'objet d'une nomination à l'International Sound Award organisé par l'Audio Branding Academy et a reçu le label de «*Better Sound 2018*». L'équipe s'inscrit sur des thématiques en pointe telle que l'innovation technologique relative aux mobilités du futur et aux nouvelles générations d'IHMs. Les productions sonores issues de ce projet alimentent la réflexion sur les outils de prototypage ainsi que sur le statut d'une œuvre sonore qui découle d'un processus de design sonore.

Conception de pièces sonores pour la salle de dégustation d'une maison de champagne

Un processus de transformation du champ sémantique œnologique vers le champ sémantique sonore a été mis en place dans le cadre de séances de co-design en collaboration avec Krug. R. Rivas a créé des séquences sonores illustrant les portraits verbaux de dix régions viticoles avec une inauguration en octobre 2018. Ce travail s'inscrit dans la réflexion sur la méthodologie en design sonore et les outils associés. Cela va être continué en 2019 pour l'évolution du lexique sonore et des méthodes de prototypage dans un processus de design sonore (thèse de Victor Rosi, financé par la fondation K).

Composition de l'environnement sonore

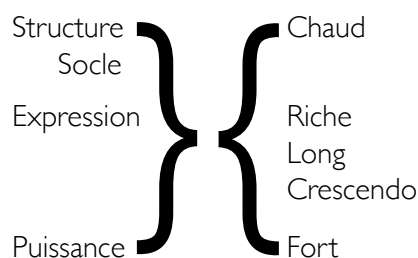
Résidence artistique de Nadine Schutz (conjointement avec l'équipe EAC) portant sur une installation sonore urbaine (Esplanade de la Défense) qui a mis en lumière des problématiques: 1) de captation/manipulation/organisation/réutilisation des sons captés in situ; 2) de comportement acoustique des structures mécaniques qui feront partie du dispositif final. Ce projet s'est intégré dans la problématique de l'équipe notamment, en termes de classification / description des sons

et de synthèse par modélisation physique (Modalys). Nous avons pu mettre à l'épreuve les outils de taxonomie sonore (notamment SpeAK) et nous confronter à un cas pratique de l'utilisation de Modalys pour le design sonore.



Symbioz demo-car (crédits: A. Cera et Renault) International Sound Award, Hamburg Sept. 2018.

Montagne Reims Sud



Association sémantique œnologique/ sonore Collaboration PDS, Krug et Roque Rivas.

■ **Outils, méthodologies, productions**

Base de données d'imitations vocales et gestuelles

2018 a vu la finalisation de la structuration de la base de données du projet européen Skat VG «Multimodal Database of Vocal and Gestural Imitations Elicited by Sounds», coll. Ircam & KTH, avec sa mise en ligne effective offrant la mise à disposition pour la communauté scientifique.

MiMes: outil pour l'élaboration d'esquisses sonores

Poursuite des développements sur l'outil de prototypage de morphologies sonores par contrôle (projet Skat-VG). Stage Nicolas Haezebaert Master 1 Design Sonore (Talm): 1) Extension des corpus de son. Intégration de nouveaux descripteurs; 2) Définition de cas d'usage.; 3) Présentation à l'atelier IHM 2018. Nous préconisons l'inscription de l'outil dans un workflow utilisé par les designers sonores et maîtrisons l'enjeu du développement d'une version M4Live de Mimes (Développement Music Unit).

SpeAK: lexique sonore

Il s'agit de la poursuite des développements sur l'outil de description des qualités sonores. Nous avons effectué des séances d'enregistrements de voix de chanteurs sous la direction de R. Rivas. Et nous avons eu un développement d'un nouvel environnement sous Max/MSP par F. Voisin. Nous proposerons l'outil dans différents cadres d'usage allant de la pédagogie à des processus de co-design, entre autres par une diffusion Forumnet.

**■ Autres activités**Pédagogie

- Coordination : DNSEP Design Sonore TALM, et mise en place d'un doctorat associé (O. Houix titulaire Esad TALM);
- Enseignements : DNSEP Design Sonore, Master M2 ACAR SU;
- Workshop : Partenariat avec la RATP (J. Le Nabat, C. Fillol) en collab. avec ENSCI/TALM;
- Séminaires : Centrale Nantes, Univ. de Techn. de Compiègne, TALM (L1 & L3);
- Responsabilité du Master Enseignement au Département Musique, Université de Strasbourg 2018.

Montage de projets

- Projet « Modulation de l'anxiété, et dispositifs sonore associés » (P. Navarron, DNSEP 2017, et C. Richards, ENSCI) en partenariat avec le Labah GHT Saint Anne, en vue d'une soumission ANR;
- Participation à la mise en place du bureau de production et de la plateforme en design sonore (Ircam);
- Mise en place de nouvelles collaborations : TU Delft (E. Ozcan), coDesign Lab (A. Gentes), Cnam (T. Bouchara, C. Le Prado), UTC (N. Dauchez, C. Harbonnier);
- Projet soumis : Participation à 2 pré-soumissions ANR : ORPHEUS (Neurophysiological correlates of emotional sharing in groups of music performers and listeners, coord: Université de Bourgogne Franche-Comté) et SEPIA (Sensory and Emotional Processing In Autism Spectrum Disorders, coord: Université de Tours); Appel à résidence VERTIGO STARTS, « Sounds for Coma », en collab. Hôpital Saint-Anne;
- Projets refusés : Projet ANR CONTRASTE (Comprendre et prédire la saillance dans les scènes sonores pour l'amélioration des aides auditives, coord. Ircam collab. LAM, CNRL, Strakey); ERC Proof of Concept RESET (Redefining Communication with Real-time Speech Transformations); PHRIP ProsAVC (Développement d'un outil d'évaluation de la prosodie réceptive dans les suites d'un AVC droit: utilisation du paradigme de « reverse correlation », collab. Hôpital Pitié-Salpêtrière).

## ÉQUIPE REPRÉSENTATIONS MUSICALES

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques	Collaborations artistiques
Chercheurs et ingénieurs statutaires	6,5	Revue à comité de lecture	6	Nationaux et régionaux, DYCI2, RNSC, grant USIAS PEPS I3A PACO	4	Grame, CIRMMT, McGill U., UNICAMP, USP, BEK, CNMAT, CCRMA, INRIA, C4DM/QMUL, LIRMM, IReMus, GRM, Collège de France, U. Paris-Est., ENS ULM et Lyon, UCSD, UCB, U. Evry, U. of Nagoya, U. Salzburg, Sorbonne Université, EHESS, U. Minnesota, UJV Picardie, NII Tokyo, LIENS ENS, Cristal - Algomus (Lille), CNAM, ENAC à Toulouse, IRMA (Strasbourg), GREAM (Strasbourg), USIAS (Institut d'Etudes Avancées), U. de Bologne, Todai Tokyo U., Ben Gurion U., HEM Genève, U. Pennsylvania, Drexel U., Princeton U., NICS-UNICAMP, NYU, Tokyo Metr. U., EHESS	P. Manoury, P. Leroux, M. Stroppa, L. Morciano, J.-M. Fernandez, J. MacCallum, B. Lubat, R. Fox, ONJ, M.A. Magalhaes, H. Sellin, S. Agger, M. Kimura, J. Bean, G. Nouno, A. Muller, S. Lemouton, M. Gentilucci, A. Harley, K. Soden, E. Chambaud, A. Farhang, N. Gimenez Comas, S. Lehman, P. Dusapin, T. Coduys, M. Chemillier, G. Bloch
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	2	Conférences avec comité de sélection	13	Internationaux SSHRC Orchestration, ANR PRCI MAKIMONO, NVIDIA GPU grant SSHRC TENOR NSERC ACTOR	5		
Doctorants	14	Ouvrages et chapitres	6	Contrats industriels CIFRE Arturia CIFRE Sony CSL	2		
Stagiaires	7	Thèses de doctorat et HDR	5				

**Responsable :** Gérard Assayag

L'équipe Représentations musicales (RepMus) a pour objet les structures de la musique (ou l'«intelligence musicale») telles que l'on peut les appréhender avec l'informatique pour les analyser, les formaliser, les représenter, les modéliser, les engendrer et les manipuler, dans un souci d'aide généralisée à la créativité musicale, dans les contextes de composition, de performance, d'improvisation ou de musicologie.

RepMus s'attache aux représentations à diverses échelles du symbolique au signal, depuis les aspects épistémologiques et mathématiques jusqu'à la recherche informatique et la production d'outils technologiques couramment utilisés par les musiciens. Ces méthodes et outils s'appliquent aux musiques écrites comme à celles de tradition orale.

La réflexion sur les représentations de haut niveau des concepts et des structures musicales, appuyée sur les langages informatiques originaux développés par l'équipe, débouche sur l'implantation de modèles qui peuvent se tourner vers la création comme vers l'analyse musicale. L'exploration du paradigme temporel généralisé offre des opportunités avec les nouveaux besoins pour le développement d'œuvres temps réel, interactives, ouvertes, collectives, improvisées, distribuées.

Les méthodes et les outils mobilisés relèvent notamment des domaines suivants: formalisation musicale, outils pour la composition, l'analyse, la performance et l'improvisation, programmation et DSL (*Domain Specific Languages*, notations exécutables), mathématique musicale, IA créative et apprentissage, créativité computationnelle interactive et agents

autonomes, architectures cyber-temporelles (services liés à l'ordonnancement du temps), systèmes hybrides.

### ■ Composition, écritures du son, du temps et de l'espace

#### Environnements de CAO

L'environnement OpenMusic (OM) a été distribué en version 6.14, compatible avec les dernières évolutions du système d'exploitation macOS et intégrant diverses améliorations issues du suivi et des retours d'usages des utilisateurs, notamment via le Forum. Plusieurs bibliothèques sont mises à jour (OMTristan, OMChroma). La version OM7 poursuit son évolution avec une finalisation du langage visuel (implémentation des mécanismes d'itérations / loops, inspection et évaluation des programmes visuels, autres améliorations de l'interface), l'amélioration de la bibliothèque om-Spat5 avec l'intégration de nouveaux outils pour le filtrage et le traitement des sources sonores, et le démarrage de développements sur les objets et éditeurs musicaux. Elle est testée et utilisée dans le cadre des résidences de Nuria Gimenez (om-spat5), Alireza Farhang (OM-XMM), ainsi que dans le projet Lullaby experience de Pascal Dusapin. Le projet GNU OpenMusic a pour but de porter le logiciel OpenMusic sur une plateforme libre sans dépendance à des logiciels ou systèmes propriétaires. Les travaux en cours s'orientent vers une architecture client/serveur où le noyau d'OpenMusic s'adresse à un serveur graphique pour la gestion des interfaces et interactions utilisateur.

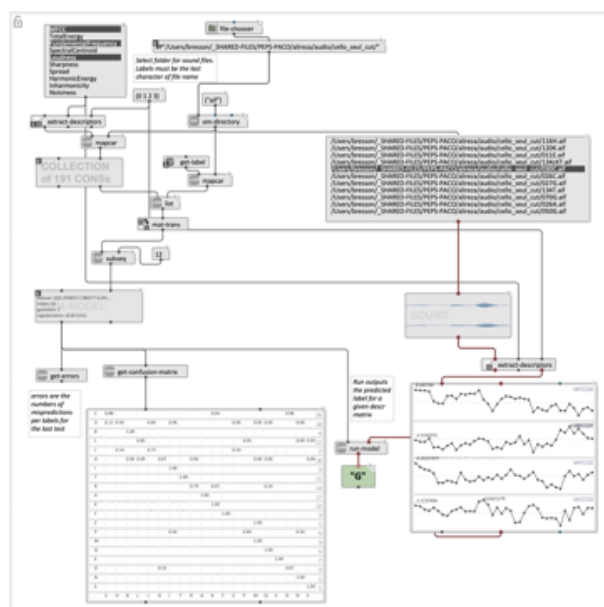
Le projet PEPS PACO (Processus d'Apprentissage en Composition assistée par Ordinateur) nous a conduit à explorer des modalités d'intégration de processus d'appren-

tissage automatique dans le cadre de la CAO et des environnements OpenMusic/OM7. Avec OM-XMM (stage ingénieur de Paul Best), nous avons utilisé des modèles de Markov cachés hiérarchiques issus des travaux de l'équipe ISMM pour la reconnaissance de mouvements, et les avons appliqués sur des descripteurs sonores pour la reconnaissance de «gestes musicaux» à partir d'extraits sonores. Des interfaces et modules de programmation ont été développés pour le réglage, l'optimisation et la vérification des modèles (Bresson et al., 2018; Best et al., 2018).

Une autre interface a été développée entre OpenMusic et la bibliothèque DYCI2 (stage L3 Victoire Siguret) pour la génération de séquences symboliques basées sur l'apprentissage et le guidage par scénario. Celle-ci fonctionne pour la production de séquences MIDI ou le montage sonore à partir d'un corpus préalablement segmenté et annoté (cf. projet Dusapin, et collaboration avec l'équipe Analyse et Synthèse des Sons). La thèse de Pierre Talbot a abouti sur Spacetime, un nouveau paradigme de programmation permettant de définir la composition hiérarchique de programmes, basé sur une extension de la programmation synchrone. L'application principale de ce paradigme est la définition de stratégies de recherche dans des systèmes basés sur des contraintes. Spacetime fournit des abstractions de programmation pour la synchronisation des processus dans le temps et dans l'espace, ce qui signifie que les processus peuvent être définis indépendamment, mais peuvent être aussi exécutés à la volée et synchronisés sur un même espace de mémoire. Ceci est la clé pour obtenir la composition des processus impliqués dans la recherche: ils doivent explorer un arbre de recherche ensemble et ils communiquent leur propre évaluation de chaque nœud de recherche en synchronisant leurs actions. Un prototype de système de composition musicale assisté par ordinateur a été implémenté en Spacetime. Il permet l'optimisation de la recherche et une résolution incrémentale de problèmes musicaux grâce à l'interaction de l'utilisateur.

Deux workshops ont été importants dans le partage de nos connaissances:

- Workshop MUSICAL (Réseau RNSC: Interaction, Calcul Algorithmique et Langages appliqués à la Musique): Modélisation du temps en informatique musicale. LaBRI / Université de Bordeaux, 30/03/2018.
- Workshop @SMC'18: Music Composition and Creative Interaction with Machine Learning, 15th Sound and Music Computing conference, 4-7 juillet 2018, Limassol, Chypre.

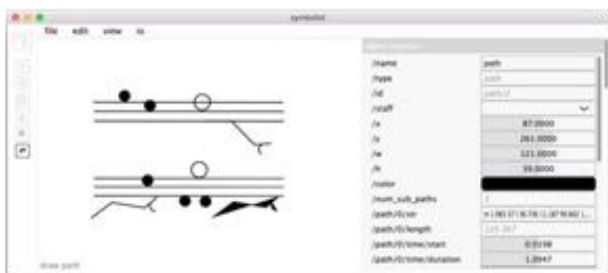


OM-XMM: modèles d'apprentissage et de reconnaissance de geste sur des descripteurs audio dans OM7.

### Notation

Initié en 2017 pendant la résidence Ircam/ZKM de Rama Gottfried (actuellement en post-doc à la Hochschule für Musik de Hambourg), nos travaux sur l'éditeur de notation musicale *symbolist* ont été poursuivis dans le cadre du stage M2 de Vincent Iampietro (Université de Montpellier). *Symbolist* propose des fonctionnalités d'édition graphique vectorielle pour la conception de symboles, basées sur une structure interne des partitions entièrement encodée sous forme de bundles OSC. La partition graphique peut ainsi être générée, mais également exécutée et interprétée par des environnements hôtes (Max, OpenMusic...) compatibles avec ce format standard. Un prototype a été présenté aux ateliers du Forum Ircam de 2018, au rencontres PRISMA et à la conférence TENOR 2018 (Gottfried et Bresson, 2018).

L'équipe a animé en 2018 un groupe de travail dont les séances se sont tenues régulièrement tout au long de l'année (resp.: Jean Bresson), et accueilli David Kim-Boyle de l'Université de Sydney pour un projet sur la notion de notation «générative» (séminaire Recherche-Création du 26/01/2018). Sur le plan international cet axe de recherche se consolide avec la création du [TENOR Network](#), financé jusqu'en 2021 par un *Partnership Development Grant* du SSHRC Canadien (Social Science and Humanities Research Council). La conférence TENOR continue également sa trajectoire avec une édition tenue à Montréal en 2018, et la préparation de l'édition 2019 à Melbourne.



Symbolist: éditeur graphique vectoriel pour la représentation de flux de contrôle au format OSC.

Orchestration

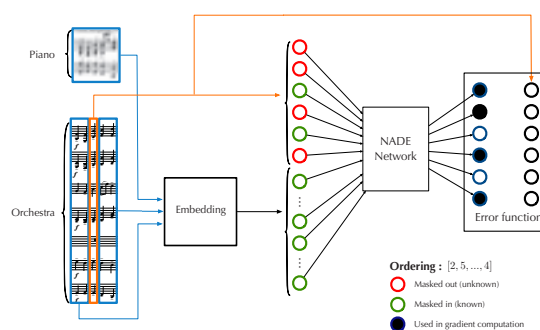
Cet axe de recherche s'attache à la création de nouveaux outils pour l'orchestration, sa création, sa perception et sa pédagogie. L'objectif est de développer des modèles généralisables d'apprentissage pour la pratique de l'orchestration, assistés par les nouvelles technologies d'informatique musicale, avec comme projet à long terme la construction d'un traité d'orchestration interactif intégrant les connaissances sur les pratiques, la perception, ainsi que des outils numériques pour la composition orchestrale. Depuis quatre ans, cette thématique s'oriente vers les problématiques d'apprentissage pour permettre d'explorer la grande combinatoire engendrée par l'orchestration, tout en conservant son orientation musicale et sa volonté de produire des logiciels créatifs. Ainsi cette thématique est en lien fort avec le thème « Creative IA ». Sur la dernière année, cette thématique a rencontré un large succès avec l'obtention de multiples financements permettant ainsi d'en assurer l'expansion.

Les recherches de cet axe ont amené de multiples partenariats avec plusieurs institutions telles que l'Université McGill (Canada) et la Haute École de Musique de Genève (Suisse). Celles-ci sont concrétisées par plusieurs financements dont un projet international sur l'analyse de la perception orchestrale financé par le Conseil Canadien (SSHRC), ainsi qu'un consortium NSERC regroupant 19 institutions telles que Harvard University, UCSD et UdeM. Ce projet a également reçu trois subventions NVIDIA.

Parmi les faits marquants:

- Continuation de l'ANR PRCI MAKIMOno à 800k€ (cofinancé par le NSERC au Canada) et un projet international regroupant 19 partenaires à travers 8 pays différents;
- Obtention du projet de financement international NSERC à hauteur de ~2.5 M\$ (étape finale);
- Démarrage du réseau international ACTOR sur l'orchestration dans la continuité du projet SSHRC avec l'Université McGill pour lequel l'Ircam est partenaire principal avec 19 institutions;
- Kickoff workshop du projet ACTOR co-organisé à l'université McGill;
- Deuxième journée publique sur l'orchestration avec conférence scientifique grand public (avec Stephen McAdams) à l'université McGill;

- Renforcement du partenariat avec l'Université de Tokyo (laboratoire de Tatsuya Harada), avec l'accueil de plusieurs étudiants de Master en stage (Hayato Sumino, Lisa Kawai, Naotake Masuda);
- Soutenance de thèse de Léopold Crestel sur l'orchestration assistée par ordinateur. Ce travail a conduit au premier logiciel d'orchestration par ordinateur (*Orchids*) commercialisé depuis 2014 par le Forum Ircam, dont le développement s'est amplifié au cours de l'année 2018:
- Mise en place d'une politique open-source pour les futurs logiciels d'orchestration;
- Finalisation d'un nouvel outil modulaire pour Max (Orchidea).



Projet Live Orchestral Piano - (Thèse obtenue par Léopold Crestel).

Recherches Musicales, thèses en composition

- Thèse de Karim Haddad: recadrage du sujet de thèse de manière à le concentrer sur les aspects: notation, écriture et quantification, trois thématiques déjà assez avancées sur le plan de la recherche et de composition. L'écriture de la pièce d'orchestre "...and nothing could be said that has not been said before" a été finalisée, matériel compris. L'esquisse de « Etüde N°5 Für Ensemble und Elektronische Klänge » pour deux ensembles, deux chefs, spatialisation et live electronics fait suite à la même recherche. On élabore dans cette pièce, le concept d'écriture polytempique par Bloc-temps impliquant une orchestration générative, une spatialisation algorithmique et une évaluation de la

quantification symbolique. D'autre part, pour la partie quantification, K. Haddad a entamé un cycle d'œuvres pour piano seul avec "*Klavierstück Nr.1. I*" comme exemplification de la quantification symbolique par segmentation.

- La thèse de José Miguel Fernandez s'intitule *Vers un système unifié d'interaction et de synchronisation en composition électroacoustique et mixte: partitions électroniques centralisées*. Elle vise à développer une notion de partition permettant la définition et le contrôle général de tous les processus électroniques, d'interaction et de synchronisation au sein d'un même environnement, en intégrant les événements musicaux, gestuels et visuels. L'enjeu artistique est l'écriture et la réalisation d'interaction mettant en rapport la liberté interprétative de l'artiste sur scène et les processus sonores en temps réel à partir de dispositifs de captation efficace et de mécanismes de synchronisation. La centralisation de ces interactions au sein d'une même partition, doit permettre une intégration fine de processus électroniques dynamiques et génératifs avec différents médias temporels. Le développement des outils informatiques correspondants doit permettre, lors de l'interprétation d'une œuvre musicale ou scénique, de réaliser les relations temporelles complexes exprimées dans la partition, en contrôlant en temps réel les flux d'événements interconnectant les performers, le public et les équipements électroniques permettant de gérer les dispositifs scéniques et les systèmes de production et de transformation du son.

En 2018, le travail artistique s'est développé autour d'une collaboration avec le percussionniste Philippe Spiesser, professeur à l'HEM de Genève, ainsi qu'avec le vidéaste/scénographe Thomas Köppel. Dans ce projet, l'idée est d'utiliser les capteurs 9DOF et 10DOF (Degrees Of Freedom, accéléromètres, gyroscopes, boussoles et altimètre) en fusion avec une Kinect, pour avoir une réaction instantanée aux mouvements du percussionniste (impacts, vitesse de mouvement et orientation) et pour détecter les positions absolues de mains et celles du percussionniste dans un espace en trois dimensions.

- La thèse de Lara Morciano "Écriture du son, du temps et de l'espace dans l'interaction entre instruments et dispositifs numériques synchrones" a été soutenue le 20 décembre 2018. Ces recherches ont suscité des questionnements profonds sur les idées créatives et les moyens nécessaires pour les réaliser, tels que, par exemple, la relation entre interprète / dispositif / espace / impact visuel / forme du concert, l'obligeant à formaliser une série d'hypothèses et à porter un regard nouveau sur la conception et la réalisation d'œuvres en création contemporaine. Le rapprochement des différents arts exposés dans cette recherche l'a aussi incitée à s'interroger sur la co-écriture des différents langages et la configuration des éléments hétérogènes mis en jeu, sur la correspondance (plus ou moins évidente) entre les paramètres d'expression possibles, sur les relations dynamiques spatio-temporelles et audio-visuelles et leurs possibilités de réception auprès

du public. Concernant l'interactivité dans un cadre multidisciplinaire, la question de la combinaison de moyens hétérogènes reste encore ouverte. Une pensée relationnelle plus approfondie pour l'ensemble de structures et d'architectures multiples imaginées nécessitera une évolution des recherches effectuées jusqu'à aujourd'hui. En particulier, une prise en compte de la gestion temporelle et expressive adéquate pour la mise au point de nouvelles formes de spectacles interactifs multi-arts met en exergue le besoin d'une exploration plus profonde des dynamiques sous-jacentes à la conjugaison conjointe d'esthétiques et d'idiomes artistiques différents, et une meilleure prise en compte des aspects perceptifs spécifiques de la réception des différents types d'œuvres.

- Thèse de Frédéric Lebel: cette troisième année est marquée par la composition de sa troisième œuvre, dans le cadre de la thèse «*Mais plutôt de trouver les, ou la, justes relations accordant l'existence de tous ses éléments*» pour système de diffusion multicanal. Cette dernière vient marquer les avancées récentes de son travail de recherche sur les rapports entre le processus créatif, le problème de la catégorisation non-supervisée et l'élaboration de structures musicales du point de vue des techniques d'apprentissage machine. Cette dernière œuvre a été créée le 30 juin 2018 au centre Pompidou, Paris, dans le cadre de l'Atelier AIME - Ircam, où Frédéric utilise de manière créative les outils de clustering développés dans sa thèse.
- Thèse de Daniel Cabanzo: «*Correspondance entre systèmes de représentation musicale et transformations électroniques dans les œuvres mixtes en temps réel*». La soutenance à mi-parcours, le 27/06/2018 a marqué une étape importante dans sa réflexion.
- Thèse de Jean-François Ducher: «*Les Unités Sémiotiques Temporelles comme fondement de systèmes d'improvisation assistée par ordinateur*». Cette recherche se penche sur l'utilisation de stratégies d'intelligence artificielle dans le cadre de l'improvisation assistée par ordinateur en utilisant le formalisme des Unités Sémiotiques Temporelles comme référence musicale de gestes à être reconnus. Cette première année s'est penchée principalement sur la meilleure configuration de réseaux neuronaux pour la reconnaissance de modes de jeux complexes. Cette première phase a abouti à un article actuellement en soumission aux JIMS2019.

### ■ Dynamiques créatives et interactives

L'équipe explore de manière systématique le paradigme de la *créativité computationnelle* à l'aide de dispositifs inspirés par l'intelligence artificielle, ceci dans le sens des nouvelles interactions symboliques musicien-machine ou dans celui de la science des données et l'extraction des connaissances.

#### Dynamiques créatives de l'interaction improvisée

Les recherches sur l'apprentissage et la génération interactive d'improvisations ont abouti à un «paradigme» d'interaction illustré par les logiciels Omax, ImproteK et Somax. Ces logi-

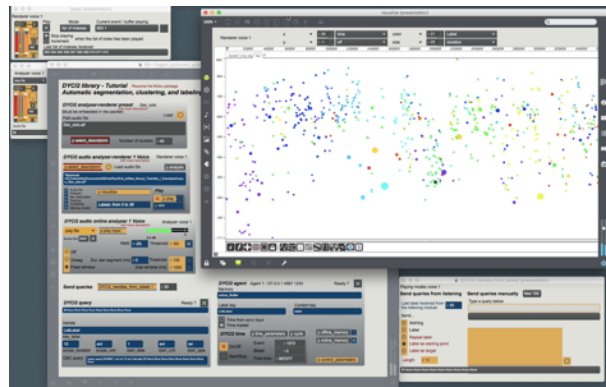
ciels sont caractérisés par une architecture combinant écoute artificielle du signal, découverte d'un vocabulaire symbolique, apprentissage statistique d'un modèle de séquence (factor oracle) et génération de nouvelles séquences dans les dimensions réactives et/ou planificatrices (scénario). Le projet est organisé autour de l'ANR DYCI2 (coordination RepMus) qui s'est terminé en 2018 et dont nous livrons le bilan ici.

Les défis scientifiques du projet DYCI2 visent les nouveaux besoins en matière de création et de performance musicale, ainsi que les nouveaux scénarios d'interaction créative des utilisateurs avec les objets multimédias en modélisant dans tous ses aspects de perception, d'apprentissage, de générativité et d'interaction, la situation de co-improvisation entre des agents humains ou artificiels. DYCI2 a mis en œuvre, avec la recherche scientifique et le développement technologique d'outils puissants pour la création, un grand nombre d'actions scientifiques, artistiques et pédagogiques au niveau international dont les workshops - festivals ImproTech.

DYCI2 met en œuvre des méthodes d'écoute artificielle, d'apprentissage symbolique, et d'architectures d'interactions pour l'improvisation. Il s'agit ensuite d'extraire des modèles symboliques de séquences musicales susceptibles de capturer les structures multidimensionnelles et multi-échelles propres à la musique, en particulier dans un contexte d'improvisation, et constituant des mémoires musicales richement informées. À partir de ces dernières, l'ordinateur détermine les interactions improvisées entre agents artificiels et humains en examinant les questions de dynamiques collectives, d'adaptation aux différentes échelles temporelles, de réactivité et de planification permettant différentes sortes de guidage adaptatif de l'improvisation en fonction de l'écoute. Des techniques de traitement de signal et d'apprentissage profond, de modélisation statistique de séquences, ainsi que des modèles probabilistes de type bayésien ont été employés avec succès pour la partie modélisation du projet. Des architectures sophistiquées pour l'interaction combinant génération libre, structurée par planification et par réaction instantanée au contexte, ont été mises au point et utilisées dans nombre d'applications artistiques. DYCI2 a donné lieu à plusieurs innovations scientifiques dont l'adaptation du Deep Learning à la séparation multicanale live, une première mondiale. Le logiciel de séparation de sources par Deep Learning dnnsep a été déposé à l'APP et valorisé auprès de Samsung. Les résultats du projet ont été diffusés à la communauté scientifique, artistique et au grand public à travers un nombre important de publications, de concerts internationaux (Montreux Jazz Festival, Ensemble Modern Francfort, etc.), et ont ramené deux prix *Jeune chercheur*. Les prototypes de logiciels musicaux issus du projet ont été choisis pour être présentés par M. Thierry Mandons, secrétaire d'état à la recherche lors de ses vœux à la recherche au Musée du Quai Branly.

Quelques actions scientifique en 2018:

- Livraison par J. Nika de la librairie Dyci2Lib en python et max sur GitHub: combinant approches libres, planifiées et réactives de la générativité et de l'improvisation, ainsi que modèles de scénarios dynamiques à court terme («meta-Djing»);
- Livraison sur Github de om-DYCI2, librairie openmusic pour DYCI2;
- Soutenance Thèse de Ken Déguernel: Apprentissage de structures musicales en contexte d'improvisation. Intelligence artificielle. Université de Lorraine, 2018;
- Livraison sur GitHub des résultats de thèse de Ken Deguernel: modèles multidimensionnels, modèles graphiques de propagation de croyances bayésiennes, combinaison intuition / savoir par oracles de facteurs et interpolation de sous-modèles probabilistes;
- Impact majeur des résultats en *deep learning* à SiSEC 2018;
- DYCI2Lib choisie pour le projet de Pascal Dusapin «Lullaby experience» créé avec l'Ensemble Modern à Francfort en février 2019 avec J. Nika, conseiller scientifique et RIM;
- Émission «Intelligence artificielle», L'esprit sorcier, avril 2018 avec J. Nika et P. Esling;
- Workshop: Music Computing in Live Electronics and Improvisation.. DARMSTÄDTER FERIENKURSE 2018. avec J. Nika et R. Fox.



La librairie DYCI2.

### Creative IA

Ce projet articulé autour du nouveau groupe-projet *Artificial Creative Intelligence and Data Science* (ACIDS) de l'équipe RepMus s'attache à comprendre l'intelligence créative par deux principaux apports. D'une part, il se donne pour objectif de contribuer à mieux comprendre la créativité humaine et artificielle et, d'autre part, de modéliser des phénomènes qui sont intrinsèquement d'une grande complexité. Nous cherchons plus précisément à étendre les approches d'apprentissage profond à l'utilisation de séries temporelles multivariées et multimodales, à travers notamment l'analyse de l'orchestration et des relations existant entre le symbole (écriture musicale) et le signal (flux audio). Nous proposons d'introduire l'apprentissage (basé sur les corrélations trouvées dans le tra-



vail de compositeurs reconnus) d'espaces multimodaux permettant de déchiffrer les interactions entre signal et symbole. Le projet amène à la création d'un axe fort autour de l'apprentissage automatique à travers le groupe ACIDS et bénéficie de 6 thèses de doctorats ainsi que de multiples financements, et est également marqué cette année par le développement de plusieurs collaborations industrielles (SonyCSL, Arturia).

Les thèses en cours concernent l'apprentissage symbolique pour l'orchestration avec une nouvelle bourse GPU, les problématiques d'apprentissage de variétés multidimensionnelles pour la compréhension du signal orchestral et la générativité interactive (A. Chemla), les espaces variationnels de signaux multivariés (A. Bitton), la modélisation de processus créatifs et l'inférence semi-supervisée de structure (T. Carsault), l'apprentissage d'espaces symboliques multimodaux pour la composition orchestrale (M. Prang).

Pour 2018, on peut noter la diversité des échanges et/ou résultats scientifiques:

- Philippe Esling a été «invited speaker» lors de la conférence SticAmSud à Bucuramanga (Colombie) pour une présentation sur l'apprentissage profond et les travaux sur l'intelligence créative;
- Renforcement du partenariat avec l'Université de Tokyo (laboratoire de Tatsuya Harada), avec le déplacement de Philippe Esling au Japon (février 2018) comme chercheur invité, suivi d'échanges de plusieurs étudiants;
- Invitation du professeur Harada pour une conférence à l'Ircam;
- Direction de l'écriture de l'axe "Humanités Numériques" du futur centre IA@SU;
- Échange de recherche de Tristan Carsault avec l'université de Kyoto (laboratoire de Kazuyoshi Yoshii);
- Soutenance de thèse de Léopold Crestel sur l'apprentissage automatique pour la composition;
- Best Presentation Award de la conférence ISMIR 2018 pour Philippe Esling;
- Prix du meilleur stage de l'École polytechnique 2018 pour Clément Tabary (dirigé par Philippe Esling);
- Démarrage d'une thèse sur l'apprentissage automatique de paramètres de synthèse avec la société Arturia;
- Stage en co-encadrement avec Sony CSL sur la synthèse de batterie (C. Aouameur).

■ **Programmation et traitement temps réel des signaux musicaux**

Cet axe de travail vise à développer les notions et les langages permettant de programmer des interactions musicales complexes en temps réel lors de performances. Les travaux de cette année se sont concentrés sur deux thématiques.

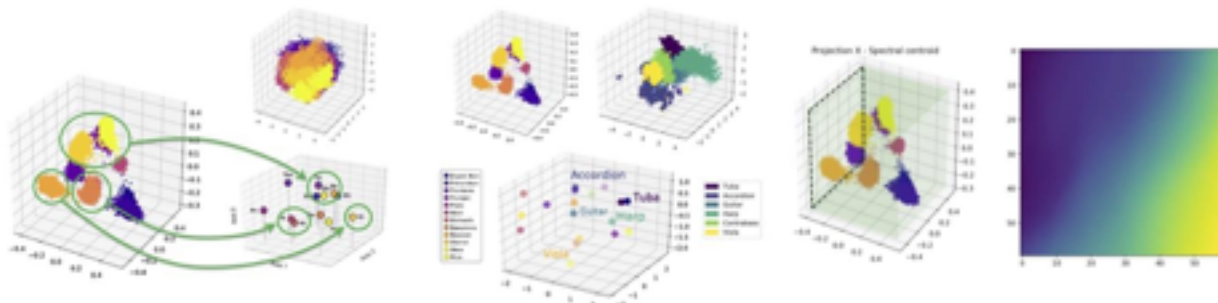
Systemes hybrides

Ce travail a visé à intégrer un solveur d'équations différentielles dans le moteur réactif d'Antescofo. Cela s'est fait en étendant une construction, les *curves*, qui permet d'échantillonner une courbe définie symboliquement. Cette extension permet de définir ces fonctions à travers une équation différentielle. Elle permet aussi de détecter dynamiquement des *zero-crossing* (le passage par zéro d'une quantité continue arbitraire impliquant la fonction et sa dérivée). Il est possible de définir ainsi simplement des systèmes hybrides: un système dynamique faisant intervenir explicitement et simultanément des comportements continus et discrets. Ces systèmes sont classiquement constitués de processus continus (définis par les équations différentielles) interagissant avec ou supervisés par des processus discrets (le code réactif d'Antescofo). Cette nouvelle construction a été utilisée pour coder efficacement un modèle physique de type masse-ressort utilisé pour contrôler des paramètres de synthèses sonores (cf. figure suivante).

Gestion des flots chronométriques et événementiel

L'intégration de traitement des signaux audio temps réel dans le modèle temporel d'Antescofo demande à unifier le paradigme chronométrique (time-driven) utilisé pour ordonnancer les graphes audios et le paradigme réactif utilisé pour le contrôle événementiel haut-niveau des activités. La thèse de Pierre Donad-Bouillut s'est attaquée à ce problème [DBGC+16, DBG17]. Les développements de cette année ont porté sur un modèle de dégradation permettant de diminuer la charge de calcul des traitements audio en cas de dépassement des échéances. La dégradation correspond soit à une version de moindre qualité du traitement d'un nœud audio, soit à un sous-échantillonnage du signal.

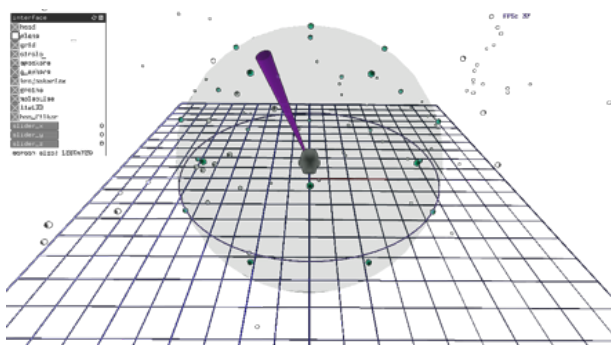
Plus largement, il s'agit d'unifier le traitement des divers flots temporels qui peuvent intervenir dans la création contemporaine: l'audio en musique, mais aussi la vidéo, le geste, des données de capteurs (accéléromètre, position, etc.). Ces



ACIDS: Espaces de timbre génératifs par régularisation variationnelle (Best Presentation Award ISMIR 2018).

flots sont temporisés, événementiels ou un mélange des deux comme c'est le cas pour les actions électroniques réalisées par le suiveur de partition Antescofo.

La thèse de José Miguel Fernandez (cf. supra) concourt aussi à cet objectif et le travail de cette année a permis de développer une librairie, *AntesCollider*, permettant de piloter directement un serveur audio *SuperCollider* à partir d'un programme Antescofo. Cette librairie intègre des fonctions avancées de sauvegarde de presets, de création de chaîne audio dynamique, de monitoring graphique, de codage ambisonique afin de spatialiser les sons de synthèse, etc. Une des motivations de ce travail était de développer une infrastructure audio plus performante et plus robuste que Max, face à de fortes charges de calculs. Les premiers retours sont très positifs et doivent à présent être diffusés.



Visualisation d'un modèle physique masse-ressort reposant sur le solveur différentiel intégré à Antescofo, pour piloter en temps réel les paramètres d'une synthèse réalisé dans l'environnement AntesCollider.

## ■ Représentations, formalisation, langages

### Fondements mathémusicaux

L'année 2018 a vu la poursuite du projet SMIR (Structural Music Information Research), mené par Moreno Andreatta dans le cadre de sa fellowship USIAS hébergée par l'IRMA de l'université de Strasbourg (en collaboration avec le GREAM, la HEAR, le Conservatoire de Strasbourg et l'Ircam). Ce projet vise à constituer une nouvelle approche de type structurelle dans le domaine du Music Information Research et s'articule autour de quatre grands axes :

- Morphologie mathématique (MM) et Analyse des concepts formels (FCA) pour l'analyse musicale computationnelle ;
- Tonnetz généralisé, homologie persistante et classification stylistique automatique ;
- Théorie des catégories et théories transformationnelles pour l'analyse musicale (assistée par ordinateur) ;
- Problèmes théoriques posés par la musique et conjecture ouverte en mathématiques.

Outre ces quatre thématiques qui constituent les axes théoriques principaux du projet, un cinquième axe a été ajouté en 2018, visant à renforcer la réflexion sur composante épistémologique et cognitive des rapports mathématiques/musique. Cela a été possible grâce aux différentes actions menées dans le cadre du GDR ESARS (Esthétique Art et Science), qui s'est achevé en décembre 2018, et du séminaire Mamuphi (Mathématiques, musique et philosophie) dont Moreno Andreatta continue à assurer la codirection. En outre, comme dans la première année du projet SMIR, un effort particulier continue à être mis sur la transmission des savoirs auprès du grand public dans une perspective dépassant les barrières entre musique savante et *popular music* (rock, jazz, pop, chanson), comme en témoigne le nombre croissant de conférences-concert réalisées en 2018. Une partie de ces actions de vulgarisation a été organisée, comme rappelé, dans le cadre du GDR ESARS (volet «Math'n Pop») et en collaboration étroite avec l'OuMuPo (Ouvroir de Musique Potentielle).

Quelques dates de cette thématique :

- Organisation d'une École thématique Art & Science dans le cadre du GDR ESARS (Université Paris Descartes, 22-27 octobre 2018) ;
- Poursuite de la thèse à l'interface entre musique savante et musiques actuelles d'Alessandro Ratoci intitulée «Vers l'hybridation stylistique assistée par ordinateur» (Doctorat recherche en composition de Sorbonne Université, en codirection entre Laurent Cugny et Moreno Andreatta) ;
- Soutenance de la thèse de Sonia Cannas (codirigée par Moreno Andreatta, menée en cotutelle entre l'université de Pavie et l'université de Strasbourg) à l'université de Pavie (27 novembre 2018). La thèse a abouti à une généralisation du Tonnetz aux accords de septième et à des résultats nouveaux sur des parcours hamiltoniens sur le graphe correspondant (ayant 51 sommets et 132 arcs). Ces recherches ont fait l'objet de plusieurs présentations, dont une participation au GREAM'S 6th Young Researchers Conference (Strasbourg, 2 février 2018), une présentation à Salamanque (9 mars 2018), un poster aux JIM 2018 (16-18 mai 2018) ainsi qu'à l'European Women in Mathematics Symposium (Karl-Franzens-Universität Graz, Autriche, 3-7 Septembre 2018) où il a reçu le prix du Meilleur Poster ;
- Poursuite de la collaboration avec Andrée Ehresmann et Alexandre Popoff sur la théorie des catégories en analyse musicale (un article de revue (*Journal of Mathematics and Music*) publié en 2018, un article paru dans la conférence internationale *Diagrams 2018* à Edinburgh et un soumis à MCM 2019, disponible sur arXiv) ;
- Poursuite de la collaboration avec Isabelle Bloch (Télécom/ParisTech) et Jamal Atif (LAMSADE) sur la morphologie mathématique, l'analyse des concepts formels et l'homologie persistante appliquées à la musique. Cette thématique a fait l'objet d'un stage de M1 sur l'homologie persistante (Paul Lascabettes, ENS/Université de Strasbourg) et d'un article paru dans une conférence internationale (ICCS 2018, Edinburgh, 20-22 juin 2018) ;

- Organisation par Moreno Andreatta, Sonia Cannas et Ludovico Pernazza du «Workshop «Mathematical and Computational models in Music» (Pavie, Italie 18 Avril 2018);
- Poursuite du travail de direction des deux collections («Computational Music Sciences» chez Springer et «Musique/Sciences» chez Ircam-Delatour France) avec deux nouveaux ouvrages publiés courant 2018 (dont la nouvelle édition révisée et augmentée de The Topos of Music, en quatre volumes).

**ÉQUIPE “SYSTEMES ET SIGNAUX SONORES:  
AUDIO/ACOUSTIQUE, INSTRUMENTS”**

Effectif [AR1]		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques		Collaborations artistiques	
Chercheurs et ingénieurs statutaires	6+1	Revue à comité de lecture [AR2]	1	Nationaux et régionaux ANR Infidhem ANR Finite4SoS DEFI-INSTRUM Animaglotte MINES-Mécatronique	4	Cambridge Univ. (UK), C2RMF-Louvre (Paris), CRC-Musée de la Musique- Philharmonie (Paris) EPCC-Edinburgh Univ. (UK), EPFL (Suisse), GIPSA-lab (Grenoble), IJLRA-SU (Paris), IMJPRG-SU (Paris), Imperial College London (UK), ISAE-Sup'Aéro (Toulouse), LAGEP-Univ. Lyon 1, LaSiE-Univ. La Rochelle, LMA-CNRS (Marseille), LMD-ENS (Paris), LPL-CNRS (Aix-en-Provence) Mines-ParisTech (Paris) NTNU (Trondheim, Norvège) Thalès Group (France) UNSW (Sydney, Australie)	Hans Peter Stubbe		
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	2	Conférences avec comité de sélection	13	Internationaux iMuSciCa	1				
Doctorants	7	Ouvrages et chapitres	0	Contrats industriels (Snail)	1				
Stagiaires	5	Thèses de doctorat et HDR	1						

Responsable : Thomas Hélie

L'équipe S3AM élabore des outils théoriques, technologiques et expérimentaux portant sur les systèmes multi-physiques et les signaux sonores qu'ils produisent. Elle s'intéresse à explorer, comprendre, reproduire avec réalisme ou inventer des objets sonores en audio, en acoustique, avec une focalisation sur les instruments de musique jusqu'à la production de la voix. Plus précisément, les objectifs sont de modéliser, simuler, identifier et optimiser ces systèmes (voix, musicien/instrument, haut-parleurs, effets électroniques audio, etc.), avec pour particularité de s'appuyer sur la physique pour faire émerger des structures intrinsèques et en bénéficier. L'équipe élabore des méthodes d'analyse, transformation, contrôle et simulation de sons et des outils d'aide à la conception, dans des paradigmes virtuels, réels ou hybrides.

Dans cette démarche, l'approche globale «systèmes et signaux» apporte une synergie dès la conception des outils, en connectant (et non simplement en juxtaposant) plusieurs disciplines et champs scientifiques : physique, théorie des systèmes et du contrôle, géométrie différentielle, analyse numérique, traitement du signal, informatique, électronique, mécatronique et robotique.

Les applications visées concernent les domaines scientifiques, artistiques, pédagogiques et de la santé.

Thématiques principales :

Les thématiques traitées par l'équipes S3AM sont : (1) modélisation physique des instruments de musique et de la voix, (2) acoustique instrumentale, (3) synthèse sonore par modélisation physique, (4) plateformes expérimentales robotisées : bouche artificielle robotisée pour le jeu des cuivres, appareil vocal robotisé à l'échelle 1:1, (5) identification de systèmes non linéaires, (6) contrôle de systèmes non linéaires.

Domaines de compétences :

Les domaines de compétences sont : (1) acoustique, (2) mécanique, (3) systèmes non linéaires, (4) géométrie différentielle, (5) contrôle, (6) théorie du signal, (7) analyse numérique, (8) expérimentation, (9) mécatronique, (10) synthèse sonore, (11) lutherie réelle et virtuelle.

Les résultats marquants de 2018 sont développés selon 3 axes principaux :

- (1) Problèmes directs : modéliser et simuler avec des garanties ;
- (2) Problèmes inverses : analyser, contrôler et optimiser ;
- (3) Développements technologiques et expérimentaux : explorer, mesurer et reprogrammer la (bio-) physique.

À ceux-ci s'ajoutent des éléments d'animation et de diffusion de la recherche, ainsi que d'enseignements :

- Concerts Surprise avec glass harmonica et le cristal Baschet (avec Thomas Bloch), Musée de la Musique, Cité de la Musique Philharmonie de Paris, 21 juin 2018 ;
- Publication dans le journal de Sorbonne Université : "Créer les instruments de musique de demain", 2 juillet 2018.

■ **Problèmes directs : modéliser et simuler avec des garanties**

Géométrie différentielle (J. Bensoam, P. Carré)

Pendant l'année 2018 deux dépôts de projets ont été réalisés :

- GDR Géo-Méca : Groupement de Recherche CNRS monté en collaboration avec le LASIE (La Rochelle) et L'École Normale Cachan. Ce GDR regroupe une vingtaine de laboratoires en mathématique et mécanique utilisant la géométrie. Ce projet a été accepté en janvier 2019.
- Projet PHC AURORA 2019 (ministère des Affaires Étrangères) pour une collaboration avec les chercheurs norvégiens NTNU, University Bergen (Norvège). Ce projet entend continuer à animer le réseau Européen MRSEI qui promeut les méthodes géométriques très adaptées au calcul scientifique intense sur HPC. Le projet destiné à financer des échanges de chercheurs et de doctorants n'a pas été retenu. De nouvelles actions pour l'animation du réseau sont envisagées.

Geometry in Acoustics for Sound Synthesis

Thèse de P. Carré (ED SMAER, débutée en octobre, co-direction J. Bensoam et B. d'Andréa-Novel) : la complexité apportée par les non-linéarités intrinsèques des sons musicaux rend inadaptée l'approche computationnelle standard pour la synthèse sonore (synthèse modale). De nouvelles méthodes numériques sont donc envisagées, fondées sur la prise en compte de la structure des systèmes physiques, et garantissant par construction la conservation des invariants physiques du système. L'application des techniques mathématiques sera effectuée sur des systèmes élémentaires utilisés en synthèse sonore tels que les cordes, poutres et plaques. Cette thèse fait suite à un stage de Master effectué en 2017 à l'Ircam portant sur l'établissement de méthodes géométriques multi-symplectiques et de leur application au modèle de poutre de Reissner.

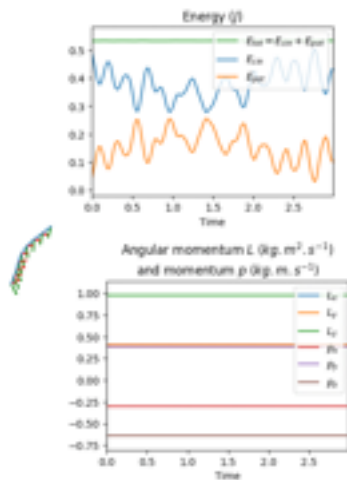


IMAGE 1. Dynamique d'une poutre de Reissner à invariants garantis (moments angulaires et de translation).

Deux directions principales seront explorées :

- Symétries : en plus de réduire le coût de calcul, la prise en compte des symétries des systèmes dans les méthodes numériques assure de la conservation des invariants donnée par le théorème de Noether ;
- Modularité : cas particulier de symétrie pour lequel le système peut être réduit à plusieurs sous-systèmes interagissant entre eux.

Réduction d'ordre et simulation à passivité garantie du modèle de plaque de Berger

(T. Hélie, D. Roze)

Dans le cadre de la synthèse sonore par modèles physiques, une réduction d'ordre exact par décomposition modale a permis la réécriture et la simulation dans le formalisme des Systèmes Hamiltoniens à Ports, d'une classe de systèmes non linéaires, définie par une non-linéarité globale due à une variation de tension (modèle de corde de Kirchhoff-Carrier, modèle de plaque de Berger). Des simulations à passivité garantie ont été réalisées pour ces deux modèles. En associant ces résultats aux travaux de Mathis Raibaud, une extension du formalisme peut être envisagée dans le cadre de la simulation de dynamiques non linéaires à passivité garantie.

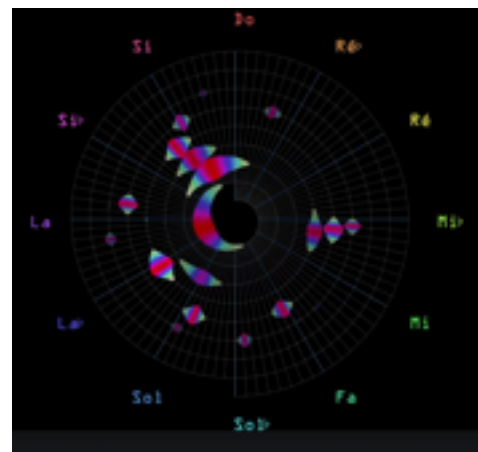
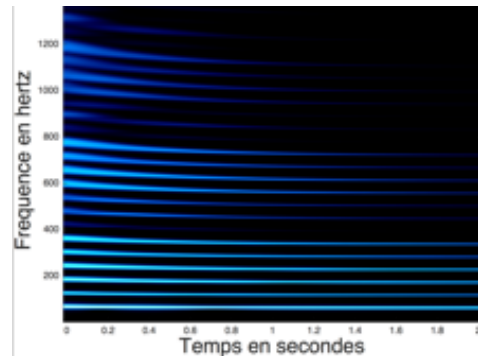


IMAGE 2. Spectrogramme de la simulation à passivité garantie d'une plaque de Berger et capture d'écran de l'analyse du son dans le Snail. Ces deux figures permettent d'observer le glissement fréquentiel prévu par la non-linéarité du modèle.

Analog Audio Designer - Élaboration d'un environnement virtuel pour le traitement analogique audio: approche par les Systèmes Hamiltoniens à Ports

Thèse de R. Muller (financée par UVI, depuis décembre 2015 pour une durée de 5 ans à mi-temps, Direction de T. Hélie).

Des méthodes numériques précédemment élaborées dans l'équipe permettent de garantir l'équilibre de bilans de puissance et la passivité et pour une large classe de systèmes non linéaires, d'aboutir à un solveur non itératif, avec une précision numérique d'ordre 2.

Le travail de cette année s'est poursuivi sur la représentation de trajectoires continues par morceaux préservant le bilan de puissance. Il est apparu que pour pouvoir assurer simultanément la continuité et le bilan de puissance, il était nécessaire de trouver des bases de fonctions dédiées doublement orthogonales: d'une part dans un espace de Sobolev bien choisi pour assurer la régularité, d'autre part dans l'espace de Hilbert L2 pour assurer le bilan de puissance. Un article de journal est en cours de rédaction.

Autres faits marquants pour l'année 2018:

- Une méthode a été trouvée permettant d'unifier les composants algébriques et les composants différentiels à l'aide d'une unique fonction potentielle homogène au bilan de puissance instantanée du système. Cette unification permet de généraliser l'usage du gradient discret aux composants algébriques et préserve la structure de connexion. Un article "Power-Balanced Modelling of Circuits as Skew Gradient Systems" a été publié à la conférence DAFX18;
- Un modèle minimal passif d'amplificateur opérationnel incluant la saturation et les ports d'alimentation, compatible avec le formalisme SHP, a été trouvé en fin d'année. Ce travail permettra d'étendre la classe des circuits simulables sans avoir à passer par des macros modèles. Un article est en cours de rédaction pour la conférence DAFX19.

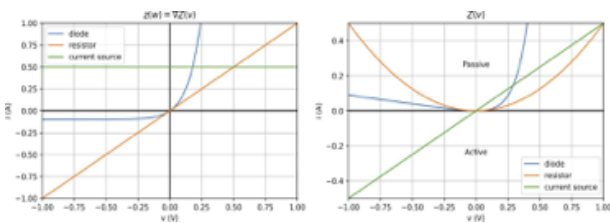


IMAGE 3. Lois constitutives des composant algébriques à gauche et leurs "potentiels puissance" à droite.

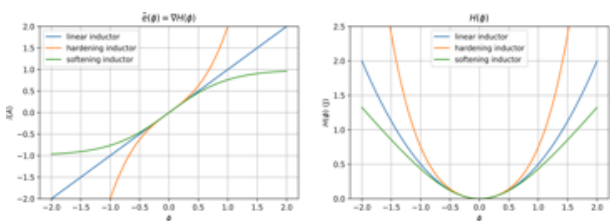


IMAGE 4. Lois constitutives des composant différentiels à gauche et leurs potentiels énergétiques à droite

Modélisation multi-physique passive, identification, simulation, correction et asservissement de haut-parleur électrodynamique sur des comportements cibles

Thèse de T. Lebrun (ED SMAER, octobre 2016 - septembre 2019, Direction T. Hélie, en collaboration avec D. Chalabi, C. Dianoux, A. Recher-PIP).

L'objectif majeur de cette thèse est de corriger les distorsions sonores générées par un haut-parleur électrodynamique lorsqu'il est excité à fort niveau. À cet effet, un correcteur de type boucle ouverte a été élaboré selon la technique de «platitude différentielle», basé sur un modèle incluant deux phénomènes non linéaires responsables de ces distorsions. Ce correcteur a été testé sur un banc expérimental, conduisant à une réduction des distorsions observées. Les contributions pour l'année 2018 sont listées ci-dessous:

- Modélisation et correction de la distorsion sonore générée par le mouvement de la membrane du haut-parleur (effet Doppler): un article a été soumis au journal Acta Acustica United with Acustica;
- Méthode d'estimation de paramètres d'un modèle non linéaire de haut-parleur: un travail en collaboration avec D.Bouvier, reposant sur une méthode de séparation par ordres homogènes de non-linéarités développée dans sa thèse. Les paramètres estimés par cette méthode ont mené à de meilleurs résultats de correction;
- Contrôle passif d'un absorbeur électroacoustique: un travail en collaboration avec M. Wijnand, dont le but est de commander une membrane de haut-parleur pour absorber les ondes sonores incidentes. Un contrôleur en temps fini et à passivité garantie a été élaboré, exploitant des méthodes issues du formalisme Hamiltonien à Ports. Des expériences numériques ont montré la performance du contrôle et ont fait l'objet d'un article à la conférence NODYCON (février 2019);
- Encadrement du stage de T. Guennoc sur le suivi de paramètres du haut-parleur: un estimateur temps réel des paramètres du modèle non linéaire de haut-parleur a été implanté sur le banc expérimental.

Appareil Vocal: modélisation physique, simulation à passivité garantie, analyse de régimes

Stage puis thèse de Victor Wetzel (M2 ATIAM: février-juillet 2018; thèse SMAER: septembre 2018-2021, Direction: T. Hélie, F. Silva, LMA-Marseille, Collaboration P.-Y. Lagrée, IJLRA-SU).

La voix est un système multi-physique (acoustique, mécanique des solides/fluides) capable de reproduire une grande variété de régimes (voix de tête/de poitrine, fry, voix de sifflet...). Ce travail se base sur le modèle de Hélie et Silva qui donne un modèle d'appareil vocal complet dans le formalisme des Systèmes Hamiltoniens à Ports. Ce stage s'articule en deux objectifs: analyser le modèle existant et amélioration du conduit vocal (résonateur).

Les contributions sont:

- L'implémentation et l'exploration des possibilités du modèle à l'aide de la librairie Python open-source PyPHS (image 1);

- L'utilisation de méthodes asymptotiques numériques pour l'analyse des régimes du modèle et valider les expériences numériques; mise en évidence du retard à la bifurcation (image 2);
- Une modélisation en approche Hamiltonienne à Ports du conduit vocal, compatible avec un modèle récent de larynx précédemment élaboré dans l'équipe en collaboration avec le LMA;
- L'implémentation de ce modèle en C++ et son assemblage avec le larynx.

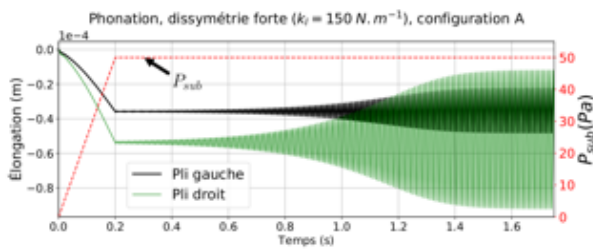


IMAGE 5. Déplacement des plis vocaux dans une configuration dissymétrique (le pli gauche est plus raide que le pli droit).

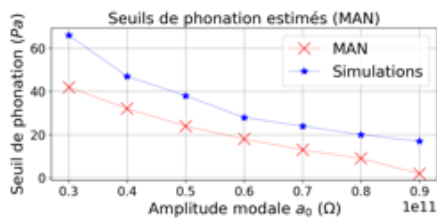


IMAGE 6. Seuils de phonation estimés par simulation et par Méthode Asymptotique Numérique; mise en évidence du phénomène de retard à la bifurcation.

Modélisation et simulation de systèmes discrétisés par la méthode des éléments finis dans le formalisme des Systèmes Hamiltoniens à Ports: application à la synthèse sonore

Stage de Mathis Raibaud (M2 ATIAM, février-juillet 2018, Direction D. Roze, R. Piéchaud). Ce stage avait pour objectif la réduction d'ordre de Systèmes Hamiltoniens à Ports (SHP) de dimension infinie. Cette réduction, basée sur la méthode des éléments a permis d'exprimer un modèle par élément finis de corde non linéaire, tout en conservant les propriétés de préservation du bilan de puissance du formalisme des SHP.

Contributions du stage:

- Écriture des formulations faibles et des énergies, puis expression sous forme de SHP de deux modèles de corde (linéaire et non linéaire);
- Mise en évidence des problématiques d'écriture des conditions aux limites;
- Développement d'un démonstrateur en Matlab et en Juce avec des objectifs de synthèse sonore temps réel.

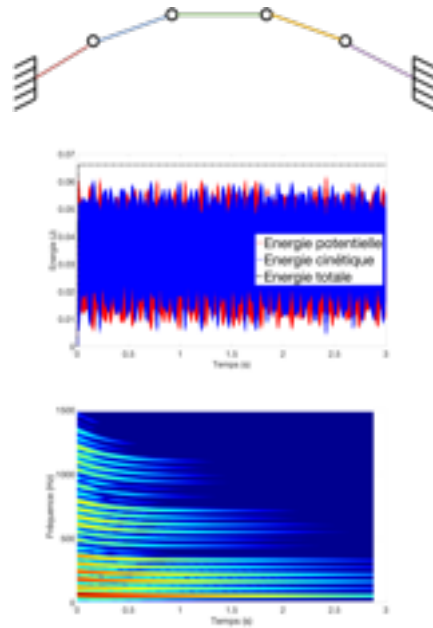


IMAGE 7. Simulations à passivité garantie d'un modèle de corde non linéaire décrit (a) par la méthode des éléments finis; (b) en l'absence de dissipation l'énergie du système est conservée au cours de la simulation; (c) en présence d'amortissement, des glissements fréquentiels dus aux phénomènes non linéaires sont audibles aux fortes amplitudes d'excitation.

Simulation temps réel d'une Onde Martenot

Stage de Judy Najnudel (M2 ATIAM, février 2018 - juillet 2018, Projet du Collegium Musicae, Direction T. Hélie, D. Roze, T. Maniquet, S. Vaiedelich-Musée de la Musique, Coll. H. Boutin).

En collaboration avec le Musée de la Musique, et dans le cadre du Collegium Musicae, l'objectif de ce stage visait à modéliser et simuler le circuit d'une Onde Martenot, instrument de musique électro-acoustique du patrimoine. Les particularités de ce circuit, à savoir composants non linéaires (lampes triodes) et forts couplages (transformateurs), ont conduit à adopter le formalisme des Systèmes Hamiltoniens à Ports pour la partie modélisation, formalisme respectant le bilan de puissance et garantissant la stabilité des simulations.

Contributions principales lors de ce stage:

- Estimation des paramètres non renseignés des composants;
- Algorithme de résolution automatique des conflits de réalisabilité par construction de composants équivalents, avec intégration dans PyPHS, bibliothèque open-source dédiée à la modélisation par SHP;
- Conception d'un plugin temps réel contrôlable reproduisant le son issu du circuit d'une Onde Martenot particulière, programmé en C++ dans l'environnement JUCE. Une partie de ce travail a fait l'objet d'une présentation à la 145<sup>e</sup> Convention de l'AES (New York, octobre 2018).

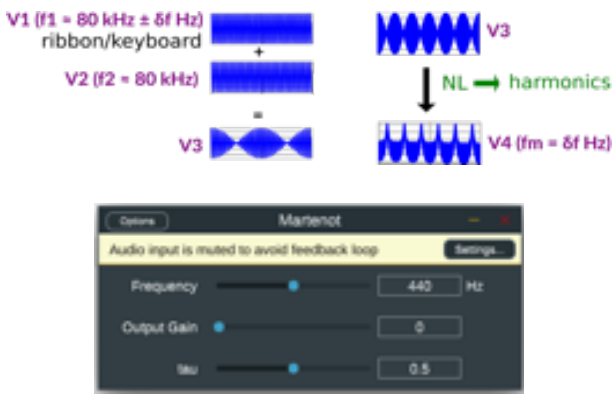


IMAGE 8. Signaux simulés en sortie des étages successifs du circuit FIGURE 2. Interface du plugin temps réel.

**■ Problèmes inverses: analyser, contrôler et optimiser**  
Identification de systèmes non linéaires représentés en séries de Volterra: applications aux systèmes sonores  
 Thèse de D. Bouvier (ED EDITE, octobre 2015 - décembre 2018, Direction T. Hélie, D. Roze).  
 Cette thèse s'intéresse à l'identification de systèmes audio ou acoustiques présentant des distorsions, représentables en séries de Volterra. L'approche adoptée repose sur le développement d'une étape préalable de séparation des contributions non linéaires de la série pour améliorer l'identification (cf. figure 1). Par rapport aux méthodes déjà existantes de séparation en ordres homogènes, basées sur des relations d'amplitudes entre signaux tests, l'approche adoptée dans cette thèse consiste à exploiter les relations de phase entre signaux afin d'obtenir une méthode robuste. Une méthode théorique qui exploite des relations de phase entre plusieurs entrées à valeur complexe a été conçue et testée sur des simulations: elle apporte une robustesse significativement supérieure aux solutions connues. De cette idée, plusieurs méthodes adaptées au cas des signaux réels ont été développées, dont l'une a été publiée dans un article de conférence internationale. Les méthodes de séparation proposées ont été testées et appliquées à une pédale d'effet de guitare. De plus, une de ces méthodes a été utilisée pour estimer des caractéristiques non linéaires d'un haut-parleur électrodynamique, travail qui a été présenté dans une conférence nationale. Un autre axe de travail étend la notion d'immittance physique au cas non linéaire dans un cadre bien posé, en introduisant des noyaux de transfert de Volterra. L'examen du critère de passivité à satisfaire par ces noyaux est en cours, en vue d'accroître la robustesse par régularisation selon ce principe physique général.

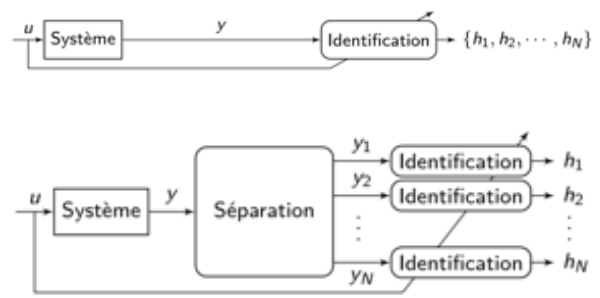
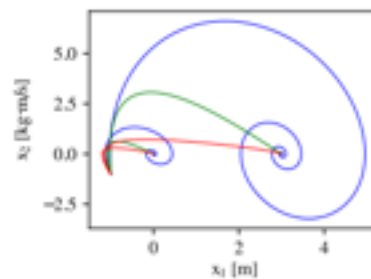


IMAGE 9: Identification des noyaux de Volterra par une approche directe (haut) ou reposant sur la séparation d'ordres (bas).

Contrôle en temps fini de systèmes dynamiques modélisés par des EDPs et EDOs - Application aux instruments de musique de type gong

Thèse de M. Wijnand (ED SMAER, ANR Finite4SoS, depuis octobre 2017, durée: 3 ans, Direction B. d'Andréa-Novel, T. Hélie, D. Roze, L. Rosier-Mines ParisTech).  
 Cette thèse s'intéresse au contrôle en temps fini de systèmes dynamiques. Ce type de contrôle non linéaire permet d'atteindre un point d'équilibre en un temps fini, au contraire d'un contrôle asymptotique voire exponentiel. Un premier travail, présenté au CFA 2018, a porté sur l'interprétation d'un système de dimension 2 contrôlé en temps fini dans le formalisme des Systèmes Hamiltoniens à Ports. Une version passive de la loi de contrôle nous permet d'obtenir un contrôle robuste. Nous étudions également une méthode de simulation passive et moins raide autour de la précision machine. Ce résultat a ensuite été appliqué au contrôle en temps fini d'une membrane de haut-parleur destinée à fonctionner comme absorbeur acoustique (collaboration avec T. Lebrun dans le cadre d'un article pour la conférence NODYCON 2019). Nous souhaitons généraliser l'interprétation d'un système discret contrôlé en temps fini au cas de la dimension  $n$ .  
 Un travail sur la commande d'un haut-parleur comme actionneur de contrôle actif appliqué à une membrane de tom est en cours.  
 Ensuite, nous souhaitons étudier le contrôle en temps fini de systèmes de dimension infinie tels que des EDPs hyperboliques couplés à des EDOs et la plaque non linéaire.





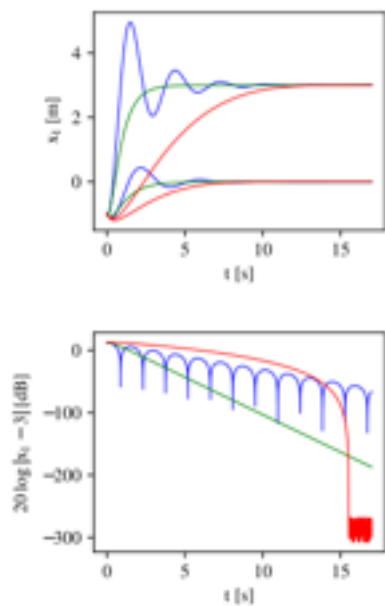


IMAGE 10. Contrôle en temps fini d'un double intégrateur vers l'origine (rouge) versus contrôle asymptotique (bleu et vert). De gauche à droite: évolution dans l'espace des états (position et quantité de mouvement); évolution des états dans le temps; évolution de l'erreur sur la position.

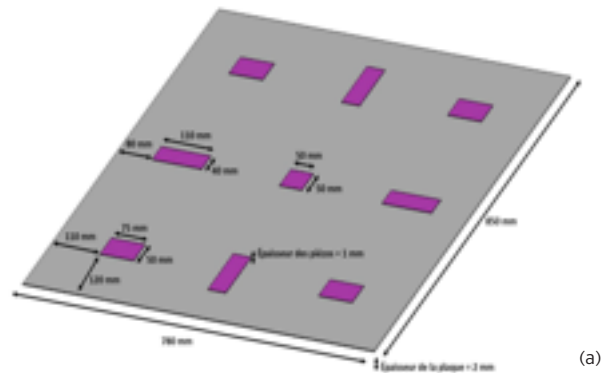


IMAGE 11. Schéma (a) et photo (b) de la plaque encastrée munie d'actionneurs piézoélectriques.

Projet MIAM: « Musical Instruments Augmented with Metamaterials »

(H. Boutin, Collaboration A. Paté, ISEN, Lille).

Le projet MIAM vise à contrôler les vibrations des structures dans les instruments de musique à cordes et percussions, et de la colonne d'air dans les instruments à vent avec une approche innovante, utilisant des méta-matériaux. Les méta-matériaux acoustiques, ou cristaux phononiques, trouvent principalement des applications dans le domaine ultrasonore, et plus récemment, dans le contrôle basse fréquence des ondes sismiques de surface. Nous souhaitons ici développer leur potentiel dans le domaine audible, en modifiant d'une part les caractéristiques mécaniques des structures vibrantes, et d'autre part l'état de surface à l'intérieur des tuyaux.

L'objectif de ce projet est de permettre à l'interprète d'ajuster le comportement vibratoire de l'instrument au cours du jeu, afin d'élargir ses possibilités concernant la jouabilité et le son rayonné. Le projet MIAM est en phase de rédaction et d'élaboration du consortium. Il a fait l'objet d'un séminaire à l'ISEN (Institut Supérieur de l'Électronique et du Numérique), juin 2018, Lille. De plus, trois étudiants de l'ISEN, Lille, ont obtenu des résultats préliminaires au cours d'un projet de Master2 sur la vibration d'une poutre encastrée-libre et de plaques encastrées et libres (cf. figures 11 a et b), où sont positionnées des piles d'actionneurs piézoélectriques. Au cours de mesures et simulations, ils ont estimé l'influence des actionneurs sur les modes de vibration de la structure pour différentes configurations des piles piézoélectriques (circuit ouvert, en court-circuit ou connectés à la masse).

Acoustique des instruments à vent

Le fonctionnement des instruments à vent est de mieux en mieux compris, de l'excitation au rayonnement. Cependant certaines subtilités mènent à des instruments de qualité et jouabilité très différentes. Ce projet porte en particulier sur deux points encore mal compris: le premier porte sur l'analyse des conditions d'auto-oscillation des lèvres dans la famille des cuivres, et le second concerne l'influence du matériau dans la perce sur la qualité et la jouabilité de l'instrument.

Acoustique des instruments à vents: anches lippales

(H. Boutin, Collaboration R. Smith et J. Wolfe, UNSW-Sydney). Les modèles d'anches lippales prévoient l'auto-oscillation des lèvres à des fréquences légèrement supérieures aux fréquences de résonances de la colonne d'air. Cependant en pratique, les musiciens peuvent faire varier la fréquence de jeu continûment, sans interruption du son, sur des intervalles approximativement centrés sur les fréquences de résonances de la colonne d'air, sans modifier sa géométrie. Afin de mieux comprendre comment l'oscillation des lèvres est régénérée, nous avons mesuré la pression et le débit de l'air de part et d'autre des lèvres en situation de jeu, lorsque le musicien fait varier la fréquence de jeu, ainsi que la surface d'ouverture de la bouche et le volume instantané de lèvres dans l'embouchure (cf. figure 12).

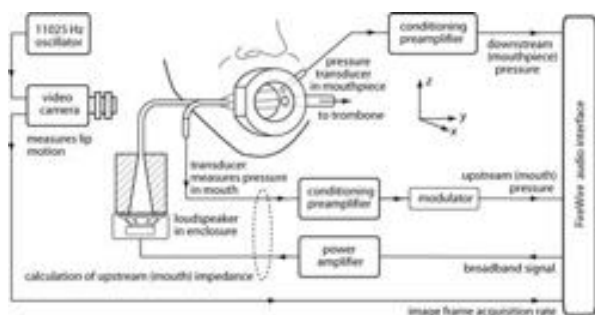


IMAGE 12. Dispositif expérimental de mesures simultanées de pression et impédance acoustique de part et d’autres des lèvres, et de la géométrie des lèvres dans l’embouchure en situation de jeu.

Les contributions apportées par l’analyse de ces données, pour plusieurs trombonistes professionnels et amateurs, a mené à plusieurs résultats expérimentaux :

- Le débit engendré par le mouvement des lèvres dans l’embouchure est une composante significative du débit total dans l’embouchure ;
- Lorsque la fréquence de jeu devient inférieure à la fréquence de résonance de la colonne d’air, la différence de phase entre l’ouverture des lèvres et le débit acoustique devient négative.

Ces résultats ont mené à l’élaboration d’un modèle de lèvres à deux degrés de liberté, capable d’auto-osciller de part et d’autre des fréquences de résonance de la colonne d’air, d’après l’estimation du travail reçu par les lèvres. Ils feront l’objet d’une présentation à la conférence ICSV, juin 2019 à Montréal.

Acoustique des instruments à vents : projet FaRéMi  
(Projet du Collegium Musicae “FAire paRIer les instruments de Musique du Patrimoine”, Henri Boutin, collaboration J.-L. Le Carrou, B. Fabre, LAM, IJLRA, SU, S. Le Conte, S. Vaiedelich, CRC-ECR Musée de la Musique, Cité de la Musique-Philharmonie de Paris, depuis mars 2015).

D’un instrument à vent à l’autre, l’état de surface à l’intérieur de la perce est très différent, impliquant une large variabilité de pertes acoustiques, suivant le matériau utilisé et le traitement appliqué. Cette dissipation acoustique affecte l’intervalle de fréquences pouvant être jouées, et par conséquent la jouabilité et la qualité des instruments à vent. Suite au développement d’une méthode d’estimation, la dissipation acoustique a été mesurée dans des tuyaux de bois cylindriques, pour plusieurs essences couramment utilisées en facture contemporaine. Un modèle de propagation avec pertes, emprunté au formalisme des lignes de transmission, a été développé et présenté au Congrès Français d’Acoustique 2018, Le Havre (cf. figure 13).

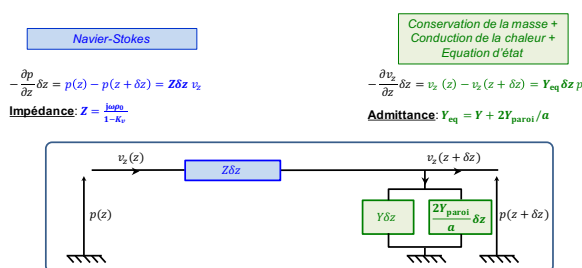


IMAGE 13. Modèle de propagation dans un tuyau cylindrique avec paroi poreuse et rugueuse et pertes visco-thermiques.

Ces travaux s’intègrent dans un projet de grande envergure visant à synthétiser le son des instruments à vent et à cordes des collections muséales, dont l’état de jeu est difficile à maintenir, sans intervention matérielle irréversible. Ce projet a été initié en 2015 entre l’équipe LAM de l’Institut d’Alembert (SU), et l’équipe Conservation Recherche du Musée de la Musique. Ces résultats, qui ont permis de répondre à diverses questions sur la conservation des clavecins et des instruments à vent du patrimoine durant l’action COST FP1302 intitulée WoodMusICK, ont fait l’objet d’un chapitre dans l’ouvrage de fin d’action, publié en 2018.

Les deux axes de recherche sur les anches et le matériau dans la perce ont fusionné pour donner naissance à un nouveau projet sur les instruments à vent du patrimoine et leurs techniques de facture dans l’Histoire. Ce projet, porté par l’équipe S3AM, rassemble également des chercheurs de l’équipe Conservation Recherche, Musée de la Musique, Cité de la Musique, Philharmonie de Paris (USR 3224) et de l’Iremus (UMR 8223), Institut de Recherche en Musicologie de Sorbonne Université.

■ **Développements technologiques et expérimentaux : explorer, mesurer et reprogrammer la (bio-)physique**

Projet iMuSciCa : rendre accessible les technologies de l’Ircam dans l’environnement web

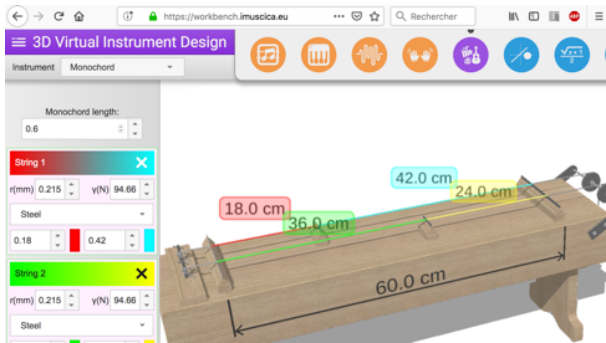
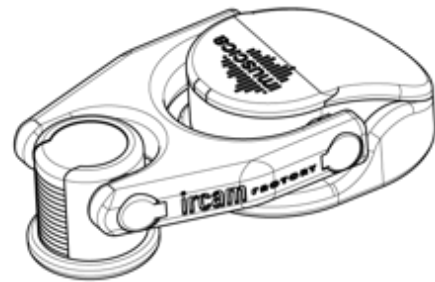
2018 a été une année clef dans le projet iMuSciCa : moment où, de la part des différents partenaires, toutes les technologies proposées sont arrivées à maturité assurant une intégration fluide dans la plateforme web (workbench.imusica).

Dans le cadre de ce projet, l’équipe S3AM a travaillé sur 3 axes différents : synthèse sonore par modèle physique (Modalys), analyse spectrale du son (The Snail), et introspection des objets vibrants (Acoscope).

**modalys.js**

La bibliothèque modalys.js, version “web assembly” de Modalys a reçu les améliorations suivantes:

- Robustesse accrue;
- Empreinte CPU plus légère;
- Nouveaux modèles: corde frottée, flûte simple;
- Exposition des données modales vers d’un objet en direction d’autres modules de la plateforme (Tone Synthesizer, DrawMe).



Construction virtuelle 3D dans le navigateur d’un monocorde double avec synthèse sonore par modèles physiques.



Vue conception 3D de l’Acouscope 2. Acouscope connecté à l’analyseur Hyvibe.

**snail.js**

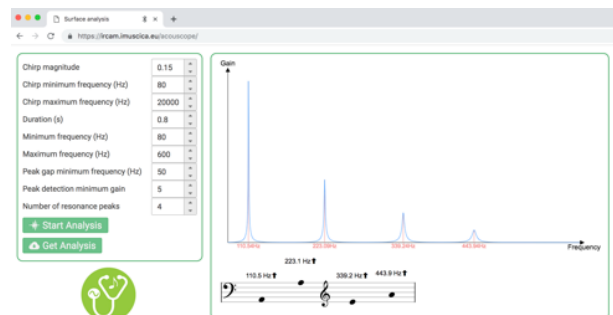
La bibliothèque snail.js, version web assembly de The Snail, n’a pas subi d’améliorations fonctionnelles notaires, mais a en revanche gagné en robustesse et son empreinte CPU s’est allégée, raison pour laquelle snail.js est à présent l’outil principal d’analyse temps réel du spectre sonore au sein de la plateforme web iMuSciCA.

**L’Acouscope**

L’Acouscope est un appareil développé dans le cadre d’iMuSciCa pour répondre aux exigences “Actuated Sounding Objects” du projet. L’Acouscope est composé de:

- Une partie électromécanique (qui porte lui-même le nom d’acouscope) dotée d’un capteur et un actionneur et qui se fixe de façon repositionnable (grâce à la technologie AirStick) sur une surface relativement plane et lisse (table d’harmonie d’instrument à cordes, plaque, vitre, peau tendue de percussion, etc.);
- Un analyseur Hyvibe embarqué qui permet de dresser la carte modale (fréquences de résonance et amortissements) de l’objet sur lequel l’acouscope est positionné.

Connecté à la plateforme web (workbench) par liaison sans fil Bluetooth Low Energy (BLE, uniquement accessible via le navigateur Chrome à l’heure actuelle), l’Acouscope transmet les données d’analyse qui sont ainsi visualisées directement dans la page web développée à cet effet. La page comporte des paramètres de réglage de l’analyse (plage de fréquence, nombre de pics demandés, etc.) et permet de visualiser le résultat à la fois sous la forme d’une fonction fréquence/gain, et d’une portée musicale dont les notes font apparaître la fréquence et la déviation (suggérée par une flèche plus ou moins grosse) par rapport aux notes standard tempérées.



Résultat de l’analyse dans la plateforme web iMuSciCA (www.workbench.imuscica.eu) dans Chrome.

### Atelier Ircam

l'Atelier de l'Ircam, en place depuis les origines de l'institut, prend un nouveau virage, et un nouveau visage. En s'offrant comme un service "agile" de conception 3D/prototypage/fabrication, à la pointe de la technologie, L'Atelier Ircam se veut disponible à la fois en interne (recherche/création/pédagogie) mais également à l'externe dans le cadre de collaborations diverses avec luthiers, centres de recherche, startups ou tout autre partenaire. À l'externe, selon les cas, l'Atelier Ircam pourra aussi s'appuyer sur les diverses compétences des équipes de recherches.

L'équipe S3AM accompagne depuis plusieurs années cette mutation:

- Modernisation et remise aux normes de l'Atelier;
- Acquisition d'une machine d'usinage 5-axes à commande numérique;
- Bureau de conception 3D (sous CATIA);
- Transmission du savoir: formation d'un apprenti (en tui-lage avec un départ à la retraite), à présent en poste ingé-nieur mécanique en CDD à pérenniser en 2019;
- Définition du périmètre de la nouvelle "formule";
- Mise à profit des possibilités de conception-fabrication dans le cadre du projet iMuSciCA (Acouscope).



La machine 5-axes à commande numérique.

### Analyse d'instruments pour la conservation virtuelle et reconstitution virtuelle d'instruments anciens

(R. Caussé, D. Chalabi)

Les collaborations établies les années précédentes autour du projet «*La fabrique du sonore: artisanat des instruments de musique de l'Antiquité*» dont l'exposition du Louvre-Lens avait été un des points forts, ont mis en avant des questions sur la reconstitution, la facture, le fonctionnement ou le jeu de plusieurs instruments de musique. Parmi ceux-ci le cornu, dont les résultats ont déjà été présentés, un type de harpe égyptienne et les petites trompettes d'Oxus (cf. figure 14).

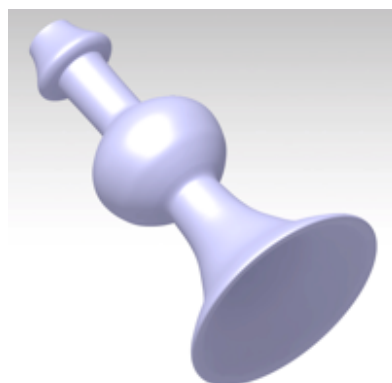


IMAGE 14. Conception CATIA d'un modèle d'appeau avant réalisation par impression 3D.

De l'observation du corpus de ces dernières ressort plusieurs points spécifiques. Le premier concerne leur longueur qui est de 10 cm en moyenne, favorisant plus l'hypothèse non pas d'instruments de musique mais d'appeaux utilisés pour la chasse. Le deuxième point est la présence pour certains d'un bulbe, décoré ou pas, situé vers le milieu de l'instrument. Enfin le dernier point est lié à l'embouchure dont la forme de la cuvette est inversée par rapport à la forme que nous connaissons aujourd'hui, favorisant la vibration d'une petite partie des lèvres nécessaire pour émettre des notes aigües. La mesure ou le calcul de leurs résonances a permis de montrer que ces instruments ne pouvaient émettre qu'une seule note (voisine du Do5).

Cette étude a été initiée dans le cadre d'un stage court (L3 Physique UPMC). L'étudiant, trompettiste de bon niveau, a pu vérifier, suite à l'apprentissage de cette technique particulière de jeu, les hypothèses précédentes sur la note unique ainsi que l'effet du bulbe.

Si ces appeaux sont destinés à la chasse des cervidés comme le suggère une étude précédente, il resterait à comparer les signaux émis par ces animaux et leur éventuelle reproduction au moyen de ces appeaux. Il est fort probable que la technique de jeu utilisée pour cela ne soit pas celle utilisée pour émettre une note stable.

Parallèlement à l'étude des trompettes d'Oxus, une deuxième campagne de mesure sur la copie de la harpe égyptienne a été effectuée. Elle a permis de confirmer certaines hypothèses sur l'effet de ses différents éléments (couplage chevalet/peau, cordelettes d'attache des cordes, etc.) et de leurs réglages (tension des cordes, etc.) sur le timbre des sons émis et leur intensité. Les interrogations sur la tenue de cet instrument que les différentes représentations peintes sur les tombes ne permettaient pas de clarifier ont été comparées à la tenue de harpes actuelles du Gabon avec l'aide d'un instrumentiste spécialiste de ces instruments. Une hypothèse émise permet de mieux cerner les possibilités musicales de cette harpe.

### Contrôle actif appliqué à une membrane de tom

(Thèse M. Wijnand - volet complémentaire de la description de la thèse ci-avant).

Dans le cadre de cette thèse, un travail sur la commande d'un haut-parleur comme actionneur de contrôle actif appliqué à une membrane de tom est en cours. Nous construisons ce système pour tester plusieurs types de contrôle, dont un contrôle en temps fini. Une première version a été élaborée et est en cours d'expérimentation dans le cadre d'un projet du master ATIAM. Ce système constitue un des exemples applicatifs développés dans le cadre du projet ANR Finite4SoS coordonné par Wilfrid Perruquetti (chercheur au laboratoire Cristal, Lille) et dont Brigitte d'Andréa-Novel était partenaire au sein de son ancien laboratoire à MINES ParisTech. Le financement de la thèse de M. Wijnand est d'ailleurs assuré par un contrat doctoral accordé par ledit projet.

#### Composants analogiques programmables pour Ondes Martenot

Stage Nicolas Chartier (Stage ingénieur Supélec, avril 2018 - septembre 2018. Projet du Collegium Musicae, Direction H. Boutin, T. Hélie, T. Maniguet, S. Vaiedelich-Musée de la Musique, Coll. A. Recher-PIP).

Parmi les instruments du 20<sup>e</sup> siècle, utilisant l'électricité, les Ondes Martenot continuent de susciter l'intérêt des compositeurs et musiciens comme en témoigne le large répertoire qui leur est dédié. Aujourd'hui, la conservation des Ondes Martenot est confrontée au vieillissement de ses composants électroniques. Afin de continuer à utiliser et faire entendre ces instruments, des solutions de restauration non-invasives sont recherchées.

Dans le cadre d'une collaboration avec le Musée de la Musique, ce stage, financé par le Collegium Musicae, proposait de remplacer les lampes triodes vieillissantes, composants non-linéaires des circuits d'Ondes Martenot, par des composants analogiques programmables. Ce stage a permis l'élaboration d'un banc de mesure des lois entrées/sorties des lampes triodes, utilisées aux étages oscillateur, mélangeur et amplificateurs des circuits des premières générations d'Ondes Martenot (cf. fig. 15).

La prochaine étape consistera à implémenter des modèles numériques de lampes triodes dans une carte électronique. Ces travaux s'intègrent dans un projet de plus grande envergure, visant à développer des facsimilés virtuels des circuits d'Ondes Martenot conservées au Musée de la Musique, ainsi que des interfaces ergonomiques. Une partie de ce travail a été présenté au séminaire général du Collegium Musicae (Paris, novembre 2018).

#### Projet Animaglotte

Projet CNRS-Défi Instrumentation aux limites (Coll. LPL, LMA, CHU-Liège).

La voix humaine peut présenter des caractéristiques acoustiques très variables selon qu'il s'agisse d'une voix chuchotée, chantée, parlée ou pathologique. Pour produire ces différents types de voix, l'être humain agit principalement sur la longueur de ses plis vocaux et sur leur degré de contact (délimitant la glotte). Ce projet vise à développer un système mécatronique d'animation ex vivo pour des larynx humains excisés post-mortem, avec pour objectif de caractériser et comprendre les mécanismes de la phonation. Après avoir mesuré in vivo la dynamique (amplitude et vitesse) des mouvements de la glotte, un larynx préparé a pu être animé selon sept degrés de liberté pour simuler l'action des muscles crico-thyroïde (1), vocalis (2), crico-arithénoïdes latéraux (2), crico-arithénoïdes postérieurs (2). Les résultats, ont permis de reproduire des configurations géométriques de type respiration, pré-phonation, et phonation typique des mécanismes 1 (voix de poitrine) et 2 (voix de tête). Une prochaine étape est l'analyse des données enregistrées puis de reproduire des situations de vibration (phonation) en pilotant une arrivée d'air.



IMAGE 15: Banc de mesure des lampes triodes des Ondes Martenot.

## PÔLE INGÉNIERIE & PROTOTYPES (PIP)

Responsable: Emmanuel Fléty - Ingénieur en électronique

Assistante-Ingénieur (IA - Sorbonne Université):

Camille Dianoux

Technicien (TCS - CNRS): Arnaud Recher

L'équipe Pôle Ingénierie et Prototype (PIP) est une équipe transversale rattachée à l'UMR STMS. Elle répond à des besoins d'études de faisabilité, de conseil technique et de réalisations dans le domaine de l'électronique expérimentale et plus généralement des prototypes mixant expérimentation en laboratoire, mécanique, électronique et techniques de fabrication.

L'équipe collabore principalement avec les équipes ISMM et S3EAM avec une répartition selon les compétences de ses membres:

- Emmanuel FLÉTY: conception électronique, micro-logiciel, électronique numérique embarquée et supervision prototypage rapide
- Arnaud RECHER: aide à la conception électronique, réalisation & câblage
- Camille DIANOUX: aide à la conception d'expériences, techniques d'expérimentation en acoustique.

### ■ Prototypage rapide

Utilisation importante du service d'impression 3D autant pour des projets artistiques (Spiropoulos) que scientifiques (iMusica, HyVibe). La synergie conception 3D (CAD) associée au prototypage rapide (CAM) a permis de converger rapidement vers un résultat professionnel d'intégration mécanique-électronique avec un nombre d'itérations très réduit et une compétence interne.

### ■ Conception électronique

Poursuite de la collaboration avec la société PLUX autour du R-IoT avec un bon succès de commercialisation de la version 2 et un firmware réalisé par Emmanuel Fléty à présent fiabilisé et mature. Des R-IoT PLUX équipent également la Production et la Pédagogie et sont régulièrement utilisés par les RIMs.

L'essentiel du développement de la carte à processeur ARM 32 bits est terminé. Le développement a consisté en:

- La prise en main des outils ARM (environnement de développement IDE, debug et flashage au standard SWD);
- La construction d'un cœur logiciel compatible Arduino pour permettre une utilisation plus large au sein des équipes et du laboratoire;
- L'écriture d'un driver optimisé pour carte SD, afin de bénéficier de fichier de configuration et de la lecture / écriture de fichier audio;
- Le développement d'une API audio multi canaux pour lire plusieurs fichiers audio depuis la carte SD ou depuis la mémoire.

Une instance spécifique de cette carte est en réalisation pour la thèse de Tristan Lebrun afin de migrer son système de linéarisation du haut-parleur vers un traitement avec une latence «à l'échantillon» (S3EAM).

Préalablement à l'utilisation de cette nouvelle carte, une première version électronique embarquée a été réalisée pour valider les algorithmes de linéarisation sur base d'une carte Teensy, également ARM32 (Dianoux / Fléty).

### ■ Collaborations scientifiques et artistiques

Parmi les collaborations les plus représentatives sur 2018 on peut citer:

- Projet "*Thinking Things*" (Aperghis), Production. Réalisation des capteurs interactifs (gants) et de l'électronique d'interface capteurs/ordinateurs (Arduino Mega, Shield Ethernet, OSC);
- "*Projet Eror, The Pianist*" (Geogia Spiropoulos), Production. Réalisations des capteurs interactifs (fixés sur un piano) et de l'électronique d'interface capteurs/ordinateurs (Arduino Mega, Shield Ethernet, OSC);
- Projet *Biotope* (Jean-Luc Hervé, Exposition CGP), Production. Conseil technique pour l'intégration électronique de capteurs pour 30 agents sonores autonomes réagissant aux visiteurs;
- Projet Ondes Martenot (S3AM - Collegium Musicae - N. Chartier), Recherche. Assistance d'un élève ingénieur en électronique pour la création d'un banc de test (phases linéaire et saturation) des lampes utilisées dans l'instrument Ondes Martenot en partenariat avec le musée de la musique;
- Linéarisation du haut-parleur (S3AM - Thèse de Tristan Lebrun): implémentation en électronique embarquée de traitement d'échantillons pour corriger dynamiquement la réponse d'un haut-parleur.

### Espace de Projection

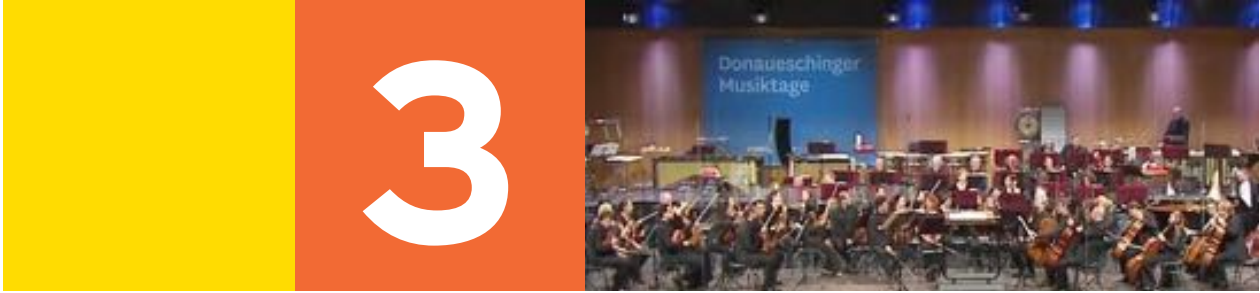
Consultant / référent Ircam pour la rénovation des périactes et de la machinerie de l'Espace de Projection sur le lot 5 (volet numérique) sous la tutelle de la Régie-Bâtiment. Participation aux prescriptions techniques pour la MOE. La création d'une équipe projet ou d'une cellule est à prévoir pour le début des travaux ou lors du retour de l'appel d'offre, afin d'assurer un développement logiciel conjoint entre l'entreprise chargée de l'automate (contrôle moteur) et l'Ircam (logiciel d'exploitation de salle).

**■ Activités récurrentes**

- Gestion / inventaire du Labo A27 (Labo 7 - S3AM). Finalisation du logiciel, en lien avec le pôle web, identification des éléments et établissement de la base de données, étiquetage QR code des appareils;
- Support technique: réparations de matériel, fabrication (câbles, petits circuits);
- Mise en place d'expériences: campagne de mesure pour des instruments de musique (harpe, guitare). Choix de capteurs, mise en place de la chaîne d'acquisition, écriture de code pour la visualisation des résultats;
- Mise en place d'un banc de test pour la comparaison de capteurs;
- Vulgarisation scientifique: accueil de journalistes, visite de la chambre anéchoïque, animation de la Journée Porte Ouverte (Studio 5 en direct), accueil du public et conférence tout public sur la chambre anéchoïque;
- Veille technologique: animation d'une réunion de prospection autour de l'audio embarqué et présentation lors des Méridiens;
- Accueil des stagiaires pour l'instrumentation et l'expérimentation;
- Accueil chambre anéchoïque pour expérimentation Ircam et location;
- Activités pédagogiques: encadrement de TP et de TD aux Mines de Paris sur la technologie FPGA.







## ANNEXES

---

## LE CONSEIL D'ADMINISTRATION

---

### PRÉSIDENT

Serge LASVIGNES, président de l'Association  
Président du Centre Pompidou

### MEMBRES

#### ■ De droit

Michel BIDOIT / Ali CHARARA  
Directeur scientifique de l'Institut des sciences informatiques  
et de leurs interactions (INS2I) au CNRS

Jacques DUBUCS  
Directeur scientifique au département des Sciences humaines  
et de la société, ministère de l'Enseignement supérieur  
et de la Recherche

Sylviane TARSOT-GILLERY  
Directrice de la DGCA, ministère de la Culture

#### ■ Désignés

Par le président du Centre Pompidou  
Julie NARBÉY, trésorière de l'Association  
Directrice générale du Centre Pompidou

Bernard BLISTÈNE  
Directeur du Musée national d'art moderne, Centre Pompidou

Par le ministre de la Culture  
Gérard BERRY, secrétaire de l'Association  
Professeur au Collège de France

#### ■ Élus par l'Assemblée Générale

Laurent BAYLE  
Directeur de la Cité de la Musique

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

Jean CHAMBAZ  
Président de Sorbonne Université

Jean-Charles POMEROL  
Conseiller à la présidence de Sorbonne Université

### ASSISTE - AVEC VOIX CONSULTATIVE

Frank MADLENER  
Directeur de l'Ircam

### ASSISTENT

Astrid BRANDT-GRAU  
Cheffe du Département de recherche, de l'enseignement  
supérieur et de la technologie (DREST),  
Secrétariat général - SCPCI

Michel MUCKENSTURM  
Administrateur de l'Ircam

Monique SCHWARTZ-AUTISSIER  
Contrôleur général économique et financier, cheffe du  
département de contrôle budgétaire, ministère de la Culture

Hugues VINET  
Directeur Innovation et moyens de la recherche à l'Ircam

Représentant du personnel Ircam

## LE CONSEIL SCIENTIFIQUE

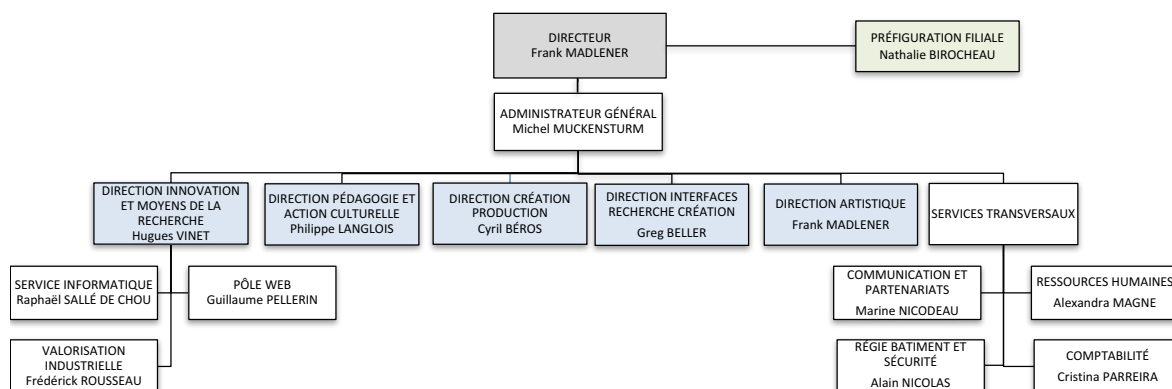
«Le Conseil scientifique est composé de 10 à 20 personnalités françaises ou étrangères désignées par le conseil d'administration en raison de leurs compétences» (article 14 des statuts). Sa mission est «d'émettre un avis sur le programme de recherche» de l'Ircam (article 13).

La composition du Conseil scientifique a été renouvelée en mai 2018 pour deux ans : sa constitution, sa mission et ses modalités d'intervention visent à positionner ce nouveau Conseil comme un organe formulant davantage de recommandations stratégiques.

Experts		Pays	Affiliation/ statut
Andriot	Claude	F	Expert senior, CEA
Berger	Jonathan	USA	Prof. CCRMA, Univ. Stanford, USA
Berry	Gérard	F	Prof. Collège de France - Président du CS
Bloch	Isabelle	F	Prof. Télécom Paris Tech
Chew	Elaine	UK	Prof. Université Queen Mary de Londres
Denis-Rémis	Cédric	F	Vice-président Mines-ParisTech, Dir. Institut Hautes Etudes pour l'Innovation et l'Entrepreneuriat
Dubus	Bertrand	F	Prof. ISEN
Dutoit	Thierry	B	Prof. Faculté Polytechnique de Mons
Ellermeier	Wolfgang	D	Prof. Université Technique de Darmstadt
Fleischer	Alain	F	Artiste, Dir. Du Fresnoy
Lamnabhi-Lagarrigue	Françoise	F	Dir. Recherche - L2S- Supelec
Larcher	Véronique	S	Dir. AMBEO, Immersive studio, Sennheiser
LeCun	Yann	USA	Scientifique en chef, Facebook
Leman	Marc	B	Prof. Université de Gand
Lissek	Hervé	CH	Prof. EPFL
Samson	Véronique	F	Prof. Université de Lille
Traube	Caroline	C	Prof. Université de Montréal
Vial	Stéphane	F	Maître conférences Université de Nîmes

## L'ÉQUIPE IRCAM

### L'ORGANIGRAMME



La communauté de travail de l'Ircam est en progression de neuf personnes. L'équipe permanente en représente 49,10 %.

L'effectif permanent en CDI est en progression de deux postes. La pérennisation de financement par le Ministère de la Culture au titre du programme 186 a ainsi permis de consolider un poste au sein de l'Unité Mixte de Recherche qui n'avait pas été remplacé en 2017.

La subvention obtenue dans le cadre de l'appel à projets « Accompagnement à la structuration de projet et au montage de dossier pour l'AMI Culture, Patrimoine et Numérique » a permis le recrutement en octobre 2018 du poste en charge de la création puis de la direction des activités de la filiale.

Le nombre de salariés en CDD est en croissance nette de trois postes. La diminution des financements sur projets ANR/Européens au sein de l'Unité Mixte de Recherche entraîne une réduction d'un poste en CDD. La croissance des contrats temporaires s'explique pour deux postes affectés au projet Vertigo et deux postes affectés à la Création. Les autres mouvements sont disséminés à travers les services en fonction de l'évolution ponctuelle de leurs activités.

Le laboratoire de recherche intègre dans sa structure une large communauté de stagiaires, doctorants, chercheurs invités et salariés affectés à l'UMR.

Ce nombre de salariés s'élève à 26 personnes. Il est en progression de l'équivalent de trois postes et demi dont la directrice de l'UMR, Brigitte d'Andréa-Novel, recrutée par Sorbonne Université.

L'origine est la suivante :

- 15 personnes employées par le CNRS ;
- 7 personnes salariées par Sorbonne Université ;
- 4 autres organismes universités (Strasbourg, Paris-8, Bourgogne, Lille, la Rochelle).

## LES EFFECTIFS 2018 EN ETP

DÉPARTEMENTS	SALARIES		NON SALARIÉS				TOTAL(*)
	CDI	CDD	STAGIAIRES	DOCTORANTS	CHERCHEURS INVITÉS	SALARIES DÉTACHÉS	Total
Unité Mixte de Recherche	21	10	10	18	3	26	89
Innovation moyens de la recherche	10	2	0	0	0	0	12
Création	21	10	1	0	0	0	32
Pédagogie	10	2	0	2	0	0	14
Interface Recherche Création	3	2	0	0	0	0	6
Communication et partenariats	6	0	0	0	0	0	7
Services généraux	15	2	0	0	0	0	16
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>28</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>26</b>	<b>175</b>

Effectif 2017	84	24	10	25	2	22	167
Évolution	2	3	3	-5	1	4	9

(\*) % homme 70%  
% femme 30%

## DIRECTION

Directeur: Frank Madlener  
Administrateur: Michel Muckensturm  
Laure Martin  
Préfiguration filiale: Nathalie Birocheau

## SERVICES TRANSVERSAUX

### Comptabilité

Cristina Parreira, Mahdi Zigha

### Ressources Humaines

Directrice: Alexandra Magne  
Céline Bonnier/Béatrice Protat, Patricia Martins, Claire Pujol

### Communication

Directrice: Marine Nicodeau  
Mary Delacour / Cécile Drencourt, Louise Enjalbert, Clémentine Gorlier,  
Alexandra Guzik, Deborah Lopatin, Claire Marquet

### Régie-Bâtiment et Sécurité

Responsable: Alain Nicolas  
Bruno Belfiore, Sophie Besnard, Layachi Izem, Maxime Jourdil, Seare Mullai,  
Jean-Paul Rodrigues, Chantal Vogel

## INNOVATION ET MOYENS DE LA RECHERCHE

Directeur: Hugues Vinet  
Sylvie Benoit, Francis Rousseaux

### Valorisation industrielle et communautaire

Responsable: Frédéric Rousseau  
Charles Picasso / Pierre Guillot / Matthieu Talbot

### Service informatique

Responsable: Raphaël Sallé de Chou  
Benjamin Boudoir, Rémi Desmonet, Mikhaël Gautier, Olivier Labat, Ghislaine Montagne

### Pôle web

Responsable: Guillaume Pellerin  
Emilie Zawadzki, Cécile Drencourt

## UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE STMS

Directrice: Brigitte d'Andréa-Novel  
Directeur adjoint: Jean-Louis Giavitto  
Sylvie Benoit, Carole Tan, Anne-Marie Vaudeville (CNRS), Vasiliki Zachari (CNRS)

### Responsables d'équipes

Espaces acoustiques et cognitifs: Olivier Warusfel  
Perception et design sonores: Patrick Susini / Nicolas Misdariis  
Analyse / synthèse des sons: Axel Roebel  
Systèmes et signaux sonores - audio / acoustiques instruments: Thomas Hélie (CNRS)  
Représentations musicales: Gérard Assayag  
Analyse des pratiques musicales: Nicolas Donin  
Interactions son musique mouvement: Frédéric Bevilacqua  
Pôle ingénierie et prototypes: Emmanuel Fléty

### Chercheurs et ingénieurs

Carlos Agon Amado (Sorbonne Université), Moreno Andreatta (CNRS), Luc Ardaillon, Jean-Julien Aucouturier (CNRS), Mondher Ayari (Université de Strasbourg), Dogac Basaran (CNRS), Daniel Bedoya, Joël Bensoam, Georges Bloch (Université de Strasbourg), Alain Bonardi (Université Paris-8), Riccardo Borghesi, Henri Boutin (Sorbonne Université), Jean Bresson, Clément Cannone (CNRS), Baptiste Caramiaux, Thibaut Carpentier (CNRS), René Caussé (chercheur émérite), Djellal Chalabi (CNRS/Ircam), Frédéric Cornu, Philippe Esling (Sorbonne Université), Laurent Feneyrou (CNRS), François-Xavier Féron (CNRS), Annelies Fryberger (Sorbonne Université), Louise Goupil (CNRS), Karim Haddad, Lise Hobeika, Olivier Houix, Pierre Lafitte, Jean-Philippe Lambert, Quentin Lamerand, Raphaël Leiba (Sorbonne Université), Marco Liuni, Benjamin Matuszewski, Rémi Mignot, Jérôme Nika, Markus Noisternig, Nicolas Obin (Sorbonne Université), Geoffroy Peeters, Charles Picasso, Robert Piéchaud, David Roze (CNRS), Diemo Schwarz, Marine Taffou (IRBA), Isabelle Viaud-Delmon (CNRS), Laura Zattra

### Techniciens

Camille Dianoux (Sorbonne Université), Arnaud Recher (CNRS)

### Chercheurs invités

Vincent Tiffon

Doctorants

Pavlos Antoniadis, Pablo Arias, Adrien Bitton, Damien Bouvier, Daniel Cabanzo, Hugo Caracalla, Pierre Carré, Tristan Carsault, Axel Chemla, Alice Cohen, Léopold Crestel, Ken Deguernel, Pierre Donat, Guillaume Doras, Jean-François Ducher, Rafael Ferro, José Miguel Fernandez, Hadrien Foroughmand, Céline Jacques, Frédéric Le Bel, Tristan Lebrun, Vincent Martin, Pierre Massé, Gabriel Meseguer Brocal, Lara Morciano, Rémy Muller, Mathieu Prang, Laura Rachman, Alessandro Ratoci, Hugo Scurto, Pierre Talbot, Marion Voillot, Victor Wetzels, Marc Wijnand

## **PÉDAGOGIE / ACTION CULTURELLE ET PÔLE DOCUMENTAIRE**

Directeur: Philippe Langlois

Murielle Ducas, Cyrielle Fiolet, Florence Grappin/Anne-Sophie Chassard, Roseline Drapeau/Béatrice Monfort, Sandra El Fakhouri/Aurore Baudin, Jean-Paul Rodrigues

Encadrement Artistique

Thierry De Mey

Réalisateurs en informatique musicale chargés de l'enseignement

Éric Daubresse/Simone Conforti, Marco Liuni, Jean Lochar, Grégoire Lorieux, Mikhail Malt

## **INTERFACE RECHERCHE / CRÉATION**

Directeur: Gregory Beller

Louise Enjalbert, Karim Haddad, Stéphanie Leroy, Charlotte Letellier/ Margaux Bervas, Paola Palumbo, Raphaël Voyazopoulos

## **CRÉATION ARTISTIQUE**

Directeur: Frank Madlener

Directrice adjointe à la programmation artistique: Suzanne Berthy  
Natacha Moënné-Loccoz, Joana Durbaku

## **CRÉATION ET PRODUCTION**

Directeur: Cyril Béros

Raphaël Bourdier, Agnès Fin, Anne Guyonnet, Aurélia Ongena, Clotilde Turpin

Réalisateurs en informatique musicale Production

Thomas Goepfer, Carlo Laurenzi, Serge Lemouton, Benjamin Lévy, Augustin Muller, Gilbert Nouno

Son

Responsable: Jérémie Henrot

Luca Bagnoli, Jérémie Bourgogne, Sylvain Cadars, Clément Cerles  
Lucas Ciret/Damien Ripoll

Régie générale

Responsable: Pascale Bondu/Jean-Pierre Echantillac

Cyril Claverie, Audrey Gaspar

Régie de salle: Éric de Gélis

## ŒUVRES PRÉPARÉES OU CRÉÉES EN 2018

### ORCHESTRE

Compositeurs	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Hèctor Parra	<i>INSCAPE</i>	Commande Ircam, Ensemble intercontemporain, Orchestre national de Lille, Orchestre Symphonique de Barcelone et National de Catalogne, Orchestre du Gürzenich de Cologne	19, 20 mai 2018, Auditorium de Barcelone Ensemble intercontemporain Orchestre national de Barcelone Dir. Kazushi Ono	Ensemble, orchestre symphonique et électronique en temps réel
Jesper Nordin Lumières et visuels interactifs: Cyril Teste, Ramy Fischler	<i>Emerging from Currents and Waves</i>	Commande Orchestre symphonique de la Radio suédoise, Ircam et Radio France	31 août 2018, Baltic Sea Festival, Stockholm Martin Frost, Swedish Radio Symphony Orchestra Dir. Esa-Pekka Salonen	Clarinete soliste, grand orchestre, électronique live et visuel live. Captation du geste du chef et du soliste
Marco Stroppa	<i>Come play with me</i>	Commande SWR, Françoise et Jean-Philippe Billarant, Orchestre de Paris	19 octobre 2018, Festival de Donaueschingen Orchestre symphonique de la SWR Dir. Pascal Rophé	Concerto pour électronique et orchestre: le soliste est le totem de haut-parleurs («Timée»)

### SPECTACLE VIVANT

Artistes	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Daniele Ghisi Mise en scène: Jean-François Peyret	<i>La Fabrique des monstres ou Démesure pour mesure</i>	Production Théâtre de Vidy, Compagnie TF2 Coproducteur Ircam, L'Hexagone - Scène Nationale des Arts Sciences Meylan, L'Estive - Scène Nationale de Foix et de l'Ariège, le Théâtre de Caen	23 janvier-4 février 2018, Théâtre de Vidy-Lausanne Jeanne Balibar, Jacques Bonnaffé, Victor Lenoble, Joël Maillard	Spectacle pour 4 interprètes accompagnés d'une machinerie musicale élaborée par Daniele Ghisi: apprentissage d'un corpus de Lieder, IA et échantillons
Thomas Hauert Mauro Lanza	<i>How to proceed</i>	Commande musicale Ircam	19, 20 février 2018, Théâtre de Liège-Pays de Danse Festival Compagnie ZOO	Chorégraphie pour 8 danseurs et musique électronique
Núria Giménez-Comas Texte: Laure Gauthier	<i>Back into Nothingness</i>	Commande musicale avec l'aide à l'écriture d'œuvres musicales originales (Ministère de la Culture) Production Grame-CNCM Coproducteur Spirito, Festival Archipel, Ircam, TNP	16, 17 mars 2018, Biennale Musiques en scène 2018, TNP Villeurbanne Anna Clementi, Spirito Dir. Nicole Corti	Monodrame scénique pour comédienne-chanteuse, chœur mixte et électronique



Artistes	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Georges Aperghis	<i>Thinking Things</i>	Production Coproduction Les Spectacles vivants- Centre Pompidou, Südwestrundfunk, Centre Culturel Onassis, Ultima Oslo Contemporary Music Festival	6, 7 juin 2018, ManiFeste-2018, Centre Pompidou Donatienne Michel-Dansac, Richard Dubelski, Johanne Saunier, Lionel Peintre	Spectacle pour 4 interprètes, extensions robotiques, vidéo, lumières et électronique
Marko Nikodijevic/ Robert Henke	<i>From Within</i>	Commande Ircam, Ensemble intercontemporain	8 juin 2018, ManiFeste-2018, Cité de la musique - Philharmonie de Paris, Ensemble intercontemporain Dir. Matthias Pintscher	Grand ensemble, électronique et lumières. Utilisation de la WFS en situation de concert
Pascal Dusapin	<i>Lullaby Experience</i>	Commande Ircam, Ensemble Modern	2 et 3 février 2019, Festival Frankfurter Positionen Ensemble Modern	Installation et performance pour cinq comédiens, une danseuse, un acrobate, douze musiciens et électronique Analyse par descripteurs de comptines collectées par application
Georgia Spiropoulos	<i>Error (the Pianist)</i>	Commande Onassis Cultural Center	22, 23 février 2019, Onassis Cultural Center, Athènes	Pianiste déguisé, électronique et shifting graffiti
Roland Auzet	<i>VxH La voix Humaine</i>	Co-commande Ircam et Festival Aujourd'hui Musiques du Théâtre de l'Archipel, scène nationale de Perpignan	2 mai 2018, MA scène nationale - Pays de Montbéliard Irène Jacob	Diffusion spatialisée immersive (Ambisonics et WFS). Mixage de l'espace sonore en direct
Philippe Manoury Mise en scène: Nicolas Stemann	<i>Lab. Oratorium</i>	Commande Siemens Fondation, Gürzenich Orchestra Köln, Ircam, Philharmonie de Paris	19, 20, 21 mai 2019, Philharmonie de Cologne Rinnat Moriah, Tora Augestad, Patrycia Ziolkowska, Sebastian Rudolph Gürzenich Orchestra Dir. François-Xavier Roth	Oratorio pour deux chanteuses, deux acteurs, ensemble vocal, chœur, orchestre et électronique. Voix parlées/ Voix chantées
1024 x Tovel (aka Matteo Franceschini)	<i>Opus</i>	Commande Ircam, La Scala Paris, ProQuartet	22, 23 juin 2019, ManiFeste-2019, La Scala Paris Quartteto Maurice	Vidéo, quatuor à cordes et électronique
Januibe Tejera	<i>Tablado</i>	Commande Ircam et TM+ Avec le soutien de la fondation pour la musique Ernst von Siemens	26 juin 2019, ManiFeste-2019, Maison de la musique de Nanterre Fanny Vicens, Ensemble TM+ Dir. Laurent Cuniot	Accordéon solo, ensemble à vent, vidéo, lumière et électronique
Aurélien Dumont Mise en scène: Matthieu Roy	<i>Macbeth &amp; Qui a peur du loup?</i>	Coproduction Cie du veilleur, Ars Nova, Ircam, Théâtre de Saint-Quentin-en-Yvelines, scène nationale, Théâtre Jean Lurçat, scène nationale d'Aubusson, TAP - Théâtre et Auditorium à Poitiers	22 juillet-22 août 2019, C'est l'été, la Maison est ouverte, Alloue Juliette Allen, Philippe Canales, Iris Parizot, Léna Rondé, Johanna Silberstein Ars Nova	2 spectacles, un pour le jeune public, l'autre tout public Scène bifrontale Écoute binaurale au casque
Carmine Emanuele Cella Dimitris Kamarotos Valerio Tricoli Vidéo: Marina Gioti	<i>Atlas, a sound cartography of Europ</i>	Coproduction Ircam, ZKM, Onassis Cultural Center	13 décembre 2019, Centre Pompidou, Paris / Le Cube, ZKM Karlsruhe / Onassis Cultural Center, Athènes	Projet de composition collective Concert streamé en live sur 3 lieux dans 3 villes Matériaux sonores géolocalisés fournis par le public Diffusion sonore ambisonics

## ENSEMBLE VOCAL, ENSEMBLE ET VOIX

Compositeurs	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Franck Bedrossian	<i>Epigram III</i>	Commande Annie Clair, Festival de Witten	28 avril 2018, Festival de Witten Donatienne Michel-Dansac, KlangForum Wien, Dir. Emilio Pomarico	Pièce pour 11 musiciens, d'après les poèmes d'Emily Dickinson, écrite avec la librairie BACH
Fernando Munizaga	<i>Réplias</i>	Commande Ircam	22 juin 2018, Festival ManiFeste-2018, T2G-Théâtre de Genevilliers Marina Ruiz, Yann Boudaud Ensemble Court-circuit Dir. Jean Deroyer	Œuvre scénographiée pour soprano, comédien, ensemble et dispositif électronique. Diffusion dans le podium public (effet tremblement)
Sivan Eldar	<i>Heave</i>	Commande Fondation Royaumont et Ircam	9 septembre 2018, Abbaye de Royaumont Ensemble vocal EXAUDI	6 voix et électronique
Sina Fallahzadeh	<i>Metanoïa</i>	Commande Ircam	12 juin 2019, ManiFeste-2019, Centre Pompidou	Voix, 5 instruments et électronique: morphing vocal
Yan Maresz	<i>Voce</i>	Commande du CIRM avec le soutien de l'État Coproducteur CIRM, Ircam, Centre National de Création Musicale Voce	9 décembre 2019, Festival Manca, Nice	5 voix et électronique: rapport oralité et écriture, interprètes sous casque, technique vocale issue de la musique populaire

## ENSEMBLE INSTRUMENTAL

Compositeurs	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Didier Rotella	<i>Catharsis</i>	Commande Ircam	29 juin 2018, ManiFeste-2018, Centre Pompidou Ensemble Links	2 percussions, 2 pianos augmentés et électronique. Utilisation des transducteurs
Sampo Haapamäki	<i>IDEA</i>	Commande Ircam, Time of Music Avec le soutien du réseau ULYSSES	5 juillet 2018, Festival Time of Music, Vitätsaari International Contemporary Ensemble Dir. Christian Karlsen	Ensemble et électronique, captation du geste
Benjamin Dupé	<i>Strings in the air with feet over the floor</i>	Commande Ircam	20 octobre 2018, Donaueschingen Open Source Guitars	6 guitares avec capteurs et électronique
Aurelio Edler-Copes	<i>Die Billigesser</i>	Commande United Instruments of Lucilin, Ircam	9 mai 2019, Philharmonie de Luxembourg United Instruments of Lucilin	Ensemble et électronique
Roque Rivas	<i>Campo Abierto</i>	Aide à l'écriture d'une œuvre musicale nouvelle originale du ministère de la Culture	14 juin 2019, ManiFeste-2019, Cité de la musique Ensemble intercontemporain Dir. Matthias Pintscher	28 musiciens spatialisés et électronique
Eric Maestri	<i>Comme le vent, c'est nu, c'est de l'encre</i>	Commande Ircam	15 juin 2019, ManiFeste-2019, Centre Pompidou L'Instant Donné	8 musiciens et électronique: préséance de l'électronique sur l'instrumental

**SOLO**

Compositeurs	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Sebastian Rivas	<i>We must</i>	Commande Ircam	6 juin 2018, ManiFeste-2018, Église Saint-Merri Florentin Ginot	Contrebasse et électronique live
Pierluigi Billone	<i>Staglio II E</i>	Commande Françoise et Jean-Philippe Billarant	15 juin 2019, ManiFeste-2019, Centre Pompidou Matteo Cesari	Flûte basse et électronique

**INSTALLATION SONORE - MUSIQUE ÉLECTROACOUSTIQUE - FILM ET MUSIQUE**

Compositeurs	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Javier Elipe Gimeno Clio Simon: film	<i>Is it a true story telling?</i>	Coproduction Ircam/ Hors Pistes-Centre Pompidou, Le Fresnoy-Studio national des arts contemporains	26 janvier 2018, Centre Pompidou Musique enregistrée par Fanny Vincens, Nicolas Crosse, Benny Sluchin	Musique pour le film <i>Is it a true story telling?</i> de Clio Simon
Openendedgroup (Marc Downie et Paul Kaiser) / Natasha Barrett	<i>Pockets of Space</i>	Dans le cadre de l'exposition «Coder le monde» au Centre Pompidou	15 juin-27 août 2018, ManiFeste-2018, Centre Pompidou	Installation sonore et visuelle en réalité virtuelle (version exposition)
Openendedgroup (Marc Downie et Paul Kaiser) / Natasha Barrett	<i>Pockets of Space</i>	Coproduction Ircam/Les Spectacles vivants-Centre Pompidou	23, 24 juin 2018, ManiFeste-2018, Centre Pompidou	Installation vidéo 3D et sonore Ambisonics
Tomás Saraceno	<i>ON AIR - Carte blanche à Tomás Saraceno</i>	Palais de Tokyo	17 octobre 2018-6 janvier 2019, Palais de Tokyo	Carte blanche à Tomás Saraceno au Palais de Tokyo
Jean-Luc Hervé	<i>Biotope</i>	Commande Ircam	20 février-15 avril 2019, Musée national d'art moderne, Centre Pompidou	Environnement sonore pour l'exposition «La fabrique du vivant»
Ariadna Alsina Tarrés	<i>Dream Work</i>	Commande Ircam Avec le soutien du réseau ULYSSES	19 juin 2019, ManiFeste-2019, Centre Pompidou Ensemble Nikel	Musique pour le film de Peter Tscherkassky, <i>Dream Work</i>
Javier Elipe Gimeno	<i>Outer Space</i>	Commande Ircam Avec le soutien du réseau ULYSSES	19 juin 2019, ManiFeste-2019, Centre Pompidou Ensemble Nikel	Musique pour le film de Peter Tscherkassky, <i>Outer Space</i>

## SAISON PARISIENNE 2018

Date	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
13-janv	Ircam		Studio 5 en direct: La spatialisation sonore	
13-janv	Centre Pompidou	Beat Furrer Hanspeter Kyburz Stefano Gervasoni George Benjamin	<i>Kaleidoscopic memories</i> <i>L'Autre</i> (création 2018, nouvelle version) <i>Capriccio ostico</i> (création 2018) <i>At First light</i>	Mathias Arter, Cédric Carlier, Lemanic Modern Ensemble Dir. William Blank
26-janv	CRR d'Aubervilliers	Emanuele Palumbo Stefano Gervasoni Franck Bedrossian  Lorenzo Bianchi Hoesh	<i>Corps-sans-organes</i> <i>Altra Voce</i> (extraits) <i>The Edges are no longer parallel</i> <i>Lamento</i> <i>Loop</i>	Elèves du Pôle Sup'93: Mariia Hryshchenko, Wakuko Ide, Flavien Laffaille, Lise Mariage, Maéva Rabassa
26-janv	Centre Pompidou	Clio Simon, réalisation Javier Elípe Gimeno, musique	Projection du film <i>Is it a true story telling?</i>	Musique enregistrée par Fanny Vincens, Nicolas Crosse, Benny Sluchin
26-janv	Cité de la musique - Philharmonie de Paris	Alex Augier Paul Jenanasam / Tarik Barri Daniele Ghisi/Boris Labbé Rune Glerup  Alexander Schubert	<i>_NYBBLE_</i> <i>Continuum</i> <i>Any Road</i> (création 2018) <i>Concerto pour piano et ensemble</i> (création 2018) <i>Serious Smile</i>	Sébastien Vichard, Samuel Favre, Eric-Maria Couturier, Nicolas Crosse Ensemble intercontemporain Dir. Vimbayi Kaziboni
7-Mar	Centre Pompidou	Alexander Schubert Franck Vigroux / Antoine Schmitt	<i>CODEC ERROR</i> <i>Chronostasis</i> (création 2018)	Concert Ircam LIVE
9-10-11-mars	Opéra Comique	Violeta Cruz, musique Gilles Ricot, livret Jos Houben, mise en scène	<i>La Princesse légère</i> (création 2017)	Jeanne Crousaud, Majdouline Zerari, Jean-Jacques L'Anthôen, Nicholas Merryweather, Kate Colebrook, Guy-Loup Boisneau Ensemble Court-circuit Dir. Jean Deroyer
10-mars	Ircam		Studio 5 en direct: Musique et mobiles, du geste aux objets connectés	
7-avr	Ircam		Studio 5 en direct: Rencontre avec les artistes du festival ManiFeste-2018	
9-sept	Fondation Royaumont # dans le cadre du festival Royaumont 2018	Sivan Eldar Claudio Monteverdi  Lorenzo Pagliei Carlo Gesualdo  Osvaldo Coluccino	<i>Heave</i> (création 2018) <i>O Primavera, Gioventu dell'anno</i> <i>Sfogava con le stelle</i> <i>Rimanti in Pace</i> <i>Corpi Celesti</i> (CF) <i>Se la mia morte brami</i> <i>Deh, come invan sospiro</i> <i>Se la mia morte</i> (CF)	Ensemble vocal Exaudi Dir. James Weeks
5-oct	Institut Culturel Italien de Paris	Maurizio Azzan  Daniele Bravi Giulia Lorusso Daniela Terranova Emanuele Palumbo	<i>Dove Tutto è stato preso</i> ( <i>Innerspace II</i> ) (création 2018) <i>Solo</i> <i>Déserts</i> <i>A Landscape in my Hands</i> (CF) <i>Innervoice</i>	Anna D'Errico, piano

### 3 ANNEXES

Date	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
6-oct	Ircam # dans le cadre de la Fête de la science 2018		Studio 5 en direct: Nouvelle lutherie et archéologie instrumentale, la fabrique de l'instrument à l'Ircam	
17-oct- 6- janv	Palais de Tokyo	Tomás Saraceno	Carte blanche à Tomás Saraceno au Palais de Tokyo	
22-23-nov	Centre Pompidou	Thomas Hauert/Mauro Lanza	<i>How to proceed</i> (CF)	Compagnie Zoo (Fabian Barba, Thomas Hauert, Liz Kinoshita, Sarah Ludi, Albert Quesada/ Federica Porello, Gabriel Schenker, Samantha van Wissen, Mat Voorter)
30-Nov	Maison de la Poésie	Philippe Beck Laurent Colomb Aurélien Dumont/ Dominique Quélen	<i>Dictées</i> <i>Opéra Langue</i> <i>Eglog</i>	Arielle Beck, Lucas Belkhiri, Laurent Colomb, Dominique Quélen
5-6 déc	Nouveau Théâtre de Montreuil	Henri Fourès Benjamin Dupé	<i>Six White Dots</i> (CF) <i>Strings in the air with feet</i> <i>over the floor (an exhibition</i> <i>to listen to)</i> (CF)	Jérôme Thomas Open Source Guitars
14-déc	Cité de la musique - amphithéâtre	Diana Soh Tansy Davies Misato Mochizuki Maja Solveig Kjølstrup Ratkje Nina Šenk Lara Morciano	<i>[p][k][t]</i> <i>Arabescos</i> <i>Au bleu bois</i> <i>Breaking The News</i> (CF) <i>Movimento fluido III</i> (CF) <i>Raggi di stringhe</i>	Solistes de l'Ensemble intercontemporain

## MANIFESTE 2018

Date	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
6-7-juin	Centre Pompidou # en lien avec l'exposition «Coder le monde» au Centre Pompidou	Georges Aperghis	<i>Thinking Things</i> (création 2018)	Donatienne Michel-Dansac, Richard Dubelski, Johanne Saunier, Lionel Peintre
6-Jun	Eglise Saint-Merri	Georges Aperghis Helmut Lachenmann Rebecca Saunders Sebastian Rivas György Kurtag	<i>Obstinate</i> (CF) <i>Toccatina</i> (CF nouvelle version) <i>Fury</i> <i>We must</i> (création 2018) <i>Játékok</i> (CF)	Florentin Ginot
7-8-9-10-juin	CENTQUATRE-Paris	Roland Auzet	<i>VxH La voix Humaine</i> (création 2018)	Irène Jacob
8-Jun	Cité de la musique Philharmonie de Paris # en lien avec l'exposition «Coder le monde» au Centre Pompidou	Marko Nikodijevic & Robert Henke	<i>From Within</i> (création 2018)	Ensemble intercontemporain Dir. Matthias Pintscher
8-9-10-12-13-juin	MC-93 Bobigny # en lien avec l'exposition «Coder le monde» au Centre Pompidou	Jean-François Peyret Daniele Ghisi	<i>La Fabrique des monstres ou Démesure pour mesure</i> (création 2018)	Jeanne Balibar, Jacques Bonnafé, Victor Lenoble, Joël Maillard
11-Jun	Centre Pompidou	Franck Bedrossian Rebecca Saunders Sivan Eldar	<i>Epigram</i> (CF) <i>Skin</i> (CF) <i>You'll drown, dear</i>	Juliet Fraser, Donatienne Michel-Dansac, Juliette Raffin-Gay Klangforum Wien Dir. Titus Engel
13-16-juin	Centre Pompidou # en lien avec les exposi- tions «Coder le monde» et «Ryoji Ikeda Continuum» au Centre Pompidou		Forum Vertigo: Coder-décoder le monde	
14-Jun	Cité de la musique Philharmonie de Paris	Iannis Xenakis Hèctor Parra Belà Bartok	<i>Anakthoria</i> <i>Inscape</i> (CF) <i>Concerto pour orchestre</i>	Ensemble intercontemporain Orchestre National de Lille Dir. Alexandre Bloch
15-juin-27-août	Centre Pompidou # dans le cadre de l'exposi- tion «Coder le monde» au Centre Pompidou	Daniele Ghisi  Openendedgroup (Marc Downie et Paul Kaiser) / Natasha Barrett	<i>An Experiment with Time</i>  <i>Pockets of Space</i> (création 2018)	Installation sonore  Installation sonore et visuelle en réalité virtuelle (version exposition)
15-16-juin	Centre Pompidou # en lien avec l'exposition «Ryoji Ikeda» au Centre Pompidou	Ryoji Ikeda	<i>Datamatics</i>	
16-Jun	Centre Pompidou # en lien avec l'exposition «Ryoji Ikeda» au Centre Pompidou	Ryoji Ikeda	<i>Formula C4i</i>	

Date	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
16-Jun	CENTQUATRE-Paris	Daniel Alvarado Bonilla Maurizio Azzan  Tom Berton Stylios Dimou Tak Cheung Hui Luciano Leite Barbosa Bertrand Plé Luis Quintana Shihong Ren Scott Rubin	<i>Totem</i> (création 2018) <i>Where the here and now of nowhere is</i> (création 2018) <i>Pan Box</i> (création 2018) <i>Machine learning</i> (création 2018) <i>Like a Moth in the rain</i> (création 2018) <i>Color Fields</i> (création 2018) <i>Janus</i> (création 2018) <i>La nature de l'importun</i> (création 2018) <i>Replica</i> (création 2018) <i>Intensions</i> (création 2018)	Elèves du Conservatoire national supérieur de musique et de danse de Paris : Samuel Casale, Hsin-Chun Chou, Cameron Crozman, Apolline Kirklar, Maxence Nicolats, Louis Siracusa, Jean-Étienne Sotty, Elvis Sousa, Polina Streltsova, Mai Toyama, Marie Albert, Constance Diard, Noé Ferey, Yoann Jolly
19-Jun	Nouveau théâtre de Montreuil	Gérard Pesson	<i>Instant tonné</i> <i>Cassation</i> <i>Transcription Wagner/Élégie en la bémol majeur</i> <i>Cinq chansons</i> <i>Suites des Cantates</i> (création 2018) <i>In nomine</i> <i>La lumière n'a pas de bras pour nous porter</i> (instrumentation de Frédéric Pattar)	Marion Tassou L'Instant donné
19-23-juin	T2G - Théâtre de Gennevilliers //ACADÉMIE// In Vivo Théâtre Daniel Jeanneteau	Daniel Jeanneteau Chia Hui Chen Stanislav Makovsky	<i>Déjà la nuit tombait (fragments de L'Illiade)</i> (création 2018)	Thibault Lac, Axel Bogousslavsky, Thomas Cabel, et la voix de Laurent Poitrenaux
22-Jun	T2G - Théâtre de Gennevilliers	Fernando Munizaga Florence Baschet	<i>Répliques</i> (création 2018) <i>La Mulette</i>	Donatienne Michel-Dansac, Marina Ruiz, Yann Boudaud Ensemble Court-circuit Dir. Jean Deroyer
23-24 juin	Centre Pompidou # en lien avec l'exposition «Coder le monde» au Centre Pompidou	Openendedgroup (Marc Downie et Paul Kaiser) / Natasha Barrett	<i>Pockets of Space</i> (création 2018)	Installation vidéo 3D et sonore Ambisonics
23-Jun	Ircam # en lien avec l'exposition «Coder le monde» au Centre Pompidou	Atelier art + son = art sonore ?		Gascia Ouzounian, Christophe Kihm, Lina Džuverovi

Date	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
23-Jun	CENTQUATRE-Paris //ACADÉMIE// Sortie de l'atelier de composition pour orchestre de Franck Bedrossian	Karlheinz Stockhausen David Clay Mettens Sina Fallahzadeh Diego Jiménez Tamame  LanQuing Ding Utku Asuroglu Clara Olivares Jinwook Jung Cameron Graham	<i>Hymnen (Dritte Region)</i> <i>Gilt</i> (création 2018) <i>Zurwan</i> (création 2018) <i>IMPACT / TREMORS / SHIFTING</i> (création 2018) <i>The Turning Point</i> (création 2018) <i>Provocation</i> (création 2018) <i>Blue Spine</i> (création 2018) » <i>Unerasing</i> « (création 2018) <i>Slow.Burn.Footwork</i> (création 2018)	Orchestre Philharmonique de Radio France Ensemble ULYSSES Dir. Peter Rundel
23-Jun	CENTQUATRE-Paris //ACADÉMIE// Atelier In Vivo Danse - Camping de Heiner Goebbels	Heiner Goebbels		Musiciens stagiaires: Juliette Adam, Julien Desailly, Nikola Kerkez, Camille Émaille, Henri Hyunjung Kim, Cécile Lartigau, Léo Maurel, Nicolas Perrin, Marko Sevarlic, Maï Toyama Danseurs stagiaires: Polina Akhmetzyanova, Jérôme Andrieu, Diane Arques, Maud Blandel, Christine Bompal, Valentine Carette, Sarah Crépin, Eloïse Deschemin, Lisen Ellard, Christophe Ives, Anne-Sophie Lancelin, Fanny Merlan de Chaille, Sylvain Ollivier, Martino Redaelli, Enora Rivière
28-30-juin	La Villette, Grande Halle	Angelin Prejlocaj Karlheinz Stockhausen	<i>Still Life</i> (création 2017) <i>Helikopter</i>	Margaux Coucharrière, Mirea Delogu, Verity Jacobsen, Jean-Charles Jousni, Simon Ripert, Redi Shtylla
29-Jun	Centre Pompidou # en lien avec l'exposition «Coder le monde» au Centre Pompidou	Didier Rotella Michaël Levinas Karlheinz Stockhausen	<i>Catharsis</i> (création 2018) <i>Études sur un piano espace</i> <i>Kontakte</i>	Ensemble Links
30-Jun	Centre Pompidou //ACADÉMIE// Sortie de l'atelier d'interprétation des musiques électroacoustiques	Emanuele Palumbo Stefano Gervasoni Franck Bedrossian  Lorenzo Bianchi Hoesh Frédéric Le Bel	<i>Corps-sans-organes</i> <i>Altra Voce</i> (extraits) <i>The Edges are no longer parallel</i> <i>Lamento</i> <i>Loop</i> <i>Mais plutôt de trouver la, ou les justes relations accordant l'existence de tous ses éléments</i> (création 2018)	Elèves du Pôle Sup'93: Mariia Hryshchenko, Wakuko Ide, Flavien Laffaille, Lise Mariage, Diane Poitrenaud, Maéva Rabassa Interprètes stagiaires de l'informatique musicale: Nicola Casetta, Mako Gviniashvili, Bálint Laczkó, Xu Tong Lee, Nahuel Eduardo Litwin, Brian Sears
30-Jun	Centre Pompidou //ACADÉMIE// Sortie de la master classe d'interprétation pour ensemble dirigé	Edgard Varèse Helmut Lachenmann Beat Furrer Michael Jarrell	<i>Intégrales</i> <i>Zwei Gefühle, Musik mit LeonardoNuun</i> <i>Droben schmettert ein greller Stein</i>	Ensemble ULYSSES Ensemble intercontemporain Dir. Beat Furrer



## TOURNÉES 2018

Artistes	Titre	Dates	Reprise/Création
Jonathan Capdevielle	<i>A nous deux maintenant</i>	11, 12 janvier, Cultugest, Lisbonne 23, 24 janvier, Théâtre de la Vignette, Montpellier 26 janvier-3 février, Théâtre Garonne, Toulouse 1-3 mars, Arsenic, Lausanne 4-6 avril, Comédie de Reims 16-18 mai, Kunstenfestivaldesarts, Bruxelles 23-25 mai, Le Quai, CDN Angers 19 juin, Festival Latitudes Contemporaines, Lille	reprise reprise reprise reprise reprise reprise reprise
Jean-François Peyret Daniele Ghisi	<i>La Fabrique des monstres ou Démesure pour mesure</i>	23 janvier-4 février, Théâtre de Vidy Lausanne 8, 9 février, Hexagone, Scène nationale de Meylan 12, 13 février, L'Estive, Scène nationale de Foix 4-5 avril, Théâtre de Nice 10, 11 avril, Théâtre de Caen	création reprise reprise reprise reprise
Thomas Hauert Mauro Lanza	<i>How to proceed</i>	19, 20 février 2018, Théâtre de Liège - Pays de Danse Festival 23, 24 février 2018, Charleroi Danses - La Raffinerie, Bruxelles 24-26 mai 2018, adc, Genève	création reprise reprise
Alberto Posadas	<i>Voces Nómadas</i>	4 mars, Opéra de Marseille	reprise
Núria Giménez Comas	<i>Back into Nothingness</i>	16, 17 mars, Biennale Musiques en scène, TNP Villeurbanne 24 mars, Festival Archipel, Genève	création reprise
Marco Momi	<i>Unrisen</i>	6 avril, Teatro Morlacchi, Pérouse	reprise
Stefano Gervasoni	<i>Fado errático</i>	26 avril, Théâtre Forum Meyrin, Genève	reprise
Franck Bedrossian	<i>Epigram</i>	28 avril, Festival de Witten	création
Roland Auzet	<i>VxH La Voix Humaine</i>	2-4 mai, Scène nationale Le Cube, Montbéliard 9-22 novembre, Théâtre des Célestins, Lyon 24, 25 novembre, Théâtre de l'Archipel, Perpignan	création reprise reprise
Hèctor Parra	<i>Inscape</i>	19, 20 mai, Auditorium de Barcelone 16 juin, Auditorium du Nouveau Siècle, Lille 16-18 décembre, Philharmonie, Cologne	création reprise reprise
Chaya Czernowin	<i>Infinite Now</i> <i>HIDDEN</i>	28 juin, Festival New Opera Days Ostrava, Rép. Tchèque 16, 17, 18 décembre, Philharmonie, Cologne 6 juillet, Festival Time of Music, Viitasaari 15 septembre, DK Trekhgorka, Moscou 17 septembre, Théâtre Alexandrinski, Saint-Pétersbourg	reprise reprise reprise reprise reprise
Sampo Haapamäki	<i>IDEA</i>	5 juillet, Festival Time of Music, Viitasaari	création
Diemo Schwarz & Alexis Baskind	<i>Concert CataRT: Corps sonore / Corpus sonorum</i>	19 juillet, Ferienkürse, Darmstadt	création
Lorenzo Bianchi	<i>Square</i>	16 juillet, Bolzano Danza - Tanz Bozen, Bolzano	création
Ashley Fure	<i>Anima</i>	22 juillet, Böllenfalltorhalle, Darmstadt	reprise
Zad Moultağa	<i>Shamash</i>	14 août-7 octobre, Suomenlinna	reprise
Jesper Nordin Cyril Teste, Ramy Fischler	<i>Emerging from Currents and Waves</i>	31 août, Baltic Sea Festival, Stockholm	création
Marko Nikodijević & Robert Henke	<i>From Within...</i>	13 septembre, Red Bull Music Festival, Berlin	reprise
Pierre Boulez	<i>Anthèmes 2</i>	23 septembre, Edificio Sede, Lisbonne	reprise

### 3 ANNEXES

Artistes	Titre	Dates	Reprise/Création
Sebastian Rivas	<i>We Must Aliados</i>	29 septembre, Biennale de Venise 6 octobre, Biennale de Venise	reprise reprise
Roque Rivas	<i>Conical Intersect</i>	29 septembre, Villa Méditerranée, Marseille	reprise
Philippe Manoury	<i>B-Partita</i>	3 octobre, Biennale de Venise	reprise
Marco Stroppa	<i>Come play with me</i>	19 octobre, Festival de Donaueschingen	création
Benjamin Dupé	<i>Strings in the air with feet over the floor</i>	20, 21 octobre, Festival de Donaueschingen 22 22 octobre, Kulturfabrik Kesselhaus, Trossingen 24 octobre, Theater im KunstQuartier, Salzburg	création reprise reprise
Georges Aperghis	<i>Thinking Things</i>	20 octobre, Festival de Donaueschingen 3 novembre, Onassis Cultural Centre, Athènes	reprise reprise
Daniele Ghisi	<i>An experiment with time</i>	1-4 novembre, Festival Neue Musik, Rothenhausen	reprise
Yan Maresz	<i>Voce</i>	9 décembre, Festival MANCA, Nice	création

## PROJETS EUROPE CREATIVE 2018

### RÉSEAU ULYSSES 2016-2020

Accepté en mai 2016 par le programme Culture de la Commission européenne Creative Europe, le réseau Ulysses œuvre en faveur de la jeune création à travers les actions suivantes :

- Ulysses Journeys: parcours à travers les académies des partenaires proposés aux compositeurs, interprètes et chefs d'orchestre émergents;
- Ulysses Ensemble: ensemble de 15-20 musiciens constitué chaque année qui fait un parcours à travers 2 à 4 académies avec des chefs invités;
- Soutien aux jeunes compositeurs (commandes, promotion et reprise des œuvres) et interprètes;
- Développement des publics: activités pour jeunes (grand public et étudiants préprofessionnels), programme de recherche;
- Plateforme Ulysses: système d'information en ligne destinée à la communauté des jeunes artistes (compositeurs, chefs) et organismes (partenaires Ulysses, réseau élargi).

#### Informations:

- 13 partenaires dans 10 pays;
- Les partenaires: Ircam (coordinateur) - France; Snape Maltings (ex-Aldeburgh Music) - Royaume Uni; Divertimento Ensemble - Italie; Gaudeamus Muziekweek - Pays-Bas; IEMA - Allemagne; Impuls - Autriche; Iki-HFMT - Allemagne; Fondation Royaumont - France; Time of Music - Finlande; Ultima Festival - Norvège; Internationales Musikinstitut Darmstadt - Allemagne; Flagey - Belgique; Estonian Philharmonic Chamber Choir - Estonie;
- Ulysses Project (environ 15K visites/an): un site web présente l'ensemble des activités du projet (<http://project.ulysses-network.eu>);
- Plateforme Ulysses (environ 80K visites / an): site web qui centralise les activités et les données des artistes et des institutions associés au projet Ulysses (236 organisations et 2861 artistes inscrits) (<http://www.ulysses-network.eu/web/home/>).

Les projets suivants réalisés en 2018 montrent la diversité et la richesse des activités menées dans le cadre du projet Ulysses:

#### ■ Ulysses Journeys:

(<http://project.ulysses-network.eu/event/ulysses-journeys-2018/>)

Pour la deuxième année consécutive, le réseau Ulysses a organisé les *Ulysses Journeys*, destinés à un groupe de jeunes compositeurs, musiciens et chefs d'orchestre présélectionnés par les membres du réseau, invités à participer à différentes

actions de professionnalisation tout au long de l'année à travers les organisations partenaires du réseau. Les artistes suivants ont fait partie de cette activité en 2018:

#### Compositeurs:

Ütku Asuroglu (Turquie, 1986) - Ircam (FR), Gaudeamus (NL)  
 Julia Blondeau (France, 1986) - Snape Maltings (UK)  
 Simone Corti (Italie, 1986) - Ircam (FR), Fondation Royaumont (FR)  
 Gerardo Gozzi (Italie, 1988) - Ircam (FR), IMD (DE)  
 Mikołaj Laskowski (Pologne, 1988) - Gaudeamus/IEMA (NL/DE), Ultima (NO)  
 Maja Linderroth (Suede, 1989) - Snape Maltings (UK), Ircam (FR)  
 David Clay Mettens (U.S.A. 1990) - Ircam (FR)  
 Marina Poleukhina (Russie, 1989) - Time of Music (FI), Ultima (NO)  
 Josephine Stephenson (France/UK, 1990) - HfMT (DE)  
 Lorenzo Troiani (Italie, 1989) - Divertimento Ensemble (IT)

#### Interprètes:

Daniele Fasani (piano, Italie, 1994) - Divertimento Ensemble (IT), Fondation Royaumont (FR)  
 Jacobo Hernandez Enriquez (violon, Espagne, 1990) - Time of Music (FI)  
 Down the Rabbit Hole (trio Européen) - Snape Maltings (UK), Ultima (NO), Snape Maltings (UK)  
 Roberto Maqueda Dominguez (percussion, Espagne, 1991) - Time of Music (FI)  
 Leo Morello (violoncelle, Italie, 1994) - Time of Music (FI)  
 Alfonso Noriega Fernandez (alto, Espagne) - Divertimento Ensemble (IT), Fondation Royaumont (FR)  
 Roosa Lampela (trombone, Finlande 1994) - IMD (DE)  
 Clarice Morrish Rarity (alto, UK 1991) - Fondation Royaumont (FR)  
 Evgeniya Spalinger (flute, Russie, 1990) - Divertimento Ensemble (IT)  
 Leonardo Zoncati (clarinette, Italie, 1994) - Divertimento Ensemble (IT)

#### Chefs d'orchestre:

Sander Tamm (Estonie 1992) - Divertimento Ensemble (IT)  
 Yalda Zamani (Iran 1985) - Divertimento Ensemble (IT)

■ **Projet de recherche sur les publics (Ulysses Network Audience Research Project):**

<http://project.ulysses-network.eu/event/ulysses-network-audience-research-2018/>

Commencé en 2016, le projet de recherche autour du développement des publics initié par le réseau Ulysses et mené par Gina Emerson, doctorante à l'Université de Musique et de Théâtre de Hambourg, s'est poursuivi avec six nouvelles enquêtes menées dans les organisations partenaires du réseau de pays différents (Flagey (BE), Divertimento Ensemble (IT), Time of Music (FI), IMD (DE), Royaumont (FR), Ultima (NOR). Ayant terminé les enquêtes sur les publics des différentes organisations, le projet passe désormais à sa phase d'analyse et les premiers résultats sont attendus pour l'année 2019.

■ **Ulysses Ensemble:**

<http://project.ulysses-network.eu/event/ulysses-ensemble-tour-2018-iema-ensemble-meets-ulysses-ensemble/>

<http://project.ulysses-network.eu/event/ulysses-ensemble-tour-2019-stop-2-ircam-manifeste/>

<http://project.ulysses-network.eu/event/ulysses-ensemble-tour-2019-stop-3-royaumont-foundation/>

<http://project.ulysses-network.eu/event/ulysses-ensemble-tour-2018-gaudeamus/>

Pour sa deuxième édition, une tournée de l'Ensemble Ulysses a été organisée entre mai et septembre et avec quatre stops : IEMA à Francfort, Ircam à Paris, Fondation Royaumont, Gaudeamus à Utrecht. Les jeunes musiciens sélectionnés via un appel à candidature sur la plateforme Ulysses ont eu l'occasion de travailler à chaque stop avec des tuteurs et chefs d'orchestre différents, sur du répertoire aussi bien que sur des nouvelles créations de jeunes compositeurs et en leur présence. Chaque stop a été couronné par un concert public.

■ **Co-commandes HFMT/Divertimento:**

<http://project.ulysses-network.eu/event/ensemble-divertimento-opus-xxi-commissions-to-young-composers/>

Deux organisations partenaires du réseau, le Divertimento Ensemble (Milan, IT) et l'Université de Musique et de Théâtre (Hambourg, DE) ont initié un projet de deux co-commandes aux jeunes compositeurs Bertrand Plé (FR) et Zeno Baldi (IT), dont les pièces ont été présentées respectivement dans deux concerts chacune, les uns en Italie à Milan dans le cadre de la saison RONDO de l'Ensemble Divertimento et l'autre en Allemagne et en Autriche, dans le cadre de l'Internationale Sommerakademie de la HFMT.

■ **Projet Peter Tscherkassky Cinema Scope Trilogy:**

<http://project.ulysses-network.eu/event/peter-tscherkasskys-cinemascope-trilogy-commissions-to-young-composers-imd/>

<http://project.ulysses-network.eu/event/peter-tscherkasskys-cinemascope-trilogy-commissions-to-young-composers-2/>

Après le lancement de ce projet de collaboration au long cours, impliquant cinq organisations partenaires du réseau Ulysses (Impuls (AT), Ircam (FR), IMD (DE), Gaudeamus (NL), Flagey (BE) avec une master-classe en présence de Peter Tscherkassky et de l'Ensemble Nikel, les huit jeunes compositeurs ayant reçu commande pour écrire de nouvelles musiques pour la trilogie de films ont débuté leur travail de composition en 2017. En juillet et septembre 2018, quatre pièces ont vu le jour respectivement aux cours d'été à Darmstadt (DE) et à la Gaudeamus Muziekweek à Utrecht (NL), sans compter deux pièces pour électronique seule qui ont également été présentées à Darmstadt.

Les quatre autres créations suivront en 2019 lors des festivals Impuls (AT) à Graz et ManiFeste à Paris (FR).

■ **Cours de Direction d'Orchestre à Divertimento Ensemble:**

<http://project.ulysses-network.eu/event/divertimento-ensemble-conducting-course/>

Du 4 au 9 septembre 2018, Divertimento Ensemble organisait une master-classe pour jeunes chefs d'orchestre, dont deux avaient été sélectionnés dans le cadre des *Ulysses Journeys*. Durant la master-classe les jeunes chefs ont bénéficié de cours individuels et de répétitions avec l'ensemble Divertimento et ont pu collaborer avec de jeunes compositeurs et jeunes chanteurs pour présenter au final quatre concerts publics.

L'ensemble des activités du réseau Ulysses en 2018 peut être consulté ici: <http://project.ulysses-network.eu/year/2018/>.

## INTERFACES 2016-2020

Accepté en mai 2016 par le programme Culture de la Commission européenne Creative Europe, le projet Interfaces est destiné – dans le contexte de la musique contemporaine – à créer une « interface » entre des projets de production artistiques innovants (par leur format, leur mode de présentation...) et une nouvelle approche du développement des publics de tous âges.

En tant que co-organisateur, l'Ircam pilote plusieurs actions à partir de 2017 :

- Projet de recherche sur le développement des publics dans le contexte de la musique contemporaine: recensement des pratiques des partenaires, questionnaires destinés aux publics, synthèse et recommandations pour des nouvelles pratiques dans ce domaine;
- Exportation de la philosophie et méthodologie du projet pour jeunes publics « Ateliers de la Création » (collaboration Ircam/CGP) pour une implémentation dans le Onassis Cultural Centre;
- Projets « In Situ » qui proposent aux compositeurs de créer une œuvre pour un lieu unique par son histoire, son architecture etc.;
- Projets « Ether Performance » qui capitalisent sur l'acquis d'un projet Europe Culture précédent (COMEDIA) et proposent des concerts « télématiques » en temps réel entre plusieurs lieux.

Informations :

- 9 partenaires dans 8 pays;
- Onassis Cultural Centre (coordinateur) - Grèce; Comunitatea din România a Electroacusticii și a Muzicii Asistate Computer - Roumanie; De Montfort University / Music, Technology and Innovation Research Centre - Royaume Uni; European University Cyprus - Chypre; ICTUS - Belgique; Institut de Recherche et de Coordination Acoustique Musique - France; Klangforum Wien - Autriche; Q-02 - Belgique; Zentrum für Kunst und Medientechnologie - Allemagne.

### Actions principales en 2018 :

■ **Projet de recherche sur le développement des publics :** ce projet a commencé avec la conception de questionnaires et traduction dans les langues de tous les partenaires d'interfaces. En 2018, des enquêtes ont été effectuées à l'Ircam lors des événements suivants :

- 19-23/6/2018: In Vivo Théâtre à Gennevilliers
- 23-24/6/2018: Pockets of Space au CGP
- 6-7/6/2018: Concert Aperghis au CGP
- 16/6/2018: Concert Ikeda au CGP
- 29/6/2018: Concert Stockhausen 2 au CGP

### ■ **Projet « Creative Workshops » :**

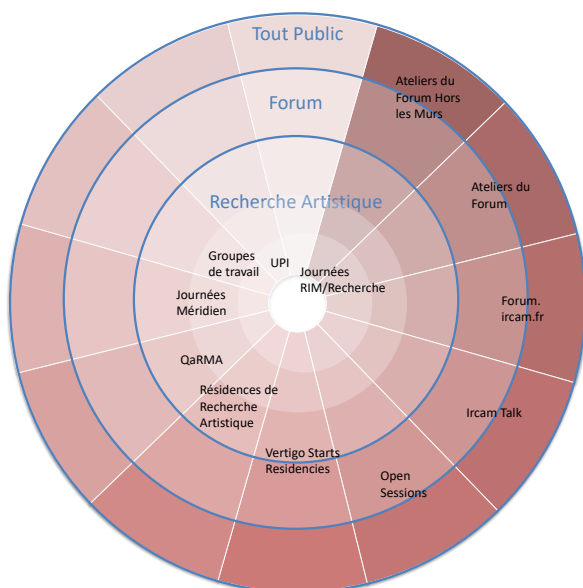
les échanges entre les équipes de l'Ircam et OCC ont permis à ce dernier d'appréhender la philosophie et la méthodologie des Ateliers de la Création afin d'organiser des projets similaires en Grèce. En collaboration avec la National Museum of Contemporary Art à Athènes et la State Museum of Contemporary Art à Thessalonique, les « Creative Workshops » ont été réalisés avec succès dans les villes suivantes en Grèce :

- Athènes: école professionnelle d'art et d'artisanat publics de Sivitanidios, département d'informatique spécialisé dans les applications informatiques et de réseau. Projet inspiré par l'œuvre de Nikos Podias *Inside Out*;
  - Athènes: lycée professionnel de Nea Smyrni, département des arts appliqués, spécialisé en arts graphiques et orfèvrerie. Projet inspiré par l'œuvre de Nikos Papadopoulos *Ocean Rock Garden*;
  - Thessalonique: lycée professionnel d'Ampelokipoi;
  - Thessalonique: lycée professionnel de Neapoli;
- Les deux projets en Thessalonique ont été inspirés de l'œuvre d'Alexander Rodchenko *Expressive Rhythm* (1943), appartenant à la collection Costaki « Russian Avant-Garde ».

L'ensemble des activités du projet *Interfaces* peut être consulté ici: <http://www.interfacesnetwork.eu/index.php>

## INTERFACE RECHERCHE CRÉATION

L'interface recherche et création, incarnation de la coordination Art-Science, s'articule autour d'axes structurels: la recherche artistique, la valorisation culturelle et le rayonnement à l'international. Ces différents axes touchent différentes communautés, pouvant être représentées de manière concentrique et inclusive, avec au centre, la recherche artistique (compositeurs, instrumentistes, mais aussi des créateurs hors-musique comme des plasticiens, des metteurs en scène ou des chorégraphes), la communauté des membres du Forum Ircam (professionnels, enseignement, ingénierie sonore), et enfin, le tout public.



Rayonnement des activités du département IRC

### LA COORDINATION ART-SCIENCE

La coordination Art-Science est réalisée en coordonnant les actions transversales, en facilitant les démarches hors-cadres et en stimulant les échanges, à travers trois actions transversales:

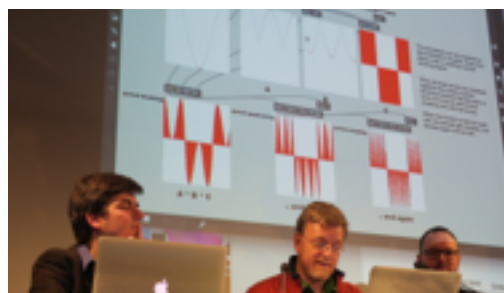
#### ■ Les journées RIMs (Réalisateur en Informatique musicale) /Recherche

Elles assurent la mise en cohérence des activités des RIMs de la PROD et des RIMCEs de la PAC, avec celles des équipes de l'UMR et le l'IMR de manière structurée. Le but de ces journées est multiple:

- La formation/transmission en interne et en continu;
- La mutualisation des pratiques et des savoir-faire;
- Le partage des ressources;
- La synchronisation des développements.

#### ■ Agenda 2018:

- REPMUS - Mutant/Antescofo - 8 Janvier - Studio 5
- REPMUS / Orchids / BankSon - 5 Février - Studio 5
- RIM only - 5 Mars - Espace RIM
- ISMM / CataRT / Groupe de travail Synthèse par échantillon - 9 Avril - Studio 5
- RIM only - 2 Mai - Espace RIM
- RIM only - 3 Septembre - Studio 5
- EAC - 1 Octobre - Studio 1
- ISMM / Notation - 5 Novembre - Studio 5



#### ■ Les Groupes de Travail

Les groupes de travail internes et externes sont mis à disposition de la communauté des compositeurs proches de l'Ircam, et nécessitent un effort de coordination. Les groupes de travail ont pour but de réunir les artistes et chercheurs autour de thématiques qui suscitent des intérêts communs pour orienter les travaux artistiques et la recherche scientifique. Les groupes de travail **Bankson**, **Interaction collective**, **Notation**, **Open Source**, **Orchestration et Synthèse par échantillons** ont abouti à des résultats tangibles et des présentations lors du Méri-dien de décembre 2018.

### ■ Les Unités Projets Innovation

**Les Unités Projets Innovation** permettent la création d'outils transversaux, bénéficiant à la fois à l'UMR, à la production et aux membres du forum. Des équipes hétérogènes et éphémères, comprenant à minima un chef de projet et pouvant inclure des RIM(CE)s, des chercheurs, des développeurs et des artistes sont constituées pour la création d'un nouvel outil, pour le développement d'un outil existant, ou encore pour réaliser une expérimentation de recherche artistique. Les UPI suivantes ont été sélectionnées après un appel à manifestation d'intérêt dès le début de l'année 2018 et ont été supportées par les groupes de travail relatifs: **BeCoMe** (Interaction Collective), **Cocat** (Synthèse par échantillon) et **Samplor4** (Synthèse par échantillons et Bankson).

### ■ Les journées Méridien

En décembre 2018, des actions initiées en 2017 se sont poursuivies: Méridien, ReMix. L'état des lieux des enjeux de la recherche artistique est mis à jour par la confrontation des points de vue des artistes, des chercheurs scientifiques et des équipes de la production, permettant l'élaboration d'une réflexion sur l'organisation de la recherche musicale aujourd'hui à l'Ircam, ainsi qu'une réflexion sur son contenu et sa cohésion avec les programmes de recherche scientifique. De grandes thématiques de recherche artistique ont été identifiées et l'éventail des lignes forces résultantes a permis de mettre en place le programme de la semaine Méridien, basé sur un appel à contribution thématique.

Pour chacune de ces thématiques de recherche artistique, un faisceau d'actions hétérogènes, appartenant à plusieurs départements de l'Ircam apparaît et s'incarne dans des groupes de travail, des résidences, des productions, des programmes de recherche et des UPI. Leur identification, qui doit être renouvelée chaque année, permet notamment la thématisation d'événements comme les ateliers du forum, les studio 5 en direct ou l'événement « Mutation Création » en 2019, notamment relié à la thématique « IA et générativité ».

La semaine Méridien 2018 a eu lieu à l'Ircam du lundi 10 au vendredi 14 décembre. Tous les membres de l'Ircam, des artistes, ainsi que des personnalités extérieures sont invités à s'emparer de ce rendez-vous et à investir le lieu, des studios aux salles de cours.

Parmi les sujets explorés figurent des sessions thématiques d'une demi-journée chacune, dont voici les plus importantes:

- La recherche musicale en pratique - le renouvellement du Forum Ircam;
- Préservation du patrimoine de l'informatique musicale;
- Spatialisation & réalités mixtes;
- Cognition et transformation du signal;
- Synthèse par échantillons;
- Interaction Collective;
- Composition et orchestration;
- IA et générativité;

- Notation;
- Instruments augmentés et autres développements technologiques;
- Perspectives pour la recherche musicale.



Cette semaine 2018 a aussi été l'occasion d'échanger nos points de vue sur des questions actuelles:

- Quel devenir pour la musique mixte ?
- Quelle pédagogie de la composition et de la performance à l'Ircam ?
- Quelle organisation pour les collectifs de création ?
- Publics & création: le participatif, pourquoi et comment ?
- Dispositifs « post »: comment faire retour sur les résidences, les productions, la recherche, etc. ?

### ■ ReMix

ReMix est une table ronde sur la recherche musicale. Ce groupe de travail des compositeurs est ouvert et les participants proviennent de nombreux champs professionnels: compositeurs (environ la moitié de l'audience), chercheurs, RIM, interprètes. L'orientation des discussions est donnée aux traitements de problèmes musicaux, avant qu'à celui des problèmes scientifiques. Un relevé de conclusion est produit.

#### Agenda 2018:

- Orchestration:
  - Carmine-Emanuele Cella: Does orchestration really exist ?
  - Yan Maresz: Orchestration: Quel usage pour l'ordinateur ? Concept de cible dans l'orchestration mimétique
  - Philippe Manoury: Orchestration/Composition, faut-il les distinguer ?
- Voix:
  - Matteo Franceschini: Ce qui devrait être dit, ce qui devrait être chanté. Dissociation ou complémentarité ?
  - Florence Baschet: L'écriture pour voix, l'écriture de l'énonciation ?

### ■ Programme de Résidence en Recherche Artistique

Véritable facteur de l'innovation à l'Ircam, il permet à des artistes, sélectionnés lors d'un appel public de développer des thématiques nouvelles, en lien avec les équipes de l'UMR.

Parmi les lauréats de l'appel 2017, les résidences suivantes se sont déroulées en 2018 :

- **Michelle Agnès Magalhaes**, en collaboration avec Béatrice Sauvageot, ainsi que les équipes Représentations musicales, Interaction Son Musique Mouvement de l'Ircam-STMS et le département de la Pédagogie et Actions culturelles, dans la résidence intitulée : « *Métaphonies : musiques interactives et prosodies neurologiques* ».
- **Alireza Fahrenq**, en collaboration avec les équipes Représentations musicales et Interaction Son Musique Mouvement de l'Ircam-STMS, dans la résidence intitulée : « *Traces de l'expressivité : partition de flux de données gestuelles pour les œuvres interdisciplinaires* ».
- **Emanuele Palumbo**, en collaboration avec l'équipe-projet CREAM et l'équipe Analyse des pratiques musicales de l'Ircam-STMS, dans la résidence intitulée : « *Physicalité et émotionnalité augmentées* ».
- **Garth Paine**, en collaboration avec l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs de l'Ircam-STMS et le ZKM, dans la résidence intitulée : « *Future Perfect : installation et performance 3D audiovisuelle immersive* ».
- **Núria Giménez-Comas et Marlon Schumacher**, en collaboration avec l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs de l'Ircam-STMS et le ZKM, dans la résidence intitulée : « *Sculpter l'espace : re/synthèse spatiale en 3D de structures sonores complexes* ».
- **David Monacchi**, en collaboration avec l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs de l'Ircam-STMS et le ZKM, dans la résidence intitulée : « *Fragments de l'extinction : espaces ambisoniques d'exploration et de composition pour la préservation d'écosystèmes* ».

Parmi les lauréats de l'appel 2018, les résidences suivantes ont démarré en 2018 :

- **Davíð Brynjar Franzson**, en collaboration avec l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs de l'Ircam-STMS et le ZKM, dans la résidence intitulée : « *Une archive urbaine comme un jardin anglais - Environnement acoustique dans le temps et dans l'espace* ».
- **Raphaël Imbert et Benjamin Lévy**, en collaboration avec les équipes Représentations musicales et Analyse des pratiques musicales de l'Ircam-STMS, dans la résidence intitulée : « *AI Swing! Analyser et Improvisation / Intelligence artificielle / Création et Interdisciplinarité* ».
- **Tami NGuyen et Vincent Isnard**, en collaboration avec l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs de l'Ircam-STMS, dans la résidence intitulée : « *L'étrangeté perceptive en réalité virtuelle* ».

- **Éric Raynaud**, au sein de l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs de l'Ircam-STMS et à la Société des Arts Technologiques (SAT), dans la résidence intitulée : « *Symbiosis* ».
- **Nadine Schütz**, au sein des équipes Espaces acoustiques et cognitifs et Perception et design sonores de l'Ircam-STMS, dans une résidence intitulée : « *Conception sonore de terres urbaines - composer dans (l'intérieur de) l'existant* ».
- **Marco Antonio Suarez-Cifuentes**, en collaboration avec l'équipe Interaction son musique mouvement de l'Ircam-STMS et du Zentrum für Kunst und Medien (ZKM), dans une résidence intitulée : « *Composer les espaces et la perception / REVELO* ».
- **Hans Peter Stubbe Teglbjærg**, en collaboration avec l'équipe Systèmes et Signaux Sonores : Audio/Acoustique, instruMents de l'Ircam et du Zentrum für Kunst und Medien (ZKM), dans une résidence intitulée : « *Le ressort non-linéaire* ».

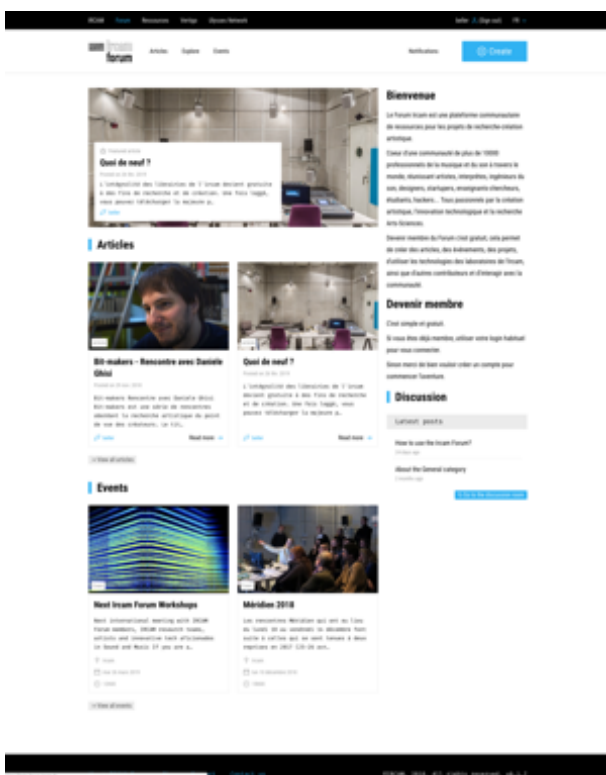
## LA VALORISATION CULTURELLE : LE FORUM.IRCAM.FR

### ■ La plateforme web

En 2018, après un audit interne, la consultation de la communauté Méridien, ainsi qu'une enquête en ligne à destination des membres du Forum, le département a initié une **rénovation de la plateforme web** permettant l'accompagnement de la **nouvelle stratégie commerciale du Forum Ircam**.

**Le développement de la version « beta » du nouvel écosystème applicatif forum.ircam.fr** a été mené en 2018. Le développement de la nouvelle plateforme inclut la mise en place d'un écosystème applicatif articulant un gestionnaire de dépôt versionné GitLab, un CMS (content manager system) Mezzo, des salons de discussion Discourse, une application de e-commerce Prestashop et un portail commun d'identification Ircam Auth, permettant de naviguer dans cet éco-système « sans multiples portes d'accès ». Cette dernière, Ircam Auth, la plateforme de comptes utilisateurs centralisés lié au LDAP interne de l'Ircam va bénéficier à l'ensemble de l'éco-système applicatif de l'Ircam. Le renouvellement de la version de Presta-shop (projet démarré en 2016) voit sa conclusion en 2018 par la fusion des boutiques IRC et PAC réunies sous une même instance du logiciel. Le développement du nouveau forum contribue à la dynamique open-source Python/Django en y apportant des contributions significatives à la communauté des développeurs.





**La nouvelle stratégie du Forum** a été élaborée. Elle implique une nouvelle politique de diffusion des logiciels et des librairies, le renouvellement de l'offre abonnés et le renouvellement des services dans son ensemble, accompagné d'une nouvelle politique éditoriale faisant apparaître de nouveaux contenus: éditos/posts liés à la recherche artistique; interviews Bit-Makers d'artistes en recherche; cahiers de résidence en recherche artistique; page artistique de présentation des équipes de l'UMR; interviews croisées art-science; Ircam Talk, agrégation de contenus media; analyses d'œuvres; tutoriaux, MOOC, DIY; mise à disposition de nouvelles ressources: partage de code (C, C++, Python, Matlab); partage de données (sons); partage d'applications (WebAudio); partage de patch (MaxMSP); participation au moteur de recherche d'indexation des ressources de l'Ircam - pôle web.

**L'activité commerciale du forum** en 2018 est stable par rapport aux années précédentes.

#### Nouveaux produits apparus en 2018:

- Abonnement Premium étudiant;
- ISiS;
- C.L.E.E.S.E., ANGUS;
- Factor Synth (produit partenaire);
- Max 8 (produit partenaire).

#### Statistiques Forum:

- DIFFUSION WEB:
- 90.845 visites;
- 2.862 visites via des réseaux sociaux;
- 45 événements publiés;
- 345.926 pages vues;
- 13.742 comptes utilisateurs.

#### ■ Les ateliers du Forum Ircam (7-9 Mars 2018 )

Les Ateliers du Forum sont un momentum de rencontre où convergent plusieurs compétences, métiers et intérêts autour du son. Des designers, artistes, compositeurs, performers, chercheurs et makers du monde entier se retrouvent pour trois jours de conférences, workshops, démos, partage et rencontres.

Le Forum après 25 ans d'existence se confirme comme le carrefour de compétences autour du son et de la musique. Les Ateliers du Forum 2018 ont eu lieu du 7 au 9 mars 2018 à l'Ircam. Une convergence avec les sorties de résidence a été initiée.

Plusieurs thématiques ont été abordées: de l'improvisation aux neurosciences, de la notation au traitement vocal, de la réalité virtuelle aux instruments augmentés avec plusieurs formats: conférence, installations, démos, meeting.

Les participants sont des artistes, développeurs, chercheurs, professeurs, designers, étudiants, ingénieurs du son, et autres utilisateurs de technologies qui souhaitent mettre en partage leurs expériences et expertises et échanger dans un cadre de travail détendu et créatif.

- 177 participants
- 43 intervenants
- 40 présentations
- 4 Workshops
- 4 installations



■ **Les ateliers du Forum Ircam Hors les murs**

Les Forum Hors les Murs visent à engager des discussions sur le moyen et long terme avec des partenaires universitaires, scientifiques et des programmeurs. Ils sont soutenus par l'Institut Français.

Pékin 2018 - Shanghai 2019

Les Ateliers Forum 2018 initialement prévus à Pékin ont finalement été reportés sur l'année 2019 pour être coordonnés à l'ouverture du Centre Pompidou - Shanghai et renouer un partenariat avec le Conservatoire de Shanghai.

Montréal 2020

L'année 2018 a permis d'initier la tenue des Ateliers du Forum Hors les murs à Montréal en avril 2020. Cette édition stratégique renforcera nos liens avec l'Université McGill sur différents projets (Actor...) ainsi que notre partenariat avec la SAT-Montréal concernant le programme de résidence en recherche artistique.

## LES SÉMINAIRES

---

### LES SÉMINAIRES RECHERCHE ET TECHNOLOGIE

#### SÉMINAIRES INTERNES IRCAM EN 2018

##### ■ 15 octobre

Pavlos Antoniadis, équipe ISMM, thèse soutenue à Strasbourg: *"GesTCom: a sensor-based environment for the analysis, processing and real-time control of complex piano notation through multimodal recordings"*

##### ■ 14 novembre

Henri Boutin, maître de conférences à l'Université Pierre et Marie Curie, équipe S3AM: *"Application du contrôle actif à l'étude des instruments de musique"*

##### ■ 15 novembre

François Ribac, équipe Analyse des pratiques musicales: *"Musique et arts de la scène dans l'anthropocène: Quels bilans ? Quel avenir ?"*

##### ■ 4 décembre

Carmine Cella, équipe Représentations musicales: *"New Perspectives in Assisted Orchestration"*

#### SÉMINAIRES INVITÉS EN 2018

##### ■ 21 mars

Giandomenico Iannetti, professeur de l'University College of London, invité par l'équipe EAC: *"Avoiding injury: brain responses to sudden stimuli and defensive agency"*

##### ■ 13 avril

Nicolas Donin, organisation de *"Musique, science, technologie: nouveaux objets et nouvelles sources pour les sound studies"* avec Baptiste Bacot et Clément Cannone

##### ■ 24 avril

Diana Omigie (Goldsmiths/Max Planck Institute) invitée par l'équipe PDS/projet CREAM: *"The structure of musical pleasure"*

##### ■ 4 mai

Invités par l'équipe Analyse et synthèse des sons,  
- Klaus Frieler, University of Music "Franz Liszt" Weimar: *"Patternology. Melodic Pattern Usage in Charlie Parker's Solos"*  
- Polina Proutskova (Queen Mary University of London): *"On the elusive nature of the singing voice: formalising vocal production for MIR and beyond"*

##### ■ 4 mai

Séminaire *"Musique, science, technologie"*: *"Histoires alternatives des médias sonores"*, équipe APM,  
- Melissa Van Drie (University of Cambridge): *"Refaçonner l'oreille, prendre en main la voix: le comédien et le phonographe"*  
- Martin Kaltenecker (Université Paris-Diderot): *"Le rôle du transistor en Mai 68: lecture du récit Les deux printemps de Raymond Jean"*  
- François Ribac (Université de Bourgogne): *"Pour une histoire croisée des pratiques d'enregistrements: l'exemple des Beatles à Abbey Road"*

##### ■ 16 mai

Invites par l'équipe PDS, projet CREAM,  
- Rachael Jack (Institute of Neuroscience and Psychology, University of Glasgow): *"Discovering Facial Expression Communication Across Cultures"*  
- Philippe Schyns (professor of visual neuroscience, Director of the Institute of Neuroscience and Psychology, Head of the School of Psychology at the University of Glasgow): *"Brain Networks, Information Flow and Computations"*

##### ■ 7 juin

Alexis Paljic, MINES ParisTech, PSL-Research University, Centre for Robotics, invité par la direction de l'UMR: *"Realistic Response in Virtual Reality"*

##### ■ 14 juin

Invités par l'équipe APM, séminaire *"Musique, science, technologie: micros hors du studio"*,  
- Xavier Bisaro (Centre d'Études Supérieures de la Renaissance et Université François Rabelais): *"La Parole amplifiée: microphone et phonographe dans le culte catholique en France durant l'entre-deux-guerres"*  
- André Timponi (CRAL, EHESS): *"Bricolage, électricité et acoustique au temps de la TSF. Contribution à l'histoire de l'avènement de l'amplification électrique"*  
- Laura Zattra (Ircam/IReMus): *"L'invention et l'impact du NAGRA, chasseur de sons"*  
- Amandine Pras (University of Lethbridge et Centre Georg Simmel, EHESS): *"Quel rôle pour les réalisateurs d'enregistrements musicaux au sein des Sound Studies ?"*  
- Emmanuelle Olivier (Centre Georg Simmel, EHESS): *"Ethnomusicologie et ingénierie sonore: quelques pistes de recherche à partir d'un terrain ouest-africain"*

##### ■ 17 septembre

Stephen Barrass, de [Sonification.com](http://Sonification.com), invité par l'équipe Perception et design sonores: *"Sonic Information Design"*

■ **25 septembre**

Xiao Xiao (artiste, affiliée au MIT Media Lab) invitée par l'équipe ISMM: "*Gesture Learning in Music and Language*"

■ **4 octobre**

Thomas Wolf (Département de Sciences Cognitives de Central European University, Budapest, Hongrie) invité par l'équipe Analyse des pratiques musicales et par le projet CREAM: "*What can Music Making teach us about Joint Actions?*"

■ **5 novembre**

Soizic TERRIEN (INSA, Lyon) invitée par l'équipe SEAM: "Étudier la dynamique du système instrument-musicien en croisant analyse de bifurcations et expériences: l'exemple des flûtes"

■ **22 novembre**

José Henrique de Morais Goulart (Gipsa Lab, Grenoble), invité par l'équipe SEAM: "*Tensor methods in nonlinear system modeling and identification*"

■ **22 novembre**

Robin Tournemene (post-doctorant à l'INRIA dans l'équipe MAGIQUE 3D), invité par l'équipe Analyse et synthèse des sons: "*Optimisation de la perce des instruments à vent: modélisation et problèmes inverses*"

■ **23 novembre**

Hugues Moumier (professeur et chercheur au Laboratoire des Signaux et Systèmes, UMR 8605, Supélec), invité par la direction de l'UMR STMS: "*De la commande d'équations d'ondes à la méditation*"

■ **5 décembre**

Floy Krouchi, musicienne, invitée par l'équipe S3AM: "*FloyKBass (FKB): un instrument hybride*"

■ **7 décembre**

Thème: "*Recent Voice Research from the Netherlands*", invitées par l'équipe PDS, projet CREAM:  
- Prof. Disa SAUTER (Universiteit van Amsterdam, NL): "*Preparedness for emotions: Evidence for discrete negative and positive emotions from vocal signals*"  
- Prof. Sonja Kotz (Maastricht University, NL): "*Prediction in voice and speech*"

■ **10 décembre**

Johan Schoukens (Depart. INDI, Faculty of Engineering, Vrije Universiteit Brussel, et Depart. of Electrical Engineering, Eindhoven University of Technology) invité par l'équipe SEAM: "*Nonlinear System Identification. A User-Oriented Roadmap*"

■ **18 décembre**

Séminaire: "*The Evolution of Facial and Vocal Expressions*", invités par l'équipe PDS, projet CREAM:

- Dr. Rachael Jack (University of Glasgow, UK): "*Modelling Dynamic Facial Expressions Across Cultures*"  
- Prof. Tecumseh Fitch (University of Vienna, Austria): "*The evolution of voice formant perception*"

■ **20 décembre**

Louise Kirsch (ISIR), invitée par l'équipe EAC: "*Shaping body movement and perception by multisensory experience*"

## LES SÉMINAIRES RECHERCHE ET CRÉATION

Les séminaires Recherche et Création, renommés «*Ircam Talks*» présentent des aspects techniques et/ou artistiques de la création d'une œuvre, d'une résidence en recherche artistique, d'un processus de création, d'une motivation/carrière artistique ou du développement d'une nouvelle technologie. Ces séminaires participatifs sont ouverts au public et s'adressent aux professionnels du son, artistes, chercheurs, enseignants, étudiants, makers, designers, curieux.

■ **5 février**

Kiwi: *Vers un environnement de création musicale temps-réel collaboratif*, Alain Bonardi, Philippe Galleron, Éric Maestri, Jean Millot, séminaire invité

■ **3 avril**

*Future Perfect* - Une performance audiovisuelle 3D immersive et installation, Garth Paine, artiste en résidence

■ **9 avril**

*La fabrique des monstres*, Daniele Ghisi, artiste en production

■ **12 avril**

*Fragments of Extinction*, David Monacchi, artiste en résidence

■ **14 mai**

*Inside out*, Carmine Emanuele Cella et Serge Lemouton, artiste en production

■ **1<sup>er</sup> octobre**

Présentation du GRM-Player, Adrien Lefevre, séminaire invité

■ **12 novembre**

*Créer la musique par le geste*, Edgar Hémerly, Marc-Antoine Novel, séminaire invité

■ **19 novembre**

*EROR (The Pianist)*, Georgia Spiropoulos et Benjamin Lévy, artiste en production

■ **3 décembre**

*Web Wall Whispers (WWW)*, une œuvre sonore interactive, Francesco Cretti, Stefano Gervasoni, Marco Liuni, Luca Morino, Antonio Servetti, séminaire invité

## LES SOUTENANCES

---

### THÈSES

■ **6 juin**

Pierre Talbot

*"Programmation spatio-temporelle: un langage synchrone par contraintes pour l'exploration combinatoire"*

■ **22 juin**

(soutenue à Strasbourg, département de musicologie)

Pavlos Antoniadis

*"Embodied Navigation of Complex Piano Notation: Rethinking Musical Interaction from a Performer's Perspective"*

■ **7 décembre**

Laura Rachman

*"The "other-voice" effect: how speaker identity and language familiarity influence the way we process emotional speech"*

■ **10 décembre**

Damien Bouvier

*"Identification de systèmes non linéaires représentés en séries de Volterra: applications aux systèmes sonores"*

■ **18 décembre**

Pablo Arias

*"The cognition of auditory smiles: a computational approach"*

■ **19 décembre**

Léopold Crestel

*"Réseaux de neurones pour l'orchestration musicale automatique"*

■ **20 décembre**

Lara Morciano

*"Écriture du son, du temps et de l'espace dans l'interaction entre instruments et dispositifs numériques synchrones"*

### SOUTENANCE HDR

■ **3 décembre**

Nicolas Misdariis

*"Sciences du Design Sonore - Approche intégrée du design sonore au sein de la recherche en design"*

## PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

### PUBLICATIONS MULTI-ÉQUIPES

#### ■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

- Arias P., Soladie C., Bouafif O., Roebel A., Segquier R., Aucouturier J.-J., "Realistic manipulation of facial and vocal smiles in real-world video streams". *IEEE Transactions on Affective Computing*, 2018, pp. 99, <https://dx.doi.org/10.1109/TAFFC.2018.2811465>
- Benaroya L., Obin N., Liuni M., Roebel A., Raugel W., Argentieri S., "Binaural Localization of Multiple Sound Sources by Non-Negative Tensor Factorization". *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech and Language Processing*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2018, pp.1-1. <https://dx.doi.org/10.1109/TASLP.2018.2806745>
- Delle Monache S., Rocchesso D., Bevilacqua F., Lemaitre G., Baldan S., and Cera A., "Embodied sound design, *International Journal of Human-Computer Studies* 118", 2018, 47-59
- Wollman I., Penhune V. B., Segado M., Carpentier T., Zatorre R. J., "Neural network retuning and neural predictors of learning success associated with cello training." In *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, Published online June 11, 2018. <https://doi.org/10.1073/pnas.1721414115>
- Hobeika L., Viaud-Delmon I., Taffou M., "Anisotropy of lateral peripersonal space is linked to handedness." *Experimental brain res.* 236.2 (2018): 609-618, <https://doi.org/10.1007/s00221-017-5158-2>

#### ■ Communications avec actes dans un congrès international

- Bresson J., Best P., Schwarz D., Farhang A., "From Motion to Musical Gesture: Experiments with Machine Learning in Computer-Aided Composition". *MUME 2018: International Workshop on Musical Metacreation*, 2018, Salamanca, Spain. (hal-01815988)
- Best P., Bresson J., Schwarz D., "Musical Gesture Recognition Using Machine Learning and Audio Descriptors". *International Conference on Content-Based Multimedia Indexing (CBMI'18)*, 2018, La Rochelle, France. (hal-01839050)
- Hélie T., Picasso C., "Développement d'un logiciel pour la visualisation temps réel des sons dans un contexte musical", *Congrès Français d'Acoustique (CFA)*, Apr. 2018, Le Havre, France
- Schwarz D., Fourer D., UnmixDB: "A Dataset for DJ-Mix Information Retrieval. *International Symposium on Music Information Retrieval* " (ISMIR), Sept. 2018, Paris, France. (hal-02010431)

### PUBLICATIONS ÉQUIPE ANALYSE DES PRATIQUES MUSICALES

#### ■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

- Canonne C., Listening to Improvisation. *Empirical Musicology Review*, 2018, 13 (1-2), pp.2. (hal-01993723)
- Canonne C., Rehearsing Free Improvisation ? An Ethnographic Study of Free Improvisers at Work. *Music Theory Online, Society for Music Theory*, 2018, 24 (4), (10.30535/mto.24.4.1). (hal-01993732)
- Canonne C., Guerpin M., Pour une génétique de l'improvisation musicale - première partie: éléments théoriques. *Genesis (Manuscrits - Recherche - Invention)*, 2018, 47, pp.155-167. (hal-01993752)
- Feneyrou L., Introduction. *Histoire de la recherche contemporaine: la revue du Comité pour l'histoire du CNRS*, VII(1), 2018. (hal-02047546)
- Feneyrou L., De la théorie et de l'esthétique musicale. *Histoire de la recherche contemporaine: la revue du Comité pour l'histoire du CNRS*, VII(1), 2018. (hal-02047547)
- Feneyrou L., Noli me tangere. Violence politique, éthique protestante et composition musicale dans une section de *La Petite Fille aux allumettes* de Helmut Lachenmann. *Circuit: musiques contemporaines*, 28(2) 2018. (hal-02047544)
- Feneyrou L., Portrait de Brice Pauset en maître du temps jadis. *Circuit: musiques contemporaines*, 2018. (hal-02047543)
- Feneyrou L., Où la fugue mûrit, sur les noires clefs de sol. *Dissonance: Schweizer Musikzeitschrift für Forschung und Kreation*, 2018. (hal-02047548)
- Féron F-X., Störungen (2011) de David Hudry, Ou la confrontation des diapasons à travers l'emploi jumelé d'instruments baroques et modernes. *Circuit: musiques contemporaines*, 28 (2), pp.53-6 ([https://www.revuecircuit.ca/collection/28\\_2/](https://www.revuecircuit.ca/collection/28_2/)) (halshs-01968257)
- Féron F-X., Guastavino C., Étudier la musique sous toutes ses formes: la démultiplication des approches scientifiques en musicologie. *Histoire de la recherche contemporaine: la revue du Comité pour l'histoire du CNRS*, 2018, VII(1), pp.40-49. (<http://www.cnrseditions.fr/histoire/7632-histoire-de-la-recherche-contemporaine-2017-tome-vii-n1.html>) (halshs-01968250)

### ■ Communications dans un congrès international

- Canonne C., Creating an Improvisation Device: an Inquiry into the Instrumental Practices of Contemporary Free Improvisers. 5th Performance Studies Network Conference, 2018, Oslo, Norway. (hal-01994026)
- Canonne C., If it's all improvised, why does it always have to be funny ? American Society for Aesthetics 76th Annual Meeting, 2018, Toronto, Canada. (hal-01994035)
- Saint Germier P., Canonne C., Layers of Collective Action: Some Lessons from Musical Improvisation. Layers of Collective Intentionality, 2018, Vienna, Austria. (hal-01994054)

### ■ Conférences invitées dans des congrès nationaux et internationaux

- Canonne C., Les poubelles des musiques improvisées. Le son de l'anthropocène: matérialités, 2018, Paris, France. (hal-01994039)
- Donin N., Pourquoi et comment exposer des partitions graphiques aujourd'hui ? Réflexions à partir de l'exposition "L'Œil écoute" au Centre Pompidou. Séminaire international « Relire les avant-gardes », Université de Nice Sophia Antipolis, Mars 2018, Nice, France. (halshs-02021413)
- Donin N., Composers and self-analysis: from anti-theoretical stance to artistic research method. Knowing in Performing: Artistic Research as a Distinct Practice and Discourse in the Field of Performing Arts (mdw-Universität für Musik und darstellende Kunst), Apr. 2018, Vienne, Austria. (halshs-02021414)
- Féron F-X., Jean-Claude Risset, l'illusionniste: de l'expérimentation scientifique à l'art du trompe-l'oreille. Jean-Claude Risset - interdisciplinarités, May 2018, Paris, France (<http://collegium.musicae.sorbonne-universites.fr/archives/rencontres-internationales-du-collegium-musicae-jean-claude-risset-interdisciplinarites.html>). (halshs-01968270)
- Féron F-X., Boutard G., Diffuser n'est pas jouer: l'interprétation acousmatique et son instrumentarium, les orchestres de haut-parleurs. Les lutheries électroniques, Mar 2018, Paris, France (halshs-01968261)

### ■ Communications par affiche dans un congrès international ou national

- Féron F-X., Guastavino C., Carat B., Acoustical analyses of extended playing techniques in Pression by Helmut Lachenmann. Timbre Is a Many-Splendored Thing, July 2018, Montréal, Canada, 2018. (<https://www.mcgill.ca/timbre2018/>). (halshs-01968266)

### ■ Ouvrages

- Feneyrou L., *Le Chant de la dissolution*. Philharmonie de Paris, 2018. (hal-02047551)
- Feneyrou L., *Champs et contrechamps de la musicologie d'aujourd'hui*. Numéro thématique d'Histoire de la recherche contemporaine: la revue du Comité pour l'histoire du CNRS, CNRS Éditions, 2018. (hal-02047546)
- Feneyrou L., Poirier A., *De la Libération au Domaine musical. Dix ans de musique en France (1944-1954)*. Paris, Vrin, 2018. (hal-02047552)

### ■ Chapitres d'ouvrages

- Donin N., Domesticating Gesture: the Collaborative Creative Process of Florence Baschet's *StreicherKreis for 'augmented' string quartet (2006-08)*. *Distributed Creativity: Collaboration and Improvisation in Contemporary Music* (Eric Clarke & Mark Doffman, eds.), New York: Oxford University Press, p. 70-87, 2018. (halshs-02021399)
- Feneyrou L., Brian Ferneyhough, « Carceri d'invenzione. Entretien avec Richard Toop ». *Univers parallèles. Essais et entretiens sur la musique*, 2018. (hal-02047575)
- Feneyrou L., Lectures en série. Verdi et Wagner selon Dallapiccola, Maderna et Nono. Verdi/Wagner: images croisées 1813-2013. *Musique, histoire des idées, littérature et arts*, 2018. (hal-02047554)
- Feneyrou L., *Les Soldats* de Bernd Alois Zimmermann et la sphéricité du temps. *L'Espace « sensible » de la dramaturgie musicale*, 2018. (hal-02047557)
- Feneyrou L., *Le temps musical selon Gisèle Brelet et Olivier Messiaen*. In Laurent Feneyrou, Alain Poirier *De la Libération au Domaine musical. Dix ans de musique en France (1944-1954)*. Paris, Vrin, (hal-02047566)
- Feneyrou L., Jean Barraqué: Chemins vers le sérialisme. In Laurent Feneyrou, Alain Poirier. *De la Libération au Domaine musical. Dix ans de musique en France (1944-1954)*. Paris, Vrin (hal-02047564)
- Feneyrou L., *Stimmungen: l'oreille en regard. À la frontière des arts. Lectures contemporaines de l'esthétique adornienne*, 2018. (hal-02047567)
- Feneyrou L., La critique musicale. In Laurent Feneyrou, Alain Poirier. *De la Libération au Domaine musical. Dix ans de musique en France (1944-1954)*. Paris, Vrin (hal-02047560)
- Feneyrou L., Poirier A., Introduction. In Laurent Feneyrou, Alain Poirier. *De la Libération au Domaine musical. Dix ans de musique en France (1944-1954)*. Paris, Vrin. (hal-02047559)
- Féron P-F., « Accueillir le son et le laisser partir sans forcer... »: Ronnie Lynn Patterson et le Palais de Mari de Morton Feldman. *Haizebegi: Les mondes de la musique*, 2018, pp.185-196. (halshs-01968259)

### ■ Compte rendus d'ouvrages

- Feneyrou L., *Le Modèle et l'Invention*. Messiaen et la technique de l'emprunt d'Yves Balmer, Thomas Lacôte, Christopher Brent Murray, 2018. (hal-02047568)

## PUBLICATIONS ÉQUIPE ANALYSE ET SYNTHÈSE DES SONS

### ■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

Fourer, D., Auger F., Peeters G., "Local AM/FM parameters estimation: application to sinusoidal modeling and blind audio source separation." *IEEE Signal Processing Letters*, 2018, pp. 1-1. (<https://dx.doi.org/10.1109/LSP.2018.2867799>)

Czarnecki K., Fourer D., Auger F., Rojewski M., "A fast time-frequency multi-window analysis using a tuning directional kernel". *Signal Processing*, Elsevier, vol. 147, pp. 110-119, 2018 <https://dx.doi.org/10.1016/j.sigpro.2018.01.019>

### ■ Conférences invitées dans des congrès nationaux et internationaux

Roebel, A., Ardaillon, L., Obin, N., "Expressive Singing Synthesis using an Extended Source Filter Model", 14ème Congrès Français d'Acoustique (CFA), Université du Havre, 23 - 27 Apr. 2018.

### ■ Communications avec actes dans un congrès international

Ardaillon L., Liuni M., Gentilucci M., "Vocal distortion in real-time processing of roughness", *International Computer Music Conference (ICMC)*, Aug. 2018, Daegu, South Korea

Basaran D., Essid S., Peeters G., "Main melody extraction with source-filter NMF and CRNN", *Proceedings of the 19th International Society for Music Information Retrieval Conference*, Sept. 2018, Paris, France.

Foroughmand, H., Peeters, G. "Music retiler: Using NMF2D source separation for audio mosaicing", *Proceedings of the Audio Mostly 2018 on Sound in Immersion and Emotion*, Sept. 2018, Wrexham, United Kingdom. AM'18, pp.1-7, 2018, <https://dx.doi.org/10.1145/3243274.3243299>

Fourer D., Peeter, G., "Fast and adaptive blind audio source separation using recursive Levenberg-Marquardt synchrosqueezing", *Proc. Int. Conf. Acoustics Speech and Signal Proc. (ICASSP)*, Apr. 2018, Calgary, Canada.

Jacques C., Roebel A., «Automatic drum transcription with convolutional neural networks», *Proceedings of the 21st International Conference on Digital Audio Effects (DAFx-18)*, Aveiro, Portugal, Sept. 4-8, 2018

Meseguer-Brocal G., Cohen-Hadria A., Peeters G., "Dali: A Large Dataset Of Synchronized Audio, Lyrics And Notes, Automatically Created Using Teacher-student Machine Learning Paradigm", *Proceedings of the 19th International Society for Music Information Retrieval Conference*, Sept. 2018, Paris, France

Migliore O., Obin N., "At the Interface of Speech and Music: A Study of Prosody and Musical Prosody in Rap Music", *Speech Prosody*, June 2018, Poznan, Poland

Obin N., Pham P., Roebel A., "Conversion d'Identité de la Voix Chantée par Sélection et Concaténation d'Unités Spectrales." *Journées d'Etude de la Parole*, June 2018, Aix-en-Provence, France

Obin N., Beliao J., "Sparse Coding of Pitch Contours with Deep Auto-Encoders." *Speech Prosody*, March 2018, Poznan, Poland

### ■ Communications sans actes dans un congrès international ou national

Jacques C., Aknin A., Roebel A., "Mirex 2018: Automatic Drum Transcription with Convolutional Neural Networks." *Mirex 2018*, Paris, France

### ■ Créations artistiques théorisées

Hecker F., "Synopsis/Seriation", 6. Sept. - 22 Déc., University of Colorado Art Museum, Boulder, Colorado, 2018 (Création de transformation par modèles de texture sonore par Roebel A.)

Hecker F., "Neues Werk", 20 Oct., Donaueschinger Musiktage, Donaueschingen, Allemagne, 2018 (Création des transformations par modèles de texture sonore par Roebel A.)

## PUBLICATIONS ÉQUIPE ESPACES ACOUSTIQUES ET COGNITIFS

### ■ Conférences invitées dans des congrès nationaux et internationaux

Carpentier T., "Immersive Sound Landscapes." *IX Symposium. Society for Arts and Technologies*, Montréal, 1st June 2018

Hobeika L., Taffou M., Viaud-Delmon I., «Social impact on the audiotactile integration near the body.» *Tohoku Universal Acoustical Communication Month (UAC2018)*, Sendai, Japan, 20-30 Oct. 2018

Noisternig M., "(Klang-) "Inselwelten - Olga Neuwirths Komposition des virtuellen akustischen Raums", *Internationales Symposium "Kunst als Spiegel realer, virtueller und imaginärer Welten. Zu Olga Neuwirths künstlerischem Schaffen"*, Graz, 9-10 June, 2018

Noisternig M., "Sound Scenography - Exploring the Relationship between Sound and Space", *9th International Conference on Music/Sound Art: Practices and Theories*, Karlsruhe, Germany, 28 June - 1 July 2018

Noisternig M., "Espaces sonore et spectacle vivant: approches esthétiques et dispositifs technologiques», *Conférence Spatialisation du son pour le spectacle vivant*, Audio Engineering Society, Bagnolet, France, 4 Oct. 2018



**■ Communications avec actes dans un congrès international**

- Carpentier T., «Synchronisation de données inter-processus dans les applications audio temps réel: qu'est-ce qui débloque ?» In Proc of Journées d'Informatique Musicale (JIM), Amiens, pp 35 - 44, Mai 2018. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01791422>
- Carpentier T., «Une nouvelle implémentation du Spatialisateur dans Max.» In Proc of Journées d'Informatique Musicale (JIM), Amiens, pp 45 - 52, Mai 2018. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01791435>
- Carpentier T., "A new implementation of Spat in Max." In Proc of the 15th Sound & Music Computing Conference (SMC), Limassol, pp 184 - 191, July 2018. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1422552>
- Moreira J., Gros L., Nicol R., Viaud-Delmon I., "Spatial Auditory-Visual Integration: The Case of Binaural Sound on a Smartphone" In AES convention, Paper Number: 10130, Oct. 7 2018

**■ Communications sans actes dans un congrès international ou national**

- Hobeika L., Taffou M., Viaud-Delmon I., «Social modulation of audio tactile integration near the body», 19th International Multisensory Research Forum (IMRF2018), Toronto, Canada, 14 - 17 June 2018
- Warusfel O., Zagala F., Carpentier T., Noisternig M., «Analyse-Synthèse de Réponses Impulsionnelles Directionnelles - Application aux Processeurs de Réverbération Hybride.» 14ème Congrès Français d'Acoustique (CFA), Université du Havre, 23 - 27 Apr. 2018

**■ Créations artistiques théorisées**

- Noisternig M., d'Alessandro, C., «Frayeur (in)harmonique: Orgue et réalité augmentée», Pipe organ and live-electronics, Beyond Festival - Future Design, ZKM, Karlsruhe, 3-7 Oct. 2018

**■ Thèses, mémoires et travaux universitaires**

- Lavalette P., «Méthodes de reconnaissance de HRTFs individuelles à partir de signaux audio binauraux». Stage de recherche MAP 591, Ecole Polytechnique, 2018
- Massé P., «Réverbérateur hybride basé sur des réponses impulsionnelles directionnelles. Stage de Master ATIAM, Sorbonne Université, 2018

**■ Rapports et autres documents**

- Organisation de colloque
- Noisternig M., Co-chair of the Spatial Audio Seminar, EMPAC / Rensselaer Polytechnic Institute, Try, NY, USA, 9-13 July, 2018

**■ Diffusion des connaissances**

- Carpentier T., «Introduction to Spat.» Soundstack workshop. Queen Mary University, London, 7th Oct. 2018
- Carpentier T., «Les Jeudis du campus: Ingénierie logicielle pour la spatialisation sonore.» CNRS, Délégation Paris-Villejuif, 16 Nov. 2018
- Carpentier T., «Action pédagogique: intervention dans le cadre d'une rencontre métiers pour les étudiants du Bachelor en musicologie de l'Université de Gand.» Ircam, 15 Nov. 2018
- Carpentier T., «Témoignage d'un IT: intervention (poster+demos) dans le cadre de la journée des nouveaux entrants CNRS-INS2I.» Ircam, 19 Mars 2018
- Carpentier T., «Action pédagogique: intervention dans le cadre d'une rencontre métiers pour des lycéens» (Lycée Racan au Mans). Ircam, 15 Mars 2018
- Carpentier T., Daubresse E., «Workshop on Spat 5.» Ateliers du Forum. Ircam, 7 Mai 2018
- Carpentier T., Changenet F., Graindorge E., Messonnier J.-C., et al. «Table ronde: Chercher, innover, produire avec la Formation Supérieure aux Métiers du Son (FSMS).» Journées portes ouvertes de la FSMS, CNSMDP, 13 Janv. 2018
- Carpentier T., Cornuau C., Noisternig M., Taffou, M., Warusfel O., «Studio 5, en direct: La spatialisation sonore.» Journées portes ouvertes, Ircam, 13 Janv. 2018
- Hobeika L., "Perception of space & cognitive sciences". Cognitive Architecture Workshop, Center of Research and Interdisciplinarity (CRI), Paris, 3 March 2018
- Noisternig M., Warusfel O., Master Class Son Spatialisé, Clermont Ferrand, 27 Oct. 2018
- Noisternig M., "Introduction to Spatial Audio", New York University Paris Lectures, Ircam, 8 March and 12 Nov. 2018
- Noisternig M., "Masterclass on Spatial Audio and Sound Scenography", Zurich University of the Arts, 17-21 Dec. 2018
- Noisternig M., Invited Professor for Media Art / Sound, Karlsruhe University of Arts and Design, 2018
- Warusfel O., Noisternig M., Carpentier T., «Nouveautés de l'équipe EAC.» Ateliers du Forum, Ircam, 7 - 9 Mars 2018
- Warusfel O., 2nd ORPHEUS Workshop, IRT- Munich, 15 Mai 2018

**■ Comités et expertises**

- Thibaut Carpentier:
- Projet ANR
  - Revues d'articles Audio Developer Conference (ADC), Sound & Music Computing Conference (SMC), Web Audio Conference (WAC)

Markus Noisternig:

- Council Member, Technical Committee on Audio Signal Processing, European Acoustics Association (EAA)
- Revues d'articles: Acta Acustica united with Acustica, Applied Acoustics, IEEE Transactions on Audio Signal Processing, Journal of the Audio Engineering Society, Journal of the Acoustical Society of America, Int. Conferences of the Audio Engineering Society, Int. Conference on Digital Audio Effects (DAFx), Int. Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), Web Audio Conference (WAC)

Isabelle Viaud-Delmon:

- Expertise propositions de projets: commission Européenne, ANRT
- Comité de rédaction: revue Intellectica
- Groupe de travail: «réalité virtuelle - réalité augmentée» de l'ANSES: expertise sur les effets sanitaires des technologies de réalité virtuelle et/ou augmentée
- Revues d'articles: journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, Experimental Brain Research, International Workshop on Movement and Computing, International Conference on Disability Virtual Reality and Associated Technologies
- Jury de thèse (rapporteur): Thomas Rousset (Aix Marseille)
- Jury d'HDR (rapporteur): Malika Auvray (Sorbonne Université)

Olivier Warusfel:

- Expertise pour HCERES
- Revues d'articles Journal of the Acoustical Society of America (JASA), Canadian Acoustics (JCAA), Web Audio Conference (WAC)
- Membre du bureau de la Société Française d'Acoustique
- Membre du bureau de la section AES France (Audio Engineering Society)

### ■ Prix et distinctions

Thibaut Carpentier, Médaille de Cristal du CNRS, Remise du prix Nov. 2018

## PUBLICATIONS ÉQUIPE INTERACTION SON MUSIQUE MOUVEMENT

### ■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

Caramiaux B., Bevilacqua F., Wanderley M., Palmer C., Dissociable effects of practice variability on learning motor and timing skills, PloS one 13 (2018), n°. 3, e0193580. (hal-01726186v1)

Francoise J., Bevilacqua F., Motion-sound mapping through interaction: An approach to user-centered design of auditory feedback using machine learning, ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems (TiiS) 8 (2018), n°. 2, 16

### ■ Communications avec actes dans un congrès international

Bevilacqua F., Segalen M., Marchand-Pauvert V., Peyre I., Pradat-Diehl P., Roby-Brami A., Exploring different movement sonification strategies for rehabilitation in clinical settings, Proceedings of the 5th International Conference on Movement and Computing, ACM, 2018, p. 42

Matuszewski B., Bevilacqua F., Toward a web of audio things, Sound and Music Computing Conference, 2018 (hal-01874968v1)

Matuszewski M., Larralde J., Bevilacqua F., Designing movement driven audio applications using a web-based interactive machine learning toolkit, Web Audio Conference (WAC), 2018. (hal-01874966v1)

Roby-Brami R., Segalen M., Lackmy-Vallee A., Marchand-Pauvert V., Pradat-Diehl P., Bevilacqua F., et al., Upper limb rehabilitation with movement-sound coupling after brain lesions, Annals of Physical and Rehabilitation Medicine 61 (2018), e488.

Scurto H., Bevilacqua F., Appropriating music computing practices through human-ai collaboration, Journées d'Informatique Musicale (JIM 2018), 2018. (hal-01791504v1)

Scurto H., Bevilacqua F., Caramiaux B., Perceiving agent collaborative sonic exploration in interactive reinforcement learning, Proceedings of the 15th Sound and Music Computing Conference (SMC 2018), 2018. (hal-01849074v1)

Tajadura-Jiménez A., Cuadrado F., Rick P., Bianchi-Berthouze N., Singh A., Våljamäe A., Bevilacqua F., Designing a gesture-sound wearable system to motivate physical activity by altering body perception, Proceedings of the 5th International Conference on Movement and Computing, ACM, 2018, p. 46

Schwarz D., Schindler D., Spadavecchia S. A Heuristic Algorithm for DJ Cue Point Estimation. Dr. Anastasia Georgaki, Dr. Areti Andreopoulou. Sound and Music Computing, July 2018, Limassol, Cyprus. Proceedings of the 15th Sound and Music Computing Conference (SMC 2018), Limassol Cyprus, 2018, ([http://smc2018.cut.ac.cy/\(hal-01857834\)](http://smc2018.cut.ac.cy/(hal-01857834)))

**■ Conférences invitées dans des congrès nationaux et internationaux**

Bevilacqua F., présentation invitée, Festival Tagung 2018, Institut für Neue Musik und Musikerziehung Darmstadt, 6 avril

Bevilacqua F., présentation invitée au colloque "Space-time geometries and movement in the brain and in the arts", Paris Institute for Advanced Study, organisé par Tamar Flash et Alain Berthoz 19 juin

**■ Communications par affiche dans un congrès international ou national**

Scurto H., Van Kerrebroeck B., Bevilacqua F., (Sept. 2018). Riding the Co-Explorers. Installation, Interactive Machine-Learning for Music, 19th International Society for Music Information Retrieval Conference (ISMIR 2018)

**■ Thèses, mémoires et travaux universitaires**

Antoniadis P., Embodied navigation of complex piano notation: rethinking musical interaction from a performer's perspective, Ph.D. thesis, 2018, Université de Strasbourg (collaboration Ircam)

**■ Base de données**

Schwarz D., Fourer D., UnmixDB: A Dataset for DJ-Mix Information Retrieval. Open Dataset, 2018. DOI:(10.5281/zenodo.1422385)

**■ Articles de presse et radios**

Bevilacqua F., Du toucher au geste, Espace 2, Radio Suisse Romande, 4 Sept. 2018

**■ Expositions**

Coloop, Soirée Sonore 17 mai, Centre Pompidou  
Scurto H., (Lutheries)⊕ - Exposition ludique à la découverte des liens entre musique et science, en collaboration avec l'association Lutherie Urbaine

**■ Prix**

Étoile de l'Observateur du Design 2018, projet Coloop conçu avec NoDesign

**■ Diffusion des connaissances**

Portes ouvertes, Studio 5, 10 mars, présentations des travaux de l'équipe

Schwarz D., Malt M., Trapani C., Einbond A., Baskind A., Darmstadt Summer Course, CataRT Workshop

Bevilacqua F., B. Matuszewski, J. Larralde, workshop sur les systèmes interactifs, ENSCI Les Ateliers 23-27 Avril 2019

Bevilacqua F., Workshop Captation, de mouvement et mobiles, Dantzagunea, Espagne, 24 mai

Bevilacqua F., Matuszewski B., Schnell N., Darmstadt Summer Course, Collective Musical Interactions, 23-27 Juillet

Bevilacqua F., Workshop CoMo, et séminaire, Unicamp 26/11, Inhotim 30/11 et 1/12, Brésil

Schwarz D., cours NYU Interacting with a Corpus of Sounds, 2018

Bevilacqua F., cours NYU, Sound Movement Interaction, 2018

Matuszewski B., Formation Ircam, Designing Audio Experiences on the Web - Initiation

Matuszewski B., Cours ATIAM, Web Audio

Schwarz D., cours de 3e année «Nouveaux Instruments», option Science&Musique, IRCCYN, Ecole Centrale Nantes

Schwarz D., Mevel G., DiDonato J.: workshop improvisation pour le Cursus

Schwarz D., Présentation "Distinguished Talks", Institute for Music Informatics and Musicology of the Hochschule für Musik, Karlsruhe, Allemagne

**■ Organisation de colloque**

Steering committee MOCO, International Workshop on Movement and Computing MOCO 2018

Schwarz D., organisation du workshop satellite à ISMIR "The New Shape of Audio Branding"

Bevilacqua F., Co-chair of the Interactive machine learning exhibition at ISMIR 2018, Paris

**■ Jury de thèse, expertise et revues d'articles**

Bevilacqua F.: Jury HDR de Peter Sinclair, Université Aix-Marseille, 9 Nov.

Bevilacqua F.: Jury HDR de Dominique Boutet, Université Rouan-Normandie, 13 Déc.

Bevilacqua F.: Jury de thèse de Hadrien Jean, Université PSL, 13 Déc.

Bevilacqua F.: Rapporteur pour la thèse de Qi Wang, Ecole Centrale Marseille

Bevilacqua F.: Directeur de master, Aude Pétiard, CNSMDP, 16 Nov.

Schwarz D.: Président de jury de thèse Cartach O'Nuanain, UPF, Barcelone

Schwarz D.: «Commentator» pour présentation finale du projet «Crossadaptive» Artistic Research Forum, Bergen

Schwarz D.: Expertise d'une soumission ANR JCJC

Schwarz D.: Expertise d'un projet de startup pour la sélection d'Agoranov

revues journaux et conférence (Matuszewski B., Bevilacqua F., Matuszewski B.): CMJ, JNMR, MOCO, SMC, WAC, WACAI

## PUBLICATION ÉQUIPE PERCEPTION ET DESIGN SONORES

### ■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

- Arias P., Belin, P., Aucouturier, J.J. (2018), Auditory smiles trigger unconscious facial imitations. *Current Biology*, vol.28(14), R782-R783. [hal-02004518]
- Burred J.J., Ponsot E., Goupil L., Liuni M., Aucouturier, J.J. (2018), CLEESE: An open-source audio-transformation toolbox for data-driven experiments in speech and music cognition, *bioRxiv* 436477[hal-02004467]
- Goupil L., Johansson P., Hall L., Aucouturier J.J. (2019), Influence of Vocal Feedback on Emotions Provides Causal Evidence for the Self-Perception Theory, *bioRxiv* 510867[hal-02004456]
- Meunier S., Chatron J., Abs, B., Ponsot E., Susini, P., «Effect of Pitch on the Asymmetry in Global Loudness Between Rising- and Falling-Intensity Sounds». *Acta Acustica united with Acustica*, Hirzel Verlag, 2018, 104 (5), 770-773. [hal-02003213]
- Ollivier R., Goupil L., Aucouturier, J.J. (2019), Enjoy The Violence: Is appreciation for extreme music the result of cognitive control over the threat response system ?, *bioRxiv* 510008[hal-02004459]
- Ponsot E., Burred J.J., Belin P., Aucouturier J.J. (2018), Cracking the social code of speech prosody using reverse correlation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 115 (15), 3972-3977. [hal-02004519]
- [hal-01712385] Ponsot E., Arias P., Aucouturier J.J. (2018), Uncovering mental representations of smiled speech using reverse correlation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 143 (1)
- Vannier M., Misdariis N., Susini P., Grimault N. (2018), «How does the perceptual organization of a multi-tone mixture interact with partial and global loudness judgements ?». *The Journal of the Acoustical Society of America*, 143(1), 575-593. [hal-01708829]

### ■ Communications dans un colloque national ou international

- Gentilucci M., Ardaillon L., Liuni M., Vocal distortion and real-time processing of roughness. *International Computer Music Conference*, 2018, Seoul, South Korea[hal-02008925]
- Houix O., Misdariis N., Susini P., Ayrault C., Le DNESP design sonore: une articulation entre création / sciences / pédagogie. CFA 2018, 14ème Congrès Français d'Acoustique, Apr 2018, Le Havre[hal-01998705]
- Leiba R., Ollivier F., Marchiano R., Misdariis N., Marchal J., «De la mesure à l'estimation de gêne sonore induite par le trafic routier en milieu urbain». *Congrès Français d'Acoustique*, Apr 2018, Le Havre. [hal-02003147]
- Susini P., Jibodh-Jiaouan S., Brunet E., Houix O., Ponsot E., Global and local temporal processing in audition, and the influence of musical expertise. CFA 2018, 14ème Congrès Français d'Acoustique, Apr. 2018, Le Havre[hal-01998717]

Susini P., «Could a functional sound be beautiful?» CFA 2018, 14ème Congrès Français d'Acoustique, Apr. 2018, Le Havre, France. [hal-02003203]

Zattra L., Misdariis N., Pecquet F., Donin N., Fierro D. (Nov. 2018), Analysis of Sound Design Practices (ASDP) - Research methodology. In *Proceedings of CIM*, Udine[hal-02003019]

### ■ Chapitre d'ouvrage

Susini P., Houix O., Could a functional sound be beautiful ? In *Routledge series, Foundations in Sound Design*, In *Frontiers of Sound in Design* (pp. 1-7). Springer, Cham. (Ed Dal Palù, D., De Giorgi, C., Lerma, B., & Buiatti, E.) 2018. [hal-01998688]

### ■ Journées thématiques et séminaires

Misdariis N., Bevilacqua F., Houix O., Susini P., Schwarz D., «MIMES: outil de prototypage et d'exploration pour la création sonore». Atelier «IHM pour l'exploration et la créativité», conférence IHM'18, Brest, 2018. [hal-02003065]

Organisation de la journée «L'art du so(i)n. Sons, espaces et soins à l'hôpital», Le Mans (Mazeri M./ Houix O.)

Séminaires: Le Mans Tech, decibelDays Bosch, Valeo CarLab, Méridien (Ircam), Rencontre métier (Ircam)

### ■ Thèses, mémoires et travaux universitaires

Misdariis N. (2018), Sciences du design sonore - Approche intégrée du design sonore au sein de la recherche en design. *Habilitation à Diriger des Recherches*, Université de Technologie de Compiègne. [tel-02003043]

Rachman L. (2018), The "other-voice" effect: how speaker identity and language familiarity influence the way we process emotional speech. *Thèse de doctorat*. Sorbonne Université. [tel-01983748v1]

Arias P. (2018), The cognition of auditory smiles: a computational approach. *Thèse de doctorat*, Sorbonne Université. [tel-02010161]

### ■ Expertises scientifiques

Comités: Thèses de Ben Jemaa A., Bressolette B., Gloaguen J.R., Méchergui N., HDR de Pecquet F.

Projets / Grants: Résidences artistiques 2018-2019 (Ircam), VICI (Pays-Bas), ERC

Revue: PLoS ONE, JASA, Applied Acoustics, PNAS, Music & Sciences, Bioacoustics, ActaAcustica, IJHC Studies

Conférences: ISMIR, ICMC, SMC, WAC

### ■ Diffusion des connaissances

CNRS Images <https://lejournal.cnrs.fr/videos/dis-moi-bonjour-et-je-te-dirai-qui-tu-es>

Conférence expérimentale de l'Espace Pierre Gilles de Gennes, ESPCI

Participation à la Délégation scientifique de l'ERC au Forum Economique Mondial à Tiajin, Chine, Sept. 2018

### ■ Prix scientifiques

International Sound Award (Renaut Symbioz Sound Design)  
 Best paper award, ICMC 2018  
 Prix d'Émergence Scientifique, Recherche Fondamentale,  
 Fondation pour l'Audition  
 Prix Chavasse, SFA, Havre, 2018

## PUBLICATIONS ÉQUIPE REPRÉSENTATIONS MUSICALES

### ■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

Bresson J., Stroppa M., Synthèse numérique et composition assistée par ordinateur : modèles sonores et voix virtuelles dans Re Orso. *Musique-Images-Instruments. Revue française d'organologie et d'iconographie musicale*, 17, CNRS Editions, 2018

Giavitto J-L., Sharing (musical) time between machines and humans: simultaneity, succession and duration in real-time computer-human musical interaction. In *Beyond Logic Proceedings of the Conference held in Cerisy-la-Salle, 22-27 May 2017 (invited chapter pp. 3-5 and slides pp. 41-74)*. DOI 10.15496/publikation-18676

Delaplace F., Di Giusto C., Giavitto J-L., Klauedel H., Spicher A., Activity Networks with Delays an Application to Toxicity Analysis. *Fundamenta Informaticae, Polskie Towarzystwo Matematyczne*, 2018, 160 (1-2), pp.119-142

Déguernel K., Vincent E., Assayag G., Probabilistic Factor Oracles for Multidimensional Machine Improvisation. *Computer Music Journal, Massachusetts Institute of Technology Press (MIT Press): Arts & Humanities Titles etc.*, 2018, 42 (2), pp.52-66. (hal-01693750v2)

Déguernel K., Vincent E., Nika J., Assayag G., Smaïli K., Learning of hierarchical temporal structures for guided improvisation, accepté par *Computer Music Journal, Massachusetts Institute of Technology Press (MIT Press)*

Morciano L., Estremo d'ombra: una scrittura elettronica interattiva, *Music/Technology - Firenze University Press*, 2018

### ■ Communications avec actes dans un congrès international

Gottfried R., Bresson J.: Symbolist: An Open Authoring Environment for End-user Symbolic Notation. *International Conference on Technologies for Music Notation and Representation (TENOR'18)*, Montreal, Canada, 2018

Crestel L., Esling P., Ghisi D., Meier, R, Generating orchestral music by conditioning SampleRNN, *Timbre 2018: Timbre is a many-splendored thing*. Montreal, July 2018

Bitton A., Chemla-Romeu-Santos A., Esling P., Timbre transfer between orchestral instruments with semi-supervised learning. *Timbre 2018: Timbre is a many-splendored thing*, Montreal, July 2018

Esling P., Chemla-Romeu-Santos A., Bitton A., Generative timbre spaces: regularizing variational auto-encoders with perceptual metrics. *International Conference on Digital Audio Effects DaFX 2018, Aveiro Portugal, Sept. 2018*

Carsault T., Nika J., Esling P., Using musical relationships between chord labels in Automatic Chord Extraction tasks. *19th International Society for Music Information Retrieval Conference, Paris, France, Sept. 2018*

Esling P., Chemla-Romeu-Santos A., Bitton A., Bridging audio analysis, perception and synthesis with perceptually-regularized variational timbre spaces. *19th International Society for Music Information Retrieval Conference, Paris, France, Sept. 2018*. Best presentation award

Agon C., Andreatta M., Atif J., Bloch I., Mascarade P. (2018), «Musical Descriptions Based on Formal Concept Analysis and Mathematical Morphology», in P. Chapman et al. (eds), *Graph-Based Representation and Reasoning, Proceedings of the 23rd International Conference on Conceptual Structures, ICCS 2018*, p. 105-119.

Andreatta M., Agon C., Popoff A., Ehresmann A. (2018), «Diagrammatic approaches in Computational Musicology: Some theoretical and Philosophical Aspects», in Peter Chapman et al. (Eds.), *Diagrammatic Representation and Inference. 10th International Conference, Diagrams 2018, Edinburgh, June 18-22, 2018*, pp. 803-806

Cannas S., Andreatta M. (2018), «A Generalized Dual of the Tonnetz for Seventh Chords: Mathematical, Computational and Compositional Aspects», *Proceedings of Bridges 2018: Mathematics, Art, Music, Architecture, Education, Culture*, pp. 301-308

Cannas S., Andreatta M. (2018), «Can mathematics help to compose music?», *The New and History - art\*science 2017/Leonardo 50 Proceedings*

Malt M, Sluchin B., «Théorie des jeux et structure formelle dans *Duel (1959) de Xenakis*», *Actes du IXe congrès européen d'Analyse musicale - Proceedings of the 9th European Music Analysis Conference, Strasbourg, France, 2018*

### ■ Ouvrages, actes et chapitres d'ouvrages

Bhagwati S., Bresson J.: *Proceedings of the International Conference on Technologies for Music Notation and Representation - TENOR'18 (Montreal, Canada)*

Bloch G., Nika J., Edith Piaf, Billie Holiday, and Elisabeth Schwarzkopf Making Music Together. Kapoula Z., Volle E., Renoult J., Andreatta M. *Exploring Transdisciplinarity in Art and Sciences*, Springer, pp.275-299, 2018, 978-3-319-76054-4. (hal-01875772)

Kapoula Z., Volle E., Renoult J., Andreatta M.eds. (2018), *Exploring Transdisciplinarity in Art and Science*, Springer

Andreatta M., Granger M., Johnson T., Villenave V. (2018), «Music, mathematics and language: chronicles from the Oumupo sandbox», in Kapoula Z., Volle E., Renoult J., Andreatta M. (eds), *Exploring Transdisciplinarity in Art and Science*, Springer

Andreatta M., (2018), «From music to mathematics and backwards: introducing algebra, topology and category theory into computational musicology», in M. Emmer and M. Abate (eds.), *Imagine Math 6 - Mathematics and Culture, XXth Anniversary*, Springer, pp. 77-88

Andreatta M. (2018), «Stabilité structurelle et morphogénèse

musicales: La théorie des catastrophes et la recherche mathémusicale», in Athanase Papadopoulos (dir.), René Thom. Portrait mathématique et philosophique, éditions du CNRS

### ■ Thèse, mémoires et travaux universitaires

- Cannas S., Représentations géométriques et formalisations algébriques en musicologie computationnelle, thèse en cotutelle Université Pavie (L. Pernazza) / Université de Strasbourg (A. Papadopoulos et M. Andreatta), Nov. 2018
- Crestel L., Réseaux de neurones pour l'orchestration musicale automatique. Thèse de doctorat (direction Esling P., Peeters G.), Sorbonne Université
- Morciano L., Écriture du son, du temps et de l'espace dans l'interaction entre instruments et dispositifs numériques synchrones. Thèse de l'université PSL, SACRe, composition musicale. Dir. Assayag G.
- Déguernel K., Apprentissage de structures musicales en contexte d'improvisation. Intelligence artificielle, Thèse de doctorat. Université de Lorraine, 2018
- Talbot P., Spacetime Programming: A Synchronous Language for Constraint Search. Programming Languages, Thèse de doctorat, Sorbonne Université, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, 2018
- Signet V., Composition Musicale Assistée par Ordinateur: DYC12 & OpenMusic. Mémoire L3, ENS de Lyon
- Best P., Apprentissage automatique et composition assistée par ordinateur. Rapport de stage 3ème année cycle ingénieur, ECE Paris, 2018
- Iampietro V., Notation symbolique de flux de contrôle musicaux et multimédia. Mémoire de Master 2, Université de Montpellier, 2018
- Aouameur C., Latent variational waveform learning for drum synthesis. Mémoire de Master 2. (co-direction Esling P, Hadjeres G.), Sorbonne Université, Sony CSL
- Tabary C., Automatic style transfer through shared latent spaces. Mémoire de Master 1 (direction Esling P.), Ecole polytechnique
- Bayette C., Théorème de l'hexacorde. Démonstrations, généralisations, développements, Master 1 de mathématiques fondamentales, université de Strasbourg, 2018. Codir. Corentin Guichaoua (SMIR Project, IRMA / Université de Strasbourg)
- Lascabettes P., Homologie Persistante Appliquée à la Reconnaissance de Genres Musicaux, Master 1 mathématiques, ENS Paris Saclay / université de Strasbourg, Avril-Juill. 2018, Codir. Guichaoua C. (SMIR Project, IRMA / Université de Strasbourg)
- Martinelli G., Représentation topologique pour la musique, stage d'initiation à la recherche, Ecole des Mines, Janv. 2018
- Petit R., Machine d'écoute programmable. Stage d'année de césure de l'école des Ponts, Janv.-Mai 2018

### ■ Articles de vulgarisation, articles de presse et interventions dans la presse, radio, internet

- Andreatta M. (2018), «Musique et codage du monde: entre formalisation mathématique et calcul informatique», Etincelle, Journal de la création à l'Ircam, numéro 18, pp. 27-30
- Andreatta M., Agon C. (2018), «Algèbre et géométrie: sont-elles inscrites dans le cerveau ?», Pour la Science, Hors-série «Good Vibrations. De la physique des ondes à la musicothérapie», n° 100, Août-Sept. 2018, pp. 24, 31
- Assayag G., Article Le Monde, Pixels / chronique des révolutions numériques, 2 Fév. 2018, Effet de mode ou révolution ? Comment l'intelligence artificielle s'invite dans la musique, interview de G. Assayag par Nicolas Six
- Assayag G., MOOC Digital Media.Paris, Mairie de Paris, EPSAA, MCD, «Recherche musicale et intelligence digitale», cycle de conférences invitées en ligne de G. Assayag
- Assayag G., Article Le Monde, Pixels / chronique des révolutions numériques, 2 Fév. 2018, «Effet de mode ou révolution ? Comment l'intelligence artificielle s'invite dans la musique, interview de Gérard Assayag par Nicolas Six
- Nika J., Esling, P., Interview "AI and music" in "L'esprit sorcier": Jérôme Nika and Philippe Esling were interviewed by L'esprit sorcier ("C'est pas sorcier 2.0"), a French programme aimed at the general public, for their issue about artificial intelligence and music, Juin 2018
- Morciano L., Participation à l'émission Le concert du soir sur France Musique, écoute et présentation des œuvres Estremo d'ombra, Embedding tangles, Philiris
- Morciano L., Participations à des émissions radiophoniques sur France Musique (Alla Breve/Création Mondiale, Le concert du soir, Le concert de l'après-midi), à la Fondation Louis Vuitton, Rai-RadioTelevisione Italiana, Radio3 Suite, Radio Nazionale Slovène, Radio Suisse Romande, ABC Classic FM, de 2014 à 2018

### ■ Conférences invitées, séminaires, communications

- Bresson J., OpenMusic - de la composition à l'analyse musicale assistée par ordinateur. Séminaire Épistémologie de la musicologie numérique. IReMus, Paris, 13/04/2018
- Bresson J., Best P., Victoire Signet: OM/o7 - Recent developments and the integration of learning techniques in computer-aided composition. PRISMA meeting, Ircam, 11/07/2018
- Iampietro V., Symbolist - An open graphical notation tool based on OSC. PRISMA meeting, Ircam, 12/07/2018
- Bresson J.: Recent developments in OpenMusic/OM7. Internal seminar, Notam (Norsk senter for teknologi i musikk og kunst), Oslo, Norvège, 23/11/2018
- Esling P., Variational Inference for modeling musical creativity. Native Instruments - MIR Meetup, Technischat Universitat, Berlin, Allemagne 05/2018
- Esling P., Artificial creative intelligence applied to musical orchestration. Collegium Musicae, Sorbonne Universités, Paris, Mai 2018

- Esling P., Artificial creative intelligence and generative representation learning. Keynote Speaker, STIC AmSUD conference, Santander University, Bucaramanga, Nov. 2018
- Haddad K., Can we formalize the musical form ? - Music, Mathematics and Brain - Fall School transdisciplinarity - Increasing scientific and artistic creativity , 22-27 Oct. 2018, Paris
- Andreatta M. (2018), « Elements of contemporary 'mathemusical' research: a survey on algebraic, topological and categorical approaches », invited lecture, Workshop "Mathematical and Computational models in Music", Pavia, Italie, April 2018
- Andreatta M. (2018), « Eléments de recherche mathémusicale: approches algébriques, topologiques et catégorielles », Sem'in, IRMA, Janv. 2018
- Andreatta M. (2018), « An Overview of ATIAM International Master Program », table ronde pédagogie aux Journées d'informatique musicale, Amiens, 16-18 Mai 2018
- Andreatta M. (2018), « Approches transformationnelles et raisonnements diagrammatiques en musique: plaidoyer pour un structuralisme phénoménologique dans la recherche «mathémusicale» contemporaine », séminaire d'épistémologie, Institut Henri Poincaré, Paris, Mai 2018
- Andreatta M. (2018), « Computational Musicology between scientific research and artistic practice », conference-concert à l'European Doctoral College of the University of Strasbourg, Janv. 2018
- Andreatta M. (2018), « Nastri, orologi e ciambelle: un viaggio nei rapporti fra la matematica e la musica », conférence-concert, Festival "Appuntamento con la scienza", Modica, Italie, Mars 2018
- Andreatta M. (2018), « Les maths dans les musiques actuelles », conférence de vulgarisation dans le cadre des conférences expérimentales de l'ESPCI, Mars 2018
- Andreatta M. (2018), « Et si on faisait des maths à partir de la musique », conférence de vulgarisation, TFJM<sup>2</sup>, Strasbourg, Avril 2018
- Andreatta M. (2018), « Nastri, orologi e ciambelle: un viaggio nella ricerca "matemusicale" contemporanea », conférence-concert, Padoue, Italie, Avril 2018
- Andreatta M. (2018), « Représentations géométriques et modélisations informatiques », conférence-concert dans les Séminaires d'analyse musicale de la SBAM, Bruxelles, Mai 2018
- Andreatta M. (2018), « Coder le monde de la musique avec les maths », conférence-concert à Musicora, Grande Halle de la Villette, stand France Musique, Juin 2018
- Assayag G., Artefacts sonores, cycle «le son des autres», Centre Georges Pompidou, Invited Talk, G. Assayag, M. Chemillier, B. Lubat, Juin 2018
- Assayag G., Forum Vertigo, Centre Pompidou, Débat «Code et IA: de nouveaux maîtres pour la création ?», invited talk by G. Assayag, Juin 2018
- Assayag G., Nika, J., Invited Workshop, Athens University, Music Dot, 28 - 30 June, 2018, «DYC2 tools for Jazz students», G. Assayag, J. Nika
- Assayag G., Ecole des Mines, Paris. «Improvisation with Creative Agents», invited talk by Gerard Assayag, Sept. 2018
- Assayag G., Geidai University of the arts, Tokyo, «Symbolic Interaction with Creative Agents», invited talk by G. Assayag, March 2018
- Assayag G., Today Tokyo University, «Symbolic Interaction with Creative Agents», invited talk by G. Assayag, April 2018
- 2018 edition of the Darmstadt Summer Course. J. Nika, R. Fox at Darmstadt Summer Course (Germany), July 27 2018
- Deguernel K., Invited Talk at University of Edinburgh. Seminar at the Reid School of Music (April 2018), University of Edinburgh, College of Art, United Kingdom. K.Déguernel (Inria Nancy - Ircam / STMS): "Learning of Musical Structures for Machine Improvisation Systems"
- Nika J. (Université de La Rochelle / Ircam): Symbolic human-machine musical interaction. Jean Bresson (Ircam): Machine learning in the compositional workflow (applications in OpenMusic)
- Nika J., Séminaire invité "Algomus" (CRISTAL lab, CNRS, Université de Lille, MIS, UPJV, Amiens), "Generative processes for human-computer music co-improvisation", Imaginarium, Tourcouing, Fév. 2018
- Nika J., Accueil des nouveaux entrants CNRS-INS2I, présentation «Generative processes for human-computer music co-improvisation», Ircam, Mars 2018
- Nika J., Présentation et démonstration sortie de résidence artistique Marta Gentilucci, Festival Manifeste, Juin 2018
- Nika J., Workshop invité "Music Composition and Creative Interaction with Machine Learning", 15th Sound and Music Computing conference (<http://repmus.ircam.fr/paco/workshop-smc>), Limassol, Chypre, 4-7 Juill. 2018
- Nika J., Fox R., Performance et présentation invitée, Workshop Darmstadt summer course "Music computing in live electronics and improvisation", Darmstadt, Allemagne, Juill. 2018. (<http://internationales-musikinstitut.de/en/ferienkurse/kurse/music-computing/>)
- Malt M. (2018), Conférence - Récital, "de l'idée au Son", de la création, de la production et de l'enregistrement de l'œuvre Khorwa/ Myalwa, pour flute basse amplifiée et sons électroniques (2015) M. Malt, Institut des Arts, UNICAMP (Campinas, SP, Brésil), Sept.2018
- Malt M. (2018) Conférence-Atelier/démonstration de logiciels d'improvisation assistée par ordinateur, Sala Almeida Prado, UNICAMP (Campinas, SP, Brésil), Oct. 2018
- Malt M. (2018) Conférence - «MUBU - Multidimensional structures in Max», NICS, UNICAMP (Campinas, SP, Brésil) Sept. 2018
- Malt M., (2018) Conférence - «Le travail musique-mixte / danse au Cursus de l'Ircam», NICS, UNICAMP (Campinas, SP, Brésil), Sept. 2018
- Malt M. (2018), « The Ircam Cursus Pedagogy », ICOMMP, International Conference on Mixed Music Pedagogy, Nov. 2018, Université de Montréal, Montréal

- Malt M. (2018), «The 'Concert Patch': Best Practices for Composers», ICOMMP, International Conference on Mixed Music Pedagogy, Nov. 2018, McGill, Montréal
- Giavitto J-L., Antescofo. Programmable Audio Workshop, Lyon, Déc. 2018
- Giavitto J-L., Tutorial on Time Management in Antescofo. Programmable Audio Workshop, Lyon, Déc. 2018
- Giavitto J-L., Forum vertigo - Centre Pompidou: Coder le monde Table Ronde Arts visuels, musique, interactions avec N. Barrett (compositrice), M. Downie (artiste numérique, OpenEndedGroup), Driessens & Verstappen (artistes),
- Giavitto J-L. (CNRS), O. Kisseleva (artiste), N. Maigret, M. Roszkowska (artistes, collectif Disnovation.Org), S. Noël (artiste, collectif Troïka), Juin 2018, centre Pompidou.
- Blondeau J., Entretiens autour de la création de Namenlosen. Rencontre à la Philharmonie de Paris, animé par A. Merlin (France Musique)
- Fernandez J.M., Oct. 2018 Jussieu, participation à la fête de la Science avec Collegium Musicae, Présentation des capteurs au public dans des gants pour générer différents types de synthèses sonores
- Fernandez J.M., Nov. 2018, présentation d'informatique musicale au Conservatoire d'Amiens
- Fernandez J.M., Fév. 2018, Présentation/workshop aux journées de la percussion Suisse à Genève
- Visite du Globe du CERN pour préparation d'une conférence et concert en Nov. 2019
- Boutin H., Le Conte S., Le Carrou J-L, Fabre B. Modèle de Propagation Acoustique dans un Tuyau Cylindrique à Paroi Poreuse. 14ème Congrès Français d'Acoustique (CFA'18), Apr. 2018, Le Havre, France. Actes du CFA 2018., pp.685-691
- Roze D., Hélié T., Simulation passive d'un modèle réduit exact de plaque de Berger en grandes déformations. 14ème Congrès Français d'Acoustique, Apr. 2018, Le Havre, France. (hal-01795870)
- Wijnand M., d'Andréa-Novel B., Hélié T., Roze D., Contrôle des vibrations d'un oscillateur passif: stabilisation en temps fini et par remodelage d'énergie. 14ème Congrès Français d'Acoustique, Apr. 2018, Le Havre, France. (hal-01795878)
- Bouvier D., Lebrun T., Hélié T., Roze D., Estimation de paramètres d'un haut-parleur électrodynamique non linéaire. 14<sup>e</sup> Congrès Français d'Acoustique, Apr. 2018, Le Havre, France. (hal-01795866)
- Lebrun T., Hélié T., Correction de l'effet doppler d'une membrane de haut-parleur électrodynamique. 14ème Congrès Français d'Acoustique, Apr. 2018, Le Havre, France. (hal-02044740)
- Bouvier D., Hélié T., Roze D., Phase-based homogeneous order separation for improving Volterra series identification. Workshop Nonlinear System Identification Benchmarks, Apr. 2018, Liège, Belgium. 2018. (hal-01934720)
- Silva F., Hélié T., Modélisation physique, simulation à bilan de puissance garanti et examen de régimes d'un appareil vocal simplifié. 14ème Congrès Français d'Acoustique, Apr. 2018, Le Havre, France. (hal-01769794)
- Bensoam J. Multisymplectic geometry and covariant formalism for mechanical systems with a Lie group as configuration space. CIRM, Symmetry and Computation Symétries dans les méthodes de calcul, Mar 2018, Marseille, France. (hal-02053198)
- Bensoam J., Sound synthesis using differential geometry: the integrable system of a nonlinear string with large displacements.. Congrès Français d'Acoustique, CFA, Apr 2018, Le Havre, France. (hal-02053217)

## PUBLICATIONS ÉQUIPE SYSTÈMES ET SIGNAUX SONORES: AUDIO/ACOUSTIQUE, INSTRUMENTS

### ■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

Jossic M., Thomas O., Denis V., Chomette B., Mamou-Mani A., et al.. Effects of internal resonances in the pitch glide of Chinese gongs. Journal of the Acoustical Society of America, Acoustical Society of America, 2018, 144 (1), pp.431-442

### ■ Communications avec actes dans un congrès international

Bouvier D., Hélié T., Roze D. Homophase signals separation for Volterra series identification. 57th IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2018), Dec. 2018, Miami Beach, FL, United States.(hal-01930662)

Najnudel J., Hélié T., Boutin H., Roze D., Maniquet T., et al.. Analog circuits and Port-Hamiltonian realizability issues: a resolution method for simulations via equivalent components.. Audio Engineering Society Convention, Oct. 2018, NY, USA. (hal-01933618)

Muller R., Hélié T. Power-Balanced Modelling Of Circuits As Skew Gradient Systems. 21 st International Conference on Digital Audio Effects (DAFx-18), Sept. 2018, Aveiro, Portugal.(hal-01871464)

### ■ Thèses, mémoires et travaux universitaires

Bouvier D., Identification de systèmes non linéaires représentés en séries de Volterra: applications aux systèmes sonores. Thèse, ED EDITE, Sorbonne Université, 2018



## LES PRINCIPAUX LOGICIELS

### NOUVEAUTÉS DÉVELOPPEMENT 2018

Logiciel	Équipe	Fonctions
ISIS	AnaSyn	Ircam Singing Synthesis: Version 1.2.4 Nouveautés: Finalisation documentation, distribution sur Forum pour MacOS
TSPro/ AudioSculpt 4	Valorisation/ AnaSyn	Edition visuelle et traitement de sons par vocodeur de phase Extensions de la nouvelle architecture multi-plateforme, refonte de l'affichage du sonagramme, réécriture des fonctions d'affichage et d'édition des BPF, intégration d'inserts de plug-ins externes, etc.
VoiceForger	AnaSyn	Traitement de la voix: changement de genre, etc. Nouveauté: Ajout du traitement time-stretch
Spat	EAC	Bibliothèque d'outils Max pour la spatialisation et réverbération Nouveautés: Fonctionnalités HOA (dominance, focus, scope, warping, encoder micro Zylia). Mesures RIR (plots, export de fichiers Matlab, gestion mesures). Diverses améliorations GUI, gestion des messages OSC. Compatibilité avec les patchcords MC (multicanal). Documentation
OSCar [successeur de Tosca]	EAC	Plugin de communication OSC Nouveautés: Comparativement à Tosca (qui ne sera plus maintenu), OSCar offre une gestion plus souple et plus générique des paramètres d'automatisation. Compatible VST3
Panoramix	EAC	Environnement de mixage et post-production Nouveautés: Gestion des rotations en format HOA. Ajout pan LBAP. Optimisation CPU et temps de chargement. Gestion configuration WFS. Ajout pistes stéréo. Gestion chargement HRTFs. Edition routage entrées/sorties
ADMix Tools	EAC	Suite logicielle pour la création et la reproduction de contenus enregistrés en format ADM Le format ADM (Audio Definition Model, défini par les instances de normalisation internationales (EBU et ITU) consiste à représenter la scène sonore sous forme d'un ensemble de flux de signaux (objets) associés à des métadonnées décrivant leurs relations dans l'espace et le temps. Les ADMix Tools sont basés sur la bibliothèque Spat
Spat Revolution	EAC/Flux	Environnement de spatialisation Application de spatialisation/mixage/reverbération audio 3D modulaire et interconnectable avec toute station audionumérique (connexion hardware ou via plugins send/return). Supporte/Transcode de nombreux formats microphoniques en entrée (HOA, channel-based, etc.). Gère de nombreux formats de panoramisation (HOA, VBAP, DBAP, LBAP, WFS, KNN, binaural...). Compatible Mac OSX et Windows
Spat Holophonix	EAC/Amadeus	Environnement de spatialisation pour les installations immersives Station de spatialisation audio 3D, sous environnement Linux, embarquée dans un châssis 3U. Permet la gestion temps-réel d'une installation audio 3D immersive et combine des modules de spatialisation et réverbération. Différents algorithmes de panoramisation sont disponibles en parallèle (HOA, VBAP, DBAP, LBAP, WFS, KNN...). Contrôlable à partir d'une application Web externe permettant la représentation 3D simplifiée de la salle, de l'implantation des haut-parleurs et sources virtuelles, etc.
Mubu & Co	ISMM	Librairie Max pour la représentation et le traitement du signal audio et gestuel et l'apprentissage automatique. Nouveautés: 3 releases 1.9.5 à 1.9.7, disponibles directement dans le PackageManager de Max. Refonte et amélioration de la documentation et référence. Corrections de bugs, ajouts de PiPo modules, amélioration de read/write de fichiers texte et son, amélioration de l'accès à buffer~/polybuffer. Correction des problèmes de lecture de fichiers son avec sampling rate différente de Max
CataRT	ISMM	Synthèse concaténative par corpus. Nouveautés 1) version standalone: v1.6.2-1.6.4, import de marqueurs aiff, distribution sur Mac OS High Sierra, envoi audio dans d'autres patches, boucles syncro avec transposition, contrôle par l'interface SENSEL Morph. 2) version MuBu: ensemble de patch complets, évolution des objets mubu, publication sur github, premiers tutoriels

Logiciel	Équipe	Fonctions
Soundworks, WavesJS (WebAudio / HTML5)	ISMM	Frameworks d'interaction distribuée/collective pour terminaux mobiles Nouveautés: - Première version (alpha) de «soundworks/things», extension de soundworks dédiée à l'intégration d'éléments IoT (raspberry pi) - Première version (alpha) de «node-libpd», permettant de contrôler des patches pure-data dans un environnement Node.js - Première version (alpha) de l'environnement «cameize» (contrôler et client) pour la configuration et la gestion d'un grand nombre d'éléments IoT (raspberry pi) - Création de «waves-masters» (découplée de `waves-audio`) pour abstraire le scheduling de l'horloge audio - Création et amélioration de différents prototypes et web apps pour la recherche et la production («Elements» (EmoDemos, M.A. Magalhaes, M. Voillot), «Future Perfect» (G. Paine), «Biotope» (J.L. Hervé))
Gesture & Sound	ISMM	Ensemble d'objets Max pour l'interaction gestuelle Corrections de bugs dans les objets filtering, waveletspectrum et motionfollower
IAE (Interactive Audio Engine)	ISMM	Librairie C++ pour l'audio interactif et les synthèses sonores (granulaires/concaténatives) avec MuBu Maintenance
PiPo SDK	ISMM	Librairie C++ pour l'interfaçage de plugins d'analyse audio et gestuelle Maintenance
XMM	ISMM	Librairie de modélisation probabilistes pour la reconnaissance de geste et le mapping Maintenance
SuperVP for Max	ISMM/ AnaSyn	Ensemble d'objets Max pour de traitement temps-fréquence basé sur SuperVP Nouveautés: v 2.18.4, nouvelles fonctions de retour de status
Ircamdescriptor~	ISMM/ AnaSyn	Objets Max pour l'analyse des descripteurs audio basé sur la bibliothèque de AS Nouveautés: v2018-03 fix stabilité, affectation de paramètres de bandes
MaxSoundBox (hors ircamdescriptor~)	ISMM/ AnaSyn	Collection d'objets temps réel pour Max pour l'analyse sonore vers la synthèse en temps réel Nouveautés: v2018-03: add_synth~ fix multicanal, distribution comme package Max
OpenMusic	RepMus	Environnement d'aide à la composition: modélisation, visualisation, programmation de structures musicales Nouveautés: Nouvelle librairie audio «maison» basée sur Juce, support audio multicanal intégré. Optimisations du support et fonctionnalités MIDI. Packaging/distributions macOS Sierra++
o7	RepMus	Nouvelle implémentation du langage visuel OpenMusic Support de prototypage pour intégration de la bibliothèque Spat5 (objet Spat-Scene et interfaces Spat-DSP), IAE (ISMM Audio Engine). Représentation 3D de descripteurs spectraux. Portage des bibliothèques OM-pm2, OM-SuperVP, OMChroma. Maquette réactive / interface «tracks»
Symbolist	RepMus	Editeur de notation vectorielle pour processus multimedia Premiers prototypes. Exécutable standalone / objet Max ou OpenMusic
Antescofo	RepMus	Suivi de partition et développement de système musicaux interactifs Nouveautés: Version 1.0, version standalone «hors-temps», comparaison des traces de la machine d'écoute (pour test de non-régression, lecture de fichier Json et XML, finalisation du système de scope temporel, documentation en-ligne (360 pages)
ImproteK	RepMus	Système de co-improvisation musicale homme-machine guidé par un scénario temporel Nouveautés: Optimisation du module de rendu audio, nouvelle version multi-instances (plusieurs sources et scénarios en simultané et synchronisés), association avec un module de rendu vidéo
Somax	RepMus	Système de co-improvisation musicale homme-machine guidé par une écoute réactive Nouveautés: Création de Somax 2.0 - refonte de l'architecture sous la forme d'une librairie de processus génératifs en Python associée à un nouvelle interfaçage avec Max via protocole OSC
DYCI2 Library	RepMus	Librairie d'agents créatifs pour la génération musicale guidée selon une temporalité hybride Première version visant à fusionner le guidage «réactif» (Somax) et «par scénario» (ImproteK): une librairie Python de processus génératifs, et une librairie d'agents Max. Premières caractéristiques: guidage par requêtes temporelles court-termes dynamiques, synchronisation temporelle de plusieurs agents

Logiciel	Équipe	Fonctions
Orchids	RepMus	Logiciel d'aide à l'orchestration. Nouvelle base de code liborchidea pour les développements à venir : applications standalone et liens Max et OpenMusic : test extensif, debugging et réélaboration majeure, plusieurs outils ligne de commande distribués en interne (Kereon/Orchestration/Orchidea) avec une nouvelle boîte à outils Max implémentant une version «vanilla» de l'algorithme validée sur les cibles d'orchestration statiques
Modalys	S3AM	Environnement modulaire de synthèse sonore par modélisation physique Version 3.5.1 (bêta) : corrections de bugs, stabilité, nouveaux exemples de bouclage non-linéaire, nouveau message «apply envelope» (environnement Max)
The Snail	S3AM	Analyseur du son haute précision avec représentation musicale Compilation sur nouvelle plateforme (bêta) : Android et Linux. Refactor du code (réintégration de la branche iOS dans le master)
modalys.js	S3AM	Version web (web assembly) du moteur Modalys Version 0.11: stabilité, nouveaux modèles avec enveloppe prédéfinis (cordes frottées), export des données modales vers le presse-papier, refonte de la communication avec les autres modules de la plateforme.
snail.js	S3AM	Version web (web assembly) de The Snail Version 0.2: stabilité, empreinte CPU, ajustement dynamique de l'interface utilisateur
DAVID	PDS	Manipulation émotionnelle temps-réel de la hauteur - Environnement Max + Python Pas de nouveauté 2018
CLEESE	PDS	Randomisation de la prosodie et de la mélodie (hauteur, vitesse, intensité, spectre) Nouveauté 2018 : révision du code Python, documentation (notebook) et exemples types publié dans un article PLOS One
ANGUS	PDS	Générateur de rugosité vocale par modulation d'amplitude - Environnement Max Pas de nouveauté 2018
ZIGGY	PDS	Transformation vocale de sourire Nouveauté : développement d'une version Max temps réel (super.vp.smile), optimisation des paramètres de fenêtrage
SpeaK	PDS	Outil d'aide et d'apprentissage à la description verbale des sons Nouveauté V2 (2018) : refonte de l'architecture + ajout de nouveaux exemples

## LA TRANSMISSION

### FORMATIONS SUPÉRIEURES

#### ■ Coursus de composition et d'informatique musicale

Promotion 2017-2018

Allongement du Coursus de deux mois depuis septembre 2016 (fin du Coursus au mois de juin)

Ouverture du Coursus vers d'autres technologies, esthétiques et arts. 3 projets avec danse ont été présentés en juin 2018 au CENTQUATRE-Paris

Effectif	10 compositeurs venus de Chine d'Europe et des Amériques
Équipe pédagogique	Éric Daubresse, Marco Liuni, Jean Lochard, Grégoire Lorieux, Mikhail Malt et Thierry De Mey compositeur associé au Coursus depuis 2016 Coordination pédagogique: Murielle Ducas
Durée de la formation	10 mois, 11 septembre 2017- 30 juin 2018, 545h de formation/stagiaire
Compositeurs invités	Franck Bedrossian, Pierre Jodlowski, Martin Matalon, Tristan Murail, Elzbieta Sikora: séminaires de composition et rendez-vous individuels avec les compositeurs du Coursus Meryl Ampe, Yann Robin, Alain Savouret: séminaire d'une demi-journée
Workshop	1 workshop improvisation et électronique de 3 jours encadrés par Alexandros Markeas, Vincent Le Quang, Thierry De Mey et les RimCe
Contenu de la formation	Panorama complet du poste de travail du compositeur utilisant l'informatique et les nouvelles technologies, le Coursus s'organise autour de cours théoriques, de travaux pratiques en studio et de rencontres avec les équipes scientifiques de l'Ircam et des artistes invités. Chaque étape du programme est ponctuée par des mini projets permettant de valider les acquis et débouchant sur la présentation des projets finaux pour un instrument et électronique. Sous l'impulsion de Philippe Langlois et de Thierry De Mey, le Coursus s'ouvre à de nouveaux formats, technologies et esthétiques. Pour la première fois 3 projets ont intégré de la danse. La soirée du Coursus s'est tenue au CENTQUATRE-Paris, salle 400, le 16 juin 2018 et a rassemblé plus de 350 personnes.
Partenaires	- Cnsmdp (département danse et composition): Les musiciens participant au concert sont issus du DAI et des classes d'instruments du conservatoire - Haute école de musique de Genève: 2 étudiants ont suivi le Coursus dans le cadre de leur master 1 de composition au Cnsmdp et ont validé leur année (Tom Berton et Luis Quintana)

Les projets finaux des compositeurs du Coursus :

Nom	Pays	Titre du projet final	Effectif	Interprètes	Encadrement pédagogie Ircam	Encadrement pédagogie Cnsm dp
ALVARADO BONILLA Daniel	Colombie	<i>Totem</i>	Contrebasse et électronique	Louis Siracusa	E. Daubresse	H-S. Kang
AZZAN Maurizio	Italie	<i>Where the here and now of nowhere is</i>	Violoncelle, 2 danseurs et électronique	Cameron Crozman Noé Ferey et Yoann Jolly danse	J. Lochard	H-S. Kang, S. Bidegain (danse)
BIERTON Tom	France	<i>Pan Box</i>	Violon et électronique	Apolline Kirklar	E. Daubresse	H-S. Kang
DIMOU Stylianos	Grèce	<i>Machine learning</i>	Saxophone et électronique	Elvis Sousa	M. Malt	C. Delangle
HUI Tak Cheung	Chine	<i>Like a Moth in the Rain</i>	Flûte et électronique	Samuel Casale	G. Lorieux	H-S. Kang
LEITE BARBOSA Luciano	Brésil	<i>Color Fields</i>	accordéon microtonal XAMP et électronique	Jean-Étienne Sotty	G. Lorieux	
PLÉ Bertrand	France	<i>Janus</i>	Tuba et électronique	Maxence Nicolats	M. Liuni	G. Buquet
QUINTANA Luis	Porto Rico	<i>La nature de l'importun</i>	Saxophone et électronique	Maï Toyama	M. Malt	
REN Shihong	Chine	<i>Replica</i>	Percussions, 1 danseuse et électronique	Hsin-Chun Chou, Constance Diard danse	M. Liuni	H-S. Kang
RUBIN Scott	États-Unis	<i>In tensions</i>	Violoncelle, 1 danseuse et électronique	Polina Streltsova, Marie Albert danse	J. Lochard	H-S. Kang

**■ Doctorat de musique: recherche en composition**

En bref :

<b>Partenaires</b>	Sorbonne Université, Ircam depuis 2014
<b>Coordination</b>	Philippe Langlois (Ircam, Direction Pédagogie et action culturelle) Jean-Louis Giavitto (Ircam, CNRS, directeur adjoint UMR-STMS)
<b>Suivi</b>	Cyrielle Fiolet (Ircam, Pédagogie et action culturelle)
<b>Objectifs</b>	Permettre à des compositeurs de s'inscrire dans une véritable démarche de recherche musicale, en proposant notamment des projets intégrant une dimension technologique dans le travail de composition

Doctorats en cours :

Doctorants	Sujet	Direction	École Doctorale
Karim Haddad	Étude méthodique de l'ensemble des dimensions constitutives de l'écriture du rythme et de leur perception	Carlos Agon (Sorbonne Université, Ircam), Jean-Marc Chouvel (IReMus)	École Doctorale « Concepts et Langages » (2015-2018)
José Miguel Fernandez	Vers un système unifié d'interaction et de synchronisation en composition électroacoustique et mixte : partitions électroniques centralisées	Jean-Louis Giavitto (CNRS - Ircam), Pierre Couprie (Sorbonne Université - IReMus)	EDITE (2017-2020)
Alessandro Ratoci	Vers l'hybridation stylistique assistée par ordinateur Composer à partir des sources sonores connotées	Moreno Andreatta (CNRS -Ircam), Laurent Cugny (Sorbonne Université)	École Doctorale « Concepts et Langages » (2017-2020)

■ **ATIAM**



Proposée par Sorbonne Université, la formation ATIAM est organisée en collaboration avec l'Ircam et Télécom ParisTech.



En bref :



© Cyrielle Flölet

Emmanuel Saint-James, Moreno Andreatta et Benoit Fabre lors d'une rentrée d'ATIAM

### 3 ANNEXES

<b>1<sup>ère</sup> promotion</b>	1993
<b>Partenaires</b>	Sorbonne Université, Ircam, Télécom ParisTech
<b>Coordination</b>	Moreno Andreatta (Ircam, CNRS) / Thomas Hélie (Ircam, CNRS) Cyrielle Fiolet (Ircam, Pédagogie et action culturelle)
<b>Correspondants Sorbonne Université</b>	Benoît Fabre (master Spl, acoustique) Emmanuel Saint-James (master informatique, SAR)
<b>Équipe enseignante</b>	25 enseignants(es) et intervenants(es)
<b>Niveau</b>	Master 2
<b>Objectifs</b>	Délivrer les connaissances 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

#### Maquette:

Unités d'enseignement - Semestre 3: de septembre à janvier		
Intitulé de l'enseignement	Code UE	Responsable
Fondamentaux pour ATIAM	5AA11	Moreno Andreatta (Ircam, CNRS)
Acoustique musicale	5AA12	Benoît Fabre (LAM, SU)
Traitement du signal musical	5AA13	Roland Badeau (Télécom ParisTech)
Informatique musicale	5I457	Carlos Agon (Ircam, SU)
Projets et applications musicales	5I458	Benoît Fabre (LAM, SU)

Unités d'enseignement - Semestre 4: de février à août		
Intitulé de l'enseignement	Code UE	Responsable
Insertion professionnelle	5I011	Isabelle Viaud-Delmon (Ircam, CNRS)
Anglais	5XAN1 ou 5XAN2	Christophe Camard, Sabine Aji (SU)
Stage (5 à 6 mois à partir de février)	5AZ50	

#### Promotion 2017-2018:

<b>Recrutement</b>	35 candidats(es) Pré-sélection sur dossier Entretiens de motivation (2 jurys composés de 4 enseignants(es) représentant les différentes disciplines)
<b>Promotion 2017-2018</b>	18 étudiants(es) Établissements d'origine: Sorbonne Université, ENS Cachan, École des Mines de Nancy, École Centrale (Paris / Lille), Université du Maine...



© Deborah Lopatin

La promotion ATIAM 2017-2018 en salle Shannon (salle de cours à l'Ircam)

1<sup>er</sup> rang: Daniel Bedoya, Alexis Font

2<sup>e</sup> rang: Bavo Van Kerrebroeck, Laure Pretet, Adrien Bardet, Mathis Raibaud, Pierre-Amaury Grumiaux

3<sup>e</sup> rang: Judy Najnudel, Colin Lardier, Thomas Guennoc, Pierre Rampon, Grégoire Locqueville, Octave Roulleau-Thery

4<sup>e</sup> rang: Victor Wetzel, Alexis Adoniadis, Cyran Aouameur, Téo Sanchez, Pierre Masse

Temps forts 2017-2018:

- Visite du Laboratoire de mécanique et d'acoustique de Marseille - 13 et 14 octobre 2017

<b>Organisation</b>	Christophe Vergez (LMA, enseignant dans les UE FpA, AM et PAM) Coordination ATIAM
<b>Prise en charge</b>	Ircam et LMA
<b>Programme</b>	Rencontre avec les équipes de recherche Prise de contact pour des stages, découverte des calanques!

- Nouvelle coordination ATIAM - Avril 2018

Thomas Hélie, Directeur de recherche CNRS et responsable de l'équipe S3AM, a succédé à Moreno Andreatta au sein de la coordination ATIAM.



© Deborah Lopatin

Thomas Hélie

Résultats 2017-2018:

Un étudiant, Colin Lardier, a abandonné le master en cours d'année, les 17 autres étudiants ont obtenu leur diplôme.



■ **DNSEP Design sonore**

En bref:

<b>Partenaires</b>	École supérieure d'art et de design TALM site Le Mans, Ircam, ENSCI-Les Ateliers, LAUM depuis 2011
<b>Coordination</b>	Olivier Houix (ESAD TALM / Ircam)
<b>Intervenants Ircam</b>	Nicolas Misdariis, Patrick Susini
<b>Niveau</b>	DNSEP / Master 1 et 2
<b>Objectifs</b>	Développer une culture historique et théorique du sonore articulée à celle du champ des arts plastiques et du design d'espaces; développer une culture des savoirs et des pratiques de management de projet par équipe; développer une méthodologie de recherche pour une mise en œuvre des savoirs et compétences en acoustique (avec éléments scientifiques associés), et en ingénierie du son, afin de traduire en une production sonore un projet défini de création

Intervention de l'Ircam:

<b>Enseignement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DNSEP Design sonore: Perception et cognition de l'objet sonore (Nicolas Misdariis, Patrick Susini)</li> <li>• Intervention pour les L1-L2 (Nicolas Misdariis, Patrick Susini, intervenant extérieur)</li> </ul>
<b>Encadrement pédagogique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Workshop applicatif ESAD-ENSCI-Ircam (Olivier Houix, Marco Liuni, Nicolas Misdariis, Patrick Susini)</li> </ul>

Promotion 2018-2019:

<b>Étudiants(es) année 4</b>	Thomas Allard, Pierre Escande, François Kerforn, Antoine Lamaud, William Petitpierre, Mathieu Preux, Thomas Roth
<b>Étudiants(es) année 5</b>	Eliott Blaise, Nicolas Haezebaert, Louis Labitrie, Jeanne Laborde, Bastien Subileau, Matisse Vrignaud

Workshop applicatif 2018:

<b>Partenaire associé</b>	Régie autonome des transports parisiens (RATP) Coordination: Joran Le Nabat
<b>Coordination</b>	Ircam
<b>Coordination administrative</b>	Diane Debuisser (ESAD TALM), Cyrielle Fiolet (Ircam), Quentin Lesur (ENSCI)
<b>Encadrement pédagogique</b>	ESAD TALM: Rodolphe Alexis, Fabien Bourdier, Ludovic Germain, Olivier Houix Ircam: Marco Liuni, Nicolas Misdariis, Patrick Susini ENSCI: Roland Cahen
<b>Etudiants(es)</b>	20 étudiants(es) de Design sonore, de Design d'espace (ESAD TALM) et de l'ENSCI-Les Ateliers répartis en 6 groupes projet
<b>Dates</b>	Du 17 au 28 septembre 2018 Rendu final dans les locaux de la RATP

■ **NYU - New York University**

En bref:

<b>Partenaires</b>	New York University (Music Technology Program), Ircam depuis 2015
<b>Coordination Ircam</b>	Philippe Langlois (Ircam, Direction de la Pédagogie et action culturelle) Cyrielle Fiolet (Ircam, Pédagogie et action culturelle)
<b>Équipe enseignante</b>	Tom Mays (HEAR, Université de Strasbourg) Interventions de l'équipe PAC et de chercheurs(euses) de l'Ircam
<b>Objectifs</b>	Acquérir des compétences en analyse/synthèse temps réel, composition assistée par ordinateur en temps réel et spatialisation (utilisation de Max, AudioSculpt, Antescofo...); découvrir l'Ircam, ses projets de recherche et des œuvres de son répertoire
<b>Autres activités</b>	Participation aux ateliers du Forum, concerts de la saison...
<b>Nouveauté automne 2018</b>	Introduction à l'analyse d'œuvre: cours d'Alain Bonardi (équipe APM Ircam, Université Paris 8) couplé à une initiation à la recherche documentaire en médiathèque par Roseline Drapeau (documentaliste, Ircam) Les étudiants(es) doivent rendre une courte analyse d'une pièce Ircam à la fin du semestre dont la note compte pour 15% de l'évaluation finale

Visite de l'Ircam à New York:

En octobre 2018, Philippe Langlois et Tom Mays se sont rendus à New York présenter le programme aux étudiants(es) de NYU et pour impulser de nouvelles collaborations avec l'université (accueil de doctorants(es)...).

■ **CIEE - Council on International Educational Exchange**

En bref:

<b>Partenaires</b>	Council on International Educational Exchange depuis 2013
<b>Coordination Ircam</b>	Philippe Langlois (Ircam, Direction de la Pédagogie et action culturelle) Cyrielle Fiolet (Ircam, Pédagogie et action culturelle)
<b>Équipe enseignante</b>	Ircam: Mikhail Malt, Sam Tarakajian CIEE: Brent Keever
<b>Contenus pédagogiques</b>	Max, introduction à Max4Live, au Spat et à Audiosculpt Projet personnel en fin de stage
<b>Autres activités</b>	Concerts du Festival ManiFeste, participation aux activités de l'Académie, visites d'expositions



© Cyrielle Fiolet

Projet visuel et sonore d'un étudiant: Line. space de Stevie Karukas

■ **Session de formation pour les étudiants en son de 3<sup>e</sup> année à la Fémis**

Thématique: les logiciels Spat et Modalys et les nouveaux outils pour la transformation du son et de la voix

2-4 mai, 18h de formation, 6 stagiaires

Formateurs: Éric Daubresse et Grégoire Lorieux

**FORMATION PROFESSIONNELLE**

Saison 17/18	Dates	Durée	Formateurs
Audiosculpt	25-27 janv.	18h	J. Lochard et M.Liuni
Max initiation session 2 et Certification Max niveau 1	12-17 fév.	36h	M. Malt et E. Jourdan
Design d'expériences audio sur le web - Initiation	07-09 mars	18h	D. Poirier Quinot
Max perfectionnement session 2 - certification Max niveau 2	26-31 mars	36h	E. Daubresse et M. Malt
Max for Live	09-14 avril	36h	M. Malt et J. Lochard
Saison 18/19	Dates	Durée	Formateurs
Max Initiation session 1 et Certification Max niveau 1	15-10 oct.	36h	G. Lorieux et S. Conforti
Open Music	06-09 nov.	24h	M. Malt
Initiation à la Spatialisation sonore	04-06 déc.	18h	J. Lochard
Design d'expériences audio sur le web - Initiation	17-19 déc.	18h	B. Matuszewski
<b>9 formations maintenues</b>	<b>40 jours</b>	<b>240h</b>	<b>9 formateurs</b>

■ **Certifications**

Mise en place de deux certifications Max depuis septembre 2016: Max niveau 1 et Max niveau 2. Ces certifications ont pour but d'évaluer le niveau des stagiaires sur Max en testant leur capacité à concevoir, implémenter et utiliser des applications créées avec le logiciel. Les résultats obtenus permettent de situer les stagiaires sur une échelle de compétences.

La certification Max niveau 1 est enregistrée au Répertoire Spécifique des certifications et des habilitations (RSCH) qui remplace l'inventaire de la Commission nationale de la formation professionnelle dans le cadre de la réforme professionnelle. Elle est éligible au compte personnel de formation pour les intermittents du spectacle et les salariés relevant de la branche du spectacle vivant et de la branche de l'audiovisuel.

Le dossier d'enregistrement pour la certification Max niveau 2 suit son cours.

■ **Ville de Paris**

La formation à destination d'une dizaine de professeurs de conservatoires d'arrondissement de la ville de Paris initiée à l'automne 2017 se poursuit. 4 séances de 3 heures ont permis de terminer le projet 2017-2018. Une nouvelle saison de formation démarrera début 2019 avec 10 nouveaux professeurs.

## PRODUCTION AUDIOVISUELLE

### ■ Collection Images d'une oeuvre

Coordination audiovisuelle: Murielle Ducas

#### Images d'une oeuvre n°23 «La princesse légère de Violeta Cruz»:

Film de Natacha Nisic et d'Anne Montaron

Durée: 18 minutes

Production Ircam-Centre Pompidou

Projection le 9 mars 2018 dans le foyer de l'Opéra Comique à l'issue du spectacle

Le film montre l'avancement de la création opératique de Violeta Cruz mise en scène par Jos Houben et ses enjeux technologiques. Violeta Cruz, jeune compositrice colombienne qui a suivi le programme du Coursus en 2013-2014, explique en quoi l'histoire de cette princesse condamnée à la légèreté d'esprit et de corps l'a intéressée et expose les métaphores cachées derrière ce récit.

#### Images d'une oeuvre n°24 «Epigram de Franck Bedrossian»:

Film de Véronique Caye et Philippe Langlois

Durée: 25 minutes

Production Ircam-Centre Pompidou

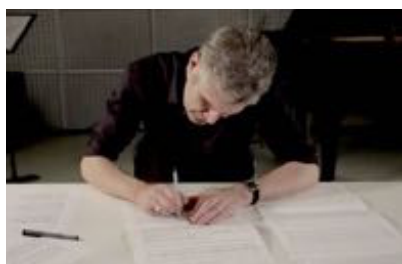
Projection le 28 avril 2018, Haus Witten, dans le cadre du festival de Witten, création mondiale du cycle intégral *Epigram*

Public: salle pleine, 50 personnes

Projection le 11 juin 2018, Ircam, salle Igor-Stravinsky, dans le cadre du festival ManiFeste, création française du cycle *Epigram* le soir-même dans la Grande salle du Centre Pompidou

La création parisienne du troisième et dernier volet d'*Epigram*, cycle pour soprano et ensemble de Franck Bedrossian, est l'occasion de montrer dans ce film de quelle manière l'univers musical du compositeur Franck Bedrossian se mêle avec celui de la poétesse américaine Emily Dickinson. Certains aspects de la poésie de Dickinson, tels que la perte d'identité, l'ambiguïté, ou encore une forme de violence qui n'est pas nécessairement une violence contenue mais une violence de la mobilité de l'expression, semblent faire directement écho à sa musique ou bien est-ce à l'inverse, certains thèmes de sa musique qui anticipent sur la poésie. Un voyage musical et poétique sur lequel le film «images d'une oeuvre Epigram» lève le voile.

Public: salle pleine, 80 personnes



© Véronique Caye

Franck Bedrossian, tournage Images d'une oeuvre, 2018

## L'IRCAM HORS LES MURS

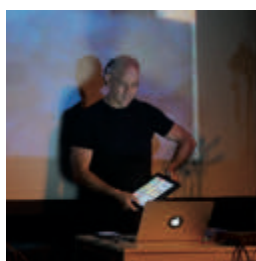
### ■ L'Ircam à l'académie d'été de Darmstadt (Allemagne)

Du 16 au 26 juillet 2018

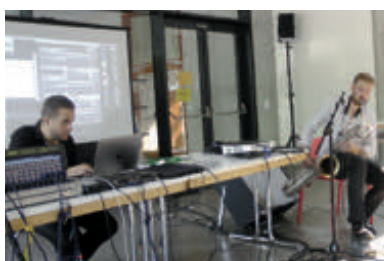
L'Ircam a organisé une série de présentations, d'ateliers et de conférences scientifiques lors de l'édition 2018 de l'académie d'été de Darmstadt

Coordination du projet : Murielle Ducas

Dates	Objet	Contenu	Intervenant	Public
16 juillet	Conférence introductive: présentation de l'Ircam		G. Lorieux	30 personnes
17-21 juillet	Atelier CataRT	Présentation de la technologie CataRT et sessions pratiques pour acquérir les compétences nécessaires à la création de compositions, d'installations, d'instruments numériques et d'outils de création personnalisés intégrant cette technologie. Restitution des projets des stagiaires à l'issue de l'atelier	D. Schwarz, M Malt avec la participation de C. Trapani, A. Einbond et A. Baskind	10 stagiaires
19 juillet	Concert	Corps Sonore / Corpus Sonorum	D. Schwarz live electronics cataRT, A. Baskind contrebasse	50 personnes
22 juillet	Conférence: musique computationnelle	Live coding: aperçu du domaine, de sa philosophie et des tendances, avec une démonstration de Thor Magnusson de l'université du Sussex, concepteur principal du langage de codage ixi-lang	Thor Magnusson	20 personnes
23 juillet	Conférence: interactions musicales improvisées	Improvisation homme-machine et démonstration interactive du logiciel DICYZ développé par Jérôme Nika à l'Ircam	Jérôme Nika, avec la participation de Rémi Fox, saxophoniste	15 personnes
24-26 juillet	Atelier Interactions musicales collectives basées sur les technologies mobiles	Présentation de quelques-unes des principales technologies utilisées dans ce domaine, et mise en place de petits projets. Présentation du travail des stagiaires à l'issue de l'atelier et performance « Your smartest choice » de la compositrice Huihui Cheng utilisant ces technologies	Frédéric Bévilacqua, Benjamin Matuszewski et Norbert Schnell	10 stagiaires



Diemo Schwarz



Académie d'été de Darmstadt, Jérôme Nika, Rémi Fox (saxophone), juillet 2018



Académie d'été de Darmstadt, restitution de l'atelier interactions musicales, juillet 2018

■ **Atelier sur la spatialisation sonore à Gaudeamus Muziekweek, Utrecht (Pays-Bas)**

3-7 septembre 2018

- Conférence «*Spatialisation musicale du son: enjeux et évolution d'une pratique compositionnelle*» par François-Xavier Féron

- Workshop sur la diffusion électroacoustique de pièces existantes des stagiaires, données en concert à l'issue de l'atelier

Encadrement pédagogique: Jean Lochard et Benjamin Thigpen

4 stagiaires

Concert: 50 personnes

**ACTION CULTURELLE**

■ **Les ateliers de la création**

Coordination:

Direction des publics, Centre Pompidou: Marie-Hélène Vincent-Choukroun

Département pédagogie et action culturelle: Sophie Chassard

Chiffres clés:

- 2 établissements scolaires
- 2 classes
- 53 élèves au total

Journée de restitution à Paris:

38 élèves étaient présents lors de la journée de restitution nationale organisée au Centre Pompidou le 19 mai, à l'occasion de la Nuit des Musées

Ville	Établissements	Classe	Œuvre étudiée	Partenaire arts visuels	Partenaire arts du son
Saint-Marcellin	Lycée polyvalent La Saulaie	2 <sup>de</sup> MEIMELEC Maintenance des équipements industriels et Métiers de l'Électricité et des Environnements Connectés	<i>Sans Titre (2017)</i> de Matt Coco	La Halle De Pont-en-Royans	Grame, Centre national de création musicale
Marmilhat	Lycée agricole Louis Pasteur	2 <sup>de</sup> professionnelle nature jardin paysage et forêt	<i>L'entrepreneuse textile - Marie-Astrid Rolland, directrice générale, Tiba, Davézieux (Ardèche)</i> du photographe Marc Lathuillière	Centre d'art contemporain au creux de l'enfer	Festival Musiques Démesurées Clermont Ferrand



© Sophie Chassard

Restitution des élèves de Marmilhat au Centre Pompidou - mai 2018

**■ Parcours d'éducation artistique et culturel**

Encadrement pédagogique: Grégoire Lorieux

Coordination: Sophie Chassard

Chiffres clés:

- 3 établissements scolaires (2 lycées, 1 collège)
- 2 académies (Paris, Créteil)
- 3 classes
- 69 élèves au total
- 12 heures de face à face pédagogique

Ville	Établissements scolaires	Niveau / section classe	Thématique travaillée
Paris	Collège Montgolfier	5 <sup>e</sup>	Interaction son musique et mouvement
Noisy-le-Grand	Espace F. Cabrini	Terminale Scientifique spécialité physique	Son et espace
Paris	Lycée Hélène boucher	2 <sup>nd</sup> e Exploration « Arts du son »	Instruments et capteurs



© Sophie Chassard

Séance avec les élèves collège Montgolfier à l'Ircam mars 2018

**■ Parcours musique mixte**

Encadrement pédagogique:

Marco Liuni, Mikhail Malt, Sébastien Naves (1<sup>re</sup> partie jusqu'à la restitution au Pôle Sup'93)

Jean Lochard, Grégoire Lorieux (ManiFeste-2018)

Coordination: Murielle Ducas, Florence Grappin

Chiffres clés:

Encadrement pédagogique Pôle Sup'93: Matteo Cesari, avec la participation de Valérie Guéroult  
6 stagiaires

Un atelier de découverte des outils informatiques à l'Ircam

7 séances de travail d'1h15 par étudiant sur les œuvres mixtes à l'Ircam avec un réalisateur en informatique musicale chargé de l'enseignement, un ingénieur du son et les compositeurs joués, entre décembre 2017 et juin 2018

1 concert des pièces étudiées au Pôle Sup'93 en fin de parcours, le 26 janvier 2018

1 concert avec la reprise du même programme dans le cadre de l'académie ManiFeste, le 30 juin 2018, Centre Pompidou, petite salle

Œuvre	Effectif	Stagiaire	Suivi pédagogique
Franck Bedrossian <i>The Edges are no longer parallel</i>	Piano et électronique	Flavien Laffaille	12h
Martin Matalon <i>Traces V</i> (ManiFeste-2018 uniquement)	Clarinette et électronique	Diane Poitrenaud	12h
Franck Bedrossian <i>Lamento</i>	Soprano et électronique	Mariia Hryshchenko	12h
Lorenzo Bianchi Hoesch <i>Loop</i>	Harpe et électronique	Maéva Rabassa	12h
Emanuele Palumbo <i>Corps-sans-Organes</i>	Clarinette basse et électronique	Lise Mariage	12h
Stefano Gervasoni <i>Altra voce</i> (extraits)	Piano et électronique	Wakuko Ide Luce	12h

Répétition parcours musique mixte, Ircam, juin 2018



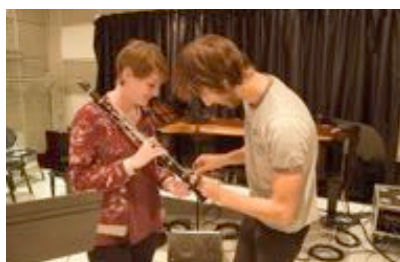
© Murielle Ducas

Franck Bedrossian et Mariia Hryshchenko



© Murielle Ducas

Wakuko Ide Luce



© Murielle Ducas

Diane Poitrenaud, Emile Denize



**■ Rencontres métiers**

Le département Pédagogie et action culturelle en collaboration avec le service Communication et partenariats de l'Ircam proposent les rencontres métiers, une action pédagogique donnant un accès personnalisé aux spécificités de l'institut, en présentant des métiers au croisement entre création artistique et recherche scientifique.

En bref:

<b>Mise en place de l'action</b>	Saison 2015-2016
<b>Partenaires</b>	Département Pédagogie et action culturelle Service Communication et partenariats
<b>Coordination</b>	Cyrielle Fiolet (Pédagogie et action culturelle)
<b>Conférencières</b>	Cyrielle Fiolet (Pédagogie et action culturelle) Deborah Lopatin (Service Communication et partenariats)
<b>Public</b>	Élèves à partir de la 4ème
<b>Objectifs</b>	Permettre aux élèves de comprendre, par l'entrée métier, ce qui est développé et valorisé au sein des équipes de l'Ircam, abordant ainsi conjointement les problématiques de la recherche et de la création sonore contemporaine
<b>Contenus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visite guidée, animée par une chargée d'étude et une chargée de communication de l'Ircam, pendant laquelle sont abordés l'histoire de l'Institut, son architecture et les différents domaines d'activités</li> <li>• Conférence-rencontre avec un(e) intervenant(e) de l'Ircam qui présente son métier et son parcours personnel</li> </ul>



© Florence Grappin

Des élèves visitant un studio de l'Ircam avec Deborah Lopatin

Chiffres clés 2018:

<b>Nb d'actions</b>	21 rencontres organisées entre janvier et novembre 2018 (juin-juillet-août exclus)
<b>Nombre de personnes accueillies</b>	530 participants(es) (élèves et accompagnateurs(trices) confondus)
<b>Type d'établissements</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 lycées</li> <li>• 3 collèges</li> <li>• 3 établissements de l'enseignement supérieur, dont 2 étrangers</li> <li>• 3 conservatoires/écoles de musique</li> <li>• 2 publics divers</li> </ul>
<b>Métiers et thématiques abordées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chercheur(euse): spatialisation, interaction son-mouvement, instrument, voix, design sonore...</li> <li>• Compositeur(trice)</li> <li>• Ingénieur(e) du son</li> <li>• RIM</li> </ul>



© Florence Grappin

Des élèves découvrant l'écoute binaurale

## POLE DOCUMENTAIRE

### ■ Médiathèque

Nouvelles entrées au catalogue :

Livres	46
Partitions	18
CD	27
DVD	15
Notes de programme	37
Abonnements	97
Nombre total de documents entrés dans le catalogue	240

Accueil, recherches documentaires et orientation des lecteurs :

Nombre de lecteurs accueillis	1073
Nombre de recherches documentaires à distance	74
Nombre de prêts	1314



© Philippe Langlois

Visite pédagogique

### 3 ANNEXES

#### Archives sonores et audiovisuelles:

La médiathèque conserve la mémoire institutionnelle en ajoutant au quotidien des archives sonores et audiovisuelles des événements en cours ou passés des saisons artistiques et scientifiques de l'Ircam dans la base de données Médias. Deux collaborateurs travaillent à l'enrichissement de cette base de données: Eric de Gélis (service production) et Roseline Drapeau.

Nombre de fichiers médias ajoutés	658
-----------------------------------	-----

#### ■ Valorisation documentaire

##### Expositions in situ:

Quatre expositions de documents ont été créées à la médiathèque, en lien avec la saison de l'Ircam

Dates	Titre de l'exposition	En lien avec
17 avril - 11 mai	Jean-Claude Risset	En partenariat avec le Collegium Musicae: Rencontre et concert hommage à l'église Saint Merry
11 - 29 juin	Les compositeurs invités à l'Académie ManiFeste	L'académie du festival ManiFeste et les ateliers de composition de l'académie, du 15 juin au 1 <sup>er</sup> juillet
3 - 28 septembre	Cursus, promotion 2016-2017	La rentrée des étudiants du cursus 2017-2018
8 octobre - 2 novembre	Musique contemporaine et instruments anciens	Rencontre autour d'un livre: sortie du numéro de la revue <i>Circuit</i> , intitulé <i>Instrumentarium baroque: précedence et créativité</i> par François-Xavier Féron

##### Expositions hors les murs:

La médiathèque a soutenu deux expositions créées par des partenaires institutionnels

Dates	Titre de l'exposition	Institut partenaire - lieu de l'exposition
Juin-août 2018	<i>Coder le monde</i>	Centre Georges Pompidou, Paris, Galerie 4

##### Activités pédagogiques:

Dates	Titre de l'animation	En lien avec	Public cible
24 et 28 mai 2018	<i>Jouer avec les ressources de la médiathèque</i>	Visite de l'Ircam	92 Enfants de classe de CM2 (9-10 ans)

#### • Base de données BRAHMS

La réalisation de nouveaux dossiers et la mise à jour des dossiers existants ont été faites en fonction de l'actualité de l'institut (créations, programmation, résidences) et du pointage des saisons des grands centres de création, des festivals et des ensembles de musique contemporaine - pointage réalisé au dernier trimestre 2017. Les nouvelles commandes de dossiers avec parcours ont été décidées lors des deux réunions du comité éditorial élargi à d'autres personnalités.

Comité éditorial:

Nicolas Donin (musicologue, Ircam)  
 Sandra El Fakhouri (documentaliste hypermédia, Ircam)  
 Laurent Feneyrou (chargé de recherche, CNRS / Ircam)  
 Laure Gauthier (poétesse, maître de conférence, Université de Reims)  
 Philippe Langlois (musicologue, Ircam)  
 Karine Le Bail (chargée de recherche, CNRS)

L'ISSN de Brahms est 2557-8928.

	Compositeur	Auteurs
19 nouveaux dossiers	Hans Abrahamsen, Andrea Agostini, Tomás Bordalejo, Aurélien Dumont, Sival Eldar, Alireza Farhang, Jürg Frey, Núria Giménez-Comas, Rune Glerup, Chia Hui Chen, Ryoji Ikeda, Frédéric Le Bel, Michelle Agnes Magalhaes, Stanislav Makovsky, Fernando Munizaga, Marko Nikodijevi , Didier Rotella, Oscar Strasnoy, Daniel Zea Gómez	Chloé Breillot, Gaspard Kiejman, Sandra El Fakhouri
10 nouveaux parcours	Robert Ashley Franck Bedrossian Paul Dessau Heiner Goebbels Karl Amadeus Hartmann Bernard Herrmann Liza Lim Pauline Oliveros Hèctor Parra Esteve Serge Prokofiev	Kyle Gann Pierre Rigaudière Laetitia Devos David Sanson Laurent Feneyrou Alain Poirier Laurent Feneyrou Pierre-Yves Macé José-Luis Besada François-Xavier Szymczak
21 dossiers mis à jour		Gaspard Kiejman, Sandra El Fakhouri

## INFORMATIQUE

---

La phase de migration et de modernisation de l'infrastructure se poursuit. Elle est doublée par une recherche de simplification et de réappropriation.

### LA TOPOLOGIE RÉSEAU

Avec l'augmentation d'appareils personnels, d'expériences scientifiques ou musicales faisant appel à du réseau, nous nous retrouvons potentiellement face à des engorgements, des failles de sécurité ou des boucles.

Nous avons ainsi modularisé l'architecture des switchs afin d'avoir le minimum d'utilisateurs sur un switch dédié à des tranches géographiques de bureaux.

Ainsi, en cas de boucle, non seulement les ports se mettent en sécurité, mais seul un switch avec peu d'utilisateurs est touché, minimisant l'impact de la coupure et maximisant la facilité de debug et de réparation.

#### ■ Le remplacement des services Mac

La fin programmée de *Mac Os X server* nous amène à envisager des remplacements pour les services existants offerts par nos serveurs *Mac* pour les utilisateurs :

- les calendriers sont dès à présent remplacés par ceux offerts par l'application *NextCloud* qui offre des services *clouds* auto-hébergés très performants ;
- l'annuaire *Open Directory* et les partages : nous étudions et protétypons des maquettes basées autour de *Samba* pour offrir les stockages partagés des utilisateurs ainsi que les services d'authentification par le réseau. L'avantage, mais aussi l'inconvénient de *Samba* est son caractère d'application complète et clé en main, ainsi il n'est pas trivial à adapter aux besoins et aux spécificités historiques, et la compréhension de l'outil n'est pas forcément évidente.

#### ■ Le service d'hébergement

Avec la montée en puissance des besoins de calcul sur *GPU*, ainsi que des besoins de stockage massifs grandissants, les équipes ont de plus en plus besoin d'avoir des serveurs en propre, et notamment, en ce qui concerne le calcul sur *GPU*, des serveurs massifs pouvant faire jusqu'à 4U et abritant de nombreuses cartes graphiques.

L'hébergement se faisant à l'Ircam dans une salle machine, il a fallu réfléchir à des moyens d'extension dans d'autres espaces pour faire face à cette multiplication.

Cela nous a permis de rajouter un certain nombre de serveurs de calcul ainsi que quelques serveurs de stockage dédiés aux équipes.

#### ■ La connectivité

Après l'arrêt par *Renater* de la boucle des contenus et son association avec le réseau académique parisien (*RAP*), de nouvelles fibres ont été tirées, et la connexion a été entièrement basculée, sans coupure, de l'infrastructure *Renater* au *RAP*.

Les deux arrivées réseau se font sur des équipements séparés, ce qui apporte un gain en termes de sécurité.

## PÔLE WEB (POW)

Le Pôle Web (POW) assure la coordination, la conception, le développement et la maintenance des applications orientées Web pour l'ensemble des services de l'Ircam dans le cadre de projets collaboratifs de recherche, de développement et d'innovation ouverte. Ce pôle s'inscrit dans une volonté de transformation et de mutualisation des ressources numériques, de factorisation des moyens technologiques pérennes et d'optimisation des flux de données techniques, sociales et musicales au sein et hors de l'institut. Il se donne les missions suivantes :

- Gestion de projet, expertise et assistance à la maîtrise d'ouvrage pour les plateformes numériques ;
- Architecture, ingénierie et développement logiciels par les méthodes agiles ;
- Recherche et veille technologique open source ;
- Administration, documentation, déploiement, exploitation et maintenance des applications et des données impliquées.

En 2018, les activités et les stratégies issues du Centre de Ressources ont été amplifiées pour établir des méthodologies de développement et de déploiement mieux documentées et reproductibles. De nouvelles techniques de packaging ont été conçues puis déployées sur l'ensemble de l'infrastructure de production et de développement. Ceci permet de faire face à une diversité, une complexité et une charge croissantes de problématiques métiers face au numérique collaboratif de tous les services de l'Ircam.

Le workflow de conception d'UX et retour utilisateur établi sur la base des méthodes agiles a été amélioré. Le système de gestion de projet *Taiga* a été régulièrement mis à jour et à profit pour organiser, spécifier, développer et tester parfois en collaboration avec des ingénieurs extérieurs à l'Ircam. Les principes de notifications et de messagerie ont été amplifiés avec des chaînes de discussions dédiées par projet pour fluidifier les échanges entre les équipes maîtres d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre.

L'architecture du CMS *Mezzo* a été optimisée de sorte que son cœur et/ou ses modules puissent devenir des troncs communs à de nombreuses instances de projets tiers, par exemple : *WWW*, *Forum*, *ManiFeste*, *Vertigo*, *Ulysses*, *STMS*, etc. pour faciliter la gestion croisée des plateformes. Les techniques de déploiement basées sur *Docker* et *Git* ont été améliorées en collaboration avec le Service Informatique de sorte à faciliter le paramétrage, le déploiement et la maintenance sur l'infrastructure existante, en particulier grâce à ses capacités d'exploitation issues des métiers *DevOps* (développeur.se.s exploitant.e.s).

Voici la liste des avancées du POW par projet :

### ■ Mezzo

Système de gestion de contenus (CMS) pour les organisations à workflows complexes

<https://github.com/Ircam-Web/Mezzo>

- refactoring de l'architecture de modules / mise à jour et optimisation de nombreux modules / optimisation de la gestion des paramètres

### ■ WWW

CMS général de l'Ircam (basé sur Mezzo)

<https://www.ircam.fr/>

- re-déploiement sur la base de la nouvelle architecture / mise à jour et optimisation de nombreux modules / refactoring du système de compilation de thèmes / optimisation des modèles d'événements / optimisation du système de TimeSheet

### ■ ManiFeste 2018

Site d'information et de réservation pour le festival ManiFeste 2018

<http://manifeste2018.ircam.fr/>

- développement du backend à partir de Mezzo / optimisation de la gestion du calendrier / coordination du développement frontend avec partenaire externe (Bunker Palace)

### ■ Médias

Système d'archivage et de publication des données audio-visuelles de l'institut

<https://medias.ircam.fr/>

- changement de serveur, re-déploiement / mise à jour de modules / développement d'une fonction d'upload de médias de très grosse taille / optimisation du système de transcodage

### ■ BRAHMS

Base de données de compositeurs de musique contemporaine <http://brahms.ircam.fr/>

- changement de serveur, re-déploiement / mise à jour de modules

### ■ Sidney / Antony

Base de données technique pour la reproduction d'œuvres issues de l'institut

<http://brahms.ircam.fr/sidney/>

- mise à jour de modules / optimisation de modèles / étude et développement de la gestion versionnée des contenus binaires (sous-projet Antony) / optimisation de la gestion croisée de contenus Markdown / HTML

■ **Forum**

Plateforme communautaire pour le Forum Ircam  
<http://beta.forum.ircam.fr/>

- assistance à la coordination du développement de la nouvelle plateforme sur la base Mezzo
- conception architecturale et de fonctions d'édition avancée

■ **Rolling Stock**

Système de gestion d'inventaire pour les laboratoires (basé sur Mezzo)

<https://forge.ircam.fr/p/rollingstock/>

- conception, développement et déploiement pour l'équipe SEAM / production d'un module original de gestion de QR codes

■ **Ulysses**

Application sociale et professionnelle de gestion d'appels à candidature (projet européen *Ulysses*)

<https://www.ulysses-network.eu/>

- refactoring complet de l'interface utilisateur / coordination du développement avec 2 ingénieurs externes (web design, développement front et back) / optimisation de nombreuses fonctions sociales et administratives pour les jurys / changement de serveur / modularisation/ mises à jour régulières, maintenance technique

■ **STARTS Residencies**

Application sociale et professionnelle de gestion de résidences d'artistes pour la co-création basée sur Mezzo (projet européen Vertigo dans le cadre de la mission *STARTS*)

<https://vertigo.starts.eu/>

<https://www.starts.eu/>

- leading du WP dédié à la production de la plateforme / intégration du module *Ulysses* pour la gestion des candidatures / optimisation de la gestion de contenus / optimisation de la gestion multi-sites

■ **STMS**

Site web de l'UMR STMS

<https://stms.ircam.fr>

- conception et coordination du développement avec un ingénieur externe / développement des fonctions backend pour la gestion de contenus avancée pour les équipes / optimisation de la gestion multi-sites / déploiement sur l'instance Mezzo de WWW

■ **RGPD**

Mise en place des règles RGPD pour l'ensemble des services traitant de données utilisateurs à travers des application en réseau et en particulier Web

<http://iii.ircam.fr/iii/RGPD>

■ **Taiga**

Application de gestion de projet agile

<https://taiga.ircam.fr/>

■ **ParticipArc**

<https://www.participarc.net>

Atelier Recherche Culturelle et Sciences Participatives coordonné par le MIC et le MNHN

- rédaction d'un rapport sur les plateformes de données

■ **Telemeta**

Collaborative content management system for musicology

<http://telemeta.org>

- mise à jour de nombreux modules y compris le framework d'analyse audio TimeSide / maintenance des instances sur les serveurs HumaNum, en particulier celles du CREM / coordination des futurs cahier des charges

■ **WASABI**

Web Audio Semantic Aggregated in the Browser for Indexation (ANR Générique 2016)

(INRIA, Ircam, Deezer, Radio France, Parisson)

<http://wasabihome.i3s.unice.fr>

- coordination du projet de recherche pour l'Ircam intégrant des chercheurs des équipes APM et SAS / développement d'une Web audio Plugin API avec l'INRIA / organisation et exploitation de calculs audio effectués chez Deezer / participation à la Web Audio Conférence 2018

■ **Master ATIAM**

Coordination et production du cours: « Introduction à la Web Audio API »

■ **OpenSource @Ircam**

Coordination du groupe de travail Ircam sur l'open source

■ **ParisAudio**

Coordination de rencontres professionnelles dans le cadre du Meetup « Paris Audio »

<https://www.meetup.com/fr-FR/Paris-Audio/>

■ **Spécialités technologiques**

- Langages: Python, JavaScript, HTML, CSS, Bash
- Frameworks: Django, Git, Gulp
- Systèmes opérationnels: Docker, Linux

## LES TRAVAUX DE L'ESPACE DE PROJECTION

**AAPC:** Avis d'Appel Public à la Concurrence  
**AMO:** Assistant Maîtrise d'Ouvrage  
**BOAMP:** Bulletin Officiel des Annonces des Marchés Publics  
**CVCD:** Chauffage Ventilation Climatisation et Désenfumage  
**DBS:** Direction du Bâtiment et de la Sécurité - (Centre Pompidou)  
**DCE:** Dossier de Consultation des Entreprises  
**META:** Mesure amiante. Comptage par Microscopie Electronique à Transmission Analytique  
**MOA:** Maître D'Ouvrage  
**MOE:** Maîtrise d'Œuvre - Clé Millet International  
**OGER International:** Rédacteur du programme de l'opération  
**OPPIC:** Opérateur du Patrimoine et des Projets Immobiliers de la Culture - mandataire MOA  
**PRO:** Projet - étude de projet - conception détaillée  
**RBS:** Régie Bâtiment et Sécurité - (Ircam)

Ce chantier de désamiantage de l'espace de projection est en cours depuis novembre 2011 suite à la découverte accidentelle de fibre d'amiante. La salle est fermée au public depuis décembre 2014 pour préparer son traitement.

2018 a été marquée par la remise de l'Avant-Projet Définitif par Clé Millet en mars. A la suite du rendu des études APD, un comité de pilotage (Copil) s'est tenu le 13 mars 2018 pour valider les plans techniques, budgétaires et calendaires. Le périmètre des travaux retenu est le suivant:

### CONCLUSIONS TECHNIQUES AU STADE APD

Les études approfondies du programme, avec notamment un chantier test ETP et un diagnostic complémentaire amiante, ont permis d'évaluer justement les coûts au stade études préalables.

Ainsi, tout en préservant les objectifs du projet, une piste d'économie a été retenue. Les gaines de soufflage sous la dalle de l'ESPRO seront maintenues en place. Le risque associé à ce choix a été qualifié de très faible. Selon la réglementation actuelle, cette réduction de périmètre technique conservera toute la sécurité d'exploitation de l'Espro.

### CONTEXTE

#### ■ Coûts des travaux

A l'issue des études d'avant-projet et des surcoûts présentés par la MOE, le budget a été consolidé par la DGCA en mars 2019.

#### ■ Calendrier

Le calendrier prévisionnel d'études et de travaux a été mis à jour en mars 2018 par l'OPPIC.

#### ■ Suite de l'opération

Dans un second temps la phase Étude de Projet / Dossier de Consultation des Entreprises (PRO-DCE) a été mise en œuvre. Ainsi, suite à la mise au point définitive de la conception des lots, la MOE a constitué le DCE qui a été rendu en décembre 2018.

L'Ircam a participé activement à l'analyse fonctionnelle du volet 3 pour l'intégration numérique; ceci en exprimant le cahier des charges et rôles de chacun concernant l'automate serveur pilotant les ETP et la machinerie scénique.

La parution de l'AAPC est prévue pour février 2019.

L'OPPIC assure depuis 2014 la maîtrise d'ouvrage de l'opération désamiantage de l'Espro qui présente trois grands volets:

#### ■ Volet 1 - Contraintes liées à l'amiante

Le scénario retenu au terme des études de faisabilité prévoit le retrait des matériaux amiantés de l'Espro et des locaux annexes, ainsi que le remplacement des réseaux CVCD.



**Volet 2 - Mise en conformité et entretien**

Afin de pérenniser l'exploitation de la salle, une rénovation, mise en conformité de l'environnement et des équipements est établie selon les besoins de l'utilisateur :

- La totalité des câbles courants forts de la machinerie, des PC, de l'éclairage, des prises et autres appareils de puissance sera remplacée;
- L'installation courant faible sera renouvelée et mise aux normes;
- La plomberie, tant en ce qui concerne les alimentations que les évacuations, sera revue, permettant un dimensionnement adéquat et une meilleure maîtrise des consommations;
- Le revêtement de sol de l'Espro sera remplacé, ainsi que ses menuiseries (portes) présentant des dysfonctionnements; les habillages métalliques du foyer et les cloisonnements dégradés seront changés;
- Tous les équipements immobiliers solidaires du gros œuvre seront contrôlés et mis en conformité.

- Remplacement des moteurs de périactes, des modules et interfaces de commande, des réseaux courants forts et faibles;
- Création d'un nodal cœur numérique.

**Information et environnement de travail**

Sécurité et continuité des mesures d'amiante (META): Le train de mesures environnementales appliqué toutes les quatre semaines montre toujours l'absence totale de fibres d'amiante dans l'air.

Le périmètre relevé au titre d'espace chantier est fermé conformément au code de la Santé publique. Les accès à l'Espro suivent une procédure générale et pour les cas particuliers, un protocole d'intervention «amiante» en étroite collaboration avec les services de la DBS du centre Pompidou.

**Volet 3 - intégration numérique**

Le troisième volet important du programme de travaux consiste en l'intégration numérique; il s'agit de faire évoluer les équipements de l'Espro pour en conserver les potentialités d'adaptation:

**CALENDRIER**

Le calendrier prévisionnel d'études et de travaux a été mis à jour en mars 2018 par l'OPPIC.

