

institut de recherche et de coordination acoustique/musique

2019

Rapport d'activité

ircam

**Centre
Pompidou**

ircam
Centre
Pompidou



INSTITUT
DE RECHERCHE
ET COORDINATION
ACOUSTIQUE /
MUSIQUE

SOMMAIRE

5	LIGNES DE FORCE 2019
7	LES CHIFFRES CLÉS
8	2019 EN IMAGES
11	EXTENSIONS DE L'IMPACT SOCIÉTAL DE L'IRCAM
16	STRATÉGIE DE DÉVELOPPEMENT INTERNATIONAL
21	RENOUVELLEMENT DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE
24	LES MOYENS FINANCIERS
29	UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE STMS
31	L'ACTIVITÉ RECHERCHE
31	Les tutelles scientifiques de l'UMR STMS
33	Équipe Analyse des pratiques musicales
37	Équipe Analyse et synthèse des sons
40	Équipe Espaces acoustiques et cognitifs
48	Équipe Interaction son musique mouvement
51	Équipe Perception et design sonores
56	Équipe Représentations musicales
64	Équipe « Systèmes et Signaux Sonores : Audio/ Acoustique, InstruMents »
73	Pôle Ingénierie et Prototypes (PIP)
77	ANNEXES
78	CONSEIL D'ADMINISTRATION
79	CONSEIL SCIENTIFIQUE
80	ÉQUIPE IRCAM
84	ŒUVRES PRÉPARÉES OU CRÉÉES EN 2019
88	SAISON 2019
90	MANIFESTE 2019
93	TOURNÉES 2019
95	PROJETS « CREATIVE EUROPE » 2019
99	RECHERCHE MUSICALE
101	FORUM IRCAM
102	SÉMINAIRES
105	SOUTENANCES DE THÈSES
106	PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS
119	PRINCIPAUX LOGICIELS
122	TRANSMISSION
139	INFORMATIQUE
140	PÔLE WEB
144	TRAVAUX DE L'ESPACE DE PROJECTION



LIGNES DE FORCE 2019

LES CHIFFRES CLÉS

PERSONNES

177 personnes
(en équivalent temps plein)

PUBLICATIONS

35 articles pour
des revues à comité
de lecture

90 conférences invitées
dans des congrès nationaux et
internationaux

17 ouvrages scientifiques ou
chapitres d'ouvrages

7 thèses de doctorat
et HDR

2019

CRÉATIONS : CONCERTS ET SPECTACLES

173 concerts et spectacles
dont

19 en saison

32 ManiFeste – le festival

6 ManiFeste – l'académie

116 en tournée

52 141 spectateurs

87 134 visiteurs
installation *Biotope* de Jean-Luc Hervé

DIFFUSION WEB

200 160 visites brahms.fr

133 454 visites ircam.fr

31 800 visites forum.ircam.fr

79 132 visites
ressources.ircam.fr
ulysses-network.eu

444 546 visites

soit **1 218** visiteurs par jour
en 2019

2019 EN IMAGES



© Quentin Chevrier

2-3 février, Frankfurter Positionen
Création de *Lullaby Experience*
de Pascal Dusapin



© Sébastien Calvet

11 mars, Ircam
Séminaire « Technologies, Inclusion
et Société: Féminisme »



© Sébastien Calvet

26-29 mars, Ircam
Ateliers du Forum à Paris



29-30 mars, Centre Pompidou
Forum Vertigo « La Fabrique du vivant »



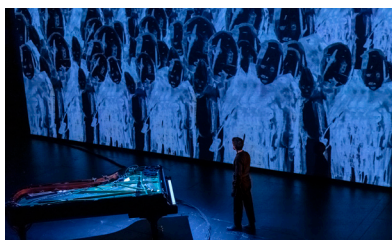
© Quentin Chevrier

20 février-15 avril, Centre Pompidou
Biotope de Jean-Luc Hervé, environnement
sonore de l'exposition « La Fabrique du vivant »



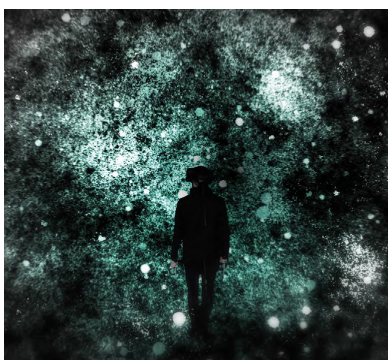
© Holger Talmisky

19-27 mai, Philharmonies de Cologne
et de Hambourg
Création de *Lab. Oratorium*
de Philippe Manoury



© Yannis Soutis, Onassis Stegi

22 février, Athènes
Création de *EROR (The Pianist)*
de Georgia Spiropoulos



27-28 mars, Centre Pompidou
Journées du projet européen STARTS
Residencies



1^{er}-29 juin, Paris
Festival et académie ManiFeste-2019 :
28 événements et 7 ateliers
Journée nationale de restitution des Ateliers
de la création



1^{er} juillet
Création de la filiale Ircam Amplify, sous forme
de SAS



© Patrick Berger, Artcompress

6-14 juillet, festival d'Aix-en-Provence
Création de l'opéra *Les mille endormis*
d'Adam Maor



© 两岸美术馆与蓬皮杜中心五年展陈项目

31 octobre-10 novembre, Shanghai
Ateliers du Forum au Conservatoire
de musique
Concerts d'inauguration du Centre Pompidou x
West Bund Museum Project



© Quentin Chevrrier

12-14 juin, Ircam
Colloque « Spectralismes », 2^e édition

17-22 juin, CENTQUATRE-Paris
Master class et concert de l'ensemble
ULYSSES



© Claire Gabry

28-29 juin, Philharmonie de Paris
Nouvelle production de l'opéra *Samstag aus
Licht* de Stockhausen avec Le Balcon



© Mamar Benranou

16-22 juillet, festival d'Avignon
Création de *Le reste vous le connaissez*
par le cinéma de Daniel Jeanneteau

6-7 septembre, Sorbonne Université
Colloque « EAA Spatial Audio Signal
Processing »

26-29 septembre, Athènes
Colloque et concerts « ImproTech »



© Brescia et Amisano - Teatro alla Scala

2-22 octobre, Scala de Milan
Reprise de l'opéra *Quartett*
de Luca Francesconi



© C-Lab

21-30 novembre, Taïwan
Signature d'un accord de coopération
(2020-2027) avec le C-LAB pour la constitution
du Taïwan Sound Lab et lancement du Sound
Festival « Diversonics »



© Hervé Veronèse, Centre Pompidou

13 décembre, Centre Pompidou (Paris),
ZKM (Karlsruhe) et Onassis Stegi (Athènes)
Concert *Atlas, a sound cartography of Europe*
(projet Interfaces)

En 2019, l'Ircam s'est doté d'une triple ambition. Accroître l'impact de ses actions programmatiques, en changeant d'échelle et d'adresses aux publics, dans l'esprit d'une action culturelle en extension ; établir les jalons d'une nouvelle politique internationale tournée vers le développement durable ; soutenir le renouveau de la recherche qui détermine l'orientation profonde de toutes les activités.

Le renouveau du socle de la recherche s'est inscrit dans le plan quinquennal de l'Unité Mixte de Recherche STMS, dans le positionnement plus stratégique du conseil scientifique, et par l'essor de l'intelligence artificielle au sein des équipes de recherche.

La politique internationale a trouvé un élan inédit avec le lancement du C-Lab au cœur de Taipei, lieu d'innovation culturelle, technologique, scientifique et sociale prenant pour modèle, l'Ircam du XXI^e siècle.

L'extension de l'impact sociétal consiste à rencontrer les problématiques cruciales du présent (ainsi « La Fabrique du vivant » au printemps 2019, thématique d'une exposition du Centre Pompidou comme du Forum Vertigo). Cet impact repose aussi sur la dissémination et la démocratisation des technologies en particulier par l'essor de la SAS Ircam Amplify et également sur la diversité des formes et des formats, des lieux et des dispositifs, en bref, des modes d'exposition des créations réalisées à l'Ircam.

EXTENSIONS DE L'IMPACT SOCIÉTAL DE L'IRCAM

L'accroissement de l'impact de l'Ircam consiste à renforcer la priorité de la *perception* en regard de la primauté habituelle de la *conception*. Une série de créations musicales a fait de la réinvention du dispositif d'écoute l'objet même de leur recherche : *Lullaby Experience*, concert-installation de Pascal Dusapin, élaboré en étroite collaboration avec les recherches sur la générativité à partir de bases de données, en l'occurrence des comptines postées par de nombreux participants ; *Lab.Oratorium*, oratorio et théâtre parlé et chanté de Philippe Manoury et Nicolas Stemmann, pour chœurs, acteurs, orchestre et électronique ; *Atlas*, une cartographie sonore de l'Europe conçue par un collectif d'artistes travaillant simultanément à Paris, Athènes et Karlsruhe. La même dynamique focalisée sur la perception sous-tend le vaste champ du design sonore, capable d'investir ou de requalifier des lieux appartenant à l'espace public ou privé (hôpital, musée, urbanisme sonore).

Cet impact consiste aussi à rencontrer des problématiques, ou des urgences, du présent. Ainsi modéliser, simuler ou manipuler le vivant dans l'exposition « La Fabrique du vivant » au Centre Pompidou comme dans le Forum Vertigo reliée à ces thématiques.

■ Le Forum Vertigo – « La Fabrique du vivant »

Du 27 au 30 mars, Centre Pompidou

vertigo2019.ircam.fr

Programmation générale : Hugues Vinet et Frank Madlener (Ircam) en collaboration avec Marie-Ange Brayer, Olivier Zeitoun et Jean-Max Colard (Centre Pompidou)

Avec le soutien de la DG Connect de la Commission européenne, dans le cadre de l'initiative STARTS (Science, Technology and the ARTS), de la Chaire arts & sciences de l'École polytechnique, de l'École nationale supérieure des arts décoratifs – PSL et de la Fondation Daniel et Nina Carasso.

En partenariat avec le cluster « Matters of Activity. Image Space Material » de l'université Humboldt de Berlin.

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 troisième édition, en lien avec l'exposition « La Fabrique du vivant » dans le cadre de Mutations / Créations, le Forum Vertigo, placé sous le thème éponyme, était consacré aux rapports entre création artistique et biotechnologies et a fait intervenir en 4 jours plus de 100 orateurs, artistes, chercheurs et acteurs de l'innovation.

Aujourd'hui, à l'ère numérique, la création artistique rencontre le domaine en pleine extension des sciences du vivant, les neurosciences, la biologie synthétique, les nanotechnologies. La notion de « vivant » se donne sous une forme d'artificialité inédite, entre l'inerte et l'animé, l'organique et le machinique, la matière et le numérique. L'utilisation, la programmation et l'exposition du vivant ouvrent de nouveaux questionnements. Ces questions ont été abordées au cours de deux journées dont l'une « Behavioral Matter – Composer avec le vivant » organisée en collaboration avec Samuel Bianchini, Manuelle Freire et Emanuele Quinz (EnsadLab/ université Paris sciences et lettres/ Chaire arts & sciences/ université Paris 8) et la seconde plus particulièrement consacrée aux artistes de l'exposition, autour des thèmes Ingénierie de la nature, Programmer le vivant, Modéliser le vivant : systèmes évolutifs et architecture bio-computationnelle, qui s'est achevée par un grand débat de société sur le thème « Manipuler le vivant » avec la généticienne Edith Heard, le philosophe Jean-Michel Besnier, le biologiste Denis Duboule, l'architecte Anouck Legende et Marc Roux, président de l'association transhumaniste de France.

Le Forum Vertigo a également comporté deux journées consacrées au programme STARTS Residencies (cf. page 18).



■ *Biotope*, dispositif acousmatique craintif

20 février-15 avril, Centre Pompidou, Galerie 4

Le compositeur Jean-Luc Hervé a conçu avec l'équipe Interaction son musique mouvement (ISMM) de l'Ircam-SMTS un biotope sonore et furtif pour l'exposition « La Fabrique du vivant ». Dissimulés au sein de la galerie, de petits « animaux sonores » réagissent à la présence humaine, s'affolent ou se taisent, pour ne reprendre leur chant que lorsque le calme est revenu. Par le caractère organique du dispositif, l'artiste a incité le visiteur à modifier son comportement vis-à-vis de son environnement. À travers l'écoute, c'est une attention renouvelée à ce qui nous entoure qui s'est construite. Du point de vue technologique, les développements effectués autour de l'environnement SoundWorks pour l'interaction musicale collaborative à partir de smartphones, basés sur le web audio et la communication réseau, ont été adaptés à l'occasion de cette exposition pour fonctionner sur des dispositifs matériels programmables plus économiques à base de Raspberry Pi. À l'automne, l'installation *Biotope* a été reprise au T2G – Théâtre de Gennevilliers pour la Nuit blanche 2019 ainsi qu'au musée Zadkine dans le cadre de l'exposition « Le Rêveur de la forêt » (27 septembre 2019 – 23 février 2020).

■ Le festival ManiFeste-2019

1^{er}-29 juin, Ircam, Centre Pompidou et salles partenaires (Philharmonie de Paris, CENTQUATRE-Paris, MC93 – Maison de la Culture de Seine-Denis, La Scala Paris, Radio France, T2G – Théâtre de Gennevilliers, etc.) *manifeste2019.ircam.fr*

Manifeste pour les arts du temps (musique, théâtre, danse, cinéma) et l'invention technologique, le festival de l'Ircam est le grand rendez-vous du Centre Pompidou dédié à la création et à l'émergence artistique.

ManiFeste-2019 a réuni plus de 150 artistes, ainsi que les jeunes stagiaires interprètes et compositeurs de son académie, venus des 5 continents. Au programme, 26 créations inédites dont celles de Simon Steen-Andersen, Pascal Dusapin, Philippe Manoury, Georgia Spiropoulos ou Januibe Tejera. Ces créations ont toutes intégré des dispositifs originaux qui élargissent l'exercice même du concert.

Les spectateurs-auditeurs-visiteurs ont suivi de façon assidue cette édition 2019, une fidélité jusqu'à la clôture consacrée à l'opéra *Samstag aus Licht* de Stockhausen revisité par Le Balcon. Le festival s'est focalisé sur l'univers de la musique spectrale, sur la reprise des œuvres de Ludovic Lagarde à la Maison de la Culture de Bobigny, sur le monde onirique du cinéaste Peter Tscherkassky. ManiFeste a permis aussi de redécouvrir ce qui constitue aujourd'hui un véritable répertoire contemporain : les œuvres d'Emmanuel Nunes, de Kaija Saariaho, de Giacinto Scelsi, ou encore de Iannis Xenakis.

■ De nombreux événements scientifiques

En complément de ses principaux moments forts – festival ManiFeste et Forum Vertigo –, le rayonnement des activités de l'Ircam s'est traduit en 2019 par l'organisation d'un ensemble conséquent d'événements publics :

- « Studio 5 en direct » : portes ouvertes thématiques plusieurs samedis après-midi dans l'année, faisant intervenir chercheurs, musiciens et réalisateurs en informatique musicale autour de présentations, démonstrations et conférences. 19 janvier : "Design sonore" ; 16 février : "Étudier à l'Ircam" ; 12 octobre : "La Synthèse sonore : nouvelles aventures" ; 14 décembre : "Les interactions musicales collectives et les nouveaux gestes".
- 22-23 mars : « Sciences du son en action : acoustique, physiologie et technologie en France ». Ce colloque a contribué au renouvellement des travaux en histoire des sciences, de la musique et des médias en mettant en lumière des contextes méconnus des pratiques scientifiques liées au son.
- 12-14 juin : « Spectralisms 2019 ». Deuxième édition du colloque « Spectralisms » qui s'est tenue à Paris dans le cadre de ManiFeste. Cet événement scientifique et musical a traité des multiples facettes du spectralisme, entendu au sens de toute musique qui tient compte de la structure acoustique des sons et des mécanismes de la perception auditive pour produire des formes, des timbres, des temporalités et des modes d'expression inédits.
- 22 juin : « Journée ACTOR » dans le cadre de ManiFeste consacrée aux recherches pluridisciplinaires de ce projet sur l'orchestration musicale.
- 5-9 septembre : « AI x Music » : première conférence internationale sur les liens entre intelligence artificielle et musique, organisée à l'occasion du Festival Ars Electronica à Linz et dont l'Ircam était partenaire.
- 6-7 septembre : « Spatial Audio Signal Processing » (SASP), congrès satellite de l'International Congress on Acoustics (ICA), organisé sous l'égide de la Société Française d'Acoustique et de l'European Acoustic Association en collaboration avec Sorbonne Université et l'université Ben Gourion, qui a accueilli une centaine de participants.
- 26-29 septembre : « Festival ImproTech Paris-Athènes » coorganisé par la Fondation Onassis et l'Ircam, performances et conférences autour de l'interaction improvisée et la créativité, faisant intervenir de nombreux chercheurs et improvisateurs.
- 9-11 octobre : coorganisation à Lisbonne de l'édition 2019 du colloque international « Tracking the Creative Process in Music » sur le suivi des processus créatifs en musique.
- 15-16 novembre : « Le son de l'Anthropocène ». Troisième édition à l'Ircam de ce séminaire international qui s'intéresse aux façons dont les mondes musicaux et les arts de la scène peuvent faire face aux défis écologiques.
- 28 et 29 novembre, les journées « Sound Design Days » qui ont réuni les communautés de design sonore industriel et de design sonore au cinéma.

■ Design sonore, de la conception à l'usage

Intégré en 1999 comme discipline émergente avec le soutien du ministère de la Culture à l'Ircam, 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 composantes à la fois fonctionnelle et esthétique. Alors que la composition musicale pour le concert se concentre principalement sur les aspects de conception, les différentes formes de production sonore vouées à se déployer dans l'univers ordinaire se doivent d'intégrer explicitement les modalités de réception, ou plus globalement d'usage. Les projets récents dans ce domaine se multiplient sous diverses formes, à la fois dans les secteurs de l'automobile et des transports (collaboration pluriannuelle avec Renault, actuellement sur le son dans l'habitacle de la voiture autonome), du luxe (poursuite de la collaboration avec Krug autour d'une thèse sur la synesthésie goût/écoute), du milieu hospitalier (nouvelle collaboration avec l'hôpital Sainte-Anne, 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 (cf. installation *Biotope* au Centre Pompidou) ou des situations d'interaction musicale, notamment en contexte collectif. Sur ce dernier thème, le lancement en 2019 du projet ANR ELEMENT coordonné par l'équipe ISMM vise à constituer des connaissances sur les conditions de l'apprentissage humain des interfaces gestuelles et expressives.

L'organisation de ces activités a connu en 2019 plusieurs changements importants, avec la nomination de Nicolas Misdariis comme responsable de l'équipe Perception et design sonores (PDS) et les premiers travaux, dans le cadre du département Production, d'un atelier Design regroupant plusieurs designers professionnels et destiné à répondre aux sollicitations de nos partenaires privés pour les aspects de production. Ces activités relèvent de l'une des lignes d'action de la nouvelle filiale Ircam Amplify – le son comme environnement – qui a donné lieu en 2019 à plusieurs collaborations dans ce domaine : pour le paddock (village de marques) de la Fondation Fiminco à Romainville, pour MK2 en vue de l'audio 3D, pour l'identité sonore de Sorbonne Université. Sur le plan scientifique, le projet initie un nouvel axe de recherche visant à confronter la spécificité du design sonore au champ des recherches en design et plus largement des recherches en art. Une étude a ainsi été menée dans l'année, en collaboration entre les équipes Analyse des pratiques musicales (APM) et PDS, sur l'analyse des pratiques en design sonore, visant à en identifier les acteurs et modalités opératoires. Ce nouveau projet s'appuie par ailleurs sur de récentes méthodes de corrélation inverse pour la caractérisation sémantique des sons et l'établissement d'un lexique sonore. Il s'est traduit en 2019 par le perfectionnement/développement d'outils spécifiques : extensions de l'outil SpeaK fournissant un lexique descriptif du sonore s'appuyant sur une base d'exemples prototypiques, développement sous forme de module Ircam Live de l'application SkataRT issue du projet européen Skat-VG et destinée à la production d'esquisses sonores tirées d'une base de données de fragments à partir d'un exemple vocal ou sonore. L'organisation à l'Ircam, les 28 et 29 novembre, des journées Sound Design Days réunissant les communautés des designers sonores, dans différents secteurs d'activités dont le cinéma et l'automobile, a été l'occasion de présenter ces premiers aboutissements en les confrontant aux pratiques professionnelles.

■ **Création de la filiale commerciale Ircam Amplify**



Dans la continuité des actions menées en 2018 avec le soutien du ministère de la Culture dans le cadre de l'AMI Culture Patrimoine et Digital du Programme d'Investissement d'Avenir (PIA), Nathalie Birocheau, recrutée fin 2018 en tant que CEO, a poursuivi en lien étroit avec la direction de l'Ircam le montage de la société Ircam Amplify, qui a abouti en juillet au dépôt de ses statuts en tant que SAS, en définissant ses activités selon trois lignes d'action :

- le son dans les interfaces homme-machine (transformation, synthèse et traitement de la voix)
- le son comme environnement (design sonore, écoute immersive)
- le son comme data (indexation, recommandation musicale)

Les activités de l'année ont principalement porté sur la constitution de l'apport en capital avec la consolidation de l'apport de l'Ircam et de nombreux échanges avec des investisseurs institutionnels et privés, sur la reprise des activités existantes de valorisation industrielle et sur le développement de nouvelles activités, en particulier prestations de design sonore s'appuyant sur l'atelier Design récemment constitué et de nouvelles collaborations et licences industrielles. Des comités de pilotage et de suivi ont été constitués pour assurer la coordination régulière des activités avec les directions concernées, le département IMR (Innovation et moyens de la recherche) étant en charge de la coordination opérationnelle des activités d'Ircam Amplify avec l'Ircam et notamment l'UMR STMS.

STRATÉGIE DE DÉVELOPPEMENT INTERNATIONAL

L'Ircam s'est toujours positionné sur un niveau international dans l'ensemble de ses activités : artistiques, par les tournées et coproductions, scientifiques, par les consortiums de recherche licences industrielles, et également pour la pédagogie et la transmission, notamment par les « Forum hors les murs » et les formations attirant des étudiants de tous les continents. En 2019, l'Ircam s'est engagé dans une ingénierie culturelle inédite, sollicité par le ministère de la Culture de Taïwan et la structure C-Lab, afin d'aider à l'émergence d'un lieu très vaste, installé au cœur de la capitale Taipei.

■ Fondation du C-Lab à Taïwan



© C-Lab

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 souhaité par le ministère de la Culture de Taïwan, le C-Lab, l'expertise de l'Ircam a été sollicitée pour assister l'équipe de préfiguration dans ses choix organisationnels et stratégiques, notamment en lien avec le Taïwan Sound Lab. Cette expertise se fonde sur l'expérience organisationnelle et programmatique propre à l'Ircam, articulant production et diffusion culturelles avec recherche et technologies de pointe. L'Ircam s'est ainsi engagé pour la première fois dans un projet d'ingénierie culturelle avec le défi de transmettre et d'adapter son modèle, né au xx^e siècle à Paris avec un rayonnement européen, dans un contexte institutionnel et culturel tout autre, celui de Taipei et de l'Asie au xxi^e siècle. Suite à la signature d'un protocole d'accord fin 2018, l'Ircam a mené au cours de l'année 2019, en coordination étroite avec l'équipe du C-Lab, un ensemble d'études. Celles-ci se sont traduites par la remise d'un rapport de préconisations organisationnelles et programmatiques, à l'occasion de la première édition du Sound Festival qui s'est ouvert à Taipei le 22 novembre 2019 sous le thème « Diversonics ».



© C-Lab

Cet événement a marqué l'annonce publique de ce partenariat, avec la signature d'un accord de coopération culturelle avec le C-Lab pour huit ans (2020-2027). Ambitieux, cet accord concerne aussi bien l'univers de la création musicale que des arts sonores.

Le programme de coopération et d'échange entre l'Ircam et le C-Lab traverse trois grands domaines :

- la création en lien avec l'innovation technologique : résidences de recherche artistique, biennale Sound Festival, coproductions entre Paris et Taipei
- la recherche : constitution d'un réseau international intégrant des laboratoires et des universités, focus technologiques thématiques (la spatialisation, l'immersion 3D, etc.)
- l'éducation : des formations pour les professionnels de l'action culturelle à destination de tous les publics

Dans le cadre du C-Lab Sound Festival, plusieurs œuvres et installations multimédias du répertoire très récent de l'Ircam ont été jouées pour la première fois à Taïwan au regard d'œuvres taïwanaises, dans un esprit exploratoire et participatif, dévoilant la création sonore dans toute sa diversité.

■ Shanghai : Ateliers Forum et inauguration du Centre Pompidou x West Bund

L'organisation d'Ateliers Forum hors les murs à Shanghai a été conçue en synergie avec celle des événements d'inauguration du Centre Pompidou x West Bund Museum Project. Acteur incontournable de la pluridisciplinarité du Centre Pompidou, l'Ircam a activement participé à l'aventure du Centre Pompidou à Shanghai en proposant dès son ouverture une programmation musicale exigeante, pensée pour et avec les artistes et les publics locaux. Deux concerts ont ainsi été organisés avec les jeunes musiciens du Conservatoire de musique de Shanghai après qu'ils eurent été formés à l'interprétation du répertoire électronique de l'Ircam lors d'une master class encadrée par son équipe pédagogique. En outre, une œuvre électroacoustique spatialisée de Jonathan Harvey a permis de révéler l'acoustique du lieu de l'Atrium, lors de l'inauguration officielle.

Le partenariat entre l'Ircam et le Conservatoire de musique s'est également concrétisé à travers l'organisation des Ateliers du Forum hors les murs à Shanghai qui a réuni, du 31 octobre au 2 novembre, 187 participants – utilisateurs des logiciels de l'Ircam et membres de la communauté de la recherche musicale chinoise – pendant 3 jours ayant comporté 19 conférences et 20 workshops et démonstrations.

■ Renouveau du Forum Ircam

Communauté internationale d'artistes, designers, enseignants et chercheurs réunis autour des technologies de l'Ircam, le Forum Ircam a connu en 2019 d'importantes évolutions. Celles-ci ont concerné d'une part son offre commerciale regroupée autour de deux catégories principales (premium individuel et institutionnel) et ouvrant un accès gratuit à l'ensemble de ses bibliothèques logicielles pour le logiciel Max; d'autre part l'aboutissement d'un chantier de réécriture et d'extension de sa plateforme web donnant accès à des nouvelles fonctions de publications (articles, logiciels) et de fils de discussion thématiques. Principal rendez-vous annuel de sa communauté en complément du Forum hors les murs à l'étranger (cf. Shanghai supra), les Ateliers Forum parisiens se sont tenus à l'Ircam du 26 au 29 mars et ont accueilli plus de 300 participants en provenance du monde entier en leur proposant une soixantaine d'interventions.

■ Programme européen STARTS Residencies



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 dans son ampleur et dans les nouvelles formes de collaboration qu'il promeut entre artistes et chercheurs qui ont donné lieu à l'établissement d'un cadre méthodologique original. Celui-ci, qui concerne l'organisation des appels à candidatures et le suivi des résidences, a fait l'objet de plusieurs communications et publications en 2019, notamment au SIGGRAPH et à l'occasion de la production de sa brochure. La sélection est organisée en trois appels annuels et les travaux des lauréats du second appel ont été présentés au public en mars à l'occasion de l'édition 2019 du Forum Vertigo (cf. page 11), au cours de laquelle les lauréats de son dernier appel, qui avait connu un doublement des candidatures, ont été annoncés parmi divers événements ayant comporté plusieurs tables rondes et sessions participatives. Le projet connaît un rayonnement croissant et, outre le suivi et la diffusion de ses 45 résidences désormais toutes démarrées, les activités ont été consacrées à la préparation de l'événement final du projet au premier trimestre de 2020. Les travaux de l'Ircam dans le cadre de STARTS se poursuivent en lien avec le nouveau projet H2020 STARTS Ecosystem démarré en avril et qui coordonne l'ensemble de la communauté STARTS : l'Ircam y est en charge, dans la continuité de Vertigo, du développement de la plateforme web starts.eu. Celle-ci a été utilisée par les nouveaux projets « Lighthouse » STARTS MindSpaces et Re-Fream pour leurs appels à résidences artistiques. L'expertise de l'Ircam, développée dans le cadre de STARTS, a également été sollicitée en 2019 pour sa participation à la soumission à l'appel DT-ICT-05-2020 du projet MediaFutures organisant l'innovation technologique dans le domaine des big data pour les médias, en particulier par la constitution d'équipes croisant startups et artistes.



Performance participative de sensibilisation à la pollution atmosphérique menée par l'artiste Ling Tan, résidence Pollution Explorers © Hervé Véronèse, Centre Pompidou



Allocution d'ouverture de la table ronde finale des journées STARTS Residencies par Serge Lasvignes, président du Centre Pompidou, en présence de Pierre J. Magistretti (président de l'organisation internationale de recherche sur le cerveau), Silvio Napoli (président du groupe Schindler), Liza Przioda (Project Innovation Management Global, Bosch), Annelieck Sijbrandij (fondatrice et présidente du Verbier Art Summit), Nicolas Henchoz (directeur de l'EPFL+ECAL LAB) © Hervé Véronèse, Centre Pompidou

■ Succès des projets européens ABC_DJ et iMuSciCA

L'année 2019 a également vu l'achèvement des projets européens ABC_DJ et iMuSciCA qui ont tous deux reçu une évaluation très positive de la Commission européenne avec des retombées dans plusieurs domaines d'activités. ABC_DJ était consacré à l'application de technologies d'indexation musicale à destination des designers en charge de « sound branding », c'est-à-dire du choix de morceaux de musique pour des marques commerciales (publicité, diffusion musicale en magasins, etc.) Ce projet dans lequel l'Ircam était l'un des principaux partenaires technologiques ouvre un nouveau champ d'application à ses recherches en indexation musicale qui se traduit dès 2020 par un contrat de licence dans ce domaine. iMuSciCA avait pour finalité le développement d'une nouvelle approche pédagogique dans l'enseignement secondaire fondée sur des apports pluridisciplinaires croisant notamment physique, mathématiques et arts sous la forme de situations expérimentales. L'apport de l'Ircam s'y est traduit par l'adaptation sous forme web audio de logiciels existants (Modalys, Snail) et le développement d'un système de contrôle actif donnant accès dans le cadre des scénarios pédagogiques à la manipulation d'instruments de musique virtuels et réels et à une visualisation intuitive des signaux sonores. Une partie de ces développements a d'ores et déjà fait l'objet de licences industrielles et de nouvelles opportunités de collaboration ont été identifiées.

■ **ULYSSES, un ensemble européen coordonné par l'Ircam dans le cadre de son académie**

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 en dirigeant ses efforts vers les jeunes interprètes – toujours dans le domaine de la musique d'aujourd'hui. En 2019, l'Ensemble ULYSSES a bénéficié du compagnonnage des solistes de l'Ensemble intercontemporain, sous la direction de Matthias Pintscher, dans du répertoire de la musique mixte ainsi *Joy* de Magnus Lindberg.

■ **L'Ircam s'expose à l'international, lors des plus grands rendez-vous de la création**

Soutenant la diversité de productions artistiques échappant à la standardisation culturelle, l'Ircam porte l'esprit de l'expérimentation sur les grandes scènes internationales. Ses créations récentes sont reprises par de prestigieux partenaires qui participent ainsi à la constitution et au rayonnement d'un nouveau répertoire contemporain. En 2019, l'opéra *Quartett* de Luca Francesconi est joué La Scala de Milan ; *Thinking Things*, le théâtre musical de Georges Aperghis pour un quatuor humain et un robot, à la Biennale de Venise et au festival Automne de Varsovie ; le quatuor *Hidden* de Chaya Czernowin à Los Angeles ; ou encore la performance collective *Opus* de Matteo Franceschini et *1024 architecture* à Taipei, en plein air, etc.

Les pièces phares du festival ManiFeste-2019 ont été créées dans le cadre d'une ambitieuse politique de coproductions hors les murs avant de venir à Paris :

- *Lullaby Experience*, l'expérience participative proposée par Pascal Dusapin et composée à partir de comptines recueillies dans le monde entier, à Francfort avec l'Ensemble Modern
- *Lab.Oratorium*, l'épopée vocale de Philippe Manoury sur la tragédie des migrants en Europe, aux philharmonies de Cologne et de Hambourg
- *EROR (The Pianist)* de Georgia Spiropoulos, une pièce elle aussi engagée dans les tumultes de la crise européenne, à la Fondation Onassis d'Athènes

RENOUVELLEMENT DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE

■ Nouveau cycle quinquennal pour l'UMR STMS

L'année 2019 marque le début pour l'UMR STMS d'une nouvelle période quinquennale 2019-2023 sous la direction, effective depuis 2018, de Brigitte d'Andréa-Novel, professeure à Sorbonne Université et la direction adjointe de Jean-Louis Giavitto, directeur de recherche au CNRS. Cette unité mixte de recherche, que l'Ircam héberge en tant que tutelle principale en collaboration avec le CNRS, Sorbonne Université et le ministère de la Culture, bénéficie d'un fort soutien de ses tutelles pour mener à bien le projet scientifique relatif à ce nouveau cycle d'activité qui se structure selon trois axes transversaux :

- *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

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.

L'excellence du laboratoire s'est traduite en 2019 par l'obtention de trois prix :

- José-Miguel Fernandez, doctorant en composition dans l'équipe Représentations musicales (RepMus), a obtenu le Best Paper Award de l'International Computer Music Conference pour ses travaux autour de «AntesCollider», implémentation de processus dynamiques temps réel d'Antescofo dans l'environnement SuperCollider
- Benjamin Matuszewski, chercheur dans l'équipe ISMM, a reçu le Best Paper Award à la Web Audio Conference 2019 pour son article : «Soundworks – A Framework for Networked Music Systems on the Web – State of Affairs and New Developments»
- Marion Voillot, doctorante dans l'équipe ISMM (en collaboration avec le CRI-Paris, université Paris-Descartes) a reçu le prix le « Vie & Société » du concours international Design sonore.

■ Renouveau 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 avait été instruite au cours de l'année 2018 en dialogue avec son président Gérard Berry et validée au conseil d'administration de l'Ircam. Dans une configuration sensiblement renouvelée (avec 9 nouveaux membres dont 4 femmes ainsi que la participation d'experts extérieurs), la session du conseil scientifique qui s'est tenue les 8 et 9 janvier 2019 a été consacrée à deux thèmes principaux particulièrement d'actualité dans la prospective de recherche : l'intelligence artificielle et le design sonore. Les travaux des différentes équipes relativement à ces deux thèmes ont été présentés sous diverses formes, débattus et mis en perspective avec des keynotes d'invités prestigieux : Yann Le Cun (Facebook) pour l'intelligence artificielle et Nicolas Henchoz (EPFL+ECAL Lab) pour le design. Les échanges se sont poursuivis, après la session et la production du rapport de synthèse du conseil scientifique, avec l'élaboration par la direction du laboratoire de synthèses stratégiques sur les deux thèmes.

■ Nouvelle organisation du département Interfaces Recherche/Création

La coordination transversale entre les activités de recherche et de création de l'Ircam était incarnée au cours des dernières années par le département Interfaces Recherche/Création (IRC) autour de deux axes principaux, d'une part la recherche musicale, englobant l'organisation des résidences artistiques, des journées Méridien, des unités projet innovation (UPI) et des groupes de travail thématiques, d'autre part le Forum Ircam, assurant la diffusion des technologies issues du laboratoire auprès de la communauté internationale via son site forum.ircam.fr et l'organisation d'Ateliers Forum à l'Ircam et hors les murs.

À l'automne 2019, les activités du département IRC ont été réorganisées et redistribuées entre l'UMR STMS et le département IMR. L'objectif de cette réorganisation porte d'une part sur les enjeux de la recherche musicale, désormais intégrée à STMS, en vue de favoriser le développement des résidences artistiques au plus près du laboratoire afin de mieux coupler les propositions artistiques avec les problématiques de recherche et de permettre une meilleure pérennisation des travaux effectués sur le long terme ; d'autre part, la prise en charge des activités du Forum par le département IMR vise à mieux coordonner la diffusion de l'offre technologique issue du laboratoire auprès des différentes cibles d'utilisateurs (communauté artistique et académique pour le Forum, industrie pour la nouvelle filiale Ircam Amplify) et à développer les collaborations institutionnelles à l'international, dans la lignée de la collaboration en cours avec le C-Lab à Taipei (cf. page 16) qui avait été initiée par l'organisation d'Ateliers Forum hors les murs.

Ces changements organisationnels étant intervenus en fin d'année, leurs conséquences en termes d'activités seront effectives à partir de l'année 2020.

■ Essor de l'intelligence artificielle dans le laboratoire

L'Ircam est impliqué depuis de nombreuses années dans des recherches faisant intervenir des techniques d'intelligence artificielle sous diverses formes : 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 est particulièrement vrai de 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 vocale, ou de calcul automatisé de fonctions binaurales –, de nouvelles recherches ont été lancées sur le sujet. Ainsi, l'essentiel des recherches de l'équipe Analyse et synthèse des sons a été réorienté dans ce sens, avec notamment des résultats améliorant les performances existantes sur l'estimation de fréquence fondamentale et des positions d'impulsions glottiques, en MIR sur les structures musicales et la détection/séparation de voix avec l'achèvement de la thèse d'Alice Cohen-Hadria et sur la synthèse de textures sonores avec la soutenance de la thèse d'Hugo Caracalla. Le projet ANR ARS sur l'analyse et la transformation du style de chant, le projet MoVE en collaboration avec PSA sur la transformation émotionnelle de voix soutenu par la Région Île-de-France et plusieurs financements de thèses et contrats industriels ont été obtenus, constituant une masse critique de recherches dans ce domaine pour les années à venir. De même, l'obtention par l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs (EAC) du projet ANR Haikus ouvre des perspectives ambitieuses pour aborder par l'analyse de données plusieurs verrous importants des recherches en spatialisation sonore.

Dans l'équipe RepMus, les recherches en IA sont investies sur les problématiques de générativité/créativité à travers les nouveaux espaces reliant signal et symbole, avec l'aboutissement des thèses d'Axel Chemla-Romeu-Santos sur les espaces latents de timbres, de Léopold Crestel sur l'orchestration à partir de parties de piano et la diffusion du nouveau logiciel d'aide à l'orchestration Orchidea. Plusieurs projets importants et financements de thèses ont été également obtenus, en particulier ACIDTEAM soutenu par la Ville de Paris visant la constitution d'une thématique ACIDS (*Artificial Creative Intelligence and Data Science*) et le projet ANR MERCI sur la cocréativité humain-machine dans le contexte de l'improvisation avec la startup HyVibe. Le projet REACH, portant aussi sur ces questions de cocréativité, a été soumis par Gérard Assayag dans le cadre du programme ERC-Advanced. L'intégration à partir de 2019, grâce au soutien du CNRS, du projet ERC-Advanced d'Elaine Chew ouvre dans le laboratoire un nouveau champ d'études pluridisciplinaires sur l'analyse et la modélisation de l'interprétation, en lien avec les processus physiologiques.

LES MOYENS FINANCIERS

BUDGET DE L'IRCAM 2019 (EN K€)

Fonctionnement			
Dépenses		Recettes	
Personnel	7 312	Subvention de l'État	6 196
Autres charges	5 001	Subvention recherche (ANR Europe)	2 628
Excédent exercice	640	Prestations de service	1 198
		Partenariat & mécénat	184
		Prestations en nature du CP	978
		Autres produits	669
		Produits exceptionnels	1 100
Total	12 953		12 953

Équipement			
Dépenses		Recettes	
Insuffisance d'autofinancement	0	Capacité d'autofinancement	1 135
Matériel audiovisuel	88	Subvention de l'État	315
Matériel informatique	171	Subvention sur projets	86
Immobilisations financières	1 107	Prélèvement en fonds de roulement	0
Apport en fonds de roulement	171		
Total	1 537		1 537

Le budget 2019 de l'Ircam s'établit à 12.953 k€ pour son fonctionnement et à 1.537 k€ pour les investissements. L'exercice présente un excédent de 640 k€ qui a pour origine la création d'une filiale.

■ Un résultat exceptionnel par la création d'une filiale de commercialisation

Ircam Amplify SAS le 24 juin 2019

Cette filiale commerciale s'appuie sur l'activité technologique de l'Ircam et a pour vocation d'accroître la valorisation existante et surtout de créer et développer des adaptations spécifiques. La filialisation vise à associer d'autres actionnaires aux côtés de l'Ircam qui permettront ainsi de financer l'accélération des développements. Cette augmentation de capital a abouti le 6 avril 2020.

En 2019, l'Ircam a fait apport à la société à la fois de son portefeuille de contrats de licence et de commercialisation, conclus avec des sociétés tierces, et des titres immobilisés qu'elle détenait dans trois sociétés créées les dernières années par d'anciens chercheurs partis de l'Ircam.

Ces apports ont été évalués à leur valeur réelle estimée à 1.100.000 € et confirmée par le commissaire aux apports. Ils se décomposent pour un montant de 800.000 € en apport de contrats de licence et pour un montant de 300.000 € en apport de titres immobilisés.

Les contrats, pour concéder une licence sur un logiciel, ont été apportés à leur valeur réelle. Les contrats, pour réaliser des partenariats en vue de mettre au point et faire commercialiser des logiciels spécifiques, ont été évalués selon la méthode de l'actualisation des flux prévisionnels de trésorerie sur les cinq prochaines années.

Les titres immobilisés apportés ont été évalués à leur valeur de marché notamment des dernières augmentations de capital des sociétés.

L'Ircam conserve à sa charge les activités effectuées dans le cadre de la maintenance (incluant des activités de recherche, développement et maintenance technique) des contrats de licence ainsi transférés à Ircam Amplify.

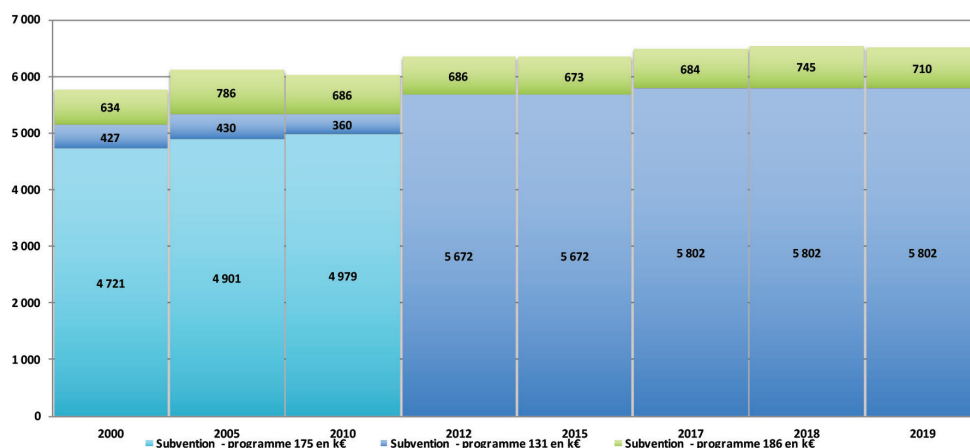
Une provision pour charge à hauteur de 494.790 € a été comptabilisée et correspond aux travaux à réaliser sur les différents produits avec le temps prévisionnel consacré par le personnel Ircam pour assurer cette mission.

■ Une relation contractuelle claire entre l'Ircam et sa filiale a été mise en place

L'Ircam met ainsi à disposition des technologies et savoirs via un contrat de licence au bénéfice de la filiale avec un montant annuel plancher équivalent au retour existant des exercices passés et permettant d'assurer une stabilité du financement de la recherche.

D'autre part, la filiale est le pilote dans son marché et l'Ircam intervient comme sous-traitant dans ses champs de compétences.

■ La situation structurelle de l'institut toujours très fragile : une subvention étale depuis 19 ans



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 lui permettant in fine d'équilibrer ses comptes.

La subvention est étale depuis 19 ans. La réduction du pouvoir d'achat de la subvention fragilise tout l'écosystème de l'Ircam

Par ailleurs, jusqu'au second semestre 2021, en raison des travaux de désamiantage de l'Espace de Projection, les activités publiques de l'Ircam se déroulent 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.

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

Ces financements sont de 41,40 % du budget résultat exceptionnel compris, soit de 35,97 % hors exceptionnel (contre 35,09 % du budget en 2018).

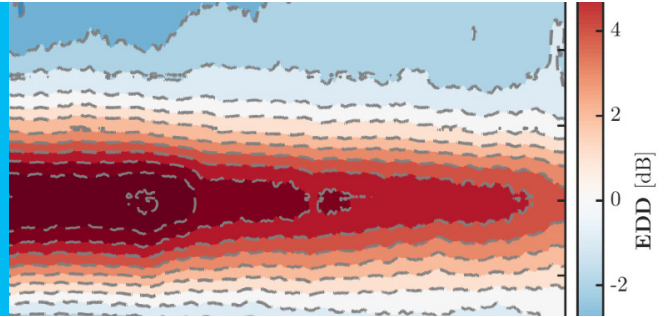
Les financements européens dont bénéficie l'Ircam pour la création et la diffusion artistique (projets Vertigo, Ulysses, Interfaces) contribuent fortement à la réalisation des missions de l'institut. Ces projets sont échus en 2020 et l'institut participe à de nouveaux appels à projets dont le succès permettra d'assurer l'équilibre financier.

Le mécénat et le partenariat représentent 183 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 de projets ambitieux.

■ **Événement postérieur à la clôture : la crise du coronavirus 2019 et le confinement en France**

La crise sanitaire a des effets importants pour l'Ircam qui a ainsi recours au télétravail depuis le 17 mars 2020, au congé maladie et au chômage partiel à partir d'avril 2020. Le chantier de l'Espace de Projection a été interrompu – ce qui signifie un retard pour le retour à son utilisation, prévue fin 2021. Les programmes européens n'ont apparemment pas été impactés, à ce jour. En revanche, l'annulation de programmes artistiques/tournées et diffusions entraînent des pertes directes pour l'Ircam ainsi que des pertes indirectes pour les compagnies et les intermittents. Ces pertes, combinées à l'absence de mesure de dégel, à ce jour, du programme 131 (passé de 3 % à 4 % au titre de 2020), rendent la position de l'Ircam très fragile. Il est essentiel dans ce contexte d'obtenir le dégel.

2



UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE STMS

L'ACTIVITÉ RECHERCHE

LES TUTELLES SCIENTIFIQUES DE L'UMR STMS



ircam
Centre
Pompidou



www.stms-lab.fr

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

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 2019 à décembre 2023. La nouvelle convention d'UMR est en cours de finalisation.

Directrice : Brigitte d'Andréa-Novel

Directeur adjoint : Jean-Louis Giavitto

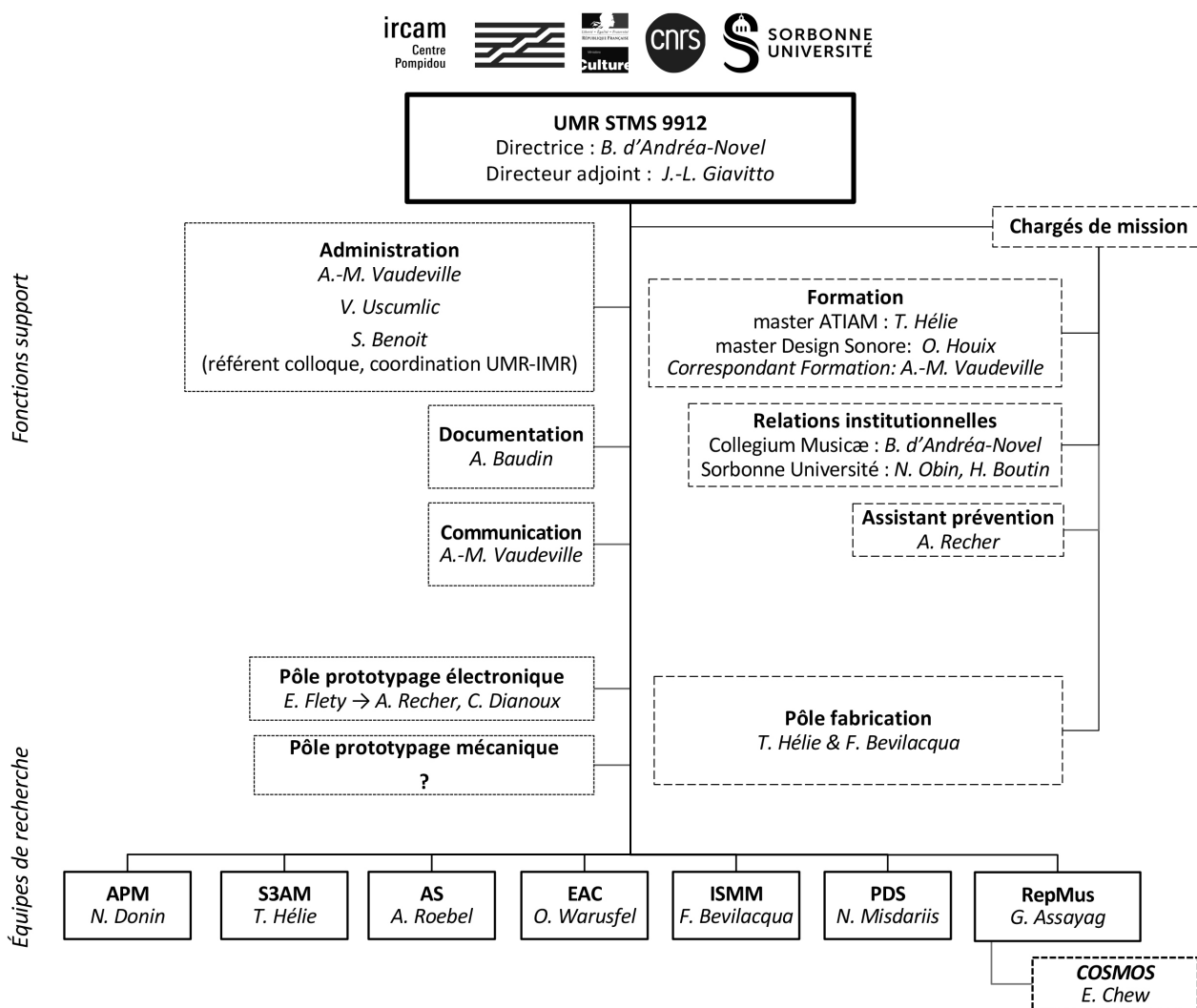
Durant ce nouveau quinquennal, les recherches s'articulent autour de trois thèmes :

- l'atelier du son
- le corps musicien
- les dynamiques créatives

et s'organisent en sept équipes :

- 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 sonores
- RepMus : Représentations musicales
- S3AM : Systèmes et Signaux Sonores : Audio/Acoustique, instruMents

avec le support du Pôle ingénierie et prototypes et du Pôle mécanique.



ÉQUIPE ANALYSE DES PRATIQUES MUSICALES

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques	Collaborations artistiques
Chercheurs et ingénieurs statutaires	5	Reuves à comité de lecture	10	Nationaux et régionaux ANR JCJC LabEx CAP	2	Bärenreiter Éditions RTP SON:S, Centre de Recherches sur les Arts et le Langage (EHESS-CNRS) Circuit Musiques Contemporaines (Presses Universitaires de Montréal) CIRMMT (McGill Univ. Montreal) Faculty of Music, Oxford Univ. Rencontres Recherche et Création (ANR & Festival d'Avignon) HEM Genève SOMBY Lab (CEU Budapest) Nova Universidade, Lisbonne	Umlaut Quintet ONCEIM B. Denzler J.-L. Guionnet Collectif Nothing : A. Agostini D. Ghisi E. Maestri A. Sarto Ensemble Le Balcon
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	7	Conférences avec comité de sélection	6	Internationaux SSHRC Actor	1		
Doctorants	0	Ouvrages et chapitres	7	Contrats industriels	0		
		Thèses de doctorat et HDR	0				

Responsable : Nicolas Donin

Chercheurs statutaires (4) : Clément Canonne (CNRS),

Laurent Feneyrou (CNRS), François-Xavier Féron (CNRS),

Fanny Gribenski (CNRS)

Chercheurs non statutaires (associés, post-docs), chercheurs invités

(7) : Alain Bonardi (U. Paris VIII), Louise Goupil, Annelies Fryberger

(labex CAP), Emmanuelle Majeau-Bettez (McGill), Louisa Martin-

Chevalier (labex CAP), Pierre Saint-Germier, Laura Zattra

■ Improvisation Musicale et Action Collective

Le projet MICA (« Musical Improvisation and Collective Action », ANR JCJC, mars 2018-février 2021) a pour objectif de mieux connaître les mécanismes de l'agir collectif en faisant réagir, les uns sur les autres, des théories de l'action conjointe (en philosophie et sciences cognitives) et des situations d'improvisation musicale (particulièrement l'improvisation collective libre).

Apprendre à improviser ensemble

Ce premier axe du projet MICA vise à comprendre sur quelles compétences et quels apprentissages plus ou moins implicites repose la pratique de l'improvisation collective libre. Une observation participante a été menée par Louise Goupil et Pierre Saint-Germier lors d'un workshop d'improvisation organisé par le festival Météo à Mulhouse (août 2018). Il en ressort une grande diversité dans les postures des enseignants sur ce qui fait le cœur de la pratique d'improvisation (écoute vs génération ; individualisme vs holisme ; etc.)

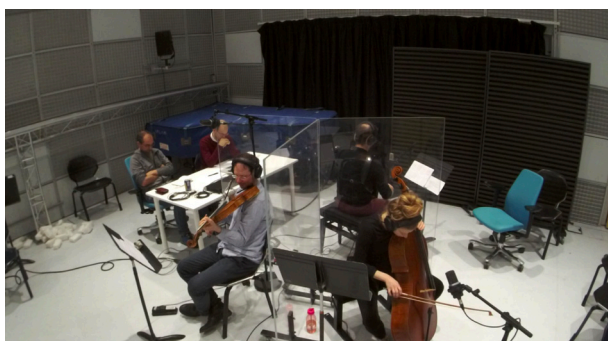
et dans les exercices de jeu mis en place. Ce travail a donné lieu à une présentation lors du séminaire « Improvisation et composition musicales » à l'EHESS en février 2019.

Observer, mesurer et analyser les interactions musicales

Pour l'année 2019, les travaux pour cet axe du projet MICA ont essentiellement consisté en la réalisation d'une expérience avec, d'une part, seize musiciens de l'Orchestre des Nouvelles Créations, Expérimentations et Improvisations Musicales (ONCEIM), et, d'autre part, un quartet de musiciens (Pierre-Antoine Badaroux, Antonin Gerbal, Ève Risser et Joris Rühl) issu du collectif Umlaut. Il s'agissait de mieux comprendre comment la taille du groupe influe sur la manière dont les musiciens interagissent et sur la nature de l'expérience musicale vécue. Pour ce faire, les musiciens ont improvisé pour une durée de 20 minutes, avant de procéder à deux réécoutes de leur performance : lors de la première réécoute, les musiciens étaient munis d'un *slider* digital avec lequel ils pouvaient indiquer en continu quelle était leur posture par rapport au reste du groupe, sur un axe allant de « je cherche plutôt à changer la musique du groupe » à « je cherche plutôt à prolonger la musique du groupe » ; lors de la deuxième réécoute, faite par blocs, les musiciens devaient répondre à un questionnaire visant à reconstruire certains aspects de leur expérience phénoménologique (force agentielle, identité agentielle, degrés d'absorption et d'intégration, etc.). Ces données sont en cours d'analyse.

Improvisation collective et cognition sociale

Les efforts du projet MICA se sont ici déployés à la fois sur le terrain empirique et dans le champ théorique. Du côté empirique, une expérience de grande ampleur a été réalisée (enregistrement de plus de 10 heures d'improvisations en studio) visant à mettre en évidence le rôle joué par les objectifs partagés dans les actions conjointes improvisées. Une hypothèse voudrait en effet que la coordination dans ce type d'action s'explique uniquement par des processus sub-personnels de type entraînement, boucles d'action-perception, affordances partagées, *mimicry*, etc. Sans nier l'importance de ces mécanismes, notre étude a permis de montrer : 1. Que des objectifs partagés pouvaient émerger spontanément dans le cours d'une action improvisée ; 2. Que ces objectifs partagés impactaient favorablement la coordination des improvisateurs ; 3. Que les improvisateurs recouraient à certaines stratégies de signalement afin de favoriser la propagation d'un objectif donné au reste du groupe. Du côté théorique, un large travail de synthèse de la littérature psychologique, philosophique et musicologique sur la coordination et l'improvisation a été conduit, débouchant notamment sur la proposition d'un modèle intégratif permettant de rendre compte de la coordination dans les actions conjointes improvisées.



Dispositif expérimental de MICA © Cédric Camier

■ Instruments et outils

Lutherie, hacking, instrument

Baptiste Bacot et Clément Canonne ont dirigé un numéro de la revue *Volume!* faisant suite au colloque international organisé au Musée du Quai Branly fin 2017. Ce numéro se propose d'examiner quelques-uns des points de contact entre musique et *hacking*. Ce mouvement, d'abord étroitement lié à l'émergence des laboratoires de *computer science* dans les universités américaines, touche aujourd'hui de très nombreuses sphères de l'activité humaine, parfois sans rapport avec les technologies de l'information et de la communication. La musique offre ainsi un espace théorique et pratique permettant de questionner les attributs du *hacking* et d'en cerner les effets qui s'observent, entre autres, dans les conceptions esthétiques ou organologiques des musiciens, ainsi que dans leurs discours ou leurs modes d'appartenance à des communautés musicales.

Documentation des musiques mixtes

Notre collaboration avec le département PAC (Pédagogie et Action Culturelle) et le Pôle web se poursuit et s'est renforcée en 2019, François-Xavier Féron étant devenu co-éditeur avec Alain Bonardi de la base de données *Analyses* (<http://brahms.ircam.fr/analyses/>) qui vise à documenter les œuvres mixtes phares du répertoire de l'Ircam. Une nouvelle charte d'édition a été établie et un travail de refonte des anciennes analyses a débuté dans un souci d'excellence éditoriale.

Indépendamment des contributions éditoriales à *Analyses*, F.-X. Féron a suivi durant une année la production de l'œuvre *EROR (The Pianist)* de Georgia Spiropoulos, « fantasmagorie » pour piano improvisé, électronique temps réel, animation vidéo et lumières qui a été créée à Athènes le 22 février 2019 avant d'être reprise au théâtre de Gennevilliers dans le cadre du festival ManiFeste le 6 juin. Il a conduit dans ce contexte des entretiens avec les différents protagonistes (compositrice, pianiste-improvisateur, réalisateur en informatique musicale, vidéaste, metteuse en scène) qui ont servi à la confection du film documentaire « Images d'une œuvre n° 25 » coréalisé avec Sabine Massenet : <https://medias.ircam.fr/xab7c0a>

Techniques compositionnelles de spatialisation

Malgré son importance dans de nombreux domaines musicaux et cinématographiques, la spatialisation dynamique du son n'a pour le moment fait l'objet que d'embryonnaires recherches en musicologie et en psychoacoustique. L'appréhension musicologique des figures de spatialisation implique analyse traditionnelle de partitions, analyse génétique des documents de travail, et entretiens avec les principaux acteurs de la production des œuvres. F.-X. Féron rassemble un corpus d'œuvres instrumentales, électroacoustiques ou mixtes dans lesquelles la pensée spatiale est prégnante. Les conférences qu'il donne à ce sujet (cursus de l'Ircam, académie du festival ManiFeste de l'Ircam, Formation Supérieure aux Métiers du Son au CNSMDP) font dorénavant appel à des systèmes de son 5.1 de manière à ce que les sensations spatiales soient reproduites le plus fidèlement possible. Avec ses collègues Catherine Guastavino (université McGill) et Cédric Camier (Saint-Gobain recherche), il a poursuivi des investigations empiriques sur les trajectoires sonores circulaires à très haute vitesse, car comme l'avaient indiqué certains compositeurs tels que Karlheinz Stockhausen ou Emmanuel Nunes, des phénomènes étranges émergent lorsqu'une source sonore se met à tourner très rapidement autour des auditeurs. Les investigations menées conjointement à l'Ircam (Paris) et au CIRMMT (Montréal) visent à documenter ces phénomènes et à les explorer musicalement à travers la conception d'un cycle d'études spatiales.



Dispositif audio du CIRMMT (Montréal) utilisé pour les expériences avec des sources sonores tournant à très haute vitesse autour des auditeurs

© Cédric Camier

La notation musicale en pratiques

Notre axe sur la notation s'est développé à travers un volet empirique et un volet théorique :

- C. Canonne et Nicolas Donin ont mené, de l'automne 2018 à l'été 2019, un atelier collaboratif avec cinq musiciens du collectif Umlaut. Les différents protocoles utilisés avaient en commun d'utiliser la prise de notes musicale comme un « analyseur » des catégories suivant lesquelles des musiciens perçoivent, se représentent et peuvent décrire une performance musicale. Les matériaux historiques mis en jeu allaient de partitions graphiques et verbales des années 1960 (Cardew, Wolf) à des compositions récentes de Philip Corner et des membres d'Umlaut. L'atelier débouche en 2020 sur une performance SHS/création et une publication.
- C. Canonne, N. Donin et P. Saint-Germier ont conçu et animé une session thématique de la conférence Music et Philosophy (King's College London) sur le thème « Reconciving Musical Notation », croisant philosophie (Stephen Davies), philologie (Paul Kolb) et ethnographie des pratiques contemporaines (Floris Schuiling, Philip Thomas et Emily Payne). Le succès de cette rencontre a mené à un projet de publication prévu pour une soumission au second semestre 2020.

■ Philologie des musiques d'avant-garde

Musicologie de l'après-guerre en France

Avec A. Maestracci, Laurent Feneyrou a terminé l'édition de la cantate inédite *La Nostalgie d'Arabella* (1949) de J. Barraqué. L'édition de cette œuvre, pour chant, trompette, percussion et piano, sur un poème de M. Beerblock, marque la fin de l'édition des *juvenilia* du compositeur pour les éditions Bärenreiter. Sa création est envisagée dans le cadre du festival Présences 2021. Par ailleurs, avec P. Fargeton, L. Feneyrou a entrepris l'édition de la correspondance entre J. Barraqué et A. Hodeir, conservée pour l'essentiel dans des archives privées. Cette correspondance, que l'appareil critique augmente d'extraits de quantité d'autres lettres et des textes publiés ou inédits d'A. Hodeir sur J. Barraqué, porte notamment sur les projets musicaux du Festival de l'art d'avant-garde de J. Polieri et interroge la relation entre musique sérielle et jazz.

Théories compositionnelles italiennes

Avec A. Orcalli, L. Feneyrou a terminé la traduction et l'édition critique des écrits et des entretiens de N. Castiglioni. Outre un catalogue de l'œuvre du compositeur italien, une bibliographie et une discographie, l'ouvrage, remis à l'éditeur, regroupe un livre sur le langage musical, 23 articles et 6 entretiens, pour la première fois réunis en un volume. Ces écrits sont précédés d'une préface de S. Gervasoni, d'une introduction de L. Feneyrou et d'un parcours de l'œuvre de N. Castiglioni par A. Orcalli. Par ailleurs, L. Feneyrou a entrepris la traduction et l'édition critique d'un livre de G. Sinopoli consacré à *Parsifal* et au statut du mythe. L. Feneyrou a en outre rédigé et publié un article portant sur la notion d'imitation dans l'œuvre de S. Sciarrino.

Théoriser le post-sérialisme

Avec le soutien de l'Académie des beaux-arts et de PSL, L. Feneyrou a publié et introduit les écrits de Frédéric Durieux, précédés d'une préface de Philippe Beck intitulée « L'Espace des possibles ». Le volume, de 19 articles et entretiens, pour moitié publiés et pour moitié inédits, comprend des analyses d'œuvres de Carter et de Maderna, des études critiques sur Grisey ou Zimmermann, mais aussi sur la notation et l'enseignement de la composition, des essais particulièrement développés de théorie compositionnelle, trois entretiens (dont un inédit conduit par l'éditeur du volume), ainsi que le catalogue commenté des œuvres de Durieux. Après le numéro 7 (1995) des *Cahiers de l'Ircam* (coll. « Compositeurs d'aujourd'hui »), il s'agit de la deuxième publication monographique consacrée au musicien français.



Couverture des *Écrits* de Durieux

■ Le son entre arts et sciences

Sciences du son en action : Acoustique, physiologie et technologie en France

Ce colloque de deux jours qui a été organisé à l'Ircam les 22 et 23 mars 2019 par Jillian Rogers (University College Cork), Fanny Gribenski (à l'époque au Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte, aujourd'hui membre de l'équipe APM) et F.-X. Féron, s'intéressait aux rapports entre son, musique, science et technologie en France depuis le XIX^e siècle. Ce colloque a contribué au renouvellement des travaux en histoire des sciences, de la musique et des médias en mettant en lumière des contextes méconnus des pratiques

scientifiques liées au son. Une publication issue de ces journées est en préparation pour 2021.

À la suite du recrutement de F. Gribenski au CNRS et son affectation à l'équipe, cette initiative rebondit dans un programme d'histoire orale de l'acoustique musicale en France au XX^e siècle, impliquant plusieurs membres de l'équipe et des collaborateurs externes, et dont les réunions préparatoires ont été menées à l'automne pour une réalisation en 2020-2021.

Histoire/analyse des techniques de composition spectrale

F.-X. Féron a poursuivi son investigation des outils et techniques de composition spectrale en s'entretenant avec François-Bernard Mâche, premier compositeur à utiliser en 1964 un sonographe afin d'analyser le contenu spectral de sa voix et de le transcrire instrumentalement. Une analyse génétique a été ainsi réalisée autour de l'œuvre *Le son d'une voix* pour ensemble et présentée lors de la cinquième édition du colloque «Tracking the Creative Process in Music» coorganisé par l'équipe (Lisbonne, 9-11 octobre 2019). F.-X. Féron poursuit par ailleurs ses recherches autour de Gérard Grisey : il a recensé ses écrits pour la base de données Dictéco – Dictionnaire des écrits de compositeurs –, proposé des workshops d'interprétation autour de *Anubis-Nout* pour saxophone basse, et été invité à participer au colloque «Avantgarde musical thinking in France and Romania. Perspectives and Interactions» organisé dans le cadre de l'*International Week of New Music in Bucharest* qui s'est déroulée du 19 au 23 mai 2019.



François-Xavier Féron, Claude Delangle et Antonin Pommel lors du workshop sur *Anubis-Nout* dans le cadre du colloque «Spectralismes» le 14 juin 2019 à l'Ircam © Eric de Gélis

Colloque «Spectralismes 2019»

N. Donin et F.-X. Féron ont organisé la deuxième édition du colloque «Spectralismes» qui s'est tenue du 12 au 14 juin 2019 à Paris dans le cadre de ManiFeste. Cet événement scientifique et musical a traité des multiples facettes du spectralisme, entendu au sens de toute musique qui tient compte de la structure acoustique des sons et des mécanismes de la perception auditive pour produire des formes, des timbres, des temporalités et des modes d'expression inédits. Nombre d'esthétiques participent ainsi de la «pensée spectrale» sans forcément avoir de relation avec la tradition créatrice et performative établie en France dans les années 1970. Deux concerts et quatre workshops d'interprétation ont été programmés dans le cadre de ce colloque.

Réseau thématique pluridisciplinaire SON:S

Le département INSHS du CNRS a mis en place un réseau de recherche pluridisciplinaire sur le son, dont la direction est confiée à Karine Le Bail (CRAL, CNRS-EHESS) assistée d'un bureau composé de l'historienne Mélanie Traversier (université de Lille), la géographe Claire Guiu (université de Nantes) et N. Donin. Parmi les premières initiatives de ce réseau, deux sont développées au sein de l'équipe :

- collaboration de F.-X. Féron avec l'ensemble Le Balcon afin de réaliser sur dix ans une intégrale discographique des œuvres de G. Grisey
- collaboration de N. Donin avec le collectif Nuthing (Andrea Agostini, Daniele Ghisi, Eric Maestri, Andrea Sarto) pour un projet compositionnel dont le matériau consistera en des verbalisations provoquées sur des expériences auditives (ce travail a bénéficié d'une résidence exploratoire à la Fondation Royaumont en novembre)

■ Musique et spectacle dans l'Anthropocène

Journées «Le son de l'Anthropocène»

Le séminaire international «Le son de l'Anthropocène» s'intéresse aux façons dont les mondes musicaux et les arts de la scène peuvent faire face aux défis écologiques. Après deux éditions en 2018, ce troisième séminaire a exploré la manière dont la musique et les arts de la scène peuvent constituer des outils pour imaginer la transition écologique et/ou de nouveaux mondes. Comment, par qui et pour qui les musiques nous transportent-elles (ou pas) ailleurs ? Comment fictions et écologies peuvent-elles se relier, dans les idées et dans les pratiques ? Quel portage leur offrent désormais les institutions et les publics (musées, théâtres...) ? Les participants ont témoigné d'expériences artistiques thématiques ces questions (Jean-Pierre Seyvos et Chantal Latour, Yann Calbérac et Michel Lussault, Frédérique Aït Touati) et apporté l'éclairage des sciences sociales sur des situations et des groupes sociaux allant des techniciens du théâtre au XIX^e siècle (Léonor Delaunay) aux pratiques d'écoute des migrants de Calais (Emilie Da Lage) en passant par les modes de narrations individuelle et collective sur les réseaux sociaux des communautés «effondristes» (Laurence Allard, Cyprien Tasset).

Musique contemporaine et crise écologique

Dans ce contexte, N. Donin a réalisé un premier bilan critique des projets, œuvres, auteurs, écrits traitant explicitement des enjeux écologiques contemporains dans le domaine de la composition musicale, entendue dans un sens large – du théâtre musical néo-Broadway de Yan Duyvendak et Andrea Cera aux œuvres pour ensemble de Malin Bång en passant par les tribunes de John Luther Adams dans la presse généraliste ou encore le ClimateMusic Project (San Francisco) qui vise à traduire musicalement des informations et données scientifiques sur la dynamique du réchauffement climatique. Cette démarche a rencontré un écho auprès de divers musiciens, mettant en évidence le besoin croissant d'actions, de rendez-vous collectifs et de publications sur ce thème.

ÉQUIPE ANALYSE ET SYNTHÈSE DES SONS

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques		Collaborations artistiques	
Chercheurs et ingénieurs statutaires	5	Revue à comité de lecture	3	Nationaux et régionaux ANR TheVoice ANR WASABI Région Ile-de-France MoVE	3	AK TU Berlin (Allemagne) Deezer, HearDis (Allemagne) ISIR/UPMC LAM/UPMC LIA (Univ. d'Avignon) Orange (France) PSA (Paris)	M. Gentilucci F. Hecker P. Dusapin		
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	3	Conférences avec comité de sélection	10	Internationaux FUTURE PULSE, IRiMaS	2	QMUL Sony Music France UPF/MTG (Espagne) UMG Univ. Huddersfield (Royaume-Uni) Univ. Lumière Lyon 2			
Doctorants	10	Ouvrages et chapitres	1	Contrats industriels	4				
		Thèses de doctorat et HDR	3						

Responsable : Axel Roebel

Chercheurs et ingénieurs statutaires (3) : Frédéric Cornu,

Remi Mignot, Nicolas Obin (SU)

Chercheurs non statutaires (associés, post-docs),

chercheurs invités (2) : Luc Ardaillon, Daniel Wolff

Compositeur/Artiste invité (1) : Marta Gentilucci

Doctorants (10) : Frederick Bous, Hugo Caracalla, Guillaume Doras,

Mireille Fares, Rafael Adelino Ferro Mendes, Hadrien Forougmand,

Antoine Lavault, Clément Le Moine Veillon, Gabriel Messeguer

Brocal, Waradon Phokhnanan

Les travaux de recherche en 2019 ont été marqués par une intensification des études sur l'utilisation des réseaux profonds pour le traitement du signal. Plusieurs résultats ont été obtenus qui montrent le potentiel énorme de ces approches. Nous en noterons ici seulement trois :

- L'utilisation des spectrogrammes RI pour l'analyse et la resynthèse des textures dans le cadre de la thèse d'Hugo Caracalla nous a permis de produire des textures avec une qualité significativement améliorée par rapport à nos méthodes antérieures et par rapport à l'état de l'art.
- Les méthodes développées avec Luc Ardaillon pour l'analyse des signaux de parole (fréquence fondamentale et positions d'impulsions glottiques) améliorent nos propres résultats obtenus précédemment de façon significative et cela sans avoir besoin d'être paramétrées par l'utilisateur. Ces méthodes vont donc faciliter l'utilisation par les artistes, RIMs, industriels. Très remarquable dans ce contexte est l'utilisation de bases synthétiques pour l'apprentissage qui nous permet de contrôler finement toutes les caractéristiques des données utilisées pour l'apprentissage.

- Très similaire à l'approche précédente également pour la détection des dégradations locales de la musique et la séparation du chant, des bases d'apprentissage ont été créées de façon partiellement synthétique. Il est très rassurant de noter que l'application des réseaux appris aux signaux réels ne semble pas compromise. Ces résultats montrent que, dans le futur, la place de la connaissance d'expert sera fortement dominée par des algorithmes d'apprentissage profond. La création des bases d'apprentissage sera alors l'ultime moyen de contrôler ce qu'apprendront les réseaux.

■ Financement

Durant l'année 2019, nous avons gagné plusieurs sources de financement. Le projet ARS visant l'analyse et la transformation du style de chant a été sélectionné par l'ANR, le projet MoVE, porté en collaboration avec PSA, a été sélectionné par la Région Ile-de-France dans son appel Phd2 nous permettant le financement d'une thèse. Avec Frederick Bous, nous avons pu obtenir le financement d'une bourse de thèse EDITE pour nos travaux sur la transformation de la parole. Et finalement, en collaboration avec la société Apeira, nous avons pu assurer un financement CIFRE pour la thèse d'Antoine Lavault sur la synthèse de la batterie. Plusieurs contrats industriels sont actuellement en cours de développement. Tous ces financements concernent des recherches en apprentissage profond. Même si le financement du projet UMR n'est pas actuellement directement remis en question, il semble néanmoins un très bon signe que, lors de la visite d'UMG fin novembre, les porteurs du projet, côté UMG, se soient montrés très satisfaits par le travail effectué par l'équipe indiquant, entre autres, que le projet sera très probablement maintenu même après la période du contrat en cours. Le travail de Frédéric Cornu nous a permis d'assurer un nouveau contrat industriel concernant SuperVP.

■ Le traitement de la musique

Utilisation d'informations contextuelles pour le MIR (Music Information Retrieval)

(thèse Hadrien Foroughmand, projet H2020 Future Pulse)

En 2019, nous avons concentré notre travail sur deux tâches MIR : l'estimation du tempo et la description en genre rythmique. Pour cela nous avons développé une nouvelle méthode basée sur une représentation 3D de l'harmonie relative au rythme (HCQM) ainsi que sur un *ConvNet*. Cette méthode s'applique à la fois à l'estimation de classes de tempo et de genres rythmiques. Nous avons également entrepris d'améliorer cette méthode à l'aide de concepts de *machine learning* plus complexes tels que le *mécanisme d'attention*, les *réseaux de neurones récurrents* et les *réseaux de neurones complexes*.

Identification de reprises musicales

(thèse Guillaume Doras, CIFRE SACEM)

Ce travail de thèse porte sur l'identification de reprises musicales qui consiste à estimer si un morceau donné est une reprise d'un morceau original, antérieur. Après avoir amélioré un réseau de neurones existant pour l'extraction de mélodie dominante (publication MMRP 2019), l'utilisation d'une approche par *metric learning* sur la mélodie dominante des reprises a donné de bons résultats (publication ISMIR 2019). Deux voies d'amélioration ont alors été explorées : d'une part, l'amélioration de la fonction de coût du *metric learning* en proposant une variante de la *triplet loss* (publication ICASSP 2020), ainsi que l'utilisation de différentes représentations dont la fusion donne des résultats dépassant l'état de l'art actuel. Le système actuel a par ailleurs été implémenté pour un usage opérationnel (indexation rapide).

Analyse de la dégradation audio (post-doc Daniel Wolff)

Depuis le début de ce travail en juillet 2019, nous nous sommes concentrés sur les dégradations isolées du signal dans le temps, que nous appelons : *glitch*. Nous avons développé un générateur automatique d'artefacts réalistes en simulant des erreurs de transmission de données. Ainsi, un ensemble d'apprentissage de 3 millions d'exemples a été créé. Après un examen de l'état de l'art, un détecteur pour ce type d'artefact a été proposé avec une structure de réseau profond similaire à un U-Net. Nous avons ensuite créé une nouvelle approche de détection basée sur des réseaux profonds travaillant directement sur le signal audio du domaine temporel. Motivés par les résultats prometteurs, nous avons adapté l'architecture Wave-U-Net à la tâche de reconstruction audio.

Apprentissage multimodal : parole et audio

(thèse Gabriel Meseguer-Brocal, projet ANR WASABI)

Dans une première tâche, nous avons amélioré le corpus DALI afin d'avoir un meilleur alignement temporel du texte et de l'audio, ce qui a permis, dans un second temps, une amélioration de la séparation de la voix chantée par l'utilisation conjointe des paroles et du signal audio. Enfin, nous avons proposé un modèle Conditioned-U-Net permettant une séparation de sources pour plusieurs instruments.

Licences UMG (Rémi Mignot)

Les activités de recherche et de développement dans le cadre du contrat avec Universal Music Group se sont poursuivies en 2019. À la demande d'UMG, nous avons implémenté une amélioration de l'estimation de tonalité et de mode (mineur/majeur) d'un enregistrement musical, et avons produit deux modèles pour la détection de concerts et l'estimation d'intensité musicale (basés sur des données fournies par UMG). En parallèle, nous avons amélioré notre système pour la classification *Multi-label* et avons implémenté une variante de la *Kernel Discriminant Analysis* permettant, pour notre cas, de réduire significativement la dimension des modèles *SVM* tout en conservant une précision de classification équivalente.

Estimation de description musicale par apprentissage profond (thèse EDITE Alice Cohen-Hadria)

Au début de l'année, A. Cohen-Hadria a séjourné à l'université de New York afin de travailler sur l'anonymisation de la voix, puis a préparé sa soutenance de thèse qui s'est déroulée en octobre.

Transcription de la musique : batterie (thèse Céline Jacques) et piano (stage Wael Saidane)

Le problème de la transcription de la musique est de chercher à produire une description symbolique complète d'une pièce de musique. Deux aspects de ce problème ont été étudiés.

D'abord celui concernant l'objectif de décrire tous les événements de la batterie. La thèse de C. Jacques, soutenue au printemps, était l'une des premières essayant d'utiliser l'apprentissage profond dans le contexte de nos recherches. Les résultats de ses recherches ont montré une supériorité claire de l'apprentissage profond comparé avec notre approche plus traditionnelle : la factorisation par matrice non-négative.

Dans un deuxième projet d'étude – le stage de W. Saidane – nous avons comparé différentes structures de réseaux profonds (convolutive et récurrent) dans le contexte de la transcription du piano. Partant du projet Magenta de Google et de l'implémentation du réseau « *onsets and frames* », nous avons d'abord reproduit les résultats du projet Magenta (état de l'art) qui permet de produire une transcription avec autour de 95 % des notes correctes (F-measure) sur des pièces de piano réel. Par la suite, nous avons étudié plusieurs variantes des réseaux qui nous ont permis de légèrement améliorer les résultats déjà très bien au départ.

Synthèse de la batterie (thèse Antoine Lavault, CIFRE Apeira)

Le projet de thèse d'A. Lavault vise à développer un moteur de synthèse de son de batterie par moyen de réseaux de type GAN. Ce projet est soutenu par un contrat CIFRE avec la société Apeira avec l'objectif d'étudier notamment la synthèse avec des réseaux profonds et les façons d'établir des contrôles perceptivement intéressants. Au début du projet, une base de données de tests a été établie et un premier moteur de synthèse dérivé de deux approches *StyleGAN* (synthèse image) et *WaveGAN* (synthèse de la batterie) a été implémenté.

■ Le traitement de la voix

Analyse de la voix par réseaux de neurones convolutionnels (CNN) (post-doc Luc Ardaillon)

Des travaux ont été menés afin d'optimiser l'architecture d'un réseau précédemment établi pour l'estimation de la fréquence fondamentale (f_0) de signaux vocaux. Ces optimisations ont permis de grandement réduire le temps de calcul nécessaire en vue d'une implémentation en temps réel, tout en conservant des performances supérieures à l'état de l'art.

Sur la base des résultats obtenus pour la f_0 , une approche similaire a été développée pour la détection des instants de fermeture glottique (GCI). Une évaluation a permis de montrer une meilleure précision en faisant la comparaison avec plusieurs algorithmes de l'état de l'art. À terme, cette approche pourra également permettre d'améliorer la prédiction d'autres paramètres via l'estimation complète du flux glottique.

Sur la base des résultats précédents, des travaux sont en cours en vue d'améliorer la qualité de la base de données afin de permettre d'améliorer la robustesse des analyses et de développer un réseau pour la détection de segments voisins.

Conversion neuronale de l'identité vocale (thèse Rafaël Ferro, projet ANR TheVoice)

Réalisation d'un système neuronal de conversion de l'identité de la voix par transformation des enveloppes spectrales et appris avec une base de données non parallèle (vcc2018). L'implémentation réalisée est basée sur la conversion par cycle-GAN (Generative Adversarial Networks), pour lequel une généralisation a été développée pour améliorer sa stabilité, en introduisant deux variables : le générateur impact et le discriminateur impact. Également, l'ajout d'une fonction de perte auxiliaire pour préserver au mieux des caractéristiques de la voix source, comme par exemple la préservation de l'énergie.

Conversion neuronale de l'expressivité (thèse Clément Le Moine, projet PhD2 MoVE, stage Darick Lean)

Construction d'une base de données multi-locuteurs d'« attitudes sociales » interprétées par des acteurs professionnels : 4 attitudes (amicale, distante, dominante, séducteur), 25 comédiens, entre 3-5 répétitions par phrase, pour un total d'environ 30 heures. Réalisation d'une première version d'un système de conversion des contours de la f_0 par réseaux de neurones génératifs antagonistes (Fader Network, Att-GAN), à partir d'une représentation des contours de la f_0 par CWT (Continuous Wavelet Transform) et CWT adaptative optimisée pour chaque expressivité.

Transformation de la voix par réseau profond (CDD puis thèse, Frederick Bous)

Avec le but de développer une nouvelle approche pour la transformation de la parole, nous avons commencé le travail sur un vocodeur neuronal. Une première étude a été menée dans le contexte du stage master de F. Bous fin 2018-début 2019, qui par la suite a été continuée dans le contexte d'un contrat CDD puis l'obtention d'une bourse de thèse de l'EDITE. Les premières expériences

permettant l'analyse et la resynthèse du chant ont été menées avec succès. Puis, afin de permettre une généralisation de l'approche, une grande base de données de paroles et chants a été constituée et sera par la suite utilisée pour étudier de nouvelles approches d'analyse/synthèse de la parole et du chant notamment pour des cas des signaux peu périodiques (voix rauques).

Transformation du vibrato (Marta Gentilucci, Axel Roebel)

En vue de la préparation du concert de M. Gentilucci prévu pour ManiFeste-2020, les travaux sur la transformation du vibrato ont été orientés vers une finalisation des algorithmes. Les effets ont été testés plus systématiquement sur plusieurs chanteuses qui participeront au concert. Diemo Schwarz (ISMM) a développé un nouvel objet Max/MSP permettant l'application des effets sur scène et les résultats des recherches de Luc Ardaillon (voir plus haut) ont été utilisés pour rendre l'analyse des voix des chanteurs plus robuste.

Séparation du chant (Axel Roebel)

Une comparaison informelle des résultats de séparation avec les résultats d'un logiciel professionnel (Izotope) a été effectuée et nous a montré que nos résultats peuvent être intéressants même pour les traitements de sons professionnels. Afin de pouvoir traiter des sons avec un taux d'échantillonnage plus élevé, la méthode *end-to-end* employée doit cependant être modifiée, car le mode de convolution *valid* actuellement utilisé implique des champs réceptifs extrêmes de plusieurs secondes – dus à la profondeur du CNN utilisé. Par contre, une utilisation du mode de convolution *same* diminue la qualité à cause des effets de bord des segments. Différentes approches de pondération et d'*overlap-add* ont été mises en œuvre avec succès afin de diminuer ces effets et doivent maintenant être employées pour étudier des séparations avec des signaux avec un taux d'échantillonnage plus élevé.

■ Le traitement de son d'environnement

Synthèse de textures sonores (thèse Hugo Caracalla)

Dans le contexte de la thèse d'H. Caracalla, nous avons étudié des algorithmes 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. Les essais avec les CNN, motivés par les approches de transfert de style d'image, ont finalement donné des résultats bien supérieurs à l'état de l'art, à partir du moment où l'entrée des réseaux est formée par le spectrogramme RI constitué par le spectrogramme complexe qui lui-même passe la partie réelle comme premier canal et la partie imaginaire comme deuxième. L'évaluation de la méthode montre que tous les types de textures peuvent être reproduits avec une qualité presque équivalente à l'original. Avec ces résultats, la thèse a été soutenue avec succès. Suite aux travaux de cette thèse, la méthode est maintenant étudiée dans le contexte de la synthèse croisée entre deux ou plusieurs sons, notamment en vue d'une utilisation artistique par Florian Hecker. Malheureusement, pour le moment, la méthode est trop lente.

ÉQUIPE ESPACES ACOUSTIQUES ET COGNITIFS

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques		Collaborations artistiques	
Chercheurs et ingénieurs statutaires	4	Revue à comité de lecture	5	Nationaux et régionaux ANR HAIKUS ANR Rasputin Fondation pour la Vision et l'Audition	3	AALTO Helsinki (FI) ARI-ÖAW (AUT) ENJMIN-CNAM (FR) HiSOMA (FR) IFAO (FR) IRBA (FR) LAM-IJLRA (FR) LORIA (FR) MPIA-IJLRA (FR) RWTH Aachen (D) RPI, Troy, NY (USA)	N. Barrett T. Coduys P. Dusapin D. Franzson V. Isnard D. Monacchi O. Neuwirth T. N'guyen G. Paine M. Pintscher E. Raynaud N. Schütz		
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	9	Conférences avec comité de sélection	5	Internationaux	0				
Doctorants	5	Ouvrages et chapitres	2	Contrats industriels Amadeus Flux	2				
		Thèses de doctorat et HDR	1						

Responsable : Olivier Warusfel

Chercheurs et ingénieurs statutaires (3) : Thibaut Carpentier (IR-CNRS), Markus Noisternig, Isabelle Viaud-Delmon (DR-CNRS)

Chercheurs et ingénieurs non statutaires, chercheurs invités (5) : Benoit Alary (Aalto), Marta Gospodarek (NYU), Lise Hobeika (Univ. Lille), David Poirier-Quinot, Marine Taffou (IRBA)

Compositeurs/Artistes invités (4) : Trami N'Guyen, Vincent Isnard, Eric Raynaud, Nadine Schütz

Doctorants (5) : Franck Elizabeth (Sorbonne Université),

Pierre Massé (Sorbonne Université), Vincent Martin (ENS)

Julian Moreira (CNAM), Franck Zagala (Sorbonne Université)

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.

Au cours de l'année 2019, des progrès significatifs ont été réalisés sur l'analyse-synthèse des réponses impulsionnelles directionnelles (DRIRs) avec notamment le traitement de la réverbération tardive (thèse de Pierre Massé). Ces avancées permettent désormais de traiter aussi bien le cas de salles respectant les propriétés de champ diffus que celui de salles plus atypiques (espaces semi-ouverts, espaces couplés) pour lesquelles le champ tardif présente un caractère anisotrope. Ces avancées sont précieuses alors que se confirme l'intérêt des DRIRs dans le cadre de la création artistique comme le travail de composition paysagère de Nadine Schütz, ou d'études

archéo-acoustiques comme celle réalisée en collaboration avec le CNRS et l'IFAO autour du temple de Dendara en Égypte.

L'année 2019 a été marquée par le démarrage d'activités dans le domaine de la réalité virtuelle (thèse de Franck Zagala) et de la réalité augmentée (thèse de Vincent Martin). Le projet ANR RASPUTIN a fourni l'occasion d'intégrer à la librairie Spat~ un moteur de rendu basé sur la modélisation de la propagation acoustique dans les salles (modèles numériques 3D). Parallèlement, des études sont initiées sur la cohérence de la perception spatiale des sources virtuelles et de l'environnement réel dans le cadre de la réalité augmentée. Cet axe prendra une nouvelle ampleur en 2020 avec le démarrage du projet ANR HAIKUS consacré à l'apport des techniques d'apprentissage pour les applications de réalité augmentée avec l'estimation en aveugle des propriétés acoustiques de la salle ou des fonctions de transfert binaurales (HRTF).

Pour le volet cognitif, une étude a été consacrée, en 2019, à l'apport d'une activité musicale sur la plasticité cérébrale. Dans cette étude, réalisée en collaboration avec l'université de Lille, il s'agit de vérifier l'impact de la synchronisation sensori-motrice et de la coordination interpersonnelle durant une activité d'écoute musicale sur le bien-être des personnes présentant un vieillissement normal ou pathologique.

L'activité de développement de la librairie *Spat~* s'est focalisée sur la chaîne de production en format Ambisonics aux ordres supérieurs (HOA) avec différents modules d'encodage, de formation de voies et d'effets de déformation du champ sonore. Ces travaux ont également débouché sur une collaboration avec Music Unit pour le traitement de contenus audio et vidéo 360° dans l'environnement Ableton Live. D'autres activités ont été consacrées au développement d'outils d'écriture (e.g. *spat5.simone*) et à l'intégration de modules de simulation acoustique *EVERTims*.

L'année 2019 a été également marquée par l'organisation de différents colloques scientifiques, en particulier le « Spatial Audio Signal Processing » (SASP), congrès satellite de l'International Congress on Acoustics (ICA). Ce symposium, organisé sous l'égide de la Société Française d'Acoustique et de l'European Acoustic Association, en collaboration avec Sorbonne Université et l'université Ben Gourion, a accueilli une centaine de participants. Les actes du symposium réunissent trente articles.

■ Analyse-Synthèse des DRIRs

L'analyse et le traitement de réponses impulsionnelles spatiales ou directionnelles (SRIR/DRIR) est la thématique de recherche centrale de la thèse de doctorat de P. Massé (Sorbonne Université, EDITE), entamée en octobre 2018. En 2019, ce travail s'est focalisé sur la modélisation et la resynthèse du champ de réverbération tardif, avec des applications notamment pour le débruitage de réponses impulsionnelles mesurées. Dans ce contexte, un processus de débruitage robuste a été développé afin de traiter la base de données de mesures de l'équipe. Quand la queue de réverbération tardive présente des propriétés de champ diffus (incohérence des ondes planes, distribution spatiale de puissance isotrope), le débruitage par resynthèse peut être réalisé dans le domaine des harmoniques sphériques, qui est la représentation spatiale à la base du format HOA. Le domaine des harmoniques sphériques préserve en effet la nature spatiale incohérente du champ diffus (grâce à l'orthogonalité de la base de décomposition). La décroissance exponentielle de puissance est alors modélisée composante par composante (ainsi que fréquence par fréquence), opération au cours de laquelle le seuil de bruit est simultanément détecté. Une prolongation de la queue de réverbération peut enfin être synthétisée et utilisée pour remplacer ce seuil de bruit. La structure théorique de ce processus ainsi que des résultats préliminaires ont été présentés à l'« International Conference on Sound and Vibration » (ICSV) en juillet 2019 à Montréal (Massé et al., 2019) et ont fait l'objet de la rédaction d'un article *JASA* à paraître en 2020.

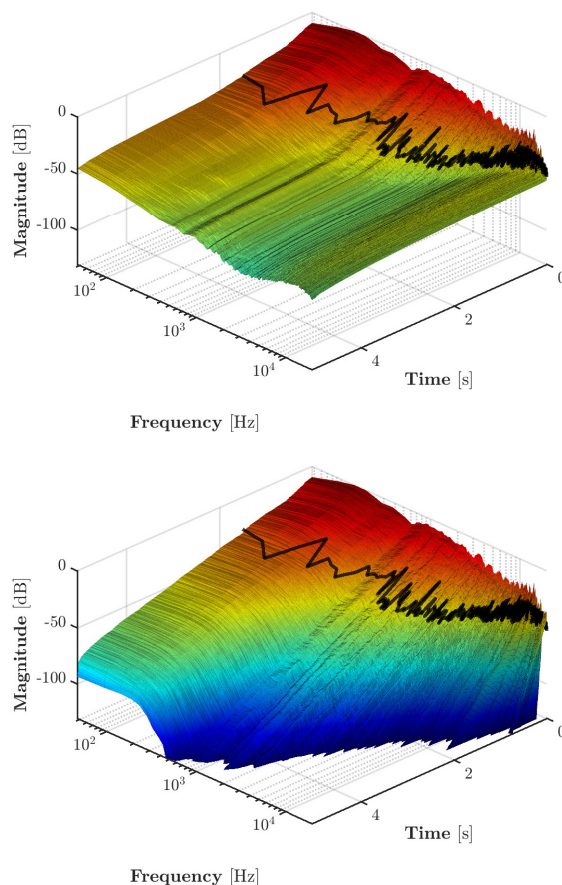


Figure 1. Détection du seuil de bruit et débruitage par resynthèse de la queue de réverbération tardive

La collaboration continue avec Benoit Alary, doctorant à l'université d'Aalto (Helsinki, Finlande), autour de l'analyse de la directivité du champ tardif dans le cas où celui-ci n'est pas entièrement diffus, i.e. où les ondes planes sont incohérentes mais la distribution spatiale de puissance est anisotrope. Ces techniques d'analyse ont été présentées à la conférence « Spatial Audio Signal Processing » (SASP) en septembre 2019 à Paris (Alary et al., 2019), un événement satellite de l'« International Conference on Acoustics » (ICA). Dans ce cas, il n'est plus possible de resynthétiser la queue de réverbération en agissant seulement sur l'enveloppe de puissance dans le domaine des harmoniques sphériques et une représentation directionnelle de l'IR est nécessaire. Le nombre de directions sur lesquelles l'IR peut être décomposée (e.g. par décomposition en ondes planes, PWD) est limité par le nombre d'harmoniques sphériques puisque l'indépendance linéaire des signaux générés doit être garantie. La répartition de ces directions sur la sphère est ensuite choisie afin de maximiser leur différence angulaire, pour que les signaux soient les plus indépendants possibles, et minimiser la variance de la directivité totale, pour qu'aucun sous-espace de la sphère ne soit privilégié par rapport à un autre. L'opération de débruitage peut alors être appliquée direction par direction, préservant à la fois l'incohérence spatiale et la directivité du champ tardif. Ce travail a été validé sur des mesures et a fait l'objet d'un article à paraître en 2020 dans la revue *Applied Sciences*. Il donnera lieu par la suite à

un travail de validation perceptive à travers un test d'écoute mené par B. Alary à l'université d'Aalto en utilisant des SRIR de la base de données de l'équipe.

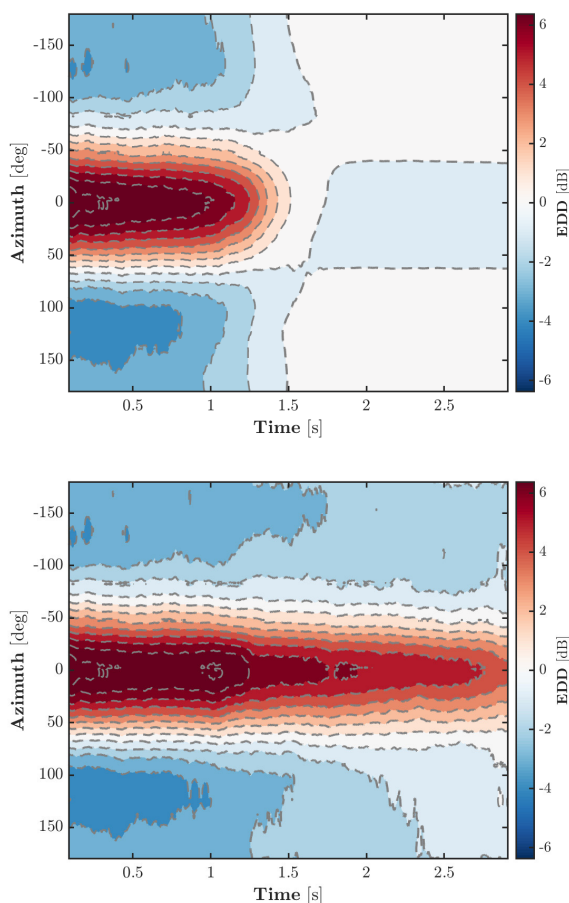


Figure 2. Débruitage par resynthèse dans un cas spatialement anisotrope

Enfin, dans le cadre de la résidence artistique de N. Schütz (cf. page 46), un travail de détection et d'extraction de réflexions discrètes (échos) a été effectué sur des SRIR mesurées au parvis de La Défense. À partir d'une représentation directionnelle telle que la PWD, des pics de corrélation avec le signal d'impulsion directe peuvent être détectés, et la direction d'arrivée (DOA) de l'écho correspondant peut être estimée par une interpolation de l'énergie sur la sphère. Des caractéristiques spectrales peuvent aussi être estimées en prenant une échelle temporelle un peu plus longue. Ce travail sera continué en 2020 afin de réunir si possible les manipulations sur les réflexions précoces et sur la queue de réverbération tardive.

■ Modélisation de l'effet de distance en réalité augmentée auditive

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la première année de thèse de doctorat de V. Martin (Sorbonne Université ED3C, financement ENS) intitulée « Influence et interactions des facteurs visuels sur l'expérience acoustique » et consacrée à la modélisation et la perception spatiale dans le contexte de la réalité augmentée auditive. Dans un tel contexte, où l'environnement réel est enrichi par un ensemble d'événements sonores virtuels, une problématique importante est de garantir la cohérence de la perception spatiale de ces événements sonores virtuels et des sources sonores réelles ou ancres visuelles présentes dans la salle. Assurer cette cohérence nécessite, en particulier, le choix d'un modèle de gestion de l'effet de distance sonore et l'accès à des informations sur les propriétés acoustiques de la salle.

L'objectif d'une première étude était d'évaluer les performances d'un modèle, informé par la mesure d'une réponse impulsionnelle directionnelle unique, pour contrôler la distance apparente d'une source virtuelle. Au sein de ce modèle, l'effet de distance sonore est rendu par la modification de l'énergie de différents segments temporels de la réponse impulsionnelle de base. Les réponses impulsionnelles ainsi extrapolées sont ensuite exploitées dans un moteur de rendu par convolution pour placer la source virtuelle à différentes distances de l'auditeur. L'évaluation des performances du modèle a fait l'objet d'un protocole de test perceptif dans lequel le participant était placé dans une situation de réalité augmentée sonore dans laquelle il devait juger la distance d'une source sonore virtuelle en présence d'une série d'ancres visuelles (chaises). Les performances du modèle étaient menées par comparaison avec des réponses impulsionnelles binaurales de référence, mesurées dans la salle de test pour chaque distance testée. L'analyse statistique des résultats, collectés sur 40 participants au cours de deux sessions, démontre les performances équivalentes, d'un point de vue perceptif, de ce modèle face aux mesures de référence. Les critères jugés dans l'analyse sont la distance moyenne perçue, la variabilité inter-sujets et intra-sujet. Les résultats de cette étude font actuellement l'objet de la rédaction d'un article présenté à la conférence « Forum Acusticum 2020 ».

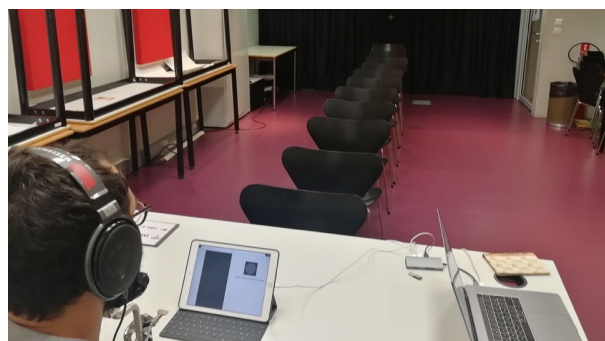


Figure 3. Protocole de test pour l'évaluation perceptive du modèle d'effet de distance sonore

■ Rendu d'acoustique de salle en temps réel

Dans le cadre du projet ANR RASPUTIN, en collaboration avec l'Institut Jean Le Rond d'Alembert (Sorbonne Université – CNRS), la librairie de simulation d'acoustique des salles « Evertims » a été partiellement réécrite et intégrée à la bibliothèque Spat~ de l'Ircam. Contrairement au module conventionnel de réverbération du Spat~, basé sur un réseau de retards rebouclés (FDN), Evertims repose sur la simulation de la propagation acoustique dans un modèle numérique de l'édifice décrit par ses paramètres architecturaux. L'un des objectifs du projet RASPUTIN est de se servir du Spat~ pour générer un rendu audio réaliste d'une salle (auralisation). L'application de réalité virtuelle (RV) envisagée dans le cadre du projet s'adresse aux personnes atteintes de déficiences visuelles. L'enjeu est de permettre à un utilisateur non-voyant d'explorer un lieu ou un site en RV et y prendre ses repères préalablement à sa visite in situ.

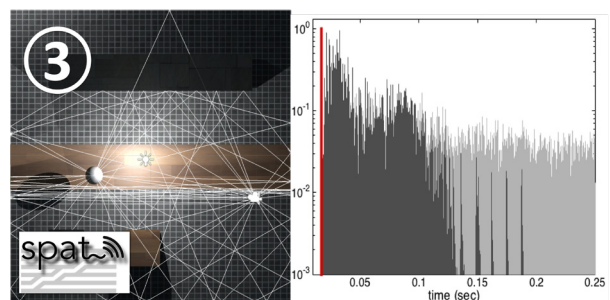
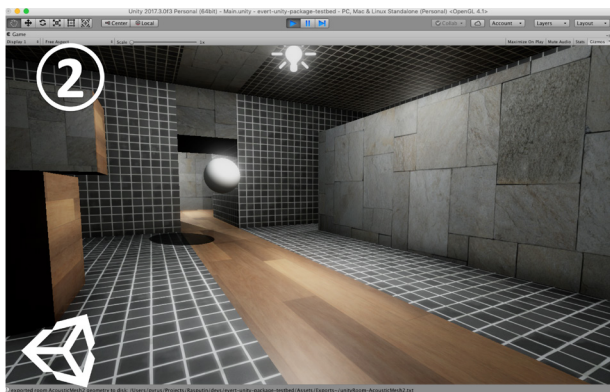
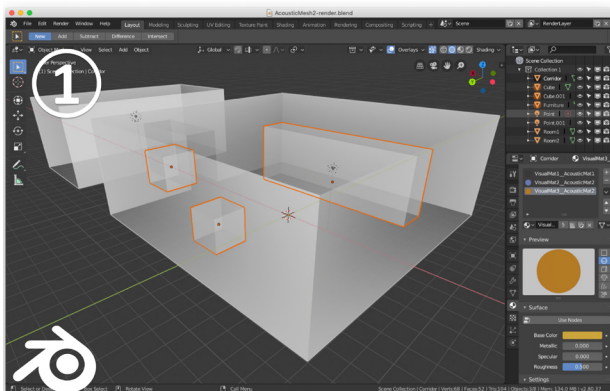


Figure 4. Étapes d'auralisation d'une salle avec le module Evertims de Spat~ (1) Création du modèle 3D dans Blender. (2) Gestion de la scène (sources et auditeur) dans Unity. (3) Simulation et rendu sonore en temps réel (Spat~)

L'intégration d'Evertims au Spat~ nous a amenés à travailler sur 3 composantes essentielles à la création d'auralisations réalistes et interactives en RV : la création/édition de scènes (audiovisuelles), la qualité et le coût de calcul des simulations réalisées et la gestion des interactions entre l'utilisateur et les éléments de la scène. Pour focaliser nos efforts sur la simulation acoustique, nous avons articulé Evertims autour de graphes de scène existants. Le module fonctionne aujourd'hui de pair avec Blender et/ou Unity, le premier servant d'éditeur de scène, le second de moteur de rendu et d'interaction.

Courant 2020, les développements d'Evertims se concentreront sur la qualité des rendus acoustiques et l'expérience utilisateur. La capacité du module à produire des auralisations réalistes fera notamment l'objet d'une validation (tests d'écoute et comparaison objective avec une référence), après quoi il sera utilisé pour mener les expériences applicatives du projet RASPUTIN.

■ Comparaison de méthodes de sélection pour l'individualisation binaurale

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet ANR RASPUTIN et de la thèse de F. Zagala (Sorbonne Université, ED SMAER) dirigée par Brian F.G. Katz (IJLRA) et Markus Noisternig. Elle vise à comparer différentes méthodes de sélection de fonctions de transferts relatives à la tête (HRTFs) issues d'une base de données, afin d'attester d'une éventuelle corrélation entre leurs résultats respectifs. Lorsqu'un jeu d'HRTFs individualisé n'est pas disponible, une solution courante consiste à identifier un substitut perceptivement équivalent dans une base de données. Cette sélection peut se faire selon différentes approches, qu'elles soient basées sur un test de localisation de sources, sur une évaluation subjective globale, ou encore sur des similarités anthropomorphiques. Notre étude vise à déterminer si différentes méthodes de sélection subjectives amènent à des résultats équivalents. Une étude perceptive a donc été menée en se basant sur une tâche de localisation, ainsi qu'une méthode d'évaluation subjective de la qualité de rendu pour un ensemble de 8 HRTFs (jugement de trajectoires prédéfinies). Les HRTFs ont été caractérisées selon différentes métriques et une corrélation significativement positive entre les classements individuels des HRTFs a été démontrée entre certaines métriques. Cette étude confirme que la performance en localisation de sources corrèle avec un jugement de la qualité générale d'une expérience binaurale. D'autre part, l'étude a permis de démontrer de manière significative que les sujets les plus « fiables » lors d'une des tâches étaient également les plus « fiables » dans l'autre et que la corrélation des résultats issus des métriques des deux tâches était plus élevée chez ces sujets. Cette étude fait l'objet d'un article, en cours de révision, pour le *Journal of the Acoustical Society of America*.

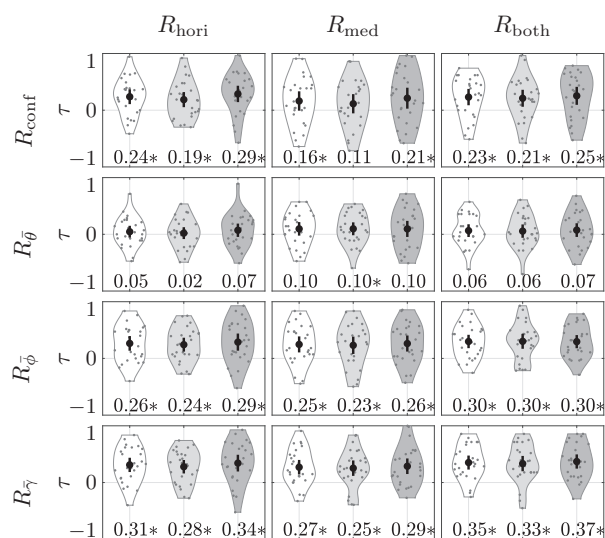


Figure 5. Estimation de la fonction de densité de probabilité des coefficients de corrélation de rang de Kendall (τ) inter-métriques. En colonnes : classement sur l'appréciation globale d'une trajectoire dans le plan horizontal (R_{hori}), dans le plan médian (R_{med}) ou dans les deux (R_{both}). En lignes : classement selon le nombre de confusion avant-arrière (R_{conf}) et selon les erreurs moyennes de localisation $R_{\bar{q}}$, $R_{\bar{f}}$, $R_{\bar{g}}$, respectivement erreur latérale non signée, erreur polaire non signée, erreur non signée dans le plan interaural. Dans chaque cadre et de gauche à droite : coefficient de Kendall global, coefficient pour le haut du classement, coefficient pour le bas du classement. Les valeurs moyennes significatives sont repérées par une *

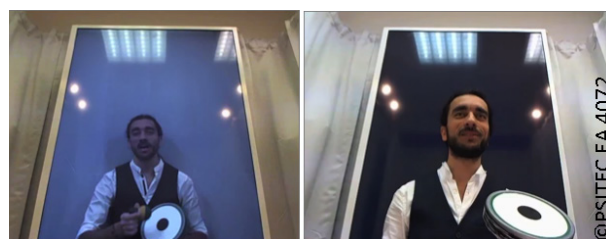
■ **Musique et plasticité cérébrale**

Ce travail, qui a débuté à l'Ircam en 2019 en collaboration avec l'université de Lille, se concentre sur les effets cognitifs de la musique dans le vieillissement pathologique. La maladie d'Alzheimer est une maladie neurodégénérative qui affecte le fonctionnement cognitif, émotionnel et social des individus. Compte tenu de l'efficacité limitée des approches pharmacologiques, des traitements non médicamenteux, et en particulier des interventions musicales, sont fréquemment proposés pour surmonter ces difficultés. Cependant, les facteurs qui expliquent leur efficacité ne sont pas clairement identifiés (Hobeika & Samson, 2019). Le but de ce projet est d'évaluer les facteurs influençant l'engagement socio-émotionnel et moteur de patients atteints de la maladie d'Alzheimer pendant une activité musicale, ainsi que leurs capacités à synchroniser leurs mouvements avec le rythme musical. Pour cela, des patients atteints de la maladie d'Alzheimer et des participants contrôles appariés ont réalisé une tâche de synchronisation sensorimotrice, consistant à taper avec la main au rythme d'un métronome ou de musique en présence d'un musicien. Le musicien réalisait la tâche de synchronisation avec le patient. Il pouvait être physiquement présent en face du patient (condition live) ou virtuellement présent à travers une vidéo préenregistrée et projetée en taille réelle en face du patient (condition vidéo). Les résultats montrent l'importance du contexte musical et des interactions sociales sur les performances de synchronisation, mais également sur l'implication sociale, émotionnelle et motrice des participants atteints de la maladie d'Alzheimer. Ces résultats ouvrent des perspectives thérapeutiques prometteuses, avec notamment la possibilité de compléter les prises

en charge actuelles par des activités musicales régulières grâce à l'utilisation d'enregistrement vidéo et de la technologie mobile.



(A)



(B)

Figure 6. Illustration du dispositif expérimental (A) Le participant est assis et tape sur la tablette en réponse au rythme des séquences auditives (musique ou métronome). Sa chaise est posée sur une plaque de force enregistrant ses mouvements. En face, le musicien, en condition live, tape également sur une tablette avec sa main droite au rythme des séquences auditives. (B) Manipulation de la présence sociale : la performance du musicien pouvait être préenregistrée et diffusée sur un écran à taille réelle (à gauche), ou être live (à droite)

■ **Mixage et écriture de l'espace**

Le Spatialisateur (Spat^{\sim}) 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^{\sim} version 5) avait été développée, introduisant notamment le formalisme OSC (Open Sound Control) pour la gestion des messages, et les patchcords « MC » pour véhiculer des flux audio multicanaux. Cette refonte structurelle permet désormais le déploiement rapide de nouvelles fonctionnalités, tant au sein des bibliothèques C++ sous-jacentes que sous forme de patches Max génériques et réutilisables. En 2019, l'extension de la bibliothèque Spat^{\sim} s'est poursuivie avec deux axes de travail principaux : la chaîne de production en format Ambisonics et les outils d'écriture de l'espace.

Chaîne de production en format Ambisonics

De nouveaux modules de traitement des flux HOA ont été développés et intégrés à la distribution (qui compte désormais plus de 30 objets dédiés à la production HOA) notamment : un encodeur d'ordre 3 pour microphone sphérique Zylia ZM-1, un module de formation de voies (spat5.hoa.beam~) qui synthétise des microphones virtuels opérant dans le domaine HOA, un outil de warping spatial (spat5.hoa.warp~) qui réalise des déformations non-linéaires (compression, dilatation) du champ sonore, etc.

Tous ces modules ont été exploités pour développer (en partenariat avec MusicUnit) une chaîne complète de production et post-production de contenus 360° au sein de l'environnement Ableton Live. L'outil se présente comme une collection de modules Max insérables dans Ableton Live et qui permettent de réaliser toutes les étapes de production audio au format HOA 3D jusqu'à l'ordre 7. Tous les flux d'entrées (sources monophoniques, stéréo, prises de son en format A, flux déjà encodés en HOA ou UHJ, etc.) sont mixés et réverbérés au sein d'une scène unique. L'édition audio peut se faire en synchro avec une vidéo 360° et les trajectoires des sources sonores s'affichent en superposition de la fenêtre vidéo. En sortie, le mix HOA peut être exporté et/ou décodé pour une écoute sur haut-parleurs ou sur casque (avec head-tracking).

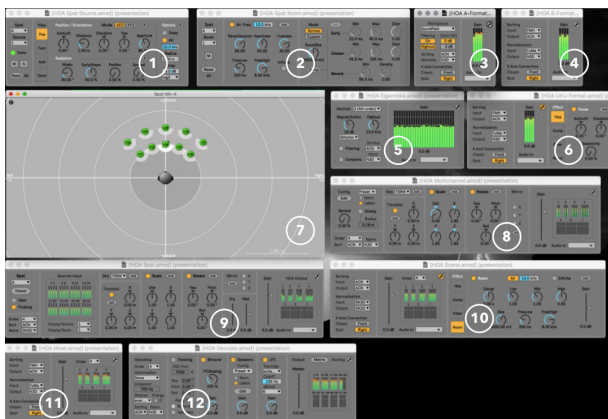


Figure 7. Modules Max insérables dans Ableton Live pour la production et la post-production en format Ambisonics (1) Encodage et spatialisation d'une source mono. (2) Gestion de réverbération. (3) Encodage de format-A. (4) Flux format-B. (5) Microphone sphérique d'ordre supérieur. (6) Transcodeur UHJ. (7) Edition graphique de la scène. (8) Encodage de sources multicanales. (9) Spatialisateur en communication avec tous les modules de sources. (10) Effets appliqués sur la scène HOA. (11) Mixeur. (12) Module de décodage

Écriture de l'espace

Plusieurs objets Max ont été développés pour la génération et la manipulation de trajectoires spatiales. En particulier, spat5.simone est un outil qui exploite, de façon quelque peu métaphorique, le concept de champ vectoriel (d'après une idée originale d'Andrew Gerzso) pour générer des mouvements fluides et naturels d'agents autonomes [Carpentier 2019a][Carpentier 2019b]. L'« aptitude à s'orienter librement » de ces agents peut se révéler utile dans des scénarios compositionnels dans lesquels on cherche à explorer un espace de paramètres d'une façon mi-improvisée et mi-déterministe (inspirée par les lois de la physique). Le champ vectoriel sous-jacent peut être généré via diverses techniques : paramétré par des équations mathématiques, dessiné à la main, ou issu d'un mapping de données. Divers opérateurs métaphoriques permettent en outre d'enrichir le registre des mouvements et de complexifier les comportements simulés. L'outil est d'un usage intuitif et il est suffisamment générique pour être déployé dans de nombreux contextes.

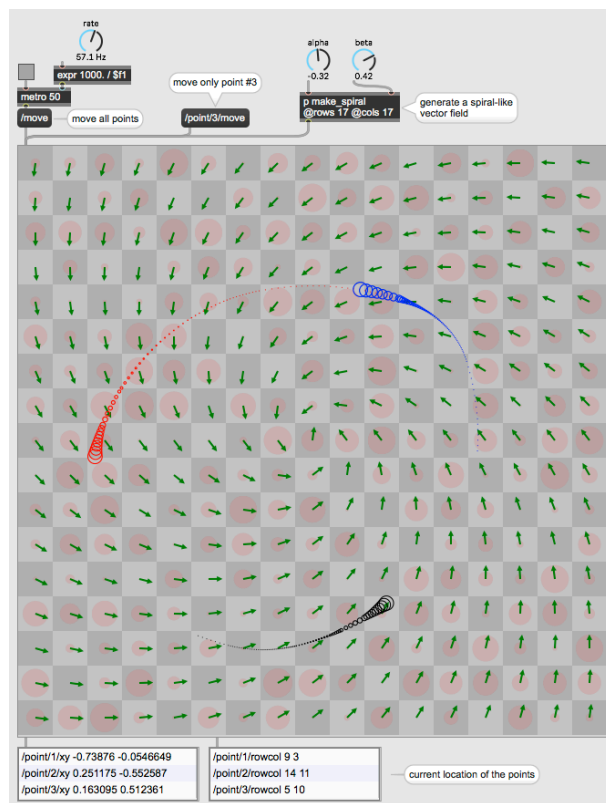


Figure 8. Interface graphique de spat5.simone
 Partie supérieure : messages de contrôle (paramétrisation du champ vectoriel et mise en mouvement des particules)
 Partie inférieure : messages en sortie (positions instantanées des particules)
 Partie centrale : représentation du champ vectoriel et des particules y évoluant

■ Composition urbaine et paysagère

La résidence artistique de N. Schütz (lauréate du programme ARR 2018/19), intitulée *Urban land sound design: Composing in(to) the existing* porte sur l'intégration des qualités acoustiques et compositions sonores au sein de projets urbains et paysagers. Amenée à composer à partir de, avec et dans l'existant, condition inhérente à ce type de projets, N. Schütz interroge l'application d'ambiances et de réponses impulsionnelles (RI) enregistrées en format HOA (microphone EM32 de MHAcoustics®), ainsi que les outils de spatialisations associés lors des différentes étapes du projet artistique. Ce travail s'organise autour du cas d'étude de la Place de La Défense, sur laquelle N. Schütz intervient, en collaboration avec l'équipe paysagiste-urbaniste en charge d'un projet global de rénovation. Pour saisir la qualité ambiante et les événements sonores marquants liés aux différents usages du site, plusieurs sessions d'enregistrement ont été effectuées in situ, aux différentes heures du jour, différents jours de la semaine et saisons. Les mesures de RI se sont déroulées la nuit pour minimiser l'impact des nuisances sonores. Ces données ont ensuite été exploitées et évaluées en studio pour dégager les pistes susceptibles d'enrichir les méthodes de composition urbaine et paysagère.



Figure 9. Session d'enregistrement d'ambiances et de mesures de réponses impulsionnelles, Place de la Défense

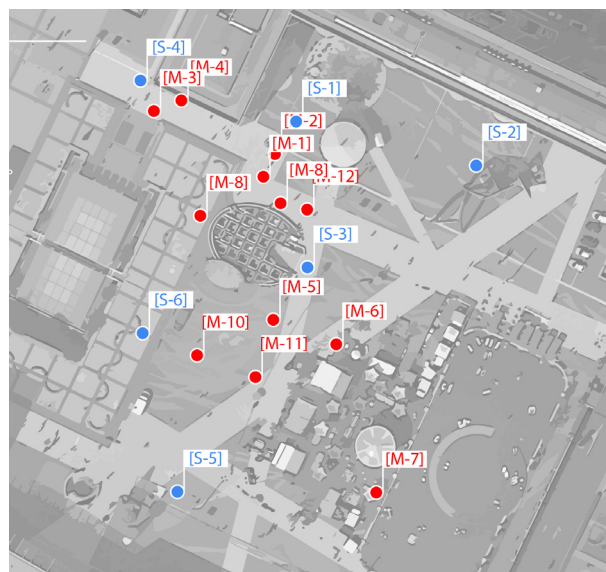


Figure 10. Plan des différentes positions et orientations de la source (S) et du microphone (M)

Tout d'abord, ces enregistrements et mesures permettent de reconstruire au sein du studio un environnement de composition qui porte les traits clés de l'environnement sonore existant du site destinataire de l'œuvre. Ils permettent ensuite de simuler l'intégration des nouvelles sources sonores dans ce même contexte. Ils donnent aussi lieu à la création de modèles auditifs qui jouent le rôle de fil conducteur (*Leitbild*) rêveur pour l'étape suivante de création de la matière sonore prenant en compte des contraintes techniques du site et du dispositif à mettre en place. Ce dispositif quant à lui n'étant pas neutre, la conception de l'instrument fait autant partie des œuvres de N. Schütz que le contenu sonore et la composition. Il s'agit d'une combinaison de structures physiques et de composants électroacoustiques.

Les investigations de la résidence artistique se prolongent donc par un travail sur la complémentarité des approches de modélisation physiques et perceptives, notamment pour la préfiguration du projet, mais aussi pour la production des contenus sonores. Ce travail, qui comporte des interactions avec l'équipe S3AM, ainsi que l'analyse des données sonores du lieu qui met en relation des aspects acoustiques et sémantiques menée en interaction avec l'équipe PDS, font l'objet du prolongement de la collaboration de N. Schütz au sein de l'équipe, sous forme d'un contrat de compositrice invitée pour les années 2020-2022.

Par ailleurs, les mesures des RI de la Place de la Défense, espace très atypique quant à ses dimensions et son caractère urbain sans circulation, fait partie du répertoire des RI analysées par P. Massé dans ses recherches doctorales. Actuellement, l'interaction spécifique artistique-recherche de N. Schütz avec P. Massé traite de l'exploitation des descripteurs de RI comme matière de composition structurante dans des créations dédiées à leur lieu d'origine.



Figure 11. Visualisation du projet artistique, des « parasols » en forme de nuages créant une intimité acoustique locale et intégrant le dispositif électroacoustique

■ Étude acoustique du temple de Dendara

Le CNRS et l'IFAO (Institut Français d'Archéologie Orientale) ont entrepris, en collaboration avec l'Ircam, l'étude archéo-acoustique du temple principal de Dendara¹. Situé en Haute-Égypte, et construit entre la fin de l'époque ptolémaïque et le début de l'époque romaine, ce temple est dédié à Hathor, déesse de la musique, de l'amour et de l'ivresse. Les études épigraphiques et iconographiques attestent de l'importance de l'activité sonore dans ce temple que ce soit au travers des mentions textuelles ou par l'omniprésence de représentations de divinités ou de danseurs et musiciens vénérant Hathor par leurs chants et manifestations instrumentales (tambourins, harpes, sistres, luths) qui ornent les parois et les colonnes de différents espaces. C'est la première fois qu'une telle étude, au carrefour de l'anthropologie, de l'archéologie, de l'architecture, de la musique et de l'acoustique, est consacrée à un temple égyptien. Ce projet fait partie d'un plus vaste programme « Paysages sonores et espaces urbains de la Méditerranée ancienne »² dont l'ambition est la compréhension de la manière dont les anciens percevaient et interprétaient les phénomènes sonores par l'analyse du vocabulaire consacré aux sons, par l'étude des instruments de musique et l'observation des sites dans lesquels se déroulaient des manifestations riches en événements sonores. Les études architecturales se concentrent généralement sur la dimension visuelle du bâti et plus rarement sur sa dimension acoustique à l'exception des théâtres antiques grecs et romains. L'espace s'éprouve cependant par nos sensations conjointes visuelle et auditive et nos actions motrices

(déambulation). Dans les lieux de culte, les perceptions visuelles et auditives contribuent conjointement à l'impact émotionnel et conditionnent les pratiques rituelles et la foi véhiculée principalement par le canal sonore. Que les propriétés acoustiques d'un édifice ou d'un site soient le fruit d'une conception réfléchie ou le résultat fortuit de pures considérations géométriques visuelles et structurelles est matière à débat. Cependant, la variété des qualités de silence ou de bruits environnementaux résiduels dans les différents espaces du temple ainsi que leurs propriétés de résonance et de réverbération étaient indubitablement ressenties lors des activités quotidiennes ou lors des processions. Un exemple paradigmatique du jeu entre silence et résonance ou entre occlusion et transparence est celle du Pronaos (salle hypostyle qui précède le sanctuaire proprement dit) dont l'activité humaine et religieuse n'était perceptible pour la population que par le canal auditif, grâce aux larges ouvertures situées en partie supérieure de la façade du temple. Dans ce projet, la mission de l'Ircam est de mener une caractérisation acoustique des différents espaces du temple par la mesure de réponses impulsionnelles. Ces réponses, enregistrées par un réseau microphonique à haute résolution spatiale (microphone EM32 de MHAcoustics®), peuvent être utilisées pour reproduire, sur casque d'écoute ou sur un dispositif de reproduction multicanal, la qualité acoustique de ces différents espaces. Elles seront également utilisées ultérieurement pour calibrer un modèle numérique 3D, en cours de réalisation, qui permettra de compléter l'étude par la prise en compte d'éléments architecturaux aujourd'hui disparus (portes du sanctuaire et des différentes chapelles, cour péristyle). Pour l'heure, le travail se concentre sur le traitement de débruitage qui exploite les procédures d'analyse-synthèse décrites plus haut (cf. section Analyse/Synthèse de DRIRs).

- 1 Projet dirigé par Sibylle Emerit, chercheuse du laboratoire CNRS HiSOMA (Histoire et Sources des Mondes Antiques, UMR 5189) et ancien membre de l'IFAO (Institut Français d'Archéologie Orientale)
- 2 Programme codirigé par Sibylle Emerit (CNRS, IFAO), Sylvain Perrot (CNRS, École Française d'Athènes) et Alexandre Vincent (université de Poitiers, IUF, École Française de Rome)

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	2	Nationaux et régionaux ANR ELEMENT ANR MICA ISMES LABEX SMART	4	CRI-Paris LIB-Sorbonne Université Pitié-Salpêtrière Université Paris 8 Université Nanterre Université Paris-Saclay Mines-Paris Tech Université de Genève ENSCI, F Orbe, F UserStudio, F, Atelier des Feuillantines, F NoDesign F ZHdK CH CNMAT, USA Grame, F Simon Fraser University GeorgiaTech, USA Legacy Lab, TW NOTAM, Nor McGill, CA Cycling'74, CNMAT, USA TU Berlin, D	L. Bianchi A. Einbond Ch. Trapani M.A. Magalhaes G. Paine J. L. Hervé S. Gervasoni L. Leite Barbosa M. Gentilucci A. Ito M. Suarez Cifuentes E. Gibello F. Blondy R. Cahen H. Leeuw N. Souchal M. Nick N. Gimenez S. Haapamäki G. Hall S. Núñez Meneses Onceim Soundinitiative		
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	6	Conférences avec comité de sélection	9	Internationaux EmoDemos MagicShoes	2				
Doctorants	4	Ouvrages et chapitres	0	Contrats industriels Ircam Amplify/ Philharmonie	1				
		Thèses de doctorat et HDR	1						

Responsable : Frédéric Bevilacqua

Chercheurs et ingénieurs statutaires (3) :

Riccardo Borghesi, Benjamin Matuszewski, Diemo Schwarz

Chercheurs non statutaires (associés, post-docs),

chercheurs invités (2) : Jean-Philippe Lambert, Abby Wanyu Liu

Compositeurs/Artistes invités (4) : Sivan Eldar, Michelle Magalhaes,

Lorenzo Bianchi, Marco Suarez Cifuentes

Doctorants (4) : Hugo Scurto, Marion Voillot, Iseline Peyre,

Judith Ley Flores

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 collectives
- Synthèses interactives

Nos thèmes de recherche ont été poursuivis en 2019 par les différents projets externes et internes. Concernant nos travaux fondamentaux sur les systèmes interactifs fondés sur le mouvement, nous coordonnons le projet ANR ELEMENT sur l'apprentissage des mouvements et gestes. Concernant la recherche sur la sonification du mouvement pour la rééducation, nous collaborons avec Sorbonne Université (hôpital Pitié-Salpêtrière, le LIB et l'ISIR). Concernant le design de systèmes interactifs avec de l'apprentissage machine, la thèse d'Hugo Scurto, soutenue avec succès fin 2019 et dont certains travaux ont été présentés à la conférence « Siggraph'19 » à Los Angeles, représente une étape importante.

Les recherches sur les interactions collectives se sont particulièrement développées avec les projets scientifiques et artistiques (projet Unité-Projet Innovation *BeCoMe*). Le projet *EmoDemos*, en collaboration avec l'université de Genève et la Philharmonie de Paris, s'est terminé avec des résultats probants sur la synchronisation des mouvements par les jeunes musiciens. Ce projet a permis de valider nos développements de technologies web pour mesurer les mouvements dans des situations d'interactions collectives. Le projet *Poly*, présenté lors d'un « Studio 5 en direct » et l'installation *Biotope* de Jean-Luc Hervé, ont permis de valider les principes et l'utilisation des systèmes de diffusion distribués basés sur des nano-ordinateurs (Raspberry-Pi).

L'Unité-Projet Innovation CoCat et le groupe de travail sur la synthèse sonore par échantillons et sur la composition par synthèse concaténative ont abouti à une refonte des outils, de la documentation et de la diffusion pour la synthèse concaténative par corpus dans Max. À noter également l'invitation pour une performance.

Nous avons également collaboré à de nombreuses réalisations artistiques, par exemple pour le suivi du chef d'orchestre lors la pièce *Idea* de Sampo Haapamäki, la reprise des installations *Square* de Lorenzo Bianchi, l'installation *Biotope* de J.-L. Hervé (et déjà repris, notamment au musée Zadkine) ou encore le projet *Constella(c)tions* de Michelle Agnes Magalhaes (résidence STARTS).

Soulignons également plusieurs distinctions : Marion Voillot, doctorante dans l'équipe ISMM (en collaboration avec le CRI-Paris,

université Paris-Descartes) a reçu le prix "Vie & Société" du concours international de design sonore, et Benjamin Matuszewski le "Best Paper Award" à la « Web Audio Conference 2019 ». Finalement, notons plusieurs activités pédagogiques (master AIMove à Mines-ParisTech) et invitations à des événements à l'étranger (master class à la Biennale de Venise, workshops à Arizona State University et NOTAM à Oslo, performances à Georgia Institute of Technology et à Imrotek-Athènes).

■ 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. Le projet sur la rééducation avec retour sonore, désormais porté par la thèse d'Iseline Peyre en collaboration avec l'hôpital Pitié-Salpêtrière et Sorbonne Université, s'est consolidé avec la fin de la première étape d'expérimentation avec des patients post-AVC et des personnes valides. Les résultats mettent en évidence des effets de la sonification et des préférences dans les types de relation entre mouvement et son/musique. Avec des méthodes similaires, nous avons également poursuivi l'étude de la sonification de la marche et d'exercices physiques, collaboration avec Ana Tajadura-Jimenez et Judith Ley Flores (doctorante co-encadrée) de l'Universidad Carlos III de Madrid.

Dans le projet ANR ELEMENT en collaboration avec le LIMSI et le LRI de l'université Paris-Saclay, nous abordons les questions d'apprentissage de mouvement avec des systèmes interactifs. Lors de la première année du projet, nous avons effectué une première phase d'expérimentations afin d'évaluer les variations d'exécution de musiciens et non-musiciens pour des gestes complexes avec ou sans retour sonore. Une base de données a été établie afin de tester plusieurs modèles d'analyse du mouvement. Une revue de l'état de l'art des méthodes d'apprentissage machine qui pourraient s'appliquer à notre contexte a été effectuée.

Les aspects de design de systèmes interactifs avec de l'apprentissage machine ont également été très bien traités dans la thèse d'H. Scurto, soutenue fin 2019. Ce travail ouvre des perspectives intéressantes que nous allons poursuivre, comme l'apprentissage par renforcement pour l'exploration de paramètres de synthèse.

■ Interactions collectives

Les travaux sur les interactions collectives se sont concentrés sur la refonte complète du framework JavaScript soundworks (version 3). Cette réécriture, prenant en compte à la fois l'expérience acquise et les retours liés à des expériences d'enseignement, a permis de recentrer les responsabilités du framework sur des aspects plus précis (e.g. communications, gestion d'états distribués) et d'aboutir à une API plus simple et à une meilleure lisibilité du rôle du framework dans l'écosystème existant. Cette nouvelle version a également permis d'intégrer complètement les développements effectués avec Raspberry Pi. Deux applications importantes par leurs caractères génériques ont déjà été réécrites avec la nouvelle version du framework et ont permis de valider ses grands principes.

L'application Playground propose un environnement flexible et facilement appropriable permettant de diffuser du son sur une flotte de smartphones d'une audience. Cette application, issue de la résidence de Garth Paine, a déjà été le support de plusieurs de ses compositions (Future Perfect, Sydney, etc.) et a été utilisée lors d'une master class à la Biennale de Venise et d'un workshop à ASU.

L'application CoMo est centrée sur la reconnaissance de gestes. En particulier l'application CoMo-Elements a fait l'objet de tests, d'améliorations et d'utilisations dans de multiples cadres tels que : EmoDemos (mesure de synchronisation dans un groupe), la résidence Constella(c)tions de M. A. Magalhaes, et la thèse de M. Voillot « Histoires interactives dans des contextes d'éducation de la petite enfance ». Ces différents cas d'utilisation ont amené à une refonte complète de l'application (aujourd'hui en version alpha) pour permettre de prendre en charge plus simplement ces différents contextes, mais aussi pour permettre d'explorer de nouveaux paradigmes (intégration avec les R-IoT, etc.). Une version simplifiée de cette application est également disponible en ligne : como.ircam.fr

Par ailleurs, une application permettant à un ensemble d'improvisateurs d'annoter de manière continue et en temps réel a été développée avec Clément Canonne dans le cadre du projet ANR MICA. Cette collaboration se poursuit aujourd'hui avec le développement d'une seconde application.

Parallèlement à ces travaux, de nouveaux concepts ont été explorés et ont fait l'objet de développements importants. Parmi ces nouveaux aspects, notons par exemple la mise en place et les premiers tests autour d'une timeline distribuée et synchronisée (résidence de Marco Suarez Cifuentes), et autour de l'édition live de scripts distribués et exécutés au runtime (nouvelle version de l'application CoMo); ces deux exemples avec la consolidation des développements autour d'objets connectés et distribués (projet *Poly* et installation *Biotope* de J.-L. Hervé) permettent d'envisager la mise en place d'environnements auteurs plus fluides et dynamiques.



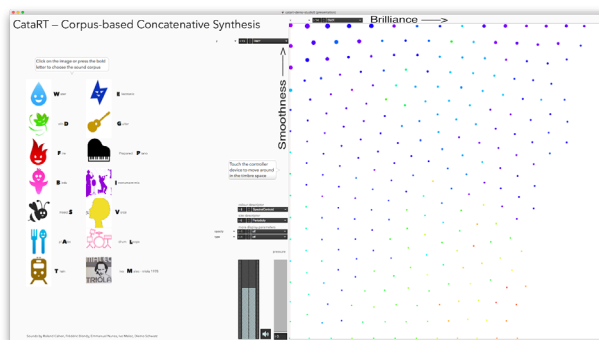
(à gauche) Agents autonomes de l'installation *Biotope* de Jean-Luc Hervé (version musée Zadkine)
(à droite) *Cordas* de Michelle Agnes Magalhaes, résidence STARTS, projet *Constella(c)tions*

Synthèse interactive

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. Nous avons recentré nos développements sur MuBu for Max qui intègre désormais la synthèse sonore concaténative, granulaire et additive, et l'analyse multimodale du son et des gestes, couplés à de la reconnaissance de formes (apprentissage automatique interactif). Par exemple, MuBu a été utilisé pour la pièce *IDEA* de S. Haapamäki (reprise à la Maison de la radio en 2019) pour le suivi de geste du chef d'orchestre.

Le groupe de travail sur la synthèse sonore par échantillons, issu de l'UPI CoCat, a permis de finaliser et publier sur github 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 de divulguer la version 1.0 au Forum Ircam 2019 et d'enseigner MuBu et CataRT en décembre dans un workshop de 5 jours au NOTAM, Oslo. Ce travail est aussi à la base de la version "SkataRT", intégré dans Ableton Live, conjointement avec l'équipe PDS et Music Unit.

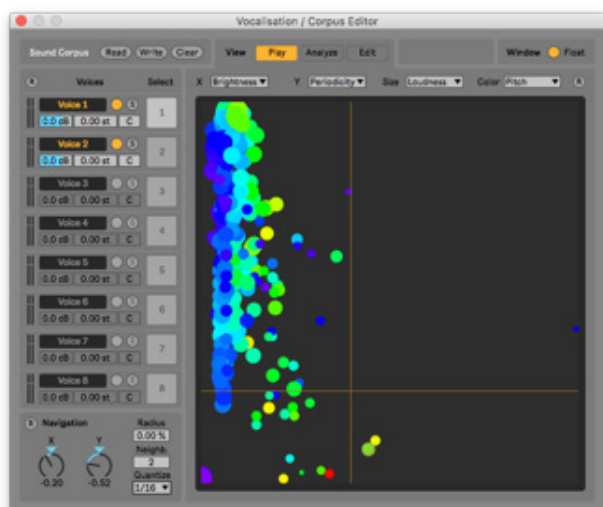
Le principe de CataRT comme instrument expressif a été vulgarisé lors du Studio 5 en direct : « La synthèse sonore : nouvelles aventures » d'octobre grâce à une conférence et des postes qui permettaient au public d'utiliser des contrôleurs 2D multi-touch pour naviguer dans différents corpus sonores.



SkataRT", intégré dans Ableton Live



Studio 5 en direct : « Les interactions musicales collectives et les nouveaux gestes »



ÉQUIPE PERCEPTION & DESIGN SONORES

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques		Collaborations artistiques	
Chercheurs et ingénieurs statutaires	4	Revue à comité de lecture	10	Nationaux et régionaux	5	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 (CentraleSupélec) P. Belin / INT La Timone S. Dubal / ICM K. Okanoya, T. Naka / Université de Tokyo	A. Cera R. Rivas N. Schutz		
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	5	Conférences avec comité de sélection	6	Internationaux	2				
Doctorants	1	Ouvrages et chapitres	1	Contrats industriels	2				
		Thèses de doctorat et HDR	0						

Responsable : Nicola Misdariis

Chercheurs et ingénieurs statutaires (3) : Jean-Julien Aucouturier (CNRS), Olivier Houix, Patrick Susini

Chercheurs non statutaires (associés, post-docs), chercheurs invités (5) : Pablo Arias, Mondher Ayari (Université de Strasbourg),

Laurent Lellouch, Marco Liuni, Laura Zattra

Doctorant : Victor Rosi

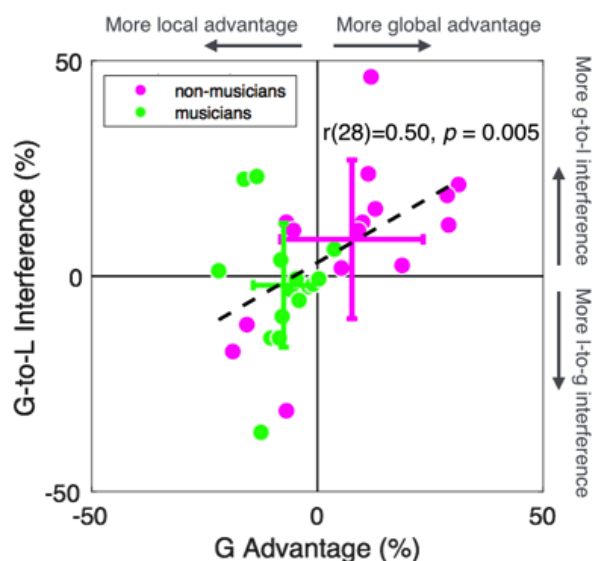
En 2019, l'équipe Perception & Design Sonores évolue dans la continuité. D'une part, elle poursuit ses recherches ancrées en perception et cognition sonores : perception d'une scène sonore (percept local/global, modélisation perceptive de la gêne), étude de la sonie (relations avec d'autres propriétés sonores – force tonale –, influence sur des processus haut niveau – identification, catégorisation); et continue également de développer ses travaux dans le domaine de la cognition/émotion vocale et musicale : réponse émotionnelle à la rugosité vocale, manipulation de certaines dimensions vocales (prosodie, anxiété) pour l'étude de certains syndromes (stress, amusie) – et, le cas échéant, la rééducation dans le domaine clinique –, analyse cognitive de la créativité musicale et de sa dimension culturelle. D'autre part, elle repose/renouvelle la question de la recherche en design sonore en proposant de l'intégrer dans un cadre conceptuel plus large, celui de la recherche en design, et en considérant, de fait, la discipline du design sonore (portée par l'Ircam depuis près de 20 ans) comme une discipline à part entière, un objet d'étude en tant que tel (Archer, 1979). En l'occurrence, cet objectif d'acquisition de connaissances propres en design sonore prend le parti de s'inspirer du formalisme des sciences du design (Cross, 2006; Vial et Findeli, 2015) en se déployant sur des dimensions relatives aux principes, aux pratiques et aux procédures intrinsèques à la discipline, mais

aussi en s'intéressant aux modalités de « réception » des objets de design sonore qui impliquent, entre autres, la problématique de l'évaluation perceptive. Dans cette optique, des études sur les pratiques (projet APDS), des concepts (Interfaces Homme-Machine sonores), des méthodologies de codesign (utilisant le lexique sonore SpeaK), des outils d'esquisse ou de prototypage du son (SpeaK, CataRT, conception assistée par algorithmes génétiques) ou de nouveaux modes de conception (modalité haptique, conduction osseuse) sont continués ou initiés afin d'instruire cette question de nature quasiment épistémologique et d'aboutir – le cas échéant et à moyen terme – à une forme de *sciences du design sonore*.

■ Recherche en perception et cognitions sonores

Traitement temporel auditif local-global : différences inter-individuelles

Un nouveau paradigme d'étude du traitement local-global temporel de séquences sonores a été proposé [hal-01998717]. Ce paradigme a permis récemment d'approfondir des différences inter-individuelles (collaboration avec E. Ponsot, ENS, Paris). Malgré une tendance générale qui montre un avantage de l'information globale et une interférence global-vs-local pour les non-musiciens, avec un pattern inversé pour les musiciens, les résultats mettent en évidence des différences inter-individuelles significatives (figure 1) soulignant une réorganisation temporelle modulée par la formation musicale et par l'adoption de différentes stratégies (article JASA en cours de soumission). Ce sujet s'inscrit dans un cadre plus général relatif aux différentes échelles de perception d'une forme sonore.



Variabilité des processus d'organisation local/global (« Global advantage » et « Interference between global and local information ») entre musiciens et non-musiciens

Traitement temporel de la sonie : relation entre asymétrie en sonie et force tonale

Les travaux menés sur le traitement temporel de la sonie ont mis en évidence une asymétrie entre sons crescendo et decrescendo (collaboration avec S. Meunier, LMA, Marseille). Récemment, nous avons montré que l'amplitude de ces asymétries varie avec la hauteur en comparant des bruits à bande étroite et des bruits à large bande [hal-02003213]. Une série d'expériences nous a permis de montrer que l'asymétrie en sonie augmente de manière significative avec la force tonale, révélant une interaction entre sonie et force tonale pour des sons non-stationnaires [hal-02329105]. Ce sujet s'inscrit dans les travaux menés sur les processus d'intégration de la sonie.

Influence de la sonie sur des processus de haut niveau : catégorisation et identification

La sonie est un facteur de bas niveau qui interagit avec le timbre [hal-01255411]. Existe-t-il des interactions lorsque l'on considère des processus de plus haut niveau comme une tâche de catégorisation et une tâche de reconnaissance ? Il apparaît une réorganisation des catégories et différences entre les scores de reconnaissance différents révélant que la sonie est un facteur important à prendre en compte dans les processus cognitifs en audition [hal-02270897]. Ce sujet s'inscrit dans les travaux sur les mécanismes d'interaction de la sonie.

Perception et cognition des environnements sonores urbains

Validation expérimentale du modèle de gêne issu des travaux de thèse de R. Leiba (2017, collaboration Institut Jean-le-Rond d'Alembert / MPIA). Le travail a abouti à une expérimentation semi-réaliste en laboratoire (restitution immersive d'une scène sonore urbaine et incrustation contrôlée de sources véhicules). Elle a permis de produire des données qui valident partiellement les modèles de gênes spécifiques, tout en en proposant des pistes d'amélioration

– régression non-linéaire de paramètres acoustiques/psychoacoustiques notamment. Présentation des méthodologies et des résultats dans deux congrès internationaux (Internoise, ICSV). Axe de recherche sur la perception des scènes sonores environnementales complexes. D'une part, exploration de l'utilisation de la réalité virtuelle – ou assimilée – dans le cadre d'un protocole expérimental ; d'autre part, poursuite de la problématique de modélisation en y incluant des percepts comme la saillance auditive et en l'intégrant dans la problématique d'une perception hiérarchique locale/globale.

■ Recherche en cognition/émotion vocales et musicales

Réponses émotionnelles à la rugosité et aux musiques extrêmes (ERC CREAM)

Utilisation de l'algorithme de transformation de voix rugueuse (ANGUS, <https://forum.ircam.fr/projects/detail/angus>) pour étudier la perception de la menace auditive et le fonctionnement émotionnel des fans de musique métal : 2 articles publiés (Music Perception, Behavioural Processes), un commentaire publié dans *PNAS*, et un article en relecture (IEEE Trans. Affect. Computing). Intérêt croissant de la communauté cognition musicale pour expliquer les émotions positives ressenties par les fans de musique métal (<https://twitter.com/jitokyo/status/1081125565858484224>) ; autre groupe actif sur le sujet : laboratoire de W.F. Thompson à Melbourne.

Reverse-corrélation et prosodie (ERC CREAM)

Utilisation de l'outil CLEESE pour des expériences de *reverse-correlation* sur la prosodie épistémique (avoir raison, avoir confiance) : 1 article publié dans *PLOS One*, 2 articles soumis dont un en relecture dans *Nature Communications*. Méthodologie unique au monde appliquée à la voix, actuellement adoptée dans plusieurs autres laboratoires (Reading, Glasgow, Montreal). Possibles applications cliniques pour la rééducation AVC et l'amusie congénitale.

Voix anxieuse et stress post-traumatique (ANR REFLETS)

Étude de l'impact de l'anxiété sur la voix et utilisation du paradigme de rétroaction vocale (DAVID) pour le traitement du PTSD (*Post Traumatic Syndrome Disorder*). Thèse démarrée de la psychologue clinicienne Nadia Guerouaou (codirection avec le Prof. G. Vaiva, CHU de Lille).

1 article publié dans *British Journal of Anaesthesia*, 1 en relecture dans *Consciousness & Cognition*. Application clinique au PTSD très innovante : alternative non-pharmaceutique aux thérapies actuelles auxquelles beaucoup de patients sont résistants.

Analyse cognitive de la créativité musicale et de son impact culturel

L'analyse de l'improvisation par le son (enregistré) ne suffit pas dans les musiques de tradition orale, enracinées dans les traditions et pratiques sociales collectives et individuelles. Une série d'enquêtes en Méditerranée permet d'étudier les traces mémorielles de l'acte musical oral et de décrire une certaine finesse d'écoute déterminée par les exigences d'une oreille culturelle spécifique aux musiques modales improvisées. Les questions centrales sont : comment fonctionne l'intelligence musicale dans sa plasticité par la pratique et l'apprentissage, et comment une communauté ou un

groupe social se donne des règles d'organisation et des cadres pour penser la musique ? Les entretiens et les expériences s'appuient sur une prise en compte des conduites de production et de réception du fait musical, pour une analyse de sa trace mémorielle et pour une connaissance des processus perceptifs mis en œuvre par sa pratique et son écoute. 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 formatage de l'oreille et de conditionnement physique et psychologique du corps et de l'âme qui s'opèrent principalement dans des pratiques sociales particulières. Un modèle d'écoute culturalisée spécifique à la musique improvisée du *maqâm* a été esquissé. Actuellement, en musicologie de l'art populaire et savant de Méditerranée, certains aspects fondamentaux sont encore mal définis ; ils restent, peut-être, le « noyau dur » d'une « ethnomusicologie cognitive ». Ces aspects touchent au développement du cerveau du musicien en rapport avec la mémoire collective, la technique du corps, le contexte de la performance, les interrelations avec le public et l'émotion. D'où l'une des questions essentielles : comment établir un lien permettant de relier, sur le plan cognitif, la grammaire (ou la théorie) musicale ainsi reconstituée, avec la pensée des musiciens eux-mêmes, et éclairer ainsi les propriétés formelles que l'analyste dégage de la musique ? L'un des principaux problèmes de l'ethnomusicologie (terrain) ou de la psychologie expérimentale (laboratoire) est d'accéder aux différentes formes d'expertise qui, dans certaines sociétés ou milieux traditionnels, ne passent pas par une théorisation explicite. L'enjeu de cette recherche est de mettre en rapport systématique les éléments de la forme avec le réseau de significations sémantiques et psychologiques défini comme un vecteur de sens qui influe de façon décisive sur la perception et la représentation de la forme musicale. La question que nous nous posons – et pour laquelle la psychologie n'a pas encore de réponse catégorique – est la suivante : quelle influence psychologique les contextes (dans lesquels sont construites les formes symboliques), les cultures et les codes sociaux ont-ils sur la perception et le développement musical de l'auditeur ?

■ Recherche en design sonore

Intégration du design sonore dans le champ de la recherche en design

Développement de l'axe de recherche en design sonore notamment à l'occasion du Conseil Scientifique (CS) 2019, thématisé précisément sur le design sonore (et l'IA). La formalisation de cet axe de recherche pour le CS ainsi que la rédaction du rapport de synthèse pour le concours DR (N. Misdariis) a permis de prolonger la réflexion sur l'intégration du design sonore dans le champ de la recherche en design et de questionner les interactions structurelles entre ces deux disciplines. Formalisation d'un cadre conceptuel élargi qui, sur le modèle des sciences du design (Cross, 2006), repose sur 3 fondements : les personnes (*people*), les méthodes/outils (*process*), les œuvres créées (*products*). Structuration de la réflexion sur la discipline, en termes d'objectifs et d'enjeux, de domaines d'application, d'enjeux et d'acquis scientifiques, de verrous, d'intentions à plus long terme, et d'état de l'art au niveau européen et mondial.

Ouverture vers les Sciences du Design, champ de recherche relativement nouveau en France – mais développé depuis une cinquantaine d'années dans les pays anglophones, notamment. Considérer le design sonore comme un objet d'étude en tant que tel et l'étayer avec des connaissances scientifiques, méthodologiques, technologiques, pratiques et, le cas échéant, théoriques. Proposer une évolution de la discipline « design sonore », au sein de l'équipe PDS tout en conservant sa structure fondatrice basée sur l'articulation entre recherche en perception et cognition sonores et recherche et applications en design sonore – le triptyque « *people, process, products* » pouvant être considéré au niveau cognitif en intégrant le récepteur-usager.

Contribution au développement d'un lexique sonore

La présente étude se focalise sur la description « sémantique/acoustique » de 4 termes du « lexique sonore » [hal-01711808] : chaud, rond, rugueux et brillant. Une longue campagne d'entretiens a été menée en interrogeant 32 professionnels du son et de la musique (musiciens, chefs d'orchestre, ingénieurs du son, designers sonores, etc.) L'analyse des verbatims permet de mettre en évidence différentes stratégies et de proposer une décomposition précisant le sens des termes. De plus, l'utilisation d'une base de données de sons instrumentaux (SOL) a aussi permis d'associer plusieurs illustrations sonores aux termes. Ce travail s'inscrit dans le cadre de la thèse de Victor Rosi dans la continuité des travaux de Maxime Carron et en lien avec l'outil SpeAK.

Analyse des Pratiques en Design Sonore

Projet APDS, financé par le Labex CAP (Creation, Art, Patrimoine), en collaboration avec N. Donin (Ircam /APM) et F. Pecquet (Institut ACTE / Paris 1) ainsi que L. Zattra et D. Fierro (vacations de recherche et développement). Au moyen d'enquêtes de terrains multiples et variées, 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. En complément d'apports théoriques et épistémologiques relatifs à la discipline même (le design sonore), le projet a constitué, dans un premier temps, une base de données de plus de 400 références de praticiens, chercheurs et enseignants en – ou autour du – design sonore. Cette base a permis de lancer un questionnaire en ligne et de récolter des données sur le statut des membres de cette communauté et de leur discipline respective (auprès d'environ 25 % de la base). Les résultats ont été analysés – notamment au moyen d'une analyse sémantique, de type textométrique (collab. O. Houix) – et ont fait l'objet d'une seconde publication dans un congrès (TCPM) [Zattra et al., 2019]. Dans un second temps, le projet a donné lieu à la mise en œuvre d'une méthodologie d'interviews auprès de deux praticiens d'horizons différents. Enfin le projet dans son ensemble a fait l'objet d'un rendu final, à l'occasion des « Sound Design Days » (nov. 2019). Le projet APDS se positionne clairement dans le cadre des Sciences du Design Sonore en cours d'élaboration ; il répond à l'un des axes d'étude de la discipline : les personnes, c'est-à-dire les designers sonores, leurs origines, statuts, pratiques, etc. 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.

Conception assistée et interactive en design sonore

Thèse de Tom Souaille « Conception interactive en design sonore. Application aux scènes sonores, à l'habillage sonore et à la sonification », en collaboration avec Jean-François Petiot et Mathieu Lagrange (LS2N / Ec. Centrale de Nantes). Réflexion générale sur les processus de conception (sonore) assistée par ordinateur et l'optimisation d'une solution en fonction de contraintes, données par un cahier des charges, un bref design ou des spécifications techniques. La thèse a débuté en octobre 2019. Elle se concentre, dans un premier temps, sur une expérience préliminaire traitant de l'influence de paramètres sonores d'un VSP sur la détectabilité et l'agrément. L'expérience consiste à instruire la problématique de réduction et variation des données, perceptivement informées, en vue d'une approche de conception participative et interactive pilotée par un algorithme génétique (IGA – *Interactive Genetic Algorithm*). Ce travail participe à la formalisation d'outils et de protocoles innovants pour le design sonore, applicables à des champs comme l'amélioration de la qualité sonore d'un environnement, la création sonore pour les médias ou les objets manufacturés. L'enjeu de ce travail est d'explorer de nouveaux outils pour le design sonore en y apportant des compétences en termes théoriques (sciences de la conception/techniques d'optimisation) et technologiques (synthèse par réseaux de neurones). Il participe également au renforcement d'une collaboration scientifique avec le labo LS2N qui présente des axes et terrains de recherche partiellement convergents avec ceux de PDS.

Interfaces Homme-Machine sonores

Projet Renault « EV-Sound » : évolution 2.0 de la recherche et développement du design sonore pour le véhicule électrique – conception du retour sonore à l'intérieur (ESE - *Engine Sound Enhancement*) et à l'extérieur (VSP - *Vehicule Sound for Pedestrians*) de l'habitacle. Sur la base des expériences précédentes – notamment, véhicule de série Zoé et demo-car Symbioz – ainsi que d'une étude préalable effectuée au sein de l'entreprise Renault, le travail (en cours), consiste à concevoir la signature sonore du moteur électrique à partir de paramètres de fonctionnement du véhicule (vitesse, couple, appui pédale, etc.). À l'intérieur, cette signature vise à produire une expérience d'usage inédite pour le conducteur (et les passagers) ; à l'extérieur, elle vise à répondre à la réglementation en vigueur (juillet 2019) en alliant fonctionnalité et esthétique/image de marque. Un travail de développement est également effectué pour se plier aux contraintes des algorithmes de synthèse embarqués, notamment en termes d'espace de stockage et de capacité de calcul. Dans la lignée de notre collaboration industrielle avec Renault, cette nouvelle étude prolonge l'implication de l'équipe dans une thématique qui s'avère relativement emblématique du design sonore et permet d'expérimenter de nouvelles manières de produire la matière sonore et de l'implémenter dans un contexte industriel fortement contraint.

Les réflexions/productions sonores issues du projet alimentent la réflexion sur les outils de prototypage rapide du son ainsi que sur les nouvelles formes d'œuvres sonores qui peuvent découler d'un processus de création en design sonore. Cela nous permet également d'entamer une réflexion sur des problématiques générales de design sonore telles que la question du mastering in-situ (hors du studio) – cf. blog Ircam – ou bien les concepts de basse intrusivité sonore (*low intrusiveness*) et d'identité sonore passive (cf. *draft paper*: https://www.researchgate.net/publication/328232837_low-intrusiveness_low-annoyance_sound-design_2018_10_12)

Interfaces Homme-Machine sonores universelles

Stage de Mathieu Bouchet « Étude de fonctionnalités sonores dans des interfaces homme-machine pour des populations non expertes », en collaboration avec T. Bouchara (Cnam/Enjmin). Exploration de la pertinence des fonctionnalités sonores usuelles, actuellement implémentées dans différents systèmes de communication (smartphone, ordinateur, borne numérique, etc.). Identification des mécanismes de compréhension de ce type de signalétique et mise en évidence des liens fondamentaux entre les sons et les fonctions représentées. Les résultats de ce travail sont triples :

- des stimuli produits par 2 groupes d'étudiants designers sonores (ESAD Le Mans, Enjmin) à qui l'on a demandé de créer les IHMs sonores correspondant à 11 fonctions/icônes usuellement rencontrées dans des services dématérialisés (Impôts, Sécurité Sociale, CAF, Pôle Emploi, etc.) telles que « Accueil », « Contact », etc.
- une expérience de catégorisation libre par blocs de 44 sons (4 designers x 11 sons) avec description des classes et choix d'un représentant de chaque classe
- une analyse (cluster hiérarchique) cherchant à dégager des familles de fonctions et à extraire des invariants typologiques ou acoustiques de chaque famille (abstraction vs. métaphore, propriétés de timbre, morphologie temporelle, etc.). Ce travail questionne l'accès universel au monde informatique et numérique et ouvre une réflexion globale sur de nouveaux modèles d'interaction homme-machine s'appuyant sur la modalité sonore afin de faciliter l'accès aux nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) vis-à-vis des populations qui en sont actuellement éloignées (par exemple, personnes en situation d'illettrisme ou d'illectronisme). Ce travail s'inscrit dans le cadre général des interfaces homme-machine sonores, d'une part, et du rôle du son dans l'accès universel au monde numérique (inclusivité). Il est également l'occasion d'un renforcement de collaboration avec le laboratoire Cedric du Cnam et de l'implication dans un groupe de travail au sein de l'AFIHM – Association Française des Interfaces Homme-Machine (collab. T. Bouchara, Jérémie Garcia/ENAC)

Interfaces Homme-Machine sonores et haptiques

Projet IRT SystemX / Renault « CMI – Cockpit Multimodal Interactif ». Prise en compte de la composante haptique et de l'interaction entre l'audio et la vibration dans le cadre d'une reprise de conception d'IHMs dédiées à la conduite autonome. Sur la base des solutions proposées pour la configuration « Autonomous Drive » du demo-car Symbioz, des signaux audio et haptiques ont été conçus afin d'accompagner un scénario d'usage en conduite autonome : départ en mode manuel (MD), passage en mode autonome (AD), divers événements nécessitant une reprise en main plus ou moins urgente par le conducteur puis retour en MD. Les signaux vibratoires sont transmis au moyen d'un système d'actuateurs intégrés dans le siège conducteur. Ce projet s'insère dans la réflexion générale sur la mobilité du futur et le rôle que le son pourra jouer dans les différentes expériences utilisateurs inédites que cette évolution va progressivement produire. Ce projet est l'occasion d'ouvrir une voie de réflexion et d'acquisition de connaissances/pratiques sur la question du design de signaux vibratoires et de leur complémentarité avec les signaux sonores. Il est en cohérence avec le sujet de thèse de Claire Richards (cf. ci-dessous).

Transmission de l'information sonore par stimulation vibratoire et conduction osseuse

« INSound » – thèse CIFRE de Claire Richards, en collaboration avec l'Ensci – Centre de Recherche en Design ENS Paris-Saclay et la société Actronika : étude des effets tactiles associés à la conduction osseuse et à la spatialisation des sensations sonores et vibrotactiles. La thèse a démarré fin 2019. Elle pose notamment la question de recherche suivante : quelles caractéristiques du son peut-on choisir pour sa transformation en sensations vibratoires spatialisées et ressenties sur le corps humain ? La réponse à cette question vise notamment des solutions de suppléance perceptive dans le cas de handicaps auditifs mais aussi le renouvellement et l'innovation dans le contexte des IHMs multimodales. En outre, elle met en œuvre un dispositif expérimental original proposant l'organisation bidimensionnelle d'une série d'actuateurs répartis en différents points du dos (colonne vertébrale, côtes, clavicules, épaules, nuque) favorisant la conduction osseuse jusqu'au crâne. Ce projet s'insère dans l'extension du design sonore dans le domaine de l'haptique et s'inscrit dans le cadre d'une convention de collaboration avec le Centre de Recherche en Design ENS Paris-Saclay. L'enjeu de ce travail est de se positionner dans le cadre d'une recherche en design sonore et ainsi d'appliquer des méthodologies de recherche en design tout en développant de nouvelles connaissances à propos de la conduction osseuse/transmission vibratoire et des phénomènes perceptifs qui leur sont associés.

■ Outils, méthodologies, productions

SpeAK : lexique sonore

Poursuite des développements informatiques de l'outil de présentation du « lexique sonore » et augmentation du corpus d'illustrations sonores. L'outil développé par Frédéric Voisin (patch Max) a été finalisé et testé. Une sélection (et un mastering) des enregistrements de voix de chanteurs a été intégrée à l'outil. Une phase de création de sons de synthèse par Roque Rivas est en cours. Par ailleurs, un ensemble de modèles type signaux a été proposé pour les termes du lexique dans le cadre du stage de Thomas Roth du DNSEP Design Sonore (ESAD Le Mans). Proposer l'outil dans différents cadres d'usage allant de la pédagogie à des processus de codesign. Permettre une diffusion Forum Ircam en 2020.

SkataRT : un outil pour l'exploration et le prototypage sonores

SKataRT est un environnement logiciel permettant de capturer une esquisse vocale, de l'analyser et de la modeler sous la forme d'une esquisse sonore paramétrisable basée sur une synthèse sonore par corpus de sons. Suite à un premier prototype en Max, une nouvelle version est développée sous la forme d'un *device* « Max for Live » bénéficiant ainsi de toute la puissance du logiciel Ableton Live (Collaborations : ISMM, Music Unit – Manuel Poletti, Thomas Goepfer). Cet outil a été présenté au symposium « CMMR » à Marseille (14 au 18 octobre 2019) ainsi que dans le cadre des « Sound Design Days » à l'Ircam (28 et 29 novembre 2019).

ÉQUIPE REPRÉSENTATIONS MUSICALES

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques	Collaborations artistiques
Chercheurs et ingénieurs statutaires	7	Revue à comité de lecture	5	Nationaux et régionaux PEPS I3A PACO Contrat SU ACIMO Emergence(s) Ville de Paris ACIDITEAM ANR MERCI	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'Études 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, UCL Institute of Cardiovascular Science	P. Manoury P. Leroux M. Stroppa L. Morciano J.-M. Fernandez J. MacCallum B. Lubat R. Fox 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. Duspain T. Coduys M. Chemillier G. Bloch A. Vinjar A. Einbond S. Eldar S. Blondeau R. Foulon B. Gatinet A. Schubert G. Lorusso
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	6	Conférences avec comité de sélection	27	Internationaux SSHRC Orchestration, ANR PRCI MAKIMONO NVIDIA GPU grant SSHRC TENOR NSERC ACTOR ERC COSMOS	6		
Doctorants	12	Ouvrages et chapitres	5	Contrats industriels CIFRE Arturia CIFRE Sony CSL	2		
		Thèses de doctorat et HDR	1				

Responsable : Gérard Assayag

Chercheurs et ingénieurs statutaires (7) : Carlos Agon (SU),

Jean Bresson, Elaine Chew (CNRS), Philippe Esling (SU),

Jean-Louis Giavitto (CNRS), Karim Haddad, Mikail Malt

Chercheurs non statutaires (associés, post-docs), chercheurs invités

(2) : Georges Bloch (Université de Strasbourg), Lawrence Fyfe

Compositeurs/Artistes invités (4) : Alireza Farhang, Aaron Einbond,

Claudy Malherbe, Anders Vinjar

Doctorants (12) : Théis Bazin, Daniel Bedoya, Adrien Bitton,

Daniel Cabanzo, Tristant Carsault, Pierre Donat-Bouillard,

Constance Douwez, Jean-François Ducher, José Miguel Fernandez,

Martin Fouilleul, Matthieu Prang, Alessandro Ratoci,

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 outils et les méthodes 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'ordonnement du temps), systèmes hybrides.

■ Espaces formels

Environnements de CAO

L'environnement OpenMusic a été distribué en versions 6.15 (mars 2019) et 6.16 (janvier 2020), compatibles avec les dernières évolutions du système d'exploitation MacOS (10.14/Mojave puis 10.15/Catalina) et intégrant diverses améliorations issues du suivi et des retours d'usages des utilisateurs, notamment via le Forum.

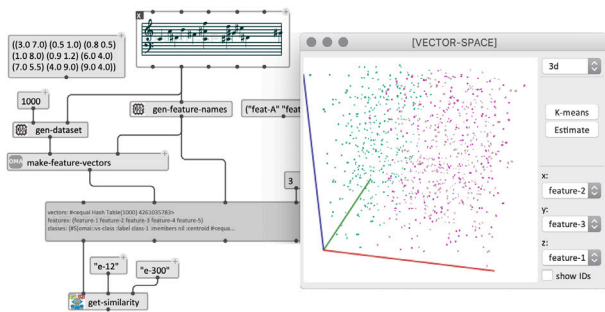
L'ensemble de l'écosystème OpenMusic est restructuré sous forme d'une « organisation » hébergée sur GitHub, rassemblant les sources de l'environnement, les bibliothèques externes (maintenues ou pas), releases et ressources, ainsi que les bibliothèques « supports » (comme la bibliothèque audio), pour un total de 43 repositories (dépôts).

La version 7-beta s'autonomise du projet OpenMusic et devient OM#: une nouvelle ramification dans la généalogie des environnements de CAO. Les éditeurs musicaux y sont finalisés ainsi qu'un système de compatibilité permettant l'ouverture de patches et de bibliothèques OpenMusic.

Le projet PEPS PACO (Processus d'Apprentissage en Composition assistée par Ordinateur) a été prolongé en 2019, en parallèle au démarrage de la résidence en recherche musicale du compositeur Andres Vinjar (2019-2020). L'ambition de ce PEPS est d'explorer des modalités d'intégration de processus d'apprentissage automatique dans le cadre de la CAO et de l'environnement OpenMusic. Il a conduit notamment au prototypage d'une bibliothèque, OM-AI, permettant aux compositeurs de développer des modèles de reconnaissance ou de clustering simples à l'aide d'éditeurs et de programmes visuels (A. Vinjar et J. Bresson, 2019).

Enfin la résidence STARTS/Vertigo du compositeur Aaron Einbond a également démarré en 2019 avec pour objectif d'intégrer dans OM des processus de synthèse concaténative, de spatialisation, voire d'apprentissage automatique pour la création d'une pièce pour piano et électronique.

La résidence longue durée du compositeur Claudy Malherbe a commencé en 2019 avec le projet de douze études pour piano investissant le domaine des morphologies, des automates cellulaires et des modèles statistiques (SoMax) pour créer une progression vers la complexité, chaque niveau intégrant des matériaux constitués déjà signifiants des niveaux précédents comme éléments atomiques.



OM-AI: interfaces pour la classification automatique dans OM#

Orchestration

Cet axe de recherche s'attache à la création de nouveaux outils pour l'orchestration : sa spécification, 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 afin 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 « IA Créative ». Sur la dernière année, ces deux thématiques ont de nouveau rencontré plusieurs succès avec l'obtention de nouveaux financements et contrats doctoraux permettant ainsi d'en assurer l'expansion.

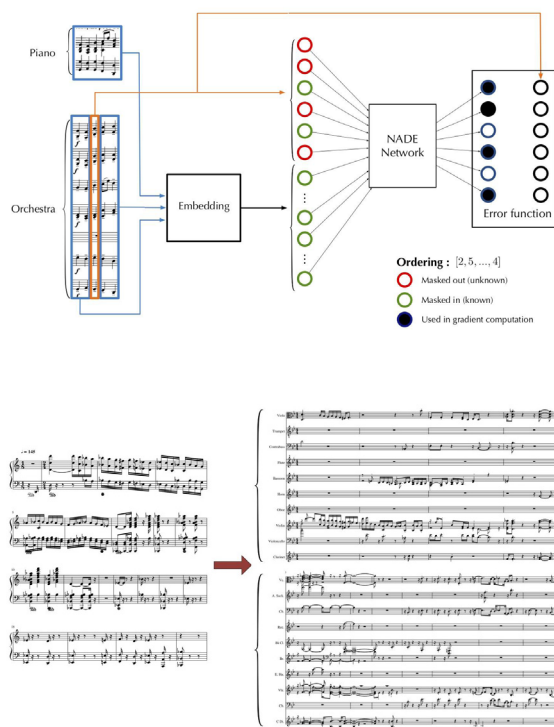
Ces recherches ont amené de multiples partenariats avec plusieurs institutions articulées principalement autour de l'université McGill (Canada) et la Haute École de Musique de Genève (HEM) (Suisse). Elles sont concrétisées par plusieurs financements dont le projet ANR PRCI MAKIMOno (cofinancé par le NSERC) sur l'analyse de la perception orchestrale et le consortium international ACTOR regroupant 19 institutions telles que Harvard University, UCSD et UdeM. Ce projet a également obtenu deux nouveaux financements (détaillés dans la section IA).

Parmi les faits marquants :

- Continuation de l'ANR PRCI MAKIMOno à 800k€ (cofinancé par le NSERC au Canada)
- Démarrage du réseau international ACTOR sur l'orchestration avec l'université McGill pour lequel l'Ircam est partenaire principal avec 19 institutions
 - Organisation du workshop ACTOR à l'Ircam, co-organisé à l'université McGill
 - Troisième journée publique sur l'orchestration avec conférence scientifique grand public à l'occasion de ManiFeste-2019
- Démarrage de la résidence de recherche/création de Brice Gatinet sur la *special track IA/Orchestration des résidences Ircam*
- Échange de recherche obtenu pour Mathieu Prang avec l'université McGill

Ce travail a conduit au logiciel d'orchestration par ordinateur (*Orchids*) distribué depuis 2014 par le Forum Ircam dont le développement s'est amplifié au cours de l'année 2019

- 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

- Karim Haddad. La rédaction de sa thèse « L'Unité Temporelle : Une approche pour l'écriture de la durée et de sa quantification » est finalisée. En attente de l'aval des deux directeurs de thèse (C. Agon et J.-M. Chouvel) pour la programmation de la soutenance prévue courant 2020.
- José Miguel Fernandez. Sa thèse « Vers un système unifié d'interaction et de synchronisation en composition électroacoustique et mixte : partitions électroniques centralisées » 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'interactions 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 performeurs, le public et les équipements électroniques, permettant de gérer les dispositifs scéniques et les systèmes de production et de transformation du son.

Une présentation de la librairie AntecCollider a obtenu le "Best Paper Award" à la conférence « ICMC » à New-York. En 2019, le travail artistique s'est poursuivi avec le projet GeKiPe et le percussionniste Philippe Spiesser, professeur à la HEM de Genève, avec en particulier l'organisation d'un workshop international « Gesture, Capture and Notation » en septembre 2019.

Ce travail de thèse a aussi bénéficié d'une résidence à la SAT de Montréal, pour un projet, *Las Pintas*, en collaboration avec le vidéaste Raphaël Foulon. Ce projet, qui s'appuie sur la notion de partition centralisée, explore la dialectique des rapports image-son dans le contexte de systèmes interactifs génératifs immersifs. Le dispositif mis en œuvre dans cette pièce repose sur le couplage à tout instant de deux systèmes génératifs, l'un dédié au son et l'autre à l'image, partiellement guidés en temps réel par deux interprètes et diffusés dans un environnement immersif comme celui offert par la Satsphère à Montréal qui combine une projection sur écran à 360° à un système ambisonique de spatialisation sonore. Ce projet a permis de valider les développements d'AntecCollider, la librairie de pilotage par Antescofo de la synthèse par SuperCollider. Une des problématiques étudiées dans *Las Pintas* est la congruence image-son en essayant d'échapper aux rapports littéraux de redondance, d'opposition, de complémentarité ou d'indifférence, l'objectif visé étant d'arriver à une fusion perceptive entre les modalités sonores et visuelles tout en évitant les rapports de subordination d'un média à l'autre. Les solutions explorées sont ancrées dans le couplage des deux systèmes génératifs, chacun communiquant à l'autre des descripteurs du média généré plutôt que des paramètres caractérisant son mode de production, sa structure ou son fonctionnement.

- Frédéric Lebel : cette quatrième année s'est conclue par la rédaction de sa thèse qui devra être soutenue à l'automne 2020.
- Daniel Cabanzo : « Correspondance entre systèmes de représentation musicale et transformations électroniques dans les œuvres mixtes en temps réel ». Son travail de réflexion se poursuit dans un approfondissement des typologies des processus électroacoustiques en se basant, notamment, sur les travaux de Pierre Schaeffer, Trevor Wishart, Curtis Roads et Leigh Landy.
- 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. En 2019, J.-F. Ducher a rédigé deux articles sur l'apprentissage profond appliqué à la reconnaissance en temps réel des modes de jeu instrumentaux (écrits avec Philippe Esling) pour les « Journées d'informatique musicale » (JIM'19) et pour « ISMIR'19 ».

■ Fondements mathématicaux

L'année 2019 a vu la transformation du projet SMIR (Structural Music Information Research), mené initialement par Moreno Andreatta dans le cadre de son financement USIAS, en un véritable axe de recherche transversal inscrit officiellement depuis novembre 2019 dans l'organigramme de l'IRMA de Strasbourg (mais mené 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 est également actif depuis 2018 visant à renforcer la réflexion sur la composante épistémologique et cognitive des rapports mathématiques/musique. Cela a été possible grâce aux différentes actions menées initialement dans le cadre du GDR ESARS (Esthétique Art et Science) qui s'est achevé en décembre 2018, et toujours en cours dans le cadre du séminaire « MaMuPhi » (Mathématiques, musique et philosophie) dont Moreno Andreatta continue à assurer la codirection. En particulier, une séance de ce séminaire intitulée « PhiloMath&Pop » et organisée en collaboration avec le Labex GREAM de Strasbourg a été consacrée en janvier 2019 aux démarches créatives et aux regards philosophiques sur l'« art musical pop » (avec la participation d'Agnès Gayraud, Alessandro Arbo et de Philippe Gonin). Cette séance s'inscrit aussi dans l'attention grandissante envers la transmission des savoirs auprès du grand public dans une perspective dépassant les barrières entre musique savante et *popular music* (rock, jazz, pop, chanson). Cela est attesté par le nombre croissant de conférences-concerts qui se sont tenues en 2019, en particulier grâce au projet « Math'n Pop » (véritable levier grand public du projet SMIR et labellisé par le CNRS dans le cadre de ses 80 ans et de l'année des mathématiques). Liste des représentations assurées en 2019 sur la page officielle du projet Math'n Pop : <https://www.mathnpop.com/>

Parmi les faits marquants de l'année 2019, on citera :

- Participation à la conférence internationale « MCM 2019 » à Madrid avec trois communications présentant plusieurs résultats obtenus dans le cadre du projet SMIR ainsi que la tenue d'un concert *Math'n Pop* dans le cadre de la même conférence et présentant des chansons composées à l'aide d'outils mathématiques
- 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 avec Laurent Cugny et M. Andreatta)

- Démarrage d'une nouvelle thèse (celle de Greta Lanzarotto) consacrée aux conjectures mathématiques issues de la théorie musicale (Conjecture de Fuglede et problème de construction des canons rythmiques mosaïques). Thèse en co-tutelle entre l'université de Pavie et l'université de Strasbourg (en collaboration avec l'Ircam)
- Poursuite de la collaboration avec Andrée Ehresmann et Alexandre Popoff sur la théorie des catégories en analyse musicale (résultats publiés dans un article paru dans les *Proceedings MCM 2019* édités par Springer)
- Poursuite de la collaboration avec Isabelle Bloch (Télécom/ParisTech) et Jamal Atif (LAMSAD) sur la morphologie mathématique, l'analyse des concepts formels et l'homologie persistante appliquées à la musique. Cette thématique a fait l'objet du stage de Paul Lascabettes dans le cadre du master ATIAM
- Organisation par M. Andreatta, Athanase Papadopoulos et Sonia Cannas de six séances du « IRMA-USIAS Mathematical Seminar », avec la participation d'Alain Connes (séance du 25 janvier consacrée aux motifs rythmiques), Jean-Paul Allouche, Corentin Guichaoua et Paul Lanthier (séance du 1^{er} février consacrée aux séquences périodiques et automates cellulaires en musique), Franck Jedrzejewski (séance du 29 mars consacrée aux nombres rationnels de Catalan, chemins de Dyck, etc.), Isabelle Bloch, Jamal Atif et Carlos Agon (séance du 26 avril consacrée à la morphologie mathématique, analyse des concepts formels et musique), Gilles Baroin (séance du 17 mai consacrée aux graphes, spectres, espaces et objets musicaux)
- Finalisation du travail de conception et réalisation du prototype web Tonnetz (par C. Guichaoua et M. Andreatta) et désormais disponible en ligne à l'adresse : <https://guichaoua.gitlab.io/web-hexachord/> L'environnement a été également intégré dans l'exposition « LaLaLab » organisée par la Heidelberg Laureate Foundation (du 17 mai 2019 au 29 mars 2020)

COSMOS (Computational Shaping and Modeling of Musical Structures)

Le projet ERC COSMOS (Computational Shaping and Modeling of Musical Structures, cosmos.cnrs.fr) a débuté le 1^{er} juin 2019 au laboratoire STMS. COSMOS vise à utiliser la science des données, l'optimisation/analyse des données et la science citoyenne pour étudier les structures musicales telles qu'elles émergent dans la performance musicale et dans des sources inhabituelles comme les rythmies cardiaques. Les principales orientations de recherche en 2019 étaient les suivantes :

- Analyse des structures musicales dans la musique enregistrée en direct et dans les électrogrammes intracardiaques de patients porteurs de stimulateurs cardiaques biventriculaires qui écoutent la musique
- Création d'Arrhythmix, un système de génération de musique de collage à partir de performances enregistrées, basé sur des rythmes extraits de traces électrocardiographiques (ECG) d'arythmies

- Conception et réalisation d'une interface visuelle permettant de visualiser des informations MIDI à partir de musique enregistrée et d'annoter des structures projetées par les musiciens en concert

L'étude *Cardiac Response to Live Music Performance* est une collaboration avec le Centre cardiaque de Barts et l'Institut des sciences cardiovasculaires de l'UCL à Londres (Royaume-Uni). Dans le cadre d'une autre collaboration avec Barts/UCL, les membres de l'équipe COSMOS ont été les organisateurs et les participants d'un séminaire exploratoire intitulé « Music and the Heart: From Mathematics to the Mind » au Radcliffe Institute for Advanced Study de l'Université de Harvard en novembre 2019. Le séminaire a réuni des chercheurs (psychophysicologues, neuroscientifiques, psychologues), des cliniciens (cardiologues) et des artistes (artistes visuels, musiciens, compositeurs) pour deux jours de discussions animées sur : les similitudes entre les rythmes de la musique et l'arythmie cardiaque ; l'impact de la musique et de l'émotion sur la régulation autonome du cœur et les arythmies pathologiques ; la question de savoir si des modèles quantitatifs de réponse physiologique à la musique peuvent être utilisés pour induire des effets thérapeutiques reproductibles sur le rythme cardiaque et la pression artérielle. De nombreux concerts et conférences ont également été organisés au niveau international pour diffuser les résultats de la recherche.

Parmi les faits marquants de 2019 :

- Séminaire exploratoire intitulé « La musique et le cœur : des mathématiques à l'esprit » au Radcliffe Institute for Advanced Study de l'Université d'Harvard, 18-19 novembre 2019
- Publication de trois articles appliquant les techniques d'analyse musicale computationnelle dans le contexte de la recherche sur l'arythmie lors de la conférence « Computing in Cardiology » (CinC) à Singapour, 8-11 septembre 2019
- Résumé accepté à la suite d'un examen par les pairs lors de la conférence 2020 de l'Association européenne du rythme cardiaque (EHRA) à Vienne (la plus grande conférence européenne d'électrophysiologie cardiaque) et sélectionné pour un communiqué de presse à l'ouverture de la conférence
- Recrutement des premiers membres de l'équipe COSMOS : Daniel Bedoya (doctorant), Lawrence Fyfe (ingénieur de recherche), Corentin Guichaoua (post-doc à partir de janvier 2020)

■ Créativité humaine et artificielle

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 (DYCI2)

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 logiciels 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). Dans la lignée de ces travaux, le projet ANR DYCI2 a donné naissance à *DYCI2/lib* (Python/Max), une librairie d'agents génératifs pour la performance et l'interaction musicale, combinant les approches libres, planifiées et réactives de la génération à partir d'un corpus ainsi que des modèles de scénarios dynamiques à court terme (« meta-Djing »). L'année 2019 a été placée sous le signe des collaborations musicales et productions mettant la librairie à contribution (cf. faits marquants ci-dessous) permettant également une validation et des améliorations au contact de musiciens experts. La déclinaison de la librairie pour l'environnement OpenMusic, *om-dyci2*, a été approfondie pour se spécialiser dans la génération de matériau « méta-composé » à grande échelle et a notamment servi de moteur génératif pour les deux instances de *Lullaby Experience* du compositeur Pascal Dusapin.

D'autre part, la thèse de Tristan Carsault (cf. paragraphe suivant IA Créative) s'est intéressée à la prédiction créative de séquences d'accords en temps réel. Ce module, associé aux résultats des travaux de l'année précédente sur l'extraction d'accords en temps réel à partir d'un flux audio, a donné naissance à un premier prototype d'extraction et inférence de grille harmonique en temps réel, associé aux mécanismes génératifs de la librairie DYCI2.

La thématique DYCI2 se renouvelle avec le lancement du projet ANR MERCI (Mixed Musical Reality with Creative Instruments) coordonné par G. Assayag avec l'EHESS et la startup HyVibe. La mise en place d'environnements homme-machine puissants et réalistes pour l'improvisation nécessite d'aller au-delà de l'ingénierie logicielle des agents créatifs avec des capacités d'écoute et de génération de signaux audio. Ce projet propose de renouveler radicalement le paradigme de l'interaction improvisée homme-machine en établissant un continuum allant de la logique musicale cocreative à une forme d'« interréalité physique » (un schéma de réalité mixte où le monde physique est activement modifié) ancrée dans des instruments acoustiques.

Faits marquants 2019 :

- *Lullaby Experience* de Pascal Dusapin : création mondiale, Frankfurter Positionen, Francfort, Allemagne, 2-3 février 2019 ; création française, Le CENTQUATRE, Paris, 1-2 juin 2019
- Festival ImproTech Paris-Athina co-organisé par l'Ircam, performances mettant en œuvre les technologies DYCI2 : Bernard Lubat, Sylvain Luc, Jaap Blonk, Hervé Sellin, Georges Bloch, Rémi Fox, Steve Lehman
- Nombreux actes de dissémination et articles de presse, notamment la conférence d'ouverture de la « Journée de la donnée » organisée par le Ministère de l'économie et des finances sous le patronage de Cédric O, secrétaire d'État à l'économie numérique, 29 novembre 2019 ; interviews par *Le Figaro*, *Le Monde* et *Télérama* (Jérôme Nika)
- *C'est pour ça*, duo formé par R. Fox et J. Nika (lauréat du dispositif d'aide à la création Dicream du CNC, plusieurs concerts en 2019 : Ars Electronica, Linz, Autriche ; Centre Onassis, Athènes ; Le Cirque Électrique, Paris)
- Ateliers autour de la librairie DYCI2 à CalArts (California Institute of Arts), Los Angeles ; à l'Université d'Athènes ; et à l'événement anniversaire des 30 ans de Max sur invitation de Cycling 74 (MassMoca, North Adams, États-Unis)
- Développement d'une nouvelle version de Somax (version 2.0) par Joakim Borg (stage Aalborg University) à la suite du prototype d'A. Chemla-Romeu-Santos, avec un serveur indépendant en Python et un client en Max

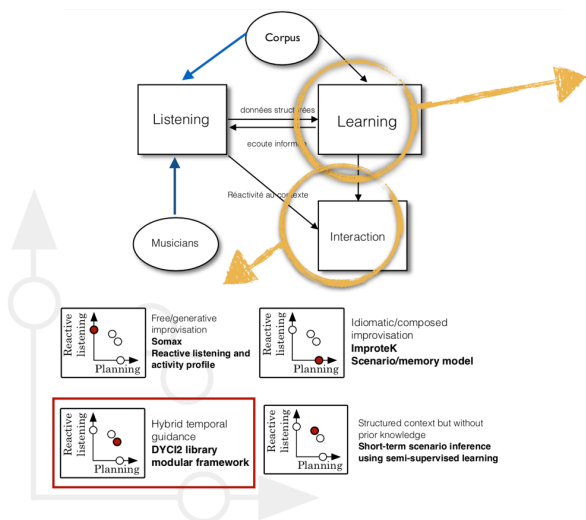


Figure 1 - L'univers DYCI2

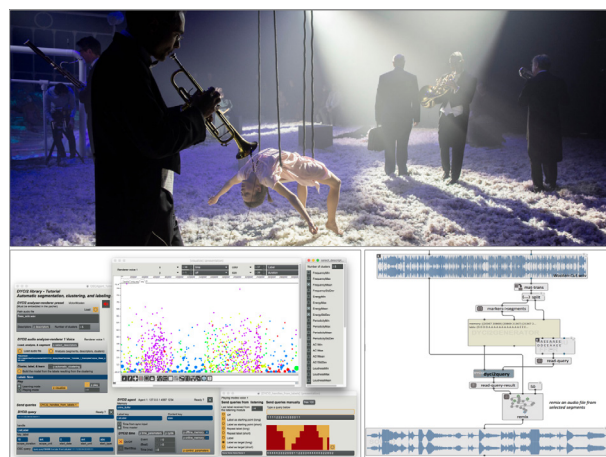


Figure 2 – *Lullaby Experience* © Quentin Chevrier – Librairie DYCI2 – Librairie om-dyci2

Creative IA: ACIDS

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 travail 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 six thèses de doctorat ainsi que de multiples financements et est également marqué, cette année, par le développement de collaborations industrielles (SonyCSL) et internationales (Japon).

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 Romeu-Santos), les espaces variationnels de signaux multivariés (Adrien 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).

Parmi les faits marquants:

- Émission *Xenius* sur Arte consacrée à l'utilisation de l'IA dans les arts
- Participation au festival «ARS Electronica» par 3 interventions :
 - Stand de présentation du Flow Synthesizer durant tout le festival
 - Conférence et Workshop autour de l'IA créative
- Obtention de deux nouveaux financements autour de l'IA créative avec démarrage en 2020 – SU ACIMO (90k€) et Emergence(s) Ville de Paris (250 k€)
- Philippe Esling «invited speaker» au RIKEN à Tokyo 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 P. Esling au Japon comme chercheur invité (mars-mai 2019) ainsi que par des échanges d'étudiants
- Renforcement du partenariat avec le Japon (MIL – Tatsuya Harada et KU – K. Yoshii) :
 - Accueil de nouveaux étudiants du master de Today à l'Ircam (Naotake Masuda)
 - Échange de recherche d'A. Bitton avec le MIL de Tokyo et de T. Carsault avec l'université de Kyoto (laboratoire de Kazuyoshi Yoshii)
 - P. Esling récipiendaire d'une bourse Exploration Japon avec l'Ambassade de France
- Fin de thèse en co-tutelle d'A. Chemla Romeu-Santos (soutenance à Milan en janvier 2020) sur l'apprentissage automatique pour la synthèse audio
- Démarrage d'une thèse sur l'apprentissage automatique de paramètres de synthèse en CIFRE avec Sony CSL (T. Bazin)
- Démarrage de deux thèses (C. Douwes, A. Caillon) autour de l'apprentissage automatique pour la synthèse orchestrale
- Travail de recherche/création musicale simultanées avec :
 - Alexander Schubert (commande Ircam)
 - Giulia Lorusso (résidence recherche Ircam)
- Création du FlowSynthesizer, logiciel présenté sous forme de device Max4Live permettant l'inférence de paramètres de synthèse depuis un fichier audio

■ Temps et interaction

L'axe de travail « Programmation et traitement temps réel des signaux musicaux » 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 la finalisation du travail de thèse de Pierre Donat-Bouillud et l'initiation du nouveau projet BLITz, avec notamment le travail de master et le début de doctorat de Martin Fouilleul.

Gestion des flots chronométriques et événementiels

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 audio et le paradigme réactif utilisé pour le contrôle événementiel haut niveau des activités. La thèse de P. Donat-Bouillud, intitulée « Models, Analysis and Execution of Audio Graphs in Interactive Multimedia Systems » s'est attaquée à ce problème. Le travail de thèse a permis de proposer un modèle formel d'IMS (Interactive Multimedia System) où les signaux sont bufferisés et datés. Ce modèle étend les modèles de flot événementiel simple de trois manières : par le traitement de buffers liés à l'échantillonnage des signaux, par la prise en compte de signaux correspondants à des échantillonnages différents (*multi-rate*) et par un système de data-tion permettant de représenter les contraintes chronométriques. Ces signaux sont transformés et/ou produits par un graphe audio. La thèse introduit un système de types qui peut gérer des taux d'échantillonnage multiples et des buffers de taille variable. Ce système de types permet d'explicitier la notion de contrôle par bloc et de contrôle à l'échantillon. Une sémantique dénotationnelle a été proposée permettant de caractériser les divers types de latence induits par un graphe audio. Enfin, le compromis entre la précision du signal audio et la performance est étudié afin de proposer un mécanisme de dégradation des calculs audio permettant de respecter les contraintes temps réel en cas de surcharge de calcul. L'idée est de sous-échantillonner certaines parties du graphe audio. Plusieurs heuristiques en ligne et hors-ligne sont proposées pour choisir le sous-graphe à dégrader afin de satisfaire les contraintes temporelles, tout en maximisant un modèle de qualité.

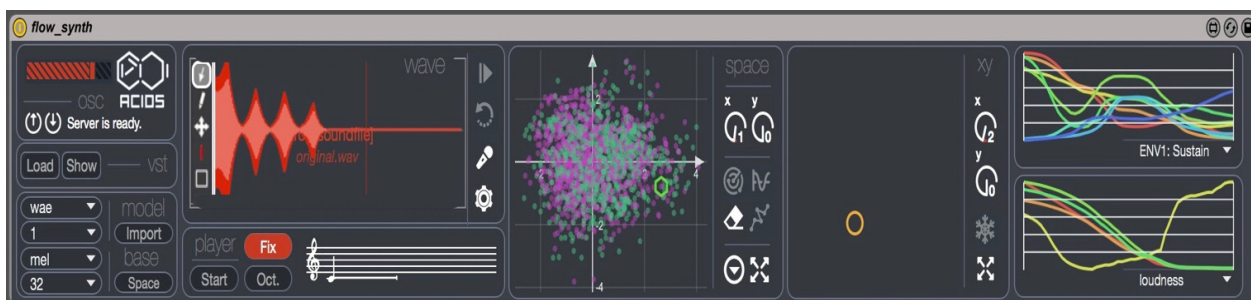


Figure 3. ACIDS: FlowSynthesizer (Max4Live – DaFX / ISMIR 2019)



Figure 4. Photo d'une esquisse réalisée pour le projet *Las Pintas* dans le dôme de la SAT Montréal (José Miguel Fernandez, Raphael Foulon). Le dispositif repose sur AntesCollider pour la génération sonore et couple deux systèmes génératifs, l'un pour l'audio et l'autre pour la vidéo, chacun communiquant à l'autre des descripteurs du medium généré

BLITz: bibliothèques et langages pour l'interaction temporelle distribuée

L'objectif du projet BLITz est de concevoir des API et des langages permettant aux artistes et aux techniciens de plateaux de spécifier de manière unifiée et centralisée, lors de la phase de conception, les interactions temporelles entre éléments musicaux et scéniques (vidéos, lumières, mécatroniques); et de contrôler, en temps réel lors de la performance, les flux d'événements complexes interconnectant les interprètes, le public, les équipements électroniques permettant de gérer les dispositifs scéniques et les systèmes de production et de transformation du son. Le travail de master et le début de doctorat de M. Fouilleul ont permis de préciser l'architecture logicielle nécessaire à cet objectif. Elle repose sur un intergiciel (middleware) accessible depuis plusieurs environnements (OpenMusic, Max, Antescofo, programme « standalone » en C ou C++) offrant un ensemble de services permettant la gestion de ressources temporelles distribuées.

Le travail effectué cette année a permis de développer un serveur de temps distribué, reprenant les techniques utilisées pour NTP, mais s'appuyant sur plusieurs simplifications (un seul serveur au lieu d'une hiérarchie, suppression des mécanismes d'authentification, adaptation des filtrages de données, pilotage d'une horloge en espace utilisateur plutôt qu'en espace noyau) afin d'assurer une mise en œuvre simplifiée et une convergence plus rapide. Une extension du protocole de communication OSC a été proposée afin de pouvoir dater les messages et étendre les types transportés. Une proposition de répertoire actif de service à partir de cette extension d'OSC a été développée et validée par le prototypage d'un mécanisme de canal de communication distribué. Le travail initié avec le stage de master 2 de M. Fouilleul se poursuit en thèse.

ÉQUIPE « SYSTEMES ET SIGNAUX SONORES : AUDIO/ACOUSTIQUE, INSTRUMENTS »

Effectif		Diffusion scientifique		Projets et contrats		Collaborations scientifiques	Collaborations artistiques
Chercheurs et ingénieurs statutaires	7 (*)	Revue à comité de lecture	0	Nationaux et régionaux ANR Infidhem ANR Finite4SoS MINES-Mécatronique	3	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) Université du Littoral Côte d'Opale (France) UNSW (Sydney, Australie)	H. P. Stubbe
Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités	4 (**)	Conférences avec comité de sélection	6	Internationaux iMuSciCa	1		
Doctorants	6	Ouvrages et chapitres	0	Contrats industriels Snail Voxline	2		
		Thèses de doctorat et HDR	1	Déclarations d'invention			

Éléments importants impactant l'équipe

(*) Un chercheur permanent de l'Ircam quitte le laboratoire en fin d'année 2019. Le renouvellement du poste interne n'est pas programmé pour 2020

(**) L'atelier mécanique est sans personnel interne depuis le 1^{er} juillet 2019.

La recherche de solution, toujours en cours en 2020, mobilise des efforts et du temps pour plusieurs membres de l'équipe

Responsable : Thomas Hélie

Chercheurs et ingénieurs statutaires (6) : Brigitte d'Andréa-Novel (SU), Koëml Bensoam, Henri Boutin (SU), René Caussé (émérite), Robert Piechaud, David Roze (CNRS)

Chercheurs non statutaires (associés, post-docs), chercheurs invités (3) : Julie Delisle, Antoine Falaize, Quentin Lamerand

Compositeur/Artiste invité (1) : Hans Peter Stubbe Teglbjaerg

Doctorants (6) : Damien Bouvier, Pierre Carré, Judy Najnudel, Tristan Lebrun, Victor Wetzel, Marc Wijnand

L'équipe S3AM élabore des outils théoriques, technologiques et expérimentaux portant sur les systèmes multiphysiques 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, de 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'équipe 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 2019 sont développés selon trois axes principaux:

- Problèmes directs: modéliser et simuler avec des garanties
- Problèmes inverses: analyser, contrôler et optimiser
- 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'enseignement:

- Interventions (cours) dans deux écoles thématiques:
 - Spring School on Theory and Applications of Port-Hamiltonian Systems (31/03-05/04, Chiemsee, Allemagne)
 - École CNRS de Mécanique Théorique: théorie du contrôle en mécanique (8-14/09, Quiberon, France)
- Participation au nouveau Groupement de Recherche CNRS «Géométrie Différentielle et Mécanique» (n° 2043)
- Organisation de sessions en conférences (GSI'19, ICSV'19) avec création d'un numéro spécial de journal (éd. MDPI, Lie Group Machine Learning and Lie Group Structure Preserving Integrators)
- Membres des bureaux du Groupe Spécialisé en Acoustique Musicale (3 membres de l'équipe) et du Groupe Acoustique de la Parole (1 membre) de la Société Française d'Acoustique
- Enseignements (Sorbonne Université, Mines de Paris)

■ Problèmes directs: modéliser et simuler avec des garanties

Geometry in Acoustics for Sound Synthesis

Thèse de P. Carré (ED SMAER, depuis octobre 2018, codirection J. Bensoam et Brigitte 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. Les contributions pour l'année 2019 ont été:

- L'élaboration d'un formalisme continu et de son pendant discret, à partir de l'étude et de la synthèse de plusieurs travaux dans le domaine pour permettre une formulation unifiée des problèmes physiques lagrangiens
- La comparaison de méthodes numériques géométriques issues d'approches computationnelles différentes et leur description dans le formalisme mentionné
- Le développement d'une librairie en C++ basée sur le travail précédent, axé sur la modularité, la facilité d'utilisation et une approche unifiée des problèmes physiques

Ce travail sera étendu et complété pour le cas des systèmes multi-symplectiques (PDEs), et appliqué au modèle de poutre de Reissner à des fins de synthèse sonore.

Simulation de poutre non-linéaire amortie par série de Volterra et décomposition modale

T. Hélie et B. Laroche (INRA, Malage), travaux présentés à l'ICSV 2019 (Montréal)

Ce travail a porté sur la simulation des vibrations d'une poutre en grande déformation excitée par des forces distribuées pour toute forme d'onde. Le modèle repose sur les hypothèses cinématiques d'Euler-Bernoulli (toute section avant déformation reste plane après déformation) et de Von Karman (couplage des mouvements axiaux et de flexion). Une réduction d'ordre efficace a été proposée en combinant une représentation de la solution en séries de Volterra et une projection modale. La convergence de la série et l'erreur de troncature ont été caractérisées avec des bornes garanties et l'efficacité de l'approche dans le domaine de convergence a été montrée (figure 1). L'intérêt est que la simulation qui en découle ne fait intervenir qu'un nombre réduit de systèmes linéaires découplés combinés à des non-linéarités élémentaires. Des généralisations de cette approche pour la réduction d'ordre d'autres systèmes non-linéaires sont en cours.

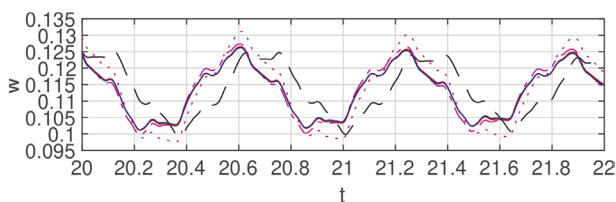


Figure 1. Simulation de vibrations d'une poutre en grande déformation: l'approximation linéaire (tirets noirs) est insuffisante pour approcher la solution (traits pleins, rouges: solveur précis à coût de calcul élevé). Notre méthode par projection modale et séries de Volterra permet, à faible coût de calcul, d'approcher la solution dès les premiers termes non nuls de la série (pointillés, magenta: 2, tirets, magenta: 3, traits pleins, bleus: 4, superposés à la solution de référence sur cette figure)

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, Dir. 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 possible de généraliser et d'affaiblir le théorème du bilan de puissance (local en temps) à une plus large classe de systèmes pour des trajectoires décrites par trames (approche par fonctionnelles): il suffit que l'opérateur de structure soit anti-adjoint dans l'espace des signaux d'énergie finie (espace L²) pour préserver le bilan de puissance (à l'échelle d'une trame, figure 2). Ce résultat majeur et, à notre connaissance, nouveau donne une flexibilité importante pour concevoir des méthodes numériques, en bénéficiant, par exemple, d'approches par projecteurs non orthogonaux.

Par ailleurs, par projection spectrale, il est désormais possible de générer des intégrateurs géométriques d'ordre aussi grand que souhaité (figure 3) dès que les coefficients de projection sont calculables (ex : non-linéarités polynomiales).

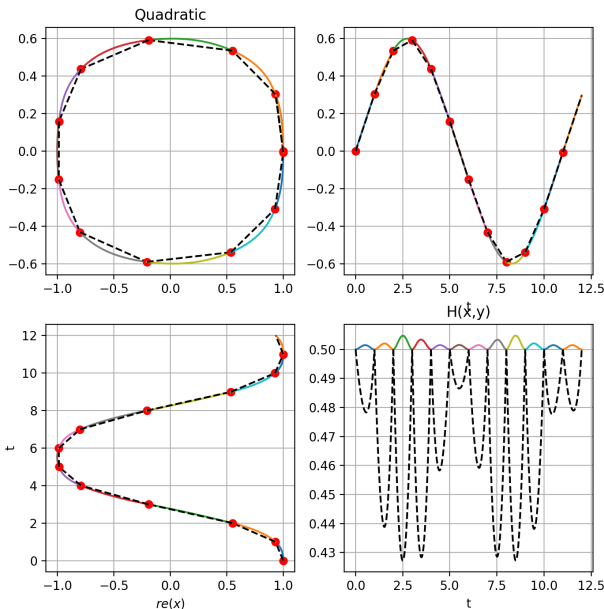


Figure 2. Simulation continue par morceaux préservant l'énergie d'un oscillateur non-linéaire de Duffing. L'énergie de ce système conservatif est préservée de trame en trame (points rouges). On observe que la solution continue de classe C1 (en couleur) a un comportement meilleur que la solution C0 (en noir), qualitativement et quantitativement, avec une erreur sur l'énergie également réduite dans chaque intervalle

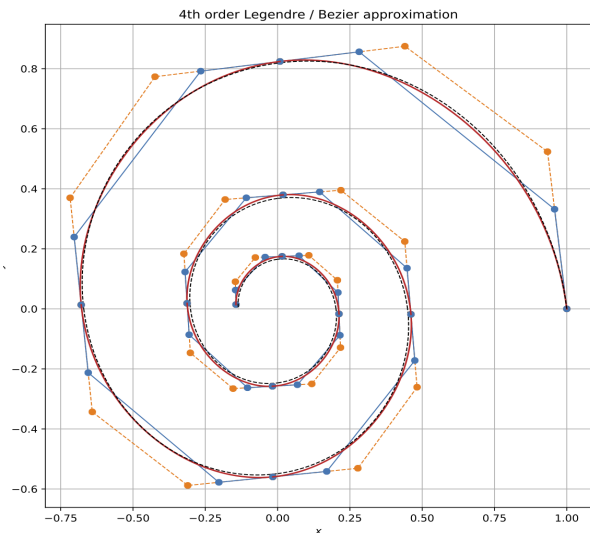


Figure 3. Méthode numérique d'ordre 4 appliquée à un système dissipatif. La solution exacte est tracée en pointillés noirs, la solution continue en rouge. Les polygones de construction de la trajectoire sont également dessinés en orange et bleu

Les autres faits marquants pour l'année 2019 concernent des applications :

- Un modèle d'amplificateur opérationnel passif et saturant, compatible avec le formalisme des Systèmes Hamiltoniens à Ports a été proposé. Son application à un filtre audio non-linéaire montre un impact significatif sur les signaux produits (figure 4) et le réalisme sonore. Ce travail a fait l'objet d'un article : *A minimal passive model of the Operational Amplifier : application to Sallen-Key analog filters* (conférence DAFX19)
- Un modèle plus sophistiqué est en cours d'élaboration dans le but de modéliser finement les étages d'entrée, la dynamique, le slew-rate et autres phénomènes non-idéaux

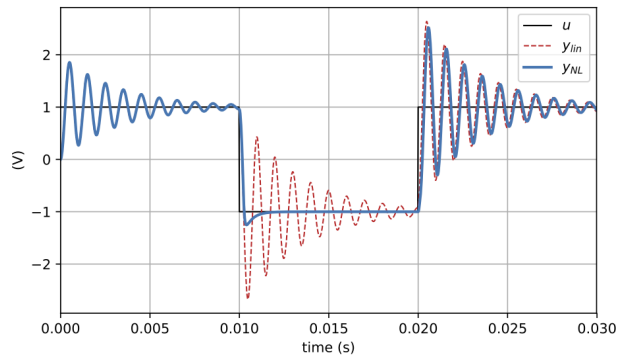


Figure 4. Réponse du filtre Sallen-Key non-linéaire à une entrée carrée (trait plein noir) : simulation avec notre modèle d'AOP passif non-linéaire (trait plein bleu) et un modèle d'AOP standard (pointillés rouges)

Modélisation de composants électroniques non-linéaires, identification et génération de code pour la production de fac-similés virtuels d'effets audio

Thèse CIFRE de J. Najnudel (ED EDITE, depuis juillet 2019, Dir. T. Hélie et D. Roze, en collaboration avec UVI).

L'objectif est de concevoir et perfectionner des méthodes mathématiques et informatiques afin de proposer des clones virtuels (exploitables en temps réel) de circuits audio analogiques cibles comprenant des composants non-linéaires particuliers (lampes, transformateurs, vactrols). L'approche adoptée est celle des Systèmes Hamiltoniens à Ports. Les contributions à ce jour sont :

- Publication d'un article dans le *Journal of Audio Engineering Society* : « Simulation of the Ondes Martenet Ribbon-Controlled Oscillator Using Energy-Balanced Modeling of Nonlinear Time-Varying Electronic Components »
- Comparaison de modèles d'aimantation issus de la littérature et identification à partir de mesures préliminaires sur inductances et transformateurs audio
- Élaboration d'un modèle d'aimantation issu de la physique statistique tenant compte des phénomènes thermiques dans le formalisme SHP

Approche Hamiltonienne à Ports pour la modélisation, la simulation, l'analyse et le contrôle de l'appareil vocal humain

Thèse de Victor Wetzel, SMAER ED-391 : octobre 2018-2021, Dir. T. Hélie et F. Silva, LMA-Marseille, Collaboration avec P.-Y. Lagrée, IJLRA-SU.

La voix est un système multi-physique (acoustique, interaction fluide/solide) capable de reproduire une grande variété de régime (voix de tête/de poitrine, *fry*, voix de sifflet, etc.) La complexité des phénomènes physiques impliqués demande la présence de certaines garanties (notamment énergétiques) pour la modélisation et la simulation de ce système physique.

La première partie de cette thèse s'intéresse à produire un nouveau modèle de conduit vocal à bilan de puissance équilibré. Dans un premier temps, on considère que c'est un résonateur dont la forme change rapidement au cours du temps. Pour assurer le bilan de puissance, il est nécessaire d'adopter un point de vue plus général : celui de la mécanique des fluides. Nous utilisons le formalisme des Systèmes Hamiltoniens à Ports et des méthodes numériques adaptées (passivité garantie). Les contributions cette année sont :

- Un nouveau modèle de conduit vocal à constantes localisées (*lumped parameter model*) compatible avec un bilan de puissance équilibré (V. Wetzel et al., ICSV, 2019)
- Une méthode d'assemblage pour produire le conduit vocal complet
- La comparaison de ce modèle avec un modèle connu de la littérature (modèle de Maeda 1982)
- L'amélioration de la méthode numérique du gradient discret pour les SHP non-linéaires (inclus dans la bibliothèque Python PyPHS)

La suite de la thèse s'attachera à : proposer des méthodes de simulation adaptées ; appliquer des méthodes de discrétisation spatiale sur des SHP de dimension infinie (EDP) pour modéliser le conduit vocal et le larynx (thèse et stage ATIAM 2020) ; appliquer des méthodes de continuation (MAN par exemple) pour caractériser les comportements d'un appareil vocal complet.

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 Thibault Geoffroy (master 2 ATIAM, février-juillet 2019, Dir. D. Roze, co-encadrement avec la société Squarp). Ce stage avait pour objectif la modélisation et la simulation de systèmes physiques dans un contexte d'audio temps réel sur des systèmes embarqués. Ces travaux de recherche, basés sur le formalisme des Systèmes Hamiltoniens à Ports (SHP), se sont consacrés à la prise en compte de conditions aux limites et d'interactions sur des modèles à éléments finis. Les contributions du stage sont :

- Création d'une bibliothèque C++ pour la simulation de modèles éléments finis dans le cadre des SHP
- Algorithme de simulation de corde non-linéaire par projection modale de complexité $O(n)$
- Applications de conditions aux limites sur un modèle de corde non-linéaire par éléments finis, dans le formalisme des SHP

Mécanique et cinématique des lèvres en auto-oscillation

Henri Boutin, Joe Wolfe (Faculty of Science, University of New South Wales, Sydney, Australie).

Ce projet a permis de modéliser les lèvres du tromboniste à partir de mesures multi-modales synchrones in vivo (imagerie par caméra ultrarapide, mesures de pressions, débits et impédances dans l'embouchure et la bouche de l'interprète (figure 5). L'étude des conditions d'auto-oscillation a permis de valider le modèle :

- en l'absence de résonateur (« buzz » des lèvres dans une embouchure seule) : charge acoustique nulle
- en présence du résonateur lorsque l'interprète :
 - joue une note « normale » (charge acoustique compliant)
 - abaisse (lip down) ou monte (lip up) la hauteur de la note autour d'une note « normale » : charge acoustique respectivement inertielle ou compliant

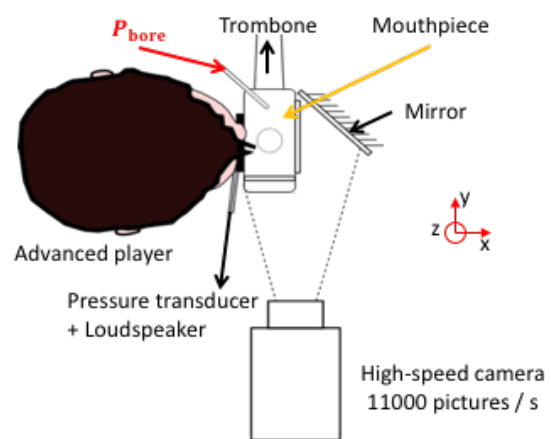
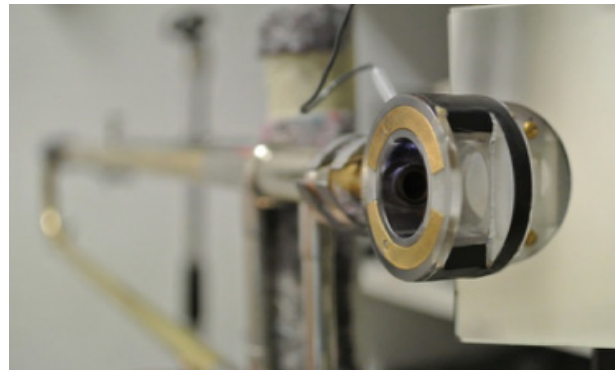


Figure 5. Photo et schéma du prototype de mesure de pression, débit et impédance dans l'embouchure du trombone et la bouche du musicien au cours du jeu

Modélisation du comportement thermo-visco-élastique de haut-parleurs électrodynamiques

Stage de Jean-Baptiste Dakeyo (master 2 ATIAM, mars-août 2019, Dir. T. Hélie, T. Lebrun, mémoire confidentiel)

Les haut-parleurs sont le siège de nombreux phénomènes non-linéaires à l'origine de distorsions. Un phénomène encore mal compris et modélisé est celui de *creep effect*, à la fois non-linéaire et à temps de réponse lent. Une des manifestations observables est que la membrane ne revient à son point d'équilibre initial qu'après un

long repos. Un symptôme est que ce phénomène contribue à des modifications locales en temps (linéaires et non-linéaires) du moteur électro-dynamique et des caractéristiques audio. Ce stage a permis d'élaborer des modèles inédits, physiquement interprétables, énergétiquement équilibrés et à peu de paramètres, capables de reproduire les comportements observés. Ces éléments ont été mis à profit dans la thèse de T. Lebrun (cf. page 69) pour la correction de haut-parleurs.

Simulation de la dynamique de voilures de haut-parleur Vertex: modélisation par la méthode des éléments finis et caractérisation des propriétés matériaux

Stage de Rémi Flachat (master 2 Acoustical Engineering, février-juillet 2019, Dir. D. Roze, co-encadrement avec la société Voxline). La société Voxline a créé un prototype de haut-parleur électrodynamique appelé « Vertex ». Ce prototype se caractérise par une géométrie originale impliquant des phénomènes physiques différents des haut-parleurs classiques (figure 6). Ce stage s'est donc consacré à la création d'un modèle par éléments finis du haut-parleur afin d'aider à la conception et à l'amélioration de futurs prototypes, tout en essayant de caractériser les propriétés des matériaux utilisés. Les contributions du stage sont:

- Étude électromagnétique de la bobine plate
- Caractérisation des propriétés matériaux
- Création du modèle éléments finis et recherche de conditions aux limites adaptées pour la modélisation

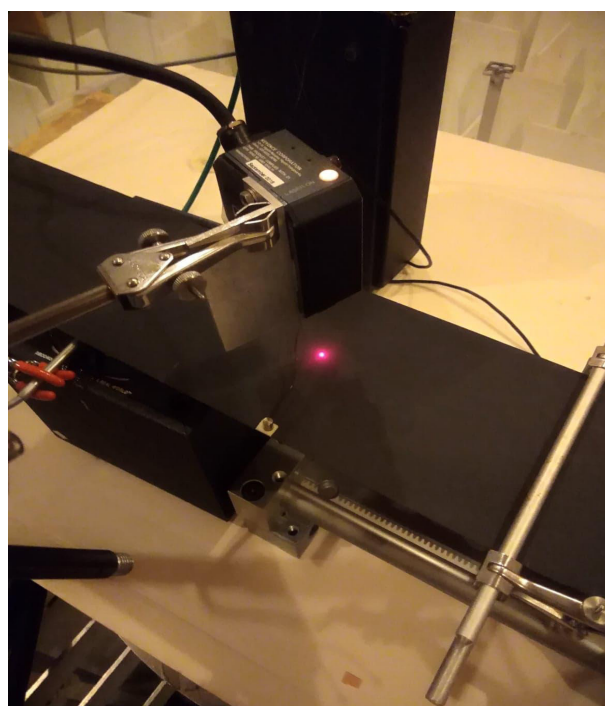
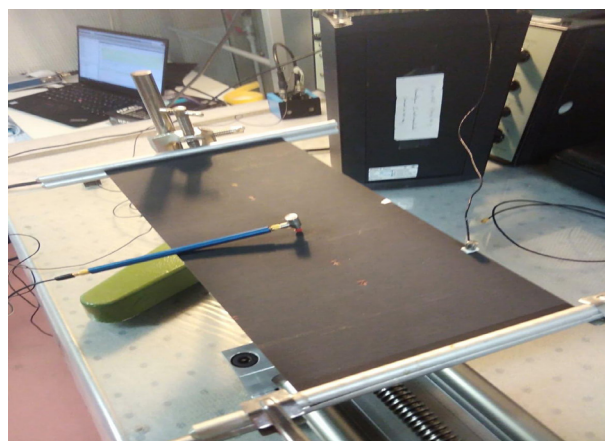


Figure 6. Prototype de haut-parleur Vertex. La caractérisation du matériau a été réalisée à l'aide de mesures effectuées avec un marteau d'impact et un vibromètre laser

■ Problèmes inverses : analyser, contrôler et optimiser

Caractérisation électro-acoustique de nouveaux prototypes de haut-parleurs (Vertex)

Stage de Jean-Marie Lemerrier (École Polytechnique, mars-août 2019, Dir. T. Hélie et T. Lebrun, co-encadrement avec la société Voxline).

Ce stage porte sur le même prototype (figure 6) que dans le stage mentionné ci-dessus. Le prototype a été modélisé, sa partie linéaire extraite et identifiée, et les distorsions estimées, à partir de mesures de plusieurs signaux de sortie (courant, position, vitesse, pression). La méthodologie repose sur des algorithmes de séparation en signaux d'ordres non-linéaires homogènes ou en signaux homophases, développés dans la thèse de Damien Bouvier (STMS, ED EDITE 2018). Les résultats ont permis la caractérisation électro-acoustique des prototypes et guidé la R&D vers de nouvelles améliorations. Enfin, ce travail a été complété par une caractérisation de la directivité des enceintes, dont la construction originale vise un rayonnement de type dipolaire, au contraire des enceintes conventionnelles.

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

Thèse de T. Lebrun (ED SMAER, 2016-2019, durée de 3 ans, Dir. T. Hélie, manuscrit et soutenance confidentiels, coll.: Hervé Lissek, LTS2-EPFL)

Cette thèse porte sur la modélisation du haut-parleur électrodynamique, son émulation et son contrôle. Pour la modélisation, on adopte une approche par composants s'appuyant sur les Systèmes Hamiltoniens à Ports. Plusieurs phénomènes, linéaires ou non, sont ainsi traités puis agrégés dans un cadre multi-physique. Une attention particulière est portée à l'impact des effets thermiques sur les composants électrique et mécanique, pour lesquels on introduit des modèles conservatifs irréversibles originaux. Les simulations montrent que des comportements complexes connus sont régénérés.

Un premier contrôle en boucle ouverte est élaboré pour supprimer les distorsions, par platitude différentielle. Afin de fournir au correcteur les paramètres des non-linéarités du modèle, une méthode d'estimation ad hoc est proposée. Celle-ci combine une séparation de la mesure en sous-signaux (organisés par ordre homogène de non-linéarité) et l'optimisation d'une fonction de coût (renforçant le contraste entre les ordres). Après validation numérique, les méthodes d'estimation et de contrôle sont appliquées sur un banc de test. Les paramètres physiques estimés sont cohérents, mais les signaux temporels re-simulés indiquent la nécessité d'améliorer le modèle en très basse fréquence et de recourir à des ordres homogènes élevés. Le correcteur temps réel conduit à une réduction mesurable des distorsions sur la pression acoustique. En complément, un autre contrôle en boucle ouverte est développé pour compenser l'effet Doppler dû au mouvement de la membrane.

Enfin, des méthodes sur le contrôle en boucle fermée sont proposées. L'une, en collaboration avec la thèse de M. Wijnand (décrite ci-dessous), cible l'absorption acoustique en combinant

« loi de contrôle en temps fini » (pour l'efficacité) et « passivité » (pour la robustesse). L'autre, plus générale, élabore un procédé de connexion « mi-physique, mi-numérique » entre un système physique et un contrôleur numérique qui rend la passivité insensible au retard introduit par le calculateur temps réel (déclaration d'invention déposée à L'INPI par le CNRS).

Contrôle en temps fini de systèmes dynamiques modélisés par des EDPs et EDOs – Application au contrôle de vibration

Thèse de M. Wijnand (ED SMAER, ANR Finite4SoS, depuis octobre 2017, durée de 3 ans, Dir. B. d'Andréa-Novel, T. Hélie, D. Roze, et Lionel Rosier-université du Littoral Côte d'Opale).

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.

Nos premiers résultats avaient porté sur l'interprétation d'un système EDO de dimension 2 contrôlé en temps fini dans le formalisme des Systèmes Hamiltoniens à Ports. Une version passive de la loi de contrôle était construite, qui nous permet d'obtenir un contrôle robuste. Nous étudions actuellement la généralisation au contrôle passif de systèmes EDO de dimension arbitraire, avec une méthode de simulation passive associée qui est moins raide autour de la précision machine.

Une loi de contrôle en temps fini d'une EDO de dimension 2 peut être utilisée pour réaliser un suivi de trajectoire. Ainsi, nous proposons de contrôler une corde non-linéaire vers une dynamique cible, permettant par exemple d'influencer le glissement fréquentiel. Une étude de la passivité du contrôle est en cours.

Finalement, le contrôle en temps fini de systèmes hybrides (EDO-EDP) est appliqué à deux cas concrets.

Un travail sur la commande d'un haut-parleur comme actionneur de contrôle actif appliqué à une membrane de tom est en cours (cf. ci-dessous). Un résultat sur le contrôle de fréquence d'un mode de membrane a été présenté à la conférence CDC. Une généralisation à un contrôle de plusieurs modes de membrane par un observateur-régulateur en temps fini est en cours et sera testée dans notre laboratoire.

Par ailleurs, nous avons obtenu une loi de commande pour la stabilisation de la position d'une grue en temps fini (collaboration avec L. Rosier-université du Littoral Côte d'Opale). Une simulation illustrative est en cours.

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

Contrôle actif appliqué à une membrane de tom (thèse de M. Wijnand – volet complémentaire de la description de la thèse ci-dessus)

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 (figure 7). Nous construisons ce système pour tester plusieurs types de contrôle, dont un contrôle en temps fini. Après des tests préliminaires l'année passée, des expérimentations sont en cours dans le cadre d'un projet du master

ATIAM. Une version plus générale d'un contrôle de fréquence par un observateur-régulateur sera testée. Ce système constitue un des exemples applicatifs développés dans le cadre du projet ANR Finite4SoS coordonné par Wilfrid Perruquetti (chercheur au laboratoire Cristal de Lille) et dont B. 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.

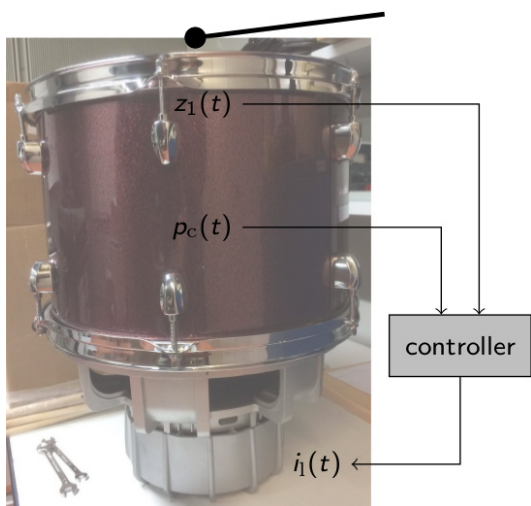


Figure 7. Contrôleur de haut-parleur avec des capteurs de pression et de déplacement de la membrane

Conception d'un prototype simple et ergonomique d'Onde Martenot historique (projet en collaboration avec le Collegium Musicae et l'équipe LAM de l'Institut Jean Le Rond d'Alembert, SU)

Stage de Nathan Tricot (ENSEA, Mai-Juillet 2019, Dir. H. Boutin, co-encadrement avec H. Genevois, LAM, Institut Jean Le Rond d'Alembert, SU).

Afin de conserver les Ondes Martenot et de répondre aux demandes des musiciens et compositeurs, un projet à long terme impliquant le Musée de la musique et les équipes LAM (d'Alembert) et S3AM (STMS) consiste à reproduire les instruments des collections muséales avec des moyens technologiques modernes.

Lors d'une première étude (stage ATIAM, J. Najnudel, 2018) le circuit électronique de l'Onde 169 a été modélisé dans le formalisme des SHP, simulé par un code Python utilisant la bibliothèque PyPHS. Le stage de N. Tricot a permis (figure 8) :

- d'embarquer le code sur une carte électronique ARDUINO
- de concevoir une interface utilisateur ergonomique proposant un contrôle similaire à celui de l'Onde 169 :
 - capteur résistif (ruban FSR) et clavier MIDI pour le contrôle de la hauteur
 - contrôleur MIDI « Touché » (Expressive-E) pour le contrôle du niveau sonore
- de concevoir un diffuseur produisant un son similaire au gong (D3) de l'Onde Martenot

Le résultat est un instrument ergonomique, destiné à répliquer et montrer au public des musées le fonctionnement et le son de l'Onde 169. Il sera présenté à la « Conférence Internationale des Musées et des Collections d'Instruments de Musique » (CIMCIM2020), à la Philharmonie de Paris, février 2020.

Projet Morphovoice

Projet Mécatronique des étudiants des Mines-ParisTech 2^e année, supervisé à l'Ircam par H. Boutin et T. Hélie.

Ce projet étudiant s'inscrit dans un projet long terme visant à concevoir une maquette robotisée de conduit vocal à l'échelle 1:1. Au cours de l'année 2018-2019, les étudiants ont réalisé un conduit vocal en silicone cylindrique de dimensions morphoréalistes (figure 9). Sa géométrie est modifiée par des actionneurs bielles-manivelles pour produire les voyelles de la langue française. L'excitation est réalisée par un haut-parleur de compression connecté à l'extrémité du conduit par un tube capillaire.

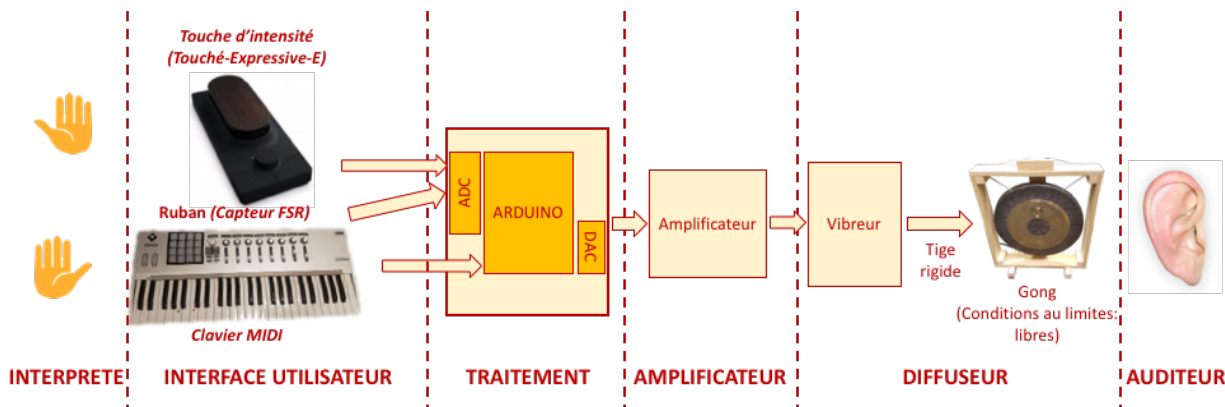


Figure 8. Schéma de principe de l'instrument simulant le fonctionnement et le son de l'Onde Martenot 169

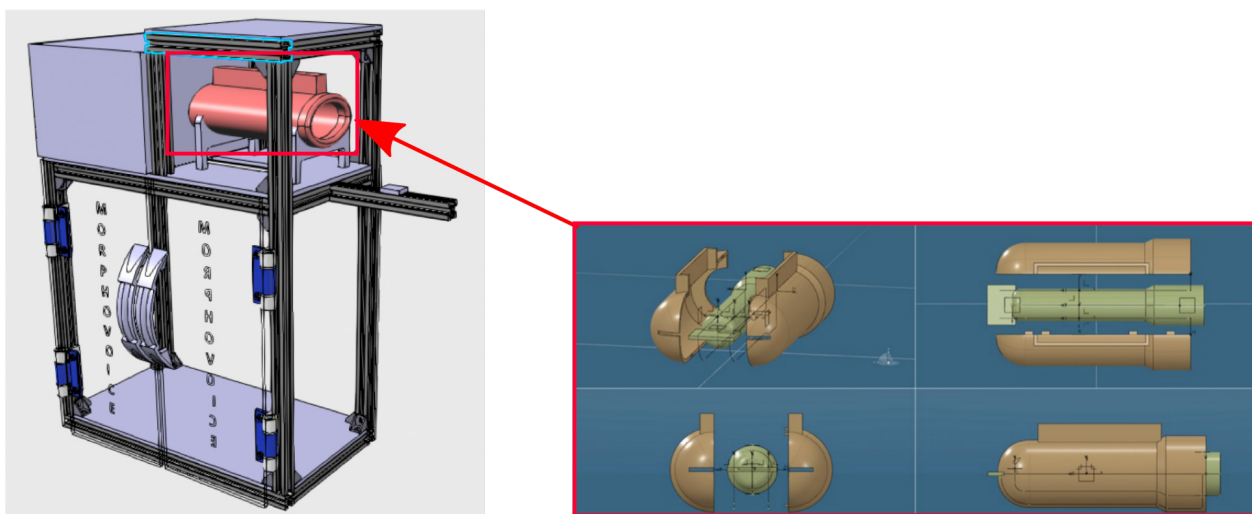


Figure 9. Maquette robotisée (gauche) et conduit vocal en silicone (Ep. 2cm X L. 17 cm) (droite)

Plateforme expérimentale pour l'étude du comportement vibratoire du violon

Stage de Romain Fatout (M1 SPI SU, Avril-Juillet 2019, Dir. H. Boutin et R. Caussé, co-encadrement avec C. Fritz, LAM, Institut Jean Le Rond d'Alembert, SU).

Au cours d'une collaboration avec l'atelier mécanique de l'Ircam, R. Fatout a remis en fonctionnement, amélioré et testé une plateforme expérimentale pour l'étude acoustique des violons et altos, réalisée par Jacques Pigneret. La plateforme permet désormais de mesurer (figure 10):

- le mouvement de la corde frottée excitée à l'aide d'un archet robotisé et un capteur optique
- la mobilité au chevalet à l'aide d'un marteau d'impact et d'un vibromètre laser

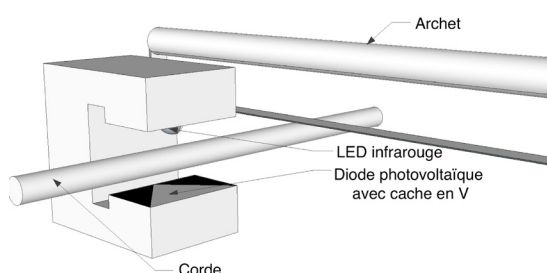
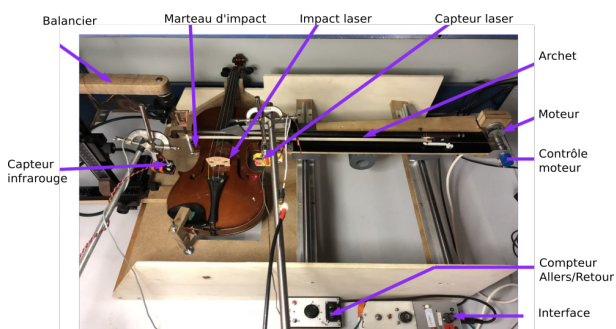


Figure 10. Machine à frotter (haut) et schéma du capteur infrarouge (bas)

Dans la seconde partie de son stage R. Fatout a :

- mesuré le diagramme de Schelleng d'un violon d'étude, mettant en relation la pression d'archet, sa position sur la corde et la qualité du son rayonné
- identifié certaines caractéristiques temporelles (mouvement de Helmholtz) et fréquentielles (premiers modes propres de vibrations couplés du corps et du chevalet) de l'instrument, et les a comparées avec l'état de l'art

Caractérisation de copies d'instruments anciens et reconstitution virtuelle: harpe égyptienne et cornua de Pompéi

R. Caussé. Coll.: S. Emerit (HiSoMA, Lyon), Susanna Schulz (luthière), Jean-Loïc Le Carrou (équipe LAM, IJLRA, UMR 7190, Sorbonne Université)

Une nouvelle campagne de mesures a pu avoir lieu sur la copie de la harpe égyptienne de l'antiquité découverte à Dra Abou el-Nagga en collaboration avec S. Schulz et J.-L. Le Carrou. Ces mesures vibratoires et acoustiques, effectuées sur le campus Pierre et Marie Curie, ont permis d'identifier les premiers modes vibratoires de l'instrument et de comprendre le rôle acoustique de ses éléments constitutifs. En particulier, la vibration importante du manche a confirmé l'émission sonore constatée lors d'une précédente campagne de mesures. Une dernière campagne aura lieu en 2020 pour analyser en détail l'influence de leur réglage et comparer cette copie à celle réalisée par le luthier Carlos Gonzales qui sera à son tour caractérisée (que l'on aura caractérisée au préalable).

Par ailleurs, l'ensemble des résultats sur les cornua de Pompéi a été publié (*Presses universitaires de Rennes*).

Étude de l'acoustique des instruments de la famille du sheng

Projet soutenu par le Collegium Musicæ 2019: R. Caussé, Lin-Ni Liao et François Picard (IReMus), Julie Delisle (McGill University), Alexis Baskind (réalisateur sonore indépendant).

Un groupe de recherche multidisciplinaire, piloté par les laboratoires IReMus et STMS/Ircam dans le cadre d'un projet soutenu par le Collegium Musicæ de Sorbonne Université, s'est constitué pour

aborder différents aspects de l'orgue à bouche chinois (le sheng), de l'organologie à la composition et à l'improvisation en passant par l'ethnomusicologie et l'acoustique. Le sheng et ses cousins, le khène (Laos) ou le shô (Japon), appartiennent à la famille des instruments à anche libre comme l'accordéon ou l'harmonica, instruments plus récents. À la différence de ces derniers, l'anche ne peut « parler » sans la présence d'un tuyau, ce dernier n'étant pas un véritable résonateur au sens où on l'entend pour la clarinette par exemple. La vibration de l'anche qui provoque la périodicité du courant d'air, et qui est à l'origine du son entretenu, s'obtient aussi bien en aspirant qu'en soufflant ce qui n'est pas le cas pour l'anche d'accordéon ou de l'harmonica. Dans le cas du sheng, la languette est découpée dans la plaquette de métal, très fine, alors que la languette de l'accordéon est rivée sur une plaquette cinq à six fois plus épaisse qu'elle. Cette particularité est à l'origine d'une distribution des composantes spectrales de la pression rayonnée très différente, les composantes paires prédominant dans le cas du sheng et les impaires dans le cas de l'accordéon.

Parallèlement à cette étude, plusieurs séances de travail ont eu lieu avec des instrumentistes afin d'analyser les techniques de jeu, traditionnelles et contemporaines, et de constituer une base de données pour caractériser le timbre du sheng et étudier les différentes techniques de prise de son de cet instrument.

Conclusion du projet iMuSciCA

Robert Piéchaud, Quentin Lamérand, Djellal Chalabi.

Le projet iMuSciCA (<http://www.imuscica.eu/>), commencé en janvier 2017, s'est achevé en juin 2019 avec un rendu final auprès de la Commission européenne (Luxembourg) le 28 août 2019. Dans ce cadre, le premier semestre 2019 a été consacré à :

- La finalisation du stéthoscope acoustique, produit à 10 exemplaires pour les partenaires du projet. Il s'agit à la fois de la partie matérielle (design sous Catia et réalisation en impression 3D), de l'adaptation du module d'analyse Hyvibe et, enfin, de la partie logicielle : client communiquant en javascript avec le module Hyvibe via *web bluetooth* (dans Chrome uniquement).
- La finalisation des modèles d'instruments virtuels de *modalys.js* (la version *web assembly* de Modalys utilisable dans le navigateur)
- L'événement-concert iMuSciCA à Luleå (Suède) où, outre des pièces de répertoire (Schubert, Hindemith, avec Petros Stegiopoulos, Jill McCoy et Robert Piéchaud) et des improvisations (Quentin Lamérand et Stefan Östersjö), nous avons présenté différentes technologies en temps réel (Modalys et The Snail) avec la participation d'élèves présents sur scène

La Commission a très bien noté le projet dans son ensemble et a approuvé conséquemment la partie budgétaire de clôture dans son intégralité.

Forts de ce succès et de l'excellente ambiance entre les partenaires, nous étudions actuellement des pistes afin de donner à l'aventure un second souffle pour les années à venir.

Résidence artistique de Hans Peter Stubbe

Robert Piéchaud, Joël Bensoam. Ircam et ZKM (Karlsruhe)

L'équipe a accueilli, dans ses locaux, le lauréat H. P. Stubbe tout au long de l'année 2019. Les thèmes de recherche concernés étaient :

- Modèles non-linéaires avec bifurcations (sous matlab)
- Modèles non-linéaires (bouclage) sous Modalys (en contrôleur *expression*, puis *lua* – voir section suivante)
- Modèles non-linéaires (bouclage) avec Coala et le violoncelle hybride (sous Max Msp, avec *gen~*)

Certains aspects de la résidence ont été présentés en octobre 2019 dans le cadre de « Studio 5 en direct ». Une partie de la résidence s'est déroulée dans les locaux de ZKM.

Par ailleurs, H. P. Stubbe et l'équipe S3AM ont travaillé sur un nouveau projet dans la continuation de la résidence, plus ambitieux et avec un financement danois. Il a été déposé en décembre 2019 (résultat premier trimestre 2020).

Du «just-in-time» dans Modalys

La collaboration art/recherche avec H. P. Stubbe a suscité le prototypage d'un nouveau contrôleur de Modalys appelé *mlys.lua* dont les prémisses sont les suivantes :

- Scripting Modalys dans l'environnement temps réel Max
- Offre (au moins) les mêmes possibilités de construction (scriptural) d'instrument que l'environnement Lisp
- Remplacera à terme le contrôleur *mlys.expression* (devenu périlleux à maintenir) en incluant ses fonctionnalités
- Offre une partie *statique* (construction et initialisation de l'instrument) et une partie *dynamique* possiblement mise à jour à chaque échantillon
- Peut se combiner harmonieusement avec des objets « classiques » *mlys* (construction par graphe)
- Langage universel Lua, utilisé très largement dans l'industrie dans des contextes fins de scriptage (jeu vidéo, IA etc.)
- Code généré de type *just-in-time* avec performances proches du C (bibliothèque open source LuaJit ou MoonJit)

Les premiers tests étant prometteurs, il a été décidé d'inclure *mlys.lua* dans la prochaine version publique de Modalys (pour 2020).

The Snail

R. Piéchaud, Q. Lamérand

Deux nouvelles fonctionnalités ont été ajoutées au Snail sur une branche bêta :

- *Mode réactif* : ce mode est particulièrement adapté au contexte où la variation de pitch est rapide (glissandi, vibrato, ornement). Nous en avons profité pour ajouter un mode « basic Fourier » qui montre le résultat de l'analyse spectrale brute, sans traitement fin de la phase
- *Représentation de l'harmonicité* : dans cette vue, on représente les composantes alignées verticalement selon les multiples entiers d'une fréquence supposée étant la fondamentale. La dérive par rapport à l'axe vertical montre l'inharmonicité

Par ailleurs, dans le cadre des travaux préparatifs de la résidence « Bass Holograms in Pune » (janvier 2020), une étude et une conception préliminaires ont été réalisées concernant la prise en compte par le Snail de tempéraments arbitraires.

PÔLE INGÉNIERIE & PROTOTYPES (PIP)

Responsable: Emmanuel Flety

Techniciens et assistant-ingénieurs: Camille Dianoux (SU),

Arnault Recher (CNRS)

Technicien et assistant-ingénieur non statutaire: Djellal Chalabi

• Résumé

L'équipe Pôle Ingénierie & Prototypes (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 S3AM (mais également occasionnellement les équipes EAC et PDS) avec une répartition selon les compétences de ses membres :

- E. Flety : conception électronique, micrologiciel, électronique numérique embarquée et supervision prototypage rapide
- A. Recher : aide à la conception électronique, réalisation et câblage
- C. Dianoux : aide à la conception d'expériences, techniques d'expérimentation en acoustique

■ Prototypage rapide

Utilisation importante du service d'impression 3D de manière transversale dans les équipes de recherche et la production. 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.

L'équipe s'est dotée d'un laser de découpe pour diversifier les techniques de prototypage et les matériaux utilisés. Une formation a eu lieu en sécurité laser pour E. Flety et A. Recher afin de pouvoir utiliser l'appareil en conformité.

■ Conception électronique

Le module de captation gestuelle R-IoT est à présent stable et continue sa dissémination par la société PLUX. Quelques variantes de micrologiciels (firmware) ont été réalisées pour des sujets de recherche (thèse d'H. Scurto, baguettes de percussion augmentées avec montures en impression 3D et module R-IoT).

Nous notons des demandes régulières de logiciels à façon (ad hoc) pour le R-IoT pour combiner, par exemple, ses données inertielles internes (IMU) avec d'autres capteurs, comme un gant captant la flexion des doigts.

Des R-IoT PLUX équipent également la production et la pédagogie et sont régulièrement utilisés par les RIMs et servent également à la formation « Capteurs, interfaces et machine learning interactif pour la musique » dispensé par la pédagogie (+PIP, ISMM)

Pour les besoins de l'UMR, l'équipe se concentre sur le développement logiciel et matériel autour d'un processeur ARM 32 bits type Cortex M4F équipé d'un coprocesseur à virgule flottante et tournant à 150 MHz.

Une base de code et de driver bas niveau a été écrite en 2019 pour former un « cœur arduino ». Celui-ci permet, couplé à une chaîne d'outils (tool-chain) GCC, de cross-compiler pour la plateforme ARM depuis l'environnement de programmation Arduino (IDE). À l'instar du développement des modules R-IoT, la popularité (toujours croissante) de cet environnement permet à des programmeurs non-électroniciens de s'approprier une partie du développement pour créer leurs propres applications C/C++ tournant sur la plateforme.

Ont été développés les modules/drivers suivants :

- Lecture de fichier audio sur carte SD avec latence de buffer 1ms, latence de déclenchement 4-6ms et mixage dynamique 44.1kHz jusqu'à 8 voies mono
- Lecture et sauvegarde de fichiers de configuration
- Structure de menu de paramétrage, affichage sur écran OLED de fichier graphique (BMP simples, ou animés)
- Accès à la carte SD par le port USB (mass storage driver)
- Acquisition du capteur de mouvement 9 axes (identique au R-IoT) par technique DMA pour préserver la capacité de calcul du processeur

Deux variantes de cartes ont été conçues, utilisant la même base de code et le même cœur :

- Carte ACE dédiée au traitement numérique du signal « à l'échantillon » pour des applications de contrôle actif, telles que la linéarisation du haut-parleur
- Carte pour implémentation temps réel de Systèmes Hamiltoniens à Ports avec une application sur les Ondes Martenot, actuellement 96 kHz / 16 bits, à terme 192 kHz / 24 bits

■ Collaborations scientifiques et artistiques

Parmi les collaborations les plus représentatives en 2019 on peut citer :

- Projet *Thinking Things* (Aperghis), production. Réalisation d'un set de capteurs supplémentaires pour la « statue » du spectacle. Capteurs interactifs type FSR (sensibles à la pression et au toucher) et électronique d'interface capteurs/ordinateurs (Arduino Mega, Shield Ethernet, OSC)
- Projet Ondes Martenot (S3AM – Collegium Musicæ – H. Boutin), recherche. Modélisation et implémentation temps réel d'une simulation numérique d'une Onde Martenot à tube électronique (partenariat avec le Musée de la musique)
- Linéarisation du haut-parleur (S3AM – thèse de T. Lebrun) : implémentation en électronique embarquée de traitement d'échantillons pour corriger dynamiquement la réponse d'un haut-parleur
- Dispositif de mesure pour une expérience sur la perception du rythme chez des patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Acquisition du tempo (frappé au doigt) et de l'attitude du patient sur sa chaise (gestes ancillaires) avec synchronisation audio (EAC – Lise Hobeika)
- Étude préalable sur l'intégration de l'accordeur Snail dans un format eurorack ou modulaire. Expérimentation sur Raspberry Pi Zéro + écran (S3AM – T. Hélié / R. Piéchaud)

- Découpe de boîtier à façon pour les dispositifs sonores distribués et interactions sonores collectives (ISMM – B. Matuszewski)

■ Espace de Projection

E. Fléty poursuit sa mission de 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

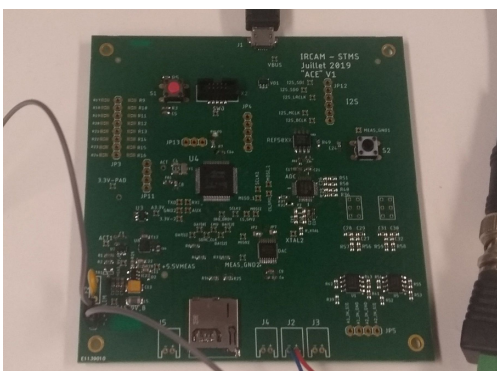
- Gestion/inventaire du labo A27 (Labo 7 – S3AM)
Finalisation du logiciel, en lien avec le pôle web, identification des éléments et établissement de la base de données, étiquetage QR code des appareils
- Support technique : réparations de matériel, fabrication (câbles, petits circuits, pièces de rechange en impression 3D)
- Mise en place d’expériences : campagne de mesure pour des instruments de musique
- Choix de capteurs, mise en place de la chaîne d’acquisition, écriture de code pour la visualisation des résultats
- Vulgarisation scientifique : accueil de journalistes, visites de la chambre anéchoïque, animation de la journée portes ouvertes, accueil du public et conférences tout public sur la chambre anéchoïque
- 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
- Animation d’un groupe de travail autour des techniques pour le traitement audio embarqué
- Veille technologique



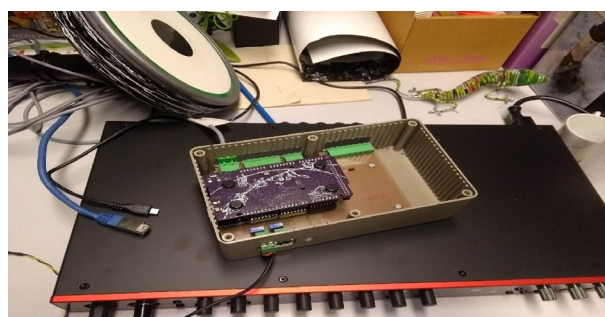
Dispositif de linéarisation du haut-parleur



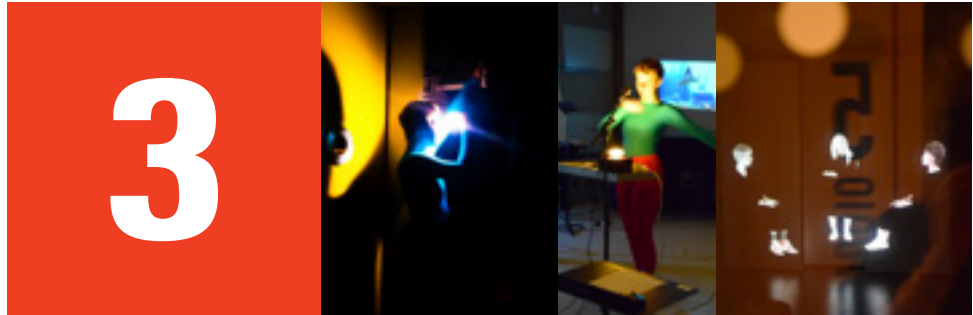
Capteur de pression développé pour le spectacle *Thinking Things* avec transmission Ethernet / OSC



Carte «ACE»: Acquisition-Traitement-Restitution «à l’échantillon»



Dispositif de mesure d’attitude de patient Alzheimer et sa carte d’acquisition audio



ANNEXES

LE CONSEIL D'ADMINISTRATION

PRÉSIDENT

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

MEMBRES

■ De droit

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

Laetitia BELAN
Contrôleur général économique et financier, chargée de contrôle
budgétaire, ministère de la Culture

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

Michel MUCKENSTURM
Administrateur de l'Ircam

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).

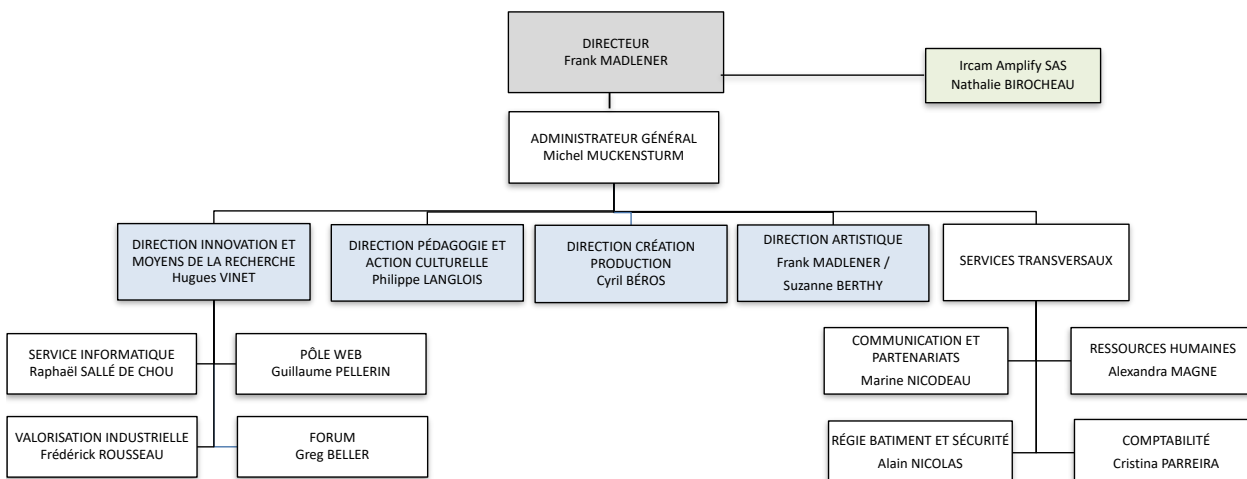
La composition du Conseil scientifique a été renouvelée en mai 2018 pour deux ans : sa constitution, sa mission et ses modalités d'intervention visent à positionner ce nouveau Conseil comme un organe

formulant davantage de recommandations stratégiques. Dans cette perspective, la session du Conseil, qui s'est tenue les 8 et 9 janvier 2019 sous la présidence de Gérard Berry, s'est concentrée sur deux thématiques principales : l'intelligence artificielle et le design sonore. De plus, elle a fait intervenir, en complément des membres nommés, deux experts extérieurs : Nicolas Henchoz, directeur de l'EPFL+ECAL Lab, et Annie Gentès, directrice Codesign et Études Médias à Télécom ParisTech.

Membres nommés		Pays	Affiliation/ statut
Andriot	Claude	F	Expert senior, CEA
Berger	Jonathan	USA	Prof. CCRMA, université de Stanford
Berry	Gérard	F	Prof. Collège de France
Bloch	Isabelle	F	Prof. Télécom ParisTech
Chew	Elaine	UK	Prof. université Queen Mary de Londres
Denis-Rémis	Cédric	F	Vice-président Mines-ParisTech, Dir. Institut des Hautes Études 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 - LZS- 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 de conférences université de Nîmes

L'ÉQUIPE IRCAM

L'ORGANIGRAMME



La communauté de travail de l'Ircam est en progression de trois personnes. L'équipe permanente en représente 47,90 %.

L'effectif permanent en CDI est en légère réduction de l'équivalent d'un poste. Les activités du service Interfaces Recherche/Création (IRC) ont évolué en 2019. Sa mission d'animation de la communauté des membres du Forum (Ateliers du Forum, Forum hors les murs, boutique) ainsi que les enjeux du développement des logiciels a été rattachée au service Innovation et Moyens de la Recherche (IMR). La recherche musicale, d'autre part, rejoint l'UMR pour une meilleure intégration au sein des thématiques de recherche.

Le nombre de salariés en CDD est en croissance nette de six postes. Le redressement des financements sur projets ANR/Européens au sein de l'Unité Mixte de Recherche entraîne une augmentation de six postes en CDD. 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 détachés.

Le nombre de salariés détachés s'élève à 26 personnes. Il est stable et se décompose comme suit :

- 15 personnes du CNRS
- 6 personnes de Sorbonne Université
- 5 autres organismes /universités (Strasbourg, Paris-8, Lille, la Rochelle)

LES EFFECTIFS 2019 EN ETP

DÉPARTEMENTS	SALARIÉS						NON SALARIÉS		TOTAL (*)
	CDI	CDD	STAGIAIRES	DOCTORANTS	CHERCHEURS INVITÉS	SALARIÉS DÉTACHÉS	Total		
Unité Mixte de Recherche	23	17	8	18	3	26	96		
Innovation Moyens de la Recherche	11	2	0	0	0	0	13		
Création	21	9	0	0	0	0	30		
Pédagogie	10	1	0	2	0	0	14		
Communication et partenariats	6	0	0	0	0	0	7		
Services généraux	15	2	0	0	0	0	18		
TOTAL	85	33	10	20	3	26	177		

Effectif 2018	86	27	13	20	3	26	174
Évolution	-1	6	-3	0	0	0	3

(*) % homme 71%
% femme 29%

DIRECTION

Directeur : Frank Madlener
Administrateur : Michel Muckensturm
Laure Martin/Sylvie-Léa Cohen
Directrice générale Ircam Amplify : Nathalie Birocheau

SERVICE TRANSVERSAUX

Comptabilité

Cristina Parreira, Mahdi Zigha

Ressources humaines

Directrice : Alexandra Magne

Céline Bonnier/Elsa Mardaymootoo, Patricia Martins, Claire Poujol

Communication

Directrice : Marine Nicodeau

Mary Delacour, Clémentine Gorlier, Camille Guermeur, 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

Valorisation industrielle et communautaire

Responsable : Frédéric Rousseau
Pierre Guillot, Matthieu Talbot

Service informatique

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

Pôle Web

Responsable : Guillaume Pellerin
Martin Desrumaux, Cécile Drencourt, Antoine Grandry, Emilie Zawadzki

Forum

Gregory Beller, Margaux Bervas, Louise Enjalbert, Liz Gorsen, Stéphanie Leroy, Paola Palumbo, Raphael Voyazopoulos

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 : Nicolas Misdariis
Analyse et synthèse des sons : Axel Roebel
Systèmes et signaux sonores – audio/acoustique, instruments : Thomas Hélie
Représentations musicales : Gérard Assayag
Analyse des pratiques musicales : Nicolas Donin
Interactions son musique mouvement : Frédéric Bevilacqua
Pôle ingénierie et prototypes : Emmanuel Fléty

Chercheurs, ingénieurs de recherche et post-docs

Carlos Agon-Amado (UPMC), Moreno Andreatta (CNRS), Luc Ardaillon, Pablo Arias (CNRS), Jean-Julien Aucouturier (CNRS), Mondher Ayari (univ. Strasbourg), Baptiste Bacot (ministère de la Culture), Dogac Basaran (CNRS), Daniel Bedoya, Joël Bensoam, Georges Bloch (univ. Strasbourg), Alain Bonardi (univ. Paris-8), Riccardo Borghesi, Henri Boutin (UPMC), Jean Bresson, Clément Cannone (CNRS), Thibaut Carpentier (CNRS), Elaine Chew, Frédéric Cornu, Philippe Esling (UPMC), Laurent Feneyrou (CNRS), François-Xavier Féron (CNRS), Lawrence Fyre (CNRS), Jean-Louis Giavitto (CNRS), Louise Goupil (CNRS), Fanny Gribensky (CNRS), Karim Haddad, Mathew Harris, Thomas Hélie (CNRS), Olivier Houix, Jean-Philippe Lambert, Quentin Lamerand, Raphaël Leiba (CNRS), Wanyu Liu, Marco Liuni, Benjamin Matuszewski, Rémi Mignot, Markus Noisternig, Nicolas Obin (UPMC), Robert Piéchaud, David Poirier-Quinot, Laura Rachman (CNRS), David Roze (CNRS), Diemo Schwarz, Marine Taffou (IRBA), Vincent Tiffon (univ. Lille), Patrick Susini, Isabelle Viaud-Delmon (CNRS), Daniel Wolff, Laura Zattra

Doctorants

Théis Bazin, Daniel Bedoya, Adrien Bitton, Frédéric Bous, Daniel Cabanzo, Hugo Caracalla, Pierre Carré, Tristan Carsault, Axel Chemla, Alice Cohen, Pierre Donat, Guillaume Doras, Constance Douwes, Jean-François Ducher, Franck Elisabeth, Mireille Fares, José Miguel Fernandez, Martin Fouilleul, Clément Le Moine, Adelino-Rafael Mendes-Ferro, Hadrien Foroughmand, Céline Jacques, Lisa La Pietra, Antoine Lavault, Frédéric Lebel, Tristan Lebrun, Vincent Martin, Pierre Massé, Gabriel Meseguer Brocal, Rémy Muller, Judy Najnudel, Iseline Peyre, Waradon Phokhinanan, Mathieu Prang, Alessandro Ratoci, Hugo Scurto, Victor Rosi, Marion Voillot, Victor Wetzel, Marc Wijnand, Franck Zagala

PÉDAGOGIE / ACTION CULTURELLE ET PÔLE DOCUMENTAIRE

Directeur : Philippe Langlois

Aurore Baudin, Roseline Drapeau/Jérôme Boutinot, Sophie Chassard, Murielle Ducas, Cyrielle Fiolet, Stéphanie Leroy, Jean-Paul Rodrigues

Compositeur associé au cursus : Thierry De Mey

Chargé de coordination pédagogique : Thomas Hélie

Réalisateurs en informatique musicale chargés de l'enseignement

Simone Conforti, Marco Liuni, Jean Lochar, Grégoire Lorieux, Mikhail Malt, Sébastien Naves

CRÉATION ARTISTIQUE

Directeur : Frank Madlener

Directrice adjointe à la programmation artistique : Suzanne Berthy

Natacha Moënné-Loccoz

CRÉATION ET PRODUCTION

Directeur : Cyril Béros

Raphaël Bourdier, Agnès Fin/Aurélia Ongena, Anne Guyonnet, Laura Stomboli, Clotilde Turpin

Réalisateurs en informatique musicale Production

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

Son

Responsable : Jérémie Henrot

Luca Bagnoli, Jérémie Bourgogne, Sylvain Cadars, Clément Cerles, Orian Arrachart

Régie générale

Responsable : Aline Morel,

Simon Florent, Audrey Gaspar

Régie de salle : Éric de Gélis

ŒUVRES PRÉPARÉES OU CRÉÉES EN 2019

OPÉRA

Compositeurs	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Adam Maor Mise en scène : Yonatan Lévy	<i>The Sleeping Thousand</i>	Commande Festival d'art lyrique d'Aix-en-Provence	6, 8, 10, 12, 14 juillet 2019, Festival d'art lyrique d'Aix-en-Provence, Théâtre du Jeu de Paume	Opéra pour 4 chanteurs solistes, 8 musiciens et électronique

SPECTACLE VIVANT

Artistes	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Georgia Spiropoulos	<i>Error (the Pianist)</i>	Commande Onassis Cultural Center	22, 23 février 2019, Onassis STEGI, Athènes	Fantasmagorie pour pianiste improvisateur, électronique, lumières et théâtre d'ombres animées
Philippe Manoury Mise en scène : Nicolas Stemann	<i>Lab.Oratorium</i>	Commande Gürzenich-Orchester 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 2 chanteuses, 2 acteurs, ensemble vocal, chœur, orchestre et électronique Spatialisation Parlé- chanté
Mise en scène : Daniel Jeanneteau Musique : Olivier Pasquet	<i>Le reste vous le connaissez par le cinéma</i>	Production T2G - Théâtre de Gennevilliers. Coproduction Théâtre national de Strasbourg, Ircam, Festival d'Avignon, Théâtre du Nord - CDN Lille Tourcoing Hauts-de-France, Le Théâtre de Lorient – Centre dramatique national	16, 17, 19 au 22 juillet 2019, Festival d'Avignon Solène Arbel, Stéphanie Béghain, Axel Bogousslavsky, Yann Boudaud, Quentin Bouissou, Jonathan Genet, Elsa Guedj, Dominique Reymond, Philippe Smith	Pièce de théâtre avec création sonore spatialisée
Aurélien Dumont Mise en scène : Matthieu Roy	<i>Qui a peur du loup ? & Macbeth</i>	Coproduction Cie du veilleur, Ars Nova, Ircam, Opéra national de Bordeaux, Théâtre de Saint-Quentin-en-Yvelines – Scène nationale, Scène nationale d'Aubusson, Gallia Théâtre SCIN de Saintes, NEST – CDN transfrontalier de Thionville Grand Est, Comédie Poitou-Charentes – CDN, OARA (Office artistique de la région Nouvelle-Aquitaine).	22 juillet-22 août 2019, La Maison Maria Casarès 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

ENSEMBLE VOCAL, ENSEMBLE ET VOIX

Compositeurs	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Sina Fallahzadeh	<i>Metanoïa</i>	Commande Ircam	12 juin 2019, ManiFeste-2019, Centre Pompidou Mathieu Dubroca L'itinéraire Dir. Mathieu Romano	Voix, 8 instruments et électronique
Raphaël Cendo	<i>Double Cheese Passions</i>	Commande de Françoise et Jean-Philippe Billarant	9 avril 2020, MC2 Grenoble Christina Daletska Ensemble intercontemporain Dir. Bastien Stil	Voix parlée/chantée, ensemble et électronique, synthétiseur analogique (vintage)
Adrien Trybucki	<i>Limen</i>	Commande Estonian Philharmonic Chamber Choir Avec le soutien du réseau ULYSSES	19 mai 2020, Tallin Estonian Philharmonic Chamber Choir	Chœur et électronique
Ülo Krigul	<i>Liquid turns</i>	Commande Estonian Philharmonic Chamber Choir Avec le soutien du réseau ULYSSES	19 mai 2020, Tallin Estonian Philharmonic Chamber Choir	Chœur et électronique
Sina Fallahzadeh	<i>Yasnâ</i>	Commande Estonian Philharmonic Chamber Choir Avec le soutien du réseau ULYSSES	19 mai 2020, Tallin Estonian Philharmonic Chamber Choir	Chœur et électronique
Stefano Gervasoni	<i>de tinieblas</i>	Aide à l'écriture d'une œuvre musicale nouvelle originale du ministère de la Culture Commande Ircam	9 juin 2020, ManiFeste-2020, Cité de la musique SWR Vokalensemble Stuttgart Dir. Yuval Weinberg	Chœur et électronique, d'après Tres Lecciones de tinieblas de José Angel Valente
Marta Gentilucci	<i>Canzoniere Part I, Part II</i>	Commande Neue Vocalsolisten Stuttgart, Ircam	16 juin 2020, ManiFeste-2020, Le CENTQUATRE-Paris Sarah Maria Sun Johannes Fischer Neue Vocalsolisten Stuttgart	Soprano, percussion, 6 voix mixtes et électronique Aboutissement d'une résidence de recherche artistique sur le vibrato vocal

ENSEMBLE INSTRUMENTAL

Compositeurs	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Sampo Haapamäki	<i>IDEA</i>	Commande Festival Time of Music, Ircam Avec le soutien du réseau ULYSSES	13 février 2019, Maison de la radio, Festival Présences 2019 Ensemble Court-circuit Dir. Jean Deroyer	11 musiciens et électronique diffusée sur 8 canaux, avec captation du geste du chef
Michaël Levinas	<i>Préfixes</i>	Commande Ircam	15 avril 2019, La Scala Paris Le Balcon, L'itinéraire Dir. Maxime Pascal	18 musiciens et électronique
Aurélio Edler-Copes	<i>Mental Radio Machine</i>	Commande United Instruments of Lucilin, Ircam	9 mai 2019, Philharmonie Luxembourg United Instruments of Lucilin	Ensemble et électronique, «effets guitare électrique» généralisés à un ensemble
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
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 et électronique
Yann Robin	<i>Triades</i>	Commande Ircam, Ensemble intercontemporain	7 février 2020, Cité de la musique Nicolas Crosse Ensemble intercontemporain Dir. Lin Liao	Contrebasse, ensemble et électronique
Daniel D'Adamo	<i>The Lehmann discontinuity</i>	Commande Quatuor Tana, Ircam	24 juin 2020, ManiFeste-2020, Centre Pompidou Quatuor Tana	Quatuor à cordes et électronique
Philippe Hurel	<i>En filigrane</i>	Commande Quatuor Tana, Ircam	24 juin 2020, ManiFeste-2020, Centre Pompidou Quatuor Tana	Quatuor à cordes et électronique
Giulia Lorusso	<i>Fäbrica</i>	Commande Gmem, Ircam	20 juin 2020, ManiFeste-2020, Centre Pompidou Dir. Sébastien Boin	12 musiciens et électronique
Francisco Alvarado	<i>Je ne suis qu'une voix</i>	Commande Gmem, Ircam	20 juin 2020, ManiFeste-2020, Centre Pompidou Dir. Sébastien Boin	12 musiciens et électronique
Luis Naón	<i>Nouvelle œuvre</i>	Commande ICST de Zurich, Ircam	Novembre 2021, Tage für Neue Musik, Zurich Quatuor Diotima	Quatuor à cordes et électronique

SOLO

Compositeurs	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
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
Sasha J. Blondeau	<i>Urphänomen II.B.</i>	Commande Radio France, Ircam	8 février 2020, Festival Présences 2020, Maison de la radio Philippe Hattat	Piano et électronique
Rebecca Saunders	<i>The Mouth</i>	Commande Annie Clair	6 juin 2020, ManiFeste-2020, Centre Pompidou Juliet Fraser	Soprano et électronique

INSTALLATION SONORE – MUSIQUE ÉLECTROACOUSTIQUE – FILM ET MUSIQUE

Compositeurs	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Pascal Dusapin	<i>Lullaby Experience</i>	Production Ircam, Ensemble Modern, Mousonturm pour le Frankfurter Positionen, dans le cadre du projet DYCI2 soutenu par l'Agence nationale de la recherche (ANR) et coordonné par l'Ircam	2 et 3 février 2019, Festival Frankfurter Positionen Johanna Berger, Renate Bahm, Nami Miwa, Amadeus Pawlica, Micha B. Rudolph, Paul Lorenger, Markus Rockenbach Ensemble Modern	Expérience immersive produite avec HOLOPHONIX, processeur de son spatial pour ensemble et électronique Analyse des comptines collectées par descripteurs
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 Elípe 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>
1024 x Tovel (aka Matteo Franceschini)	<i>Opus</i>	Commande Ircam, ProQuartet, La Scala Paris	22 juin 2019, ManiFeste-2019, La Scala Paris TOVEL 1024 architecture Quarteto Maurice	Vidéo, quatuor à cordes et électronique : interaction son-images
Carmine Emanuele Cella Dimitris Kamarotos Valerio Tricoli Vidéo : Marina Gioti	<i>Atlas, a sound cartography of Europe</i>	Coproduction Ircam, Centre Pompidou/Les Spectacles vivants, ZKM, Onassis STEGI Avec le soutien du réseau Interfaces	13 décembre 2019, Centre Pompidou, Paris / Le Cube, Karlsruhe / Onassis STEGI, Athènes	Composition collective Concert streamé en live sur 3 lieux dans 3 villes Diffusion sonore ambisonique
Bartabas	<i>Entretiens silencieux</i>	Production Théâtre équestre Zingaro	3 novembre-30 décembre 2020, Théâtre équestre Zingaro	Environnement sonore, sonification des mouvements du cheval
Martin Matalon	<i>Metropolis</i>	Commande Orchestre de Paris, Orchestre du Gurzenich de Cologne	8, 9 mai 2021, Cologne Orchestre du Gurzenich de Cologne	Musique sur le film de Fritz Lang, nouvelle version pour orchestre et bande

MUSIQUES-FICTIONS

Compositeurs	Titre	Partenaires	Création	Caractéristiques
Daniele Ghisi Texte : Maylis de Kerangal Mise en scène : Jacques Vincey	<i>Naissance d'un pont</i> Episode n°1	Coproduction Ircam, Centre dramatique national de Tours	12, 13 juin 2020, ManiFeste-2020, Centre Pompidou	Collection de courtes fictions, nouveau type de théâtre (ou cinéma) pour les oreilles, mobilisant des auteurs, compositeurs, metteurs en scène et acteurs, destinées à un dispositif sonore immersif 3D (Ambisonique)

SAISON 2019

Date	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
19-jan	Ircam		Studio 5 en direct : design sonore	
25-jan	CRR Aubervilliers	Ariadna Alsina Tarrés Marta Gentilucci Georgia Spiropoulos Nicolas Tzortzis	<i>L'air cassé de la carapace</i> <i>Auf die Lider</i> <i>Roll... n'Roll... n'Roll (extraits)</i> <i>Incompatible(s) IV</i>	Elèves du Pôle Sup'93 : Caroline De Nadai, Taisiya Koleva, Quentin Broyart, Paola Aviles, Ambroise Daulhac
13-févr	Maison de la radio Présences 2019	Wolfgang Rihm Márton Illés Diana Soh Sampo Haapamäki	<i>Blick auf Kolchis</i> (CF) <i>Drei aquarelle</i> (création 2019) <i>Modicum</i> (création 2019) <i>IDEA</i> (CF)	Ensemble Court-circuit Dir. Jean Deroyer
16-févr	Ircam		Studio 5 en direct : la pédagogie à l'Ircam	
20-févr- 15-avr	Centre Pompidou	Jean-Luc Hervé	<i>Biotope</i> , environnement sonore pour l'exposition "La fabrique du vivant" (création 2019)	
20-févr	Centre Pompidou	Mauro Lanza/Andrea Valle Mauro Lanza	<i>Regnum Lapideum</i> <i>Le nubi non scoppiano per il peso</i>	Svea Schildknecht Ensemble 2e2m Dir. Pierre Roullier
28-mar	Centre Pompidou	Concert Ircam Live Openendedgroup & Natasha Barrett Raphaël Imbert/Benjamin Lévy Scanner	<i>Pockets of Space</i> (création 2018) <i>A.I. SWING!</i> (création 2019) <i>Mass Observation</i> (création 2019)	
5-avr	La Scala Paris Festival Intégrale	Marco Stroppa Alexandre Scriabine	<i>Traiettoria</i> <i>Sonate pour piano n°10 op. 70</i>	Marie Vermeulen, Lorenzo Soulès
5-avr	La Scala Paris Festival Intégrale	Alexandre Scriabine Georges Aperghis	<i>Sonate pour piano n°1 op.6</i> <i>Sonate pour piano n°2 op.19</i> <i>Sonate pour piano n°4 op.30</i> <i>Sonate pour piano n°9 "Messe Noire"</i> <i>op.68</i> <i>Dans le mur</i>	Geoffroy Couteau, Mariangela Vacatello
6-avr	La Scala Paris Festival Intégrale	Alexandre Scriabine Brice Pauset	<i>Sonate pour piano n°5 op.53</i> <i>Sonate pour piano n°6 op. 62</i> <i>Sonate pour piano n°7 "Messe Blanche" op. 64</i> <i>Perspectivae Sintagma I</i>	Momo Kodama, Lorenzo Soulès
6-avr	La Scala Paris Festival Intégrale	Alexandre Scriabine Jonathan Harvey Olivier Messiaen	<i>Sonate pour piano n°3 op.23</i> <i>Sonate pour piano n°8 op. 66</i> <i>Tombeau de Messiaen</i> <i>Petites Esquisses d'oiseaux</i>	Mariangela Vacatello, Marie Vermeulin
12-avr	Cité de la musique	Giacinto Scelsi Yann Robin Helmut Lachenmann Aureliano Cattaneo Matthias Pintscher	<i>Anahit, poème lyrique dédié à Vénus</i> <i>Art of Metal II</i> <i>Guero</i> <i>Mouvement (-vor der Erstarrung)</i> <i>Contra</i> <i>Deserti</i> (création 2019) <i>Study III for treatise on the veil</i>	Diego Tosi, Jeanne-Marie Conquer, Alain Billard, Sébastien Vichard Ensemble intercontemporain Dir. Matthias Pintscher

Date	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
15-avr	La Scala Paris	Michaël Levinas Gérard Grisey	<i>Préfixes</i> (création 2019) <i>Le Poème battu</i> <i>D'eau et de pierre</i>	Le Balcon, L'itinéraire Dir. Maxime Pascal
18-mai	Ircam		Studio 5 en direct : rencontre avec les artistes du festival ManiFeste	Kaija Saariaho, Sina Fallazadeh, Matteo Franceschini, Javier Elípe Gimeno, Ariadna Alsina Tarrés
13-déc	Centre Pompidou, Paris Le Cube, Karlsruhe Onassis STEGI, Athènes	Carmine Emanuele Cella Dimitris Kamarotos Valerio Tricoli Vidéo : Marina Gioti	<i>Atlas, a sound cartography of Europe</i> (création 2019)	
14-déc			Studio 5 en direct : les interactions musicales collectives et les nouveaux gestes	

MANIFESTE 2019

Date	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
1-juin	Centre Pompidou	Simon Steen-Andreson	<i>Black Box Music</i> <i>Run Time Error</i> (CF)	Ensemble Modern
1-2 juin	Le CENTQUATRE-Paris	Pascal Dusapin : conception et création musicale Claus Guth : mise en scène Etienne Pluss : scénographie	<i>Lullaby Experience</i> (CF)	Ensemble Modern Johanna Berger, Renate Bahm, Nami Miwa, Amadeus Pawlica, Micha B. Rudolph, Paul Lorenger, Markus Rockenbach
3-juin	Philharmonie de Paris	Philippe Manoury	<i>Lab.Oratorium</i> (CF)	Rinnat Moriah, Tora Augestad, Patrycia Ziolkowska, Sebastian Rudolph, Gürzenich-Orchester Köln, SWR Vokalensemble, Chœur Stella Maris Dir. François-Xavier Roth
6-juin	T2G - Théâtre de Gennevilliers	Georgia Spiropoulos : conception, composition, dramaturgie, direction artistique	<i>Error (The Pianist)</i> (CF)	Alvise Sinivia
7-juin	Cité de la musique	Iannis Xenakis Franck Bedrossian Edgard Varèse	<i>Nomos Alpha</i> <i>Lichens</i> <i>Twist</i> (CF) <i>Poème électronique</i>	Eric Levionnois Orchestre Philharmonique de Radio France Dir. Brad Lubman
8-9-juin	MC93 - Bobigny	Ludovic Lagarde : mise en scène et scénographie Olivier Cadiot : texte	<i>Le Colonel des Zouaves</i> <i>Le Mage en été</i> <i>Providence</i>	Laurent Poitrenaux
12-juin	Centre Pompidou	Kaija Saariaho James Tenney Sina Fallahzadeh Fausto Romitelli	<i>Terrestre</i> <i>In a large open space</i> <i>Metanoia</i> (création 2019) <i>EnTrance</i>	Elise Chauvin, Mathieu Dubroca, Julie Brunet-Jailly L'itinéraire Dir. Mathieu Romano
13-juin	Eglise Saint-Merri	Giacinto Scelsi	<i>Trilogie – Les trois âges de l'homme</i>	Frances-Marie Uitti
14-juin	Cité de la musique	Magnus Lindberg Benoît Sítzia Roque Rivas Franck Bedrossian	<i>Shadow Of The Future</i> (création 2019) <i>Echo-Manifeste</i> (création 2019) <i>Campo Abierto</i> (création 2019) <i>Le lieu et la formule</i> (création 2019)	Ensemble intercontemporain Dir. Matthias Pintscher
15-juin	Centre Pompidou	Pierluigi Billone Eric Maestri Emmanuel Nunes	<i>Staglio II E</i> (création 2019) <i>Comme le vent, c'est nu, c'est de l'encre</i> (création 2019) <i>Nachtmusik I</i>	Matteo Cesari L'Instant donné
17-juin	Collège de France	Pierre Boulez	<i>Anthèmes</i> <i>Anthèmes 2</i>	Hae-Sun Kang
18-juin	Le CENTQUATRE-Paris	Florent Caron Darras Mathieu Corajod William Dougherty Louis Goldford Konstantin Heuer William Kuo Jialin Liu Sergio Nuñez Meneses Adrien Trybucki Francisco Uberto	<i>Technotope</i> (création 2019) <i>Ça va bien avec comment tu vis</i> (création 2019) <i>smoke-blackened paper</i> (création 2019) <i>Au-dessus du carrelage de givre</i> (création 2019) <i>unbound explorations</i> (création 2019) <i>fascia</i> (création 2019) <i>shh ... you're in the tower I built you</i> (création 2019) <i>Trame</i> (création 2019) <i>Rapides Diaprés</i> (création 2019) <i>Nirvana</i> (création 2019)	Musiciens et danseurs du Conservatoire national supérieur de musique et de danse de Paris : Juliette Adam, Marie Albert, Nicolas Arsenijevic, Benjamin Athanase, Mateo Lagiere, Pierre Lison, Sullivan Loiseau, Jacques Murat, Sumiko Hara, Rémy Reber, Marie Soubestre Musiciens de la Haute école de musique de Genève : Nikolay Ivanov, Till Lingenberg, Ugo Reser, William Thébaudeau-Müller

Date	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
19-juin	Centre Pompidou	Man Ray, films Peter Tscherkassky : films Sandra Tavalí (Wuan-chin Li) : musique Simon Løffler : musique Clara Iannotta : musique Joan Gómez Alemany : musique Javier Elípe Gimeno : musique Ariadna Alsina Tarrés : musique	<i>Le Retour à la raison, Autoportrait ou ce qui nous manque à nous tous</i> <i>Cinemascope Trilogy</i> : <i>L'arrivée</i> (CF) <i>Dream work</i> (CF) <i>Outer Space</i> (CF) <i>L'arrivée</i> (CF) <i>Dream work</i> (création 2019) <i>Outer Space</i> (création 2019)	Ensemble Nikel
20-juin	Musée de l'Orangerie	Kaija Saariaho Jonathan Harvey	<i>Nymphea</i> <i>String Quartet n°4</i>	Quatuor Béla
21-juin	Musée de l'Orangerie //ACADÉMIE// Sortie de la master classe pour quatuor à cordes	Kaija Saariaho Toshio Hosokawa György Ligeti	<i>Nymphea</i> <i>Blossoming</i> <i>Quatuor à cordes n° 1</i> <i>"Métamorphoses nocturnes"</i>	Quatuor stagiaire de la master classe dirigée par le Quatuor Béla : Quatuor Acetone Quatuor Hanson
22-23 juin	La Scala Paris	1024xTovel (aka Matteo Franceschini), musique 1024 architecture (François Wunschel, Pier Schneider), visuels	<i>Opus</i> (création 2019)	Quartteto Maurice
22-juin	Le CENTQUATRE-Paris //ACADÉMIE// Sortie de la master classe d'interprétation pour ensemble dirigé	Florent Caron Darras Stefano Gervasoni Magnus Lindberg Matthias Pintscher	<i>Sentinelles nord</i> <i>Su un arco di bianco</i> <i>Joy</i> <i>Verzeichnete Spur</i>	Ensemble ULYSSES Ensemble intercontemporain Dir. Matthias Pintscher
25-juin	Maison de la radio //ACADÉMIE// Sortie des sessions d'orchestre de Kaija Saariaho	Katherine Balch Hunter Coblenz Quentin Lauvray Lucy McKnight Aida Shirazi	<i>Leaf Fabric</i> (création 2019) <i>Sketch</i> (création 2019) <i>Un point à l'horizon, à l'infini</i> (création 2019) <i>Thunderhead</i> (création 2019) <i>Ardea Alba I</i> (création 2019)	Orchestre Philharmonique de Radio France Dir. Marc Desmons
26-juin	Maison de la musique de Nanterre	Carlos de Castellarnau Ondřej Adámek Januibe Tejera	<i>Natura Morta</i> <i>Ça tourne, ça bloque</i> <i>Tablado</i> (création 2019)	Fanny Vicens Ensemble TM+ Dir. Laurent Cuniot
28-29 juin	Cité de la musique & Eglise Saint-Jacques-Saint-Christophe	Karlheinz Stockhausen	<i>Samstag aus Licht</i>	Le Balcon Orchestre d'harmonie du Conservatoire à Rayonnement Régional de Paris Chœur de l'Armée française Dir. Maxime Pascal

Date	Lieu	Artistes	Titre	Interprètes
28-juin	Le CENTQUATRE-Paris //ACADÉMIE// Sortie de l'atelier de composition pour musique de chambre de Stefano Gervasoni	Gerardo Gozzi Matteo Gualandi Joshua Hey Kevin Kay Nicholas Morrish Nicolas Roulive	<i>Homo Sapiens, all-too-Sapiens</i> (création 2019) <i>Fiori di sangue e rugiada</i> (création 2019) <i>I Am In Here (Movement II)</i> (création 2019) <i>damped</i> (création 2019) <i>our heads are round, so our thoughts can change direction</i> (création 2019) <i>Des débris du rêve</i> (création 2019)	Solistes de l'Ensemble intercontemporain
28-juin	Le CENTQUATRE-Paris //ACADÉMIE// Sortie des ateliers de composition pour ensemble dirigé et musique de chambre de Stefano Gervasoni et Marko Nikodijevic	Jaehyuck Choi Francesco Ciurlo Simone Corti Jug Marković Benjamin Scheuer Francisco Uberto	<i>Dust of Light</i> (création 2019) <i>Stree</i> (création 2019) <i>Tubi</i> (création 2019) <i>Kammerkonzert no.2</i> (création 2019) <i>Pfropfen</i> (création 2019) <i>Ese lado cítrico de la noche</i> (création 2019)	Ensemble intercontemporain Dir. Julien Leroy
29-juin	Centre Pompidou //ACADÉMIE// Sortie de l'atelier d'interprétation des musiques électroacoustiques	Ariadna Alsina Tarrés Marta Gentilucci Kaija Saariaho Georgia Spiropoulos Nicolas Tzortzis	<i>L'air cassé de la carapace</i> <i>Auf die Lieder</i> <i>NoaNoa</i> <i>Roll... n'Roll... n'Roll (extraits)</i> <i>Incompatible(s) IV</i>	Elèves du Pôle Sup'93 : Caroline De Nadaï, Taisiya Koleva, Quentin Broyart, Julie Godineau, Paola Aviles, Ambroise Daulhac Réalisateur en informatique musicale stagiaires de l'académie : Lee Gilboa, Nathaniel Haering, Mathieu Lacroix, Theocharis Papatrechas, Garling Wu

TOURNÉES 2019

Artistes	Titre	Dates	Reprise/ Création
Matthias Pintscher	<i>Verzeichnete Spur</i>	20 janvier, Boulez Saal Berlin	reprise
Emmanuel Nunes	<i>Nachtmusik</i>	22 janvier, studio Ansermet, Genève	reprise
Gérard Grisey	<i>Prologue</i> <i>Les chants de l'amour</i>	22 janvier, studio Ansermet, Genève 12 mars, Fondation BBVA, Bilbao	reprise reprise
Thomas Hauert	<i>How to Proceed</i>	29, 30, 31 janvier, Lyon	reprise
Roland Auzet	<i>VxH - La Voix humaine</i>	30, 31 janvier Théâtre de Saint-Nazaire, scène nationale	reprise
CHLOÉ	<i>CHLOÉ X IRCAM – THE DAWN</i>	31 janvier, C-Lab, Taïwan	CRÉATION
Roque Rivas	<i>Mutations of Matter</i>	31 janvier, C-Lab, Taïwan	reprise
Pascal Dusapin	<i>Lullaby Experience</i>	2, 3 février, Frankfurter Positionen	CRÉATION
Georgia Spiropoulos	<i>Error (The Pianist)</i>	22, 23 février, Onassis STEGI, Athènes	CRÉATION
Alberto Posadas	<i>Voces Nómadas</i>	12 mars, Fondation BBVA, Bilbao	reprise
Diana Soh	<i>[P][K][T]</i>	19 mars, Le Consortium, Dijon	reprise
Lara Morciano	<i>Raggi Di Stringhe</i>	19 mars, Le Consortium, Dijon	reprise
Yan Maresz	<i>Répliques</i>	28 mars, Palais de la musique et des congrès, Strasbourg	reprise
Lorenzo Bianchi Hoesch	<i>Square</i>	2 au 7 avril, Triennale de Milan 5, 6 septembre, Festival Danza Urbana Bologna	CRÉATION reprise
Olga Neuwirth	<i>Le Encantadas o le avventure nel mare delle meraviglie</i>	18 avril, Elbphilharmonie, Hambourg	reprise
Luca Francesconi	<i>Quartett</i>	18, 27 avril, 5, 11, 17 mai Théâtre de Dortmund 2 au 22 octobre, La Scala, Milan	reprise reprise
Aurélio Edler-Copes	<i>Mental Radio machine</i>	9 mai, Philharmonie Luxembourg	CRÉATION
Philippe Manoury	<i>Lab. Oratorium</i> <i>Partita II</i>	19, 20, 21 mai, Kölner Philharmonie, Cologne 27 mai, Elbphilharmonie, Hambourg 2 août, Festival Olivier Messiaen au pays de la Meije	CRÉATION reprise reprise
Adam Maor	<i>Les mille endormis</i>	6, 8, 10, 12, 14 juillet, Festival d'Art Lyrique d'Aix-en-Provence	CRÉATION
Daniel Jeanneteau	<i>Le reste vous le connaissez par le cinéma</i>	16, 17, 19 au 22 juillet, Festival d'Avignon	CRÉATION
Jean-Luc Hervé	<i>Germination</i>	18 juillet, Musikbrauerei, Berlin 20 juillet, Der Sommer in Stuttgart Festival	reprise reprise
Aurélien Dumont Matthieu Roy	<i>Qui a peur du loup ? / Macbeth</i>	22 juillet-22 août, La Maison Maria Casarès 5 au 6 octobre, Opéra National de Bordeaux 17, 18 octobre, Scène Nationale Aubusson 4 au 15 novembre, Théâtre Auditorium de Poitiers 22, 23 novembre, Rouillé 3 au 5 décembre, Théâtre de Saint-Quentin-en-Yvelines 11 au 14 décembre, Thionville	CRÉATION reprise reprise reprise reprise reprise
Michaël Levinas	<i>Les Désinences</i> <i>Etudes pour un piano espace</i>	1 ^{er} août, Festival Olivier Messiaen au pays de la Meije 1 ^{er} août, Festival Olivier Messiaen au pays de la Meije	reprise reprise
Sasha J. Blondeau	<i>Ils portent en eux un passé qui s'immisce</i>	2 août, Festival Olivier Messiaen au pays de la Meije	CRÉATION
Chaya Czernowin	<i>HIDDEN</i>	11 août, Time Spans Festival, New York	reprise
Pierre Boulez	<i>Anthèmes 2</i> <i>Dialogue de l'ombre double</i>	12 septembre, Festival Gergiev, Rotterdam 12 septembre, Festival Gergiev, Rotterdam	reprise reprise

Artistes	Titre	Dates	Reprise/ Création
Georges Aperghis	<i>Thinking Things</i> <i>Dans le mur</i>	1 ^{er} octobre, Biennale de Venise 1 ^{er} octobre, Biennale de Venise	reprise reprise
Marco Momi	<i>Unrisen</i>	1 ^{er} octobre, Biennale de Venise	reprise
Huihui Cheng	<i>Me Du Ça</i>	1 ^{er} novembre, Shanghai International Electronic Music Week	reprise
Kaija Saariaho	<i>Lonh</i> <i>NoaNoa</i>	1 ^{er} novembre, Shanghai International Electronic Music Week 10 novembre, West Bund x Centre Pompidou, Shanghai 1 ^{er} novembre, Shanghai International Electronic Music Week 10 novembre, West Bund x Centre Pompidou, Shanghai	reprise reprise reprise reprise
Jonathan Harvey	<i>Mortuos plango, vivos voco</i>	5 au 10 novembre, West Bund x Centre Pompidou, Shanghai	reprise
Florent Caron Darras	<i>Technotope</i>	1 ^{er} novembre, Shanghai International Electronic Music Week 10 novembre, West Bund x Centre Pompidou, Shanghai	reprise reprise

PROJETS « EUROPE CREATIVE » 2019

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

L'Ircam assure la coordination opérationnelle, le suivi financier, le suivi de la production et la dissémination des œuvres ainsi que le pilotage des systèmes d'information.

Informations

- 13 partenaires dans 10 pays : 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.
- Projet Ulysses (environ 15.000 visites par an) : un site web présente l'ensemble des activités du projet (<http://project.ulysses-network.eu>).
- Plateforme Ulysses (environ 80.000 visites par an) : un site web centralise les activités et données des artistes et institutions associés au projet Ulysses (236 organisations et 2.861 artistes inscrits) (<http://www.ulysses-network.eu/web/home/>).

Les projets réalisés en 2019 montrent la diversité et la richesse des activités menées dans le cadre du projet Ulysses.

■ Ulysses Journeys

(<https://project.ulysses-network.eu/event/ulysses-journeys-2019/>)
Pour la troisième 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 et invités à participer à différentes actions de professionnalisation tout au long de l'année au sein de toutes les organisations partenaires du réseau.

En 2019, étaient présents :

Compositeurs

Stylianou Dimou (Grèce, 1988) – HfMT (DE), Ultima (NOR)
Giulia Lorusso (Italie, 1990) – Ircam (FR), HfMT (DE)
Mauro Hertig (Suisse, 1989) – Fondation Royaumont (FR)
Leonardo Marino (Italie, 1992) – IEMA/Gaudeamus (DE/NL), Time of Music (FI), Snape Maltings (UK)
Lauri Supponen (Finlande, 1988) – impuls (AT)
Tine Surel Lange (Norvège, 1989 – Ultima (NOR)
Michael Taplin (Royaume-Uni, 1991) – impuls (AT), IEMA/Gaudeamus (DE/NL)
Jacques Zafra (Mexique, 1986) – Ircam (FR), Divertimento Ensemble (IT), Gaudeamus (NL)

Interprètes

Acetone for breakfast (violon/alto/violoncelle/Sound Engineer, EU) – Ircam (FR)
Adrian Albaladejo Díaz (trombone, Espagne, 1993) – IEMA/Gaudeamus (DE/NL)
Riccardo Bisatti (piano, Italie, 2000) – Divertimento Ensemble (IT)
Shanh-Shi Chang (violon, TW/FR, 1990) – HfMT (DE), Divertimento Ensemble (IT)
Felix Del Tredici (trombone, Canada, 1990) – impuls (AT)
Lorenzo Derinni (violon, Italie, 1994) – IEMA/Gaudeamus (DE/NL)
Daniele Fasani (piano, Italie, 1994) – Divertimento Ensemble (IT)
Sophia Goidinger-Koch (violon, Autriche, 1987) – impuls (AT)
Victor Guaita (alto, Espagne, 1989) – Divertimento Ensemble (IT)
Jonathan Heilbron (contrebasse, Autriche, 1990) – impuls (AT)
Lynn Henderson (cor, UK, 1997) – Divertimento Ensemble (IT)
Vitaliy Kyianytsia (piano, Ukraine/Allemagne, 1991) – Time of Music (FI)
Roosa Lampela (trombone, Finlande 1994) – Divertimento Ensemble (IT)
Joe Mumm (trombone, USA/Allemagne, 1989) – impuls (AT)
Patrick Nolan (percussion, IRL, 1990) – HfMT (DE)
Andrew Power (violoncelle, UK/DK, 1993) – Time of Music (FI), HfMT (DE)

Clarice Rarity (violon/Alto, UK 1991) – Divertimento Ensemble (IT), HfMT (DE)

Clarice Rarity & Illuminate Women's Music Initiative – Snape Maltings (UK)

Rahel Schweizer & Ensemble Menschenstoff (harpe, percussion, violoncelle, électronique/Suisse) – Ultima (NOR)

Peng-Hui Wang (basson, Taïwan/Allemagne, 1990) – impuls (AT)

Emily Wilson (clarinette, UK, 1992) – Divertimento Ensemble (IT)

Chefs d'orchestre

Yalda Zamani (Iran/Allemagne, 1985) – impuls (AT)

Simon Edelmann (Allemagne, 1991) – Divertimento Ensemble (IT)

Pablo Andoni Gómez Olabarria (Espagne, 1993) – Divertimento Ensemble (IT)

■ **Projet de recherche sur les publics**

(Ulysses Network Audience Research Project)

<http://project.ulysses-network.eu/event/ulysses-network-audience-research-2019/>

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 différents pays (Flagey (BE), Divertimento Ensemble (IT), Time of Music (FI), IMD (DE), Royaumont (FR), Ultima (NOR)). Ces enquêtes étant achevées, le projet passe dans sa phase d'analyse et les résultats seront présentés lors de la réunion des partenaires à Flagey en avril 2020.

■ **Ensemble ULYSSES**

<https://project.ulysses-network.eu/event/ulysses-ensemble-tour-2019-stop-1-snape-maltings/>
<https://project.ulysses-network.eu/event/ulysses-ensemble-tour-2019-stop-2-ircam-manifeste/>
<https://project.ulysses-network.eu/event/ulysses-ensemble-tour-2019-stop-3-royaumont-foundation/>

Pour sa troisième édition, une tournée de l'Ensemble ULYSSES a été organisée entre juin et juillet, avec trois *stops* : Snape Maltings (UK), l'Ircam et la Fondation Royaumont. Les jeunes musiciens sélectionnés via un appel à candidatures sur la plateforme Ulysses ont eu l'occasion de travailler à chaque *stop* avec des tuteurs et chefs d'orchestre différents, sur des œuvres 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.

■ **Projet «Vocals meet Electronics»**

avec la Estonian Philharmonic Chamber Choir

L'objectif de ce projet – initié en 2019 avec une création en 2020 – est d'explorer des nouvelles formes d'écriture alliant un chœur et de l'électronique. Trois compositeurs ont été choisis pour participer à ce projet : Sina Fallahzadeh (Iran), Ülo Krigul (Estonie) et Adrien Trybucky (France). Après une période de travail allant de septembre à décembre 2019 à l'Ircam et à Tallinn, puis une résidence et création à l'Ircam en février 2020, le projet sera repris en mai à Tallinn.

■ **Projet Remake**

Remake est un projet initié par Ultima, un festival de musique contemporaine basé en Norvège, à Oslo. Sont également associés au projet : Flagey, une maison culturelle bruxelloise vouée à la musique et à l'image, et l'Ircam. Dans la réalisation de ce projet, une œuvre musicale contemporaine répondant à une thématique commune aux différents pays participants est sélectionnée. Cette œuvre est le point de départ du projet. À partir de différents matériaux collectés et échangés, via une application, sur un smartphone, les élèves montent leur propre création sonore, en référence et en écho à l'œuvre étudiée. Leur travail a été restitué lors des présentations publiques à l'Ircam et à Flagey (mai 2019) et au festival Ultima (septembre 2019).

■ **Séminaire «Opportunités pour les compositeurs dans une culture cosmopolite en mutation»**

L'objectif de ce projet mené par Gaudeamus a été de susciter un débat sur le rôle du public dans une société en mutation. Plusieurs compositeurs expérimentés, musiciens, journalistes ont abordé les différents aspects du sujet, en groupes de discussion et avec le public. De nombreux jeunes compositeurs ont participé au débat. Le modérateur, Jonas Bisquert, a présidé ce séminaire dans lequel la domination de la tradition musicale d'Europe occidentale a été examinée. Dans plusieurs conférences et avec un panel composé de jeunes créateurs, organisateurs, spécialistes de l'éducation et musiciens, J. Bisquert a évoqué divers problèmes et sujets d'actualité ainsi que de nouvelles tendances. C'était l'occasion aussi d'entendre le Catching Cultures Orchestra qui comprend des musiciens des AZC (centres de demandeurs d'asile).

L'ensemble des activités du réseau Ulysses en 2019 peut être consulté sur : <http://project.ulysses-network.eu/year/2019/>.

En novembre 2019, l'Ircam a soumis un dossier à la Commission européenne afin de solliciter un soutien pour le projet Ulysses sur la période 2020-2024. La Commission européenne annoncera les résultats au printemps 2020.

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 artistique innovants (par leurs formats, modes de présentation, etc.) 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, synthèses 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 Onassis Cultural Centre (OCC)
- 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 ; Ircam – France ; Klangforum Wien – Autriche ; Q-02 – Belgique ; Zentrum für Kunst und Medientechnologie – Allemagne

■ Actions principales en 2019

- **Projet de recherche sur le développement des publics**
Ce projet a commencé avec la conception de questionnaires traduits dans les langues de tous les partenaires d'Interfaces. Des enquêtes ont été effectuées en 2018 ainsi qu'en 2019 lors des représentations suivantes :
 - 8/4/2019 : concert Wiener Konzerthaus (Klangforum)
 - 25/4 à 5/5/2019 : Oscillation – on sound's nature (Q-02 Bruxelles)
 - 5-6/2019 : Einstein tour (ICTUS Bruxelles)
 - 25-26/5/2019 : concerts de saison (ZKM)
 - 10/07/2019 : concerts de saison (ZKM)
 - 13/12/2019 : concert Atlas en trois lieux (Paris, Athènes et Karlsruhe)

L'analyse et les résultats de ces enquêtes seront présentés lors de la réunion des partenaires à Athènes les 5-7 mars 2020.

• **Projet « Creative Workshops »**

Les échanges entre les équipes de l'Ircam et l'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 le National Museum of Contemporary Art à Athènes et le State Museum of Contemporary Art à Thessalonique, les « Creative Workshops » ont été réalisés avec succès :

– À Athènes

2^e lycée professionnel d'Agia Paraskevi

Coordinateurs du projet : Stefanos Konstantinidis, Nassos Sopilis et Iakovos Steinhauer (musiciens). Projet inspiré par le travail d'Angelos Papadimitriou *The Ultimate Victor* (1994), collection Onassis.

1^{er} lycée professionnel d'Egaleo

Coordinateur du projet : Yannis Kotsonis (musicien). Projet inspiré par le travail d'Apostolos Georgiou *Untitled* (2016), collection Onassis.

En collaboration avec Nantia Argyropoulou (commissaire indépendante).

– À Thessalonique

1^{er} lycée professionnel de Stavroupoli

Coordonnatrice du projet : Anastasia Peki. Projet inspiré par le travail d'Alexandra Exter *Conception de costumes pour Salomé*, collection Costaki « Russian Avant-Garde » au Musée national d'art contemporain.

1^{er} lycée professionnel de Kalamaria

Coordinateur du projet : Savvas Metaxas. Projet inspiré par le travail de Solomon Nikritin *Drinking Woman* (1927-1928), collection Costaki « Russian Avant-Garde » au Musée national d'art contemporain.

En collaboration avec Evi Papavergou et Katerina Paraskeva (responsables pédagogiques du musée).

Présentations au public

À Athènes, la présentation finale des œuvres d'art des étudiants a eu lieu le 20 mai 2019 à Onassis Stegi.

À Thessalonique, le 17 mai 2019 au Musée national d'art contemporain.

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

• **Lullaby Experience**

(en collaboration avec l'Ensemble Modern)

Lullaby Experience est un projet international imaginé par le compositeur Pascal Dusapin, ouvert à tous, enfants et adultes, cherchant à intégrer des chansons de berceuses connues dans le processus créatif de composition de l'œuvre. Le compositeur a souhaité puiser dans une mélodie qui a marqué nos enfances. Une des principales caractéristiques du projet était la participation du public via une

application pour smartphone – *Lullaby Experience* – utilisée pour recueillir des enregistrements de berceuses chantées par les participants. Les enregistrements recueillis ont fourni le matériel sonore utilisé pour la création musicale. Transformées et assemblées avec les technologies Ircam, les mélodies ont créé une carte du monde chantante. À Paris et à Francfort, comme dans les autres villes où l'œuvre a été présentée, les chansons ont esquissé le portrait sonore des habitants de la ville. La collection de chansons reflète la démographie et la réalité multiculturelle des villes où *Lullaby Experience* a été ou sera présentée.

Création mondiale : 2-3 février 2019, Francfort, lors du festival Positionen

Création française : juin 2019, au CENTQUATRE-Paris et à l'Ircam lors du festival ManiFeste

- **Projet *Atlas***

Atlas, conçu par le compositeur, mathématicien et chercheur Carmine Emanuele Cella, est une œuvre collective dans tous ses aspects. Le matériel sonore a été collecté, avant la représentation, sur trois sites (Paris, Karlsruhe et Athènes) permettant de créer une carte sonore reflétant les sons spécifiques de chacune des villes participantes. Deux autres compositeurs – Dimitris Kamarotos et Valerio Tricoli – et une vidéaste – Marine Gioti – ont rejoint Carmine Emanuele Cella pour exploiter ces sources « géolocalisées » et les mélanger avec leur propre musique électronique. Le processus a abouti à une performance unique en temps réel, distribuée simultanément dans les trois villes, dans laquelle les artistes ont interagi les uns avec les autres, dialogué ou interrompu les flux venus d'ailleurs. Création mondiale : 13 décembre 2019, Centre Pompidou, ZKM (Karlsruhe) et Onassis Stegi (Athènes)

LA RECHERCHE MUSICALE

La recherche musicale a été rapprochée à l'automne 2019 du laboratoire de recherche. L'objectif est de favoriser le développement des résidences artistiques au plus près du laboratoire afin de mieux coupler les propositions artistiques aux problématiques de recherche et de permettre une meilleure capitalisation des travaux effectués sur le long terme.

La recherche musicale est organisée selon plusieurs actions assurant la coordination transversale art-science entre départements de l'Ircam et en lien avec sa communauté artistique.

■ Les journées RIMs – Recherche

Elles assurent la mise en cohérence des activités des RIMs (*Réalisateurs en informatique musicale*) de la PROD et des RIMCEs (*Réalisateurs en informatique musicale chargés d'enseignement*) de la PAC, avec celles des équipes de l'UMR et de l'IMR de manière structurée. L'objectif 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 2019

- Janvier : projets de l'action culturelle
- Février : échanges avec l'équipe S3AM
- Mars : échanges avec l'équipe RepMus et le groupe Audio embarqué
- Avril : résidences et actions IRC
- Mai : échanges RIMs sur les productions en cours
- Septembre : workshop web audio et hands-on plateforme Soundworks (deux jours)
- Novembre : organisation de la recherche musicale

■ 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 Banque sons, Notation, Orchestration et Audio embarqué se sont réunis plusieurs fois, souvent en relation avec un séminaire invité.

■ 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 Ircam. Des équipes hétérogènes et temporaires, comprenant a 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. Aucun budget spécifique n'a pu être mobilisé en 2019, mais il faut cependant noter la poursuite par les équipes de recherche de plusieurs travaux qui ont été soutenus par des UPI.

Le projet CoCat vise à développer un ensemble de patchs permettant de simplifier la synthèse concaténative à partir des technologies Catart et Mubu. Ces outils ont été présentés à l'occasion du Forum 2019 et sont maintenant diffusés sur le nouveau site web du Forum. Ce projet s'est poursuivi par le développement de l'objet Skart4Live sur la base des patchs de CoCat et du prototype MIMES issu du projet SKat-VG en collaboration entre l'équipe PDS et celle d'ISMM.

La plateforme Soundworks (équipe ISMM) permet de développer des applications distribuées multimédia à partir de technologie web. Cette plateforme a été utilisée par Jean-Luc Hervé pour le dispositif musical *Biotape* qui a accompagné l'exposition « Mutations / Créations 3 : La Fabrique du vivant » du Centre Pompidou puis celle du Musée Zadkine. Cette plateforme continue à évoluer, un enjeu étant la formation des utilisateurs à ces technologies spécifiques.

Le projet Orchidea, porté par Carmine Emanuele Cella, a fait suite au système Orchids. Financé en partie par l'Ircam, la Haute École des Études Musicales (HEM) de Genève et le CNMAT, ce projet a abouti à des outils logiciels qui seront diffusés librement à partir de mars 2020. Ces outils s'appuient sur la base de données SOL (Studio On Line) après un important travail de curation.

■ Les journées d'étude

- Les « Sound Design Days » (28 et 29 novembre) ont proposé un état des lieux des pratiques du design sonore, avec un focus thématique sur le travail du son au cinéma et à l'image animée (animation, jeux vidéo).
- Les rencontres « Le son de l'Anthropocène » (15 et 16 novembre) ont permis de questionner comment les mondes musicaux et les arts de la scène peuvent faire face aux défis écologiques.
- « L'orchestration », un thème de recherche stratégique pour l'UMR, a donné lieu à un workshop dans le cadre du projet international Actor, intégré au programme de ManiFeste, en juin et en juillet.

- Le colloque « Spectralismes » (juin) accompagné de trois concerts et la journée dédiée début juin à Alain Badiou dans le cadre du séminaire « Mathématique, Musique et Philosophie » (« MaMuPhi ») à l'occasion de la sortie de son dernier ouvrage, *L'immanence des vérités*.
- L'organisation d'une série de séminaires publics « Technologie, Inclusion et Société » (PROJET ANR ELEMENT) dont le premier volet (11 mars) a été consacré au féminisme et aux biais de genre dans les outils numériques (*Digital Gender Gap*).

■ ReMix

ReMix (recherche musicale ircamienne et croisée) est un groupe de travail spécifiquement ouvert aux compositeurs. Les participants proviennent de nombreux champs professionnels : compositeurs (environ la moitié de l'audience), chercheurs, RIMs, interprètes. Le pilotage de ces journées est à présent assuré par Carmine Emanuele Cella, Eric Maestri et Marta Gentilucci. La voix et l'écriture vocale est le thème principal en 2019.

■ Programme de résidences 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 2018, les résidences suivantes se sont déroulées en 2019 :

- Davíð Brynjar Franzson, en collaboration avec l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs, résidence conjointe avec le ZKM intitulée : « Une archive urbaine comme un jardin anglais – Environnement acoustique dans le temps et dans l'espace. ». Ce projet explore comment des espaces artificiels « acoustiques » complexes peuvent être construits à partir d'impulsions de résonance synthétiques et comment le placement et le comportement temporel de ces réponses de résonance peuvent être considérés comme un outil de composition.
- Raphaël Imbert et Benjamin Lévy, en collaboration avec les équipes Représentations musicales et Analyse des pratiques musicales, résidence intitulée : « AI Swing! Analyse et Improvisation / Intelligence artificielle / Création et Interdisciplinarité. » Fruit d'une collaboration à long terme autour d'OMax, ce projet explore trois domaines principaux : les possibilités d'analyse pour étendre les champs d'application et les paramètres, l'utilisation ethnomusicale sur les archives et du matériel enregistré et les aspects graphiques de la visualisation.
- Trami Nguyen et Vincent Isnard, en collaboration avec l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs, résidence intitulée : « L'étrangeté perceptive en réalité virtuelle ». Cette résidence vise à accroître la maîtrise de l'information véhiculée dans des contenus artistiques multimodaux en réalité virtuelle, à l'aide de tests perceptifs et d'une installation interactive.
- Éric Raynaud, au sein de l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs, résidence conjointe avec la Société des Arts Technologiques (SAT) de Montréal intitulée : « Symbiosis ». Projet de recherche-crédation d'une performance qui explore le potentiel de la spatialisation sonore 3D comme vecteur audio-réactif temps réel pour la synthèse visuelle générative dans un environnement audiovisuel immersif 360°.
- José Miguel Fernandez et Raphael Foulon, au sein de l'équipe Représentations musicales, résidence conjointe avec la Société des Arts Technologiques (SAT) de Montréal intitulée : « Las Pintas ». Cette recherche adresse la dialectique des rapports image-son dans le contexte des systèmes interactifs génératifs immersifs.
- Nadine Schütz, au sein des équipes Espaces acoustiques et cognitifs et Perception et design sonores, résidence intitulée : « Conception sonore de terres urbaines – composer dans (l'intérieur de) l'existant ». Développement d'outils de composition et de conception de l'environnement sonore urbain.
- Marco Antonio Suarez-Cifuentes, en collaboration avec l'équipe Interaction son musique mouvement, résidence conjointe avec le Zentrum für Kunst und Medien (ZKM) intitulée : « Composer les espaces et la perception / REVELO ». Utilisation des plateformes de streaming individualisé dans le contexte du spectacle vivant : synchronisation, articulation et élaboration d'une nouvelle forme d'écriture musicale.
- Hans Peter Stubbe Teglbjærg, en collaboration avec l'équipe Systèmes et Signaux Sonores : Audio/Acoustique, instruments, résidence conjointe avec le Zentrum für Kunst und Medien (ZKM) intitulée : « Le ressort non-linéaire ». Ce travail développe des modèles non-linéaires sous Modalys.
- Giulia Lorusso, au sein de l'équipe Représentations musicales, résidence conjointe avec le Zentrum für Kunst und Medien (ZKM) intitulée : « Between Interaction and Generation ». Dans cette résidence, la thématique de recherche artistique est de concevoir de nouvelles perspectives d'interaction entre les systèmes sonores générés par ordinateur et l'environnement, avec le potentiel des feedbacks positifs, « créatifs » et cohérents.
- Anders Vinjar, au sein de l'équipe Représentations musicales, résidence conjointe avec le Zentrum für Kunst und Medien (ZKM) intitulée : « Exploring AI Techniques in CAC Workflows ». La thématique de recherche artistique est le développement d'un environnement de travail pour la CAO (composition assistée par ordinateur) reposant sur des techniques d'IA (Intelligence Artificielle) dans le but d'une utilisation créative.
- Brice Gatinet, au sein de l'équipe Systèmes et Signaux Sonores : Audio/Acoustique, instruments, résidence intitulée : « Accordéon hybride ». La thématique de recherche artistique est l'accordéon hybride. Il s'agit d'équiper d'un dispositif électronique interne l'instrument acoustique afin de travailler sur son timbre.

LE FORUM IRCAM

Le Forum Ircam regroupe la communauté internationale des utilisateurs des logiciels de l'Ircam. Ses activités s'organisent autour de trois vecteurs de diffusion et de communication principaux : le site web forum.ircam.fr, les Ateliers Forum annuels à l'Ircam et les Ateliers Hors les murs. L'année 2019 a été principalement marquée par la mise en service d'une nouvelle plateforme web sur des bases modernisées, l'évolution de l'offre logicielle, l'organisation des ateliers Forum à l'Ircam et celle des Ateliers Forum hors les murs à Shanghai, concomitamment à l'inauguration du Centre Pompidou Shanghai x West Bund.

■ Nouveau site forum.ircam.fr

Le site forum.ircam.fr assure la liaison entre les membres externes du Forum et les acteurs internes de l'innovation. 2019 a vu l'aboutissement du chantier de développement de la plateforme web, reposant sur des bases techniques totalement modernisées et donnant accès à la communauté Forum à de nouvelles fonctions : possibilité pour les utilisateurs de publier des articles et des logiciels selon un processus simplifié, fils de discussions, thématisation de l'ensemble des échanges et publications, modernisation du système de vente, etc. Ce déploiement, qui a assuré la continuité des contenus du site [forum](http://forum.ircam.fr) accumulés depuis de nombreuses années, s'est fait en plusieurs étapes : en mars 2019, une version partielle 0.9 a été produite ; le développement a continué jusqu'en novembre 2019, date à laquelle la partie boutique Prestashop a été mise à jour (V1.0). Le renouvellement de l'architecture et de l'interface du site s'est accompagné de la mise en place d'une nouvelle politique de diffusion des logiciels et des librairies issus de l'Ircam pour accroître le rayonnement culturel en donnant notamment un accès gratuit à l'ensemble des objets Max. Cette évolution a également comporté un renouvellement des services dans son ensemble ainsi que le développement d'une politique éditoriale faisant apparaître de nouveaux contenus.

Fin 2019, le nombre d'utilisateurs inscrits au Forum dépassait 17.000.

■ Ateliers du Forum Ircam à Paris

Les Ateliers du Forum représentent un momentum annuel de rencontres où convergent plusieurs compétences, métiers et intérêts autour du son. Designers, artistes, compositeurs, performeurs, chercheurs et makers du monde entier se retrouvent pour trois jours de conférences, workshops, démos, partages et rencontres. C'est aussi l'occasion pour les équipes de R&D de l'Ircam de présenter les nouveautés et d'être en contact avec la communauté des utilisateurs.

Du 26 au 29 mars 2019, les Ateliers du Forum Ircam ont accueilli plus de 300 participants sur 4 jours en provenance du monde entier (Mexique, Brésil, USA, Danemark, Angleterre, Suède,

Allemagne, Suisse, Italie, Espagne, Taiwan, Nouvelle-Zélande, France, Russie, Turquie, Corée du Sud, etc.) dont une centaine d'étudiants et de jeunes créateurs. Les participants ont pu assister à 50 présentations, 11 hands-on sessions, 8 sorties de résidence de recherche artistique.

Le programme comportait des présentations des équipes de R&D de l'Ircam, des résidents en recherche artistique et des membres du Forum regroupées en sessions autour de : improvisation et live électronique, le traitement du son, la composition algorithmique, l'interaction collective, la réalité augmentée, le geste et les nouveaux instruments. Les vidéos des conférences sont accessibles via la base Ressources de l'Ircam.

Ircam Live, l'événement électronique de l'Ircam a accueilli 343 spectateurs.

■ Ateliers du Forum hors les murs à Shanghai

31 octobre – 2 novembre 2019

Les « Forum hors les murs » visent à rassembler la communauté internationale des utilisateurs des technologies pour le son et la musique et à initier des collaborations institutionnelles à moyen et long terme avec des partenaires universitaires, scientifiques et des programmeurs du monde entier.

Les Ateliers du Forum à Shanghai ont eu lieu à l'invitation et en partenariat avec le Conservatoire de musique de Shanghai et le soutien de l'Institut Français. Ils se sont tenus concomitamment à l'inauguration, en présence du Président de la République, Emmanuel Macron, du Centre Pompidou Shanghai x West Bund.

Ce rendez-vous international a réuni 187 participants, en provenance de plusieurs pays, pour présenter expertises, pratiques et cultures.

Parmi les intervenants, hors équipe Ircam, on peut citer :

Prof. Qiangbin, Minjie Lu (Sichuan Conservatory of Music), Giovanni Santini, Yongbing Dai, Marco Bidin (HMDK Stuttgart), Jialin Lu, Marc Battier (Schenzhen University), Matteo Cesari, Aven Le Zhou, Francesco Casciaro, Jiang Siting, Wei Xiaoxi, Carlos Delgado, Kun Lee (Sichuan Conservatory of Music), Yi Xin Zhang, Xiaoman Yang (Sichuan Conservatory of Music), Yibin Cai (Sichuan Conservatory of Music), Tong Chen, Yanmin Han (Sichuan Conservatory of Music), Tiange Zhou, Xavier Chabot, Huihui Cheng, Qin Yi, Li Lei, Zhang Wei, Dalei Fang, etc.

Les jeunes interprètes du Conservatoire de musique de Shanghai, avec le soutien pédagogique de Matteo Cesari, ont interprété les pièces de Huihui Cheng (*Me du ça*), Kaija Saariaho (*Lonh; Noanoa*) et Florent Caron Darras (*Technotope*). Ces mêmes étudiants ont eu l'occasion de réinterpréter ces pièces pour l'ouverture du Musée Centre Pompidou x West Bund.

L'événement a comporté 19 conférences, 20 workshops et démos.

LES SÉMINAIRES

SÉMINAIRES INTERNES – LES MERCREDIS STMS

■ 29 janvier

Frederik Bous (étudiant de l'université technique de Darmstadt, après son stage de Master of Science – MS, Computational Engineering dans l'équipe Analyse et synthèse des sons)
« Singing Synthesis with Neural Networks »

■ 4 février

Pierre Saint-Germier (post-doctorant dans l'équipe Analyse des pratiques musicales)
« Interaction and Improvisation in Human and Artificial Musicians. A conceptual approach »

■ 13 mars

Pierre Donat-Bouillud (doctorant de l'équipe Représentations musicales)
« Audio multirate, modèle, architecture et optimisation adaptative »

■ 20 mars

Marc Wijnand (doctorant dans l'équipe Systèmes et signaux sonores : audio/acoustique, instruments)
« Méthodes passives et en temps fini pour le contrôle de vibrations »
Hugo Caracalla (doctorant dans l'équipe Analyse et synthèse des sons) « Synthèse de textures sonores »

■ 14 mai

Karim Haddad (doctorant de l'équipe Représentations musicales)
« L'Unité temporelle : Une approche pour l'écriture de la durée et de sa quantification »

■ 22 mai

Présentation des posters des étudiants de 1^{re} année de thèse

■ 29 mai

Axel Chemla-Romeu-Santos (doctorant de l'équipe Représentations musicales)
Hugo Scurto (doctorant de l'équipe Interaction Son Musique Mouvement)
« Science, Design, and Art Approaches to Machine Learning for Music »

■ 16 octobre

Alessandro Ratoci (compositeur et doctorant dans l'équipe Représentations musicales)
« Composer à partir des sources sonores connotées, un cas spécifique »

■ 6 novembre

Tristan Carsault (doctorant dans l'équipe Représentations musicales)
« Structure discovery in multivariate musical audio signals through machine learning »

■ 27 novembre

Fanny Gribenski (chercheuse CNRS dans l'équipe Analyse des pratiques musicales)
« Circulations sonores. Art, science, technologie et politique »

SÉMINAIRES INVITÉS

■ 14 février

Olivier Schwander (maître de conférence, LIP6) invité par l'équipe Représentations musicales
« Géométrie de l'information, matrices de covariances et classification de séries temporelles »

■ 11 mars

Technologies, Inclusion et Société (projet ELEMENT)
Laurence Allard (université Paris 3-IRCAV) : « There are no girls on internet: pourquoi le cyber féminisme ? »

■ 18 avril

L'équipe Perception et design sonores/projet Cream et l'équipe Analyse des pratiques musicales
Sam Mehr (Harvard University, MA, USA) : « A natural history of song »
Nicolas Baumard (École normale supérieure) : « Psychological Origins of Cultural Revolutions »

■ 22 mai

Elif Ozcan (professeure à l'université de technologie de Delft/ Faculté de design industriel (TU Delft, Pays-Bas), invitée par l'équipe Perception et design sonores
Présentation générale de son travail et notamment ses projets autour des alarmes et des environnements sonores en milieu hospitalier

■ 20 novembre

Margaret Barrett (chercheuse à la School of Music, University of Queensland, Australie), invitée par l'équipe Analyse des pratiques musicales
« Pedagogies of creativity in music: Three case studies from composition and performance »

SÉMINAIRES ACCUEILLIS A L'IRCAM

■ 9 février

Mamuphi (mathématiques-musique-philosophie)
 « Design, Science et Création Sonore » – En collaboration avec
 l'équipe Perception et design sonores
 Nicolas Misdariis : « Musique, design et processus de créativité »
 Mathias Béjean, avec Laure Garreau : « La formalisation en design »
 Pierre-Damien Huygue : « Présenter formellement un problème »
 Roland Cahen : « De l'espace sonore à la musique cinétique »
 Frank Pecquet : « L'ambivalence de la relation entre création et
 design »

■ 6 avril

Mamuphi (mathématiques-musique-philosophie)
 « L'instant, la durée, l'intemporel : enjeux d'interaction »
 François Nicolas, Stéphane Dugowson : Ouverture
 Nils Thornander, Géraldine Ros : « Tic-Tack-Tic (1) »
 Stéphane Dugowson : « Lax-Dynamiques Ouvertes en Interaction
 (une brève introduction) »
 Nils Thornander, Géraldine Ros : « Tic-Tack-Tic (2) », par N.
 Thornander
 Pierre Michel Klein : « En deux temps et trois mouvements : une
 théorie de l'instant de naître et de l'instant de mourir »
 Nils Thornander, Géraldine Ros : « Tic-Tack-Tic (3) »
 HyeYoung Kim : « Visualisation de la musique dans l'espace : pour
 une compréhension de la spatialité et de la temporalité de la
 musique »
 Nils Thornander, Géraldine Ros : « Tic-Tack-Tic (4) »
 Quelques questions philosophiques posées par le développement
 de la théorie des Dynamiques ouvertes en interaction, par S.
 Dugowson
 Nils Thornander, Géraldine Ros : « Final musical de la matinée »
 Stéphane Dugowson : « Connectivité et topologie des relations
 multiples et des interactions »

■ 5 octobre

Mamuphi (mathématiques-musique-philosophie)
 François Laruelle : « Tétralogos. Un opéra de philosophies »

■ Mardi 15 octobre

Sheng avec le Collegium Musicæ (Sorbonne Université) : « Les
 orgues à bouche sheng, khène et shô : modèles traditionnels »
 En présence des musiciens : Véronique de Lavenère (khène), Seiko
 Suzuki (shô), Tetsuya Yamamoto (musicien-compositeur, shô) et
 François Picard (sheng)
 Véronique de Lavenère (Sorbonne Université – IReMus) : « Khène »
 Seiko Suzuki (université Diderot/CRCAO) : « Le shô dans le Japon
 moderne ou l'instrument de musique traditionnel et l'identité
 nationale »
 François Picard (Sorbonne Université – IReMus) : « Illusion
 évanescence, sans forme, il est la voix du Tao »

■ 16 novembre

Mamuphi (mathématiques-musique-philosophie)
 Cet atelier, consacré à l'analyse complexe fondée par Cauchy, fait
 suite à celui consacré à la théorie de Galois en 2017-2018. Il sera
 suivi, en 2020, d'un atelier consacré à la théorie des quaternions
 établie par Hamilton

Hommage à Tom Johnson pour ses 80 ans
 Nathalie Périn, Franck Jedrzejewski et Moreno Andreatta :
 Introduction
 Gilbert Delor : « Parcours chronologique de l'œuvre
 de Tom Johnson »
 Concert de l'Ensemble Dedalus – Œuvres de Tom Johnson, Samuel
 Vriezen, Michael Winter, Luiz Henrique Yudo et Sébastien Roux
 Valentin Villenave : « Objectivation/dissimulation : une lecture
 ou-x-pienne de Tom Johnson »
 Silvia Alvarez-Baalmonde : « Sept experts en quête d'auteur : le «je»
 au miroir du temps dans *Un' Opera Italiana* »
 Table ronde modérée par Nathalie Périn et Franck Jedrzejewski
 avec la participation de Marc Chemillier, Didier Aschour, Marta
 Grabocz, Jean-Marc Chauvel

■ 19 novembre

Sheng avec le Collegium Musicæ : « Les orgues à bouche sheng :
 modèles rénovés »
 En présence des musiciens : Aymen Louati (violon), Huang Lung-Yi
 (sheng) et François Picard (sheng)
 Aymen Louati (université de Saint-Étienne) : « Le takht tunisien
 entre authenticité et innovation à travers l'expérience de la troupe
 Takht El Tourath de Sfax »
 Huang Lung-Yi (Chinese Culture University, Taïwan) : « Orgue à
 bouche 36 et 37 tuyaux : défaut et qualité »
 François Picard (Sorbonne Université, IReMus) et René
 Caussé (Ircam – STMS Lab) : « Les modèles rénovés de sheng »

■ **4 décembre**

L'EHESS avec André Minvielle :

« La minvielle à roue et autres créations du chanteur vocalchimiste : André Minvielle »

■ **10 décembre**

Sheng : « Analyse d'acoustique et cartographie du timbre du sheng »

Christophe d'Alessandro (d'Alembert-LAM, Sorbonne Université, CNRS) : « Terpomele, euphone et conoclyte – les tuyaux à anches libres et l'orgue romantique parisien »

René Caussé (Ircam – STMS Lab) : « Acoustique du sheng, orgue à bouche chinois, appartenant à la famille des instruments à anches libres métalliques associées à un tuyau »

Julie Delisle (McGill University, Canada) : « Analyse et cartographie du timbre du sheng »

Alexis Baskind (ingénieur du son et réalisateur en informatique musicale) : « Réflexion sur le développement de méthodes empiriques de prises de son du sheng et de leur documentation »

■ **19 décembre**

Organisation d'un séminaire par Clément Canonne : « Faire de la musique ensemble : l'action conjointe au prisme des pratiques musicales » avec Alessandro Bertinotto (université de Turin, Italie) : « Musical Meaning Through/As Communication » et Léo Migotti (École normale supérieure) : « Sémantique musicale : vers une approche formelle de la notion de sens en musique »

STUDIO 5 EN DIRECT

■ **19 janvier**

Le design sonore

■ **16 février**

La pédagogie – étudier à l'Ircam

■ **12 octobre**

La synthèse sonore : nouvelles aventures

■ **14 décembre**

Les interactions musicales collectives et les nouveaux gestes

LES SOUTENANCES DE THÈSES

■ **5 avril**

Céline Jacques

« Méthodes d'apprentissage automatique pour la transcription automatique de la batterie »

■ **28 octobre**

Alice Cohen-Hadria

« Music and Speech Description Estimation with Deep Learning »

■ **2 décembre**

Hugo Scurto

« Design de l'apprentissage machine pour les dispositifs interactifs musicaux »

■ **6 décembre**

Hugo Caracalla

« Sound texture synthesis from summary statistics »

■ **6 décembre**

Pierre Donat-Bouillud

« Models, Analysis and Execution of Audio Graphs in Interactive Multimedia Systems »

■ **9 décembre**

Tristan Lebrun

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

■ **11 décembre**

Axel Chemla-Romeu-Santos (présentation française de la thèse en co-tutelle soutenue à l'université de Milan)

« Manifold-based representations of musical signals and generative spaces »

PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

PUBLICATIONS MULTI-ÉQUIPES

■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

Gentilucci M., Ardaillon L., Liuni M., « Composing Vocal Distortion: A Tool for Real-Time Generation of Roughness », *Computer Music Journal*, Massachusetts Institute of Technology Press (MIT Press), 2019.

Migliore O., Obin N., Bresson J., « Outils et méthodes de transcription pour l'analyse de l'interprétation vocale dans le rap: l'exemple d'IAM Concept », *Musimédiane: revue audiovisuelle et multimédia et d'analyse musicale*, 11, Paris, Société Française d'Analyse Musicale, 2019.

■ Communications avec actes dans un congrès international

Doras G., Esling P., Peeters G., « On the use of U-Net for dominant melody estimation in polyphonic music », MMRP, 2019.

Lemouton S., Bevilacqua F., Borghesi R., Fléty E., Haapamäki S., « Following Orchestra Conductors: the IDEA Open Movement Dataset », MOCO '19: 6th International Conference on Movement and Computing, oct. 2019, Tempe AZ USA, France. p.1-6. hal-02469891

Scurto H., Chemla-Romeu-Santos. A., « Machine Learning for Computer Music Multidisciplinary Research: A Practical Case Study », 14th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR'19), oct. 2019, Marseille, France. hal-02408699

PUBLICATIONS ÉQUIPE ANALYSE DES PRATIQUES MUSICALES

■ Ouvrages et numéros thématiques de revues

Bacot B., Canonne C. (eds.), « Musique et Hacking », *Volume!*, 16 (1), 2019. hal-02375259

Donin N. (ed.), « Un siècle d'écrits réflexifs sur la composition musicale. Anthologie d'écrits auto-analytiques de Janáček à nos jours », Droz, Haute École de Musique de Genève, 2019. halshs-02480328

Feneyrou L. (ed.), *Frédéric Durieux, L'Espace des possibles*, 2019. hal-02426995

Gribenski F., *L'Église comme lieu de concert. Pratiques musicales et usages de l'espace (Paris, 1830-1905)*, Actes Sud, 2019. hal-02462613

■ Chapitres d'ouvrages

Donin N., « Auto-analyse et composition musicale: une tradition méconnue, un enjeu actuel », *Un siècle d'écrits réflexifs sur la composition musicale. Anthologie d'écrits auto-analytiques de Janáček à nos jours*, Droz, Haute École de Musique de Genève, p. 13-21, 2019. halshs-02480330

Feneyrou L., « Introduction aux écrits et entretiens de Frédéric Durieux », *Frédéric Durieux, L'Espace des possibles*, 2019. hal-02426996

Feneyrou L., Durieux F., « Éloge du fragile et de la persévérance », *Frédéric Durieux, L'Espace des possibles*, 2019. hal-02426997

■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

Bacot B., Canonne C., « Musique et hacking: de l'éthique aux pratiques », *Volume!*, Éd. Mélanie Seteun, 2019, 16 (1), p. 7-14. hal-02375257

Boutard G., Féron F.-X., « Documenting acousmatic music interpretation: profiles of discourse across multiple dimensions », *Journal of Documentation*, Emerald, 2019, 75 (1), p. 99-119. halshs-01971749

Canonne C., « From Circuitry to Live Improvisation (and Back): Hacking One's Way Through Contemporary Electronic Music. An Interview with Nicolas Collins. », *Volume!*, Éd. Mélanie Seteun, 2019, 16 (1), p.127-134. hal-02375255

Canonne C., « Building-Up One's Own Improvisational Device: Hacking and Instrument – Making in Free Improvisation Practices », *Volume! La revue des musiques populaires*, Éd. Mélanie Seteun, 2019, p. 61-79. hal-02375253

Canonne C., Guerpin M., « Pour une génétique de l'improvisation musicale (seconde partie) », *Genesis (Manuscrits – Recherche – Invention)*, Presses universitaires de Paris Sorbonne (PUPS), 2019, p.169-182. hal-02375252

Donin N., Theureau J., « Construire une interprétation, de l'appropriation de la partition à la répétition générale. La préparation d'un concert par le chef d'orchestre Pierre-André Valade à la lumière de l'analyse d'activité », *Revue musicale OICRM*, Observatoire interdisciplinaire de création et de recherche en musique, 2019, 6 (1), <http://revuemusicaleoicrm.org/rmo-vol6-n1/construire-une-interpretation/> halshs-02480326

Feneyrou L., « Un merle trompeur. Luci mie traditrici de Salvatore Sciarrino », *Poesie*, Belin, 2019. hal-02426990

Fryberger A., Velasco-Pufleau L., « Spanish composers within and without borders: on national belonging in the work of Ramon Lazkano and Carlos de Castellarnau », *Contemporary Music Review*, Taylor & Francis (Routledge), 2019, vol. « Spain beyond Spain: Contemporary Spanish Music in a Global Context », 38 (1-2), p.164-179. hal-01530858

Gribenski F., « La Musique attire aux Églises et les fait aimer. Contribution à l'étude des usages diversifiés du concert au XIX^e siècle », *Revue de musicologie*, 2019. hal-02462566

Gribenski F., « Écrire l'histoire du *Ja*, entre histoire de la musique et études des sciences », *Revue d'Anthropologie des Connaissances, Société d'Anthropologie des Connaissances*, 2019. hal-02462602

■ **Conférences**

- Canonne C., « Compositional processes, improvisatory explorations and instrument-making in the creation of *Spat' sonore* », *Tracking the Creative Process in Music*, 5th Edition, 2019, Lisbonne, Portugal. hal-02462197
- Canonne C., « The dual continuum of improvisation », *EITAM V*, 2019, Campinas, Brésil. hal-02462191
- Donin N., « The impact of imprints: Instrumental resynthesis as displacement », *Special Seminar: Sonic imprints*, Jonathan Cross, mai 2019, Oxford, Royaume-Uni. halshs-02480334
- Donin N., « Musique contemporaine et transition écologique : A Journey That Wasn't? », *Le son de l'anthropocène: musique et fiction*, nov. 2019, Paris, France. halshs-02480337
- Féron F.-X., « Gérard Grisey and the Impact of Musical Acoustics on the Emergence of Spectral Thought », *Avantgarde musical thinking in France and Romania. Perspectives and Interactions*, (dir. Valentina Sandu-Dediu), mai 2019, Bucarest, Roumanie. halshs-02440876
- Donin N., « Who cares about graphic scores today? Questioning musical notation 25 years after Fuite et conquête du champ musical », *Avantgarde musical thinking in France and Romania. Perspectives and Interactions* (dir. Valentina Sandu-Dediu), mai 2019, Bucarest, Roumanie. halshs-02480332
- Féron F.-X., « Le sonographe comme outil de création musicale : les premières analyses spectrographiques de François-Bernard Mâche et Gérard Grisey », *Sciences du son en action – Acoustique, physiologie et technologie en France (xix^e – xx^e siècles)*, (org. J. Rogers, F. Gribenski, F.-X. Féron), janv. 2019, Paris, France. halshs-02440884
- Féron F.-X., Delangle C., Pommel A., « *Anubis–Nout* (1983/1990) by Gérard Grisey for bass saxophone: A performance workshop », *Spectralismes* (org. N. Donin, F.-X. Féron), juin 2019, Paris, France. hal-02427023
- Féron F.-X., « Le son d'une voix (1964) by François-Bernard Mâche: the introduction of the Sona–Graph in the composer's workshop », *Tracking the Creative Process in Music*, oct. 2019, Lisbonne, Portugal. halshs-02427028
- Gribenski F., « The Languages of Sound: Pitch Data Across Fields, Disciplines, and Nations in Europe and the United States (1877–1900) », *Annual meeting of the History of Science Society*, juillet 2019, Utrecht, Pays-Bas. hal-02462642
- Gribenski F., Favard M., « Mallarmé aux concerts Lamoureux. Figure magistrale du chef d'orchestre et rituel musical », *Mallarmé au monde. Le spectacle de la matière*, 2019. hal-02462627
- Gribenski F., « No Other Tone Has a Right to Masquerade as A: The Politics of Musical Standardization », *Annual meeting of the American Musicological Society*, oct. 2019, Boston, USA. hal-02462655
- Tiffon V., « Les débuts de l'Ircam: entretien avec Michel Decoust », <https://medias.ircam.fr/xa418a1>. « Les sciences des sons en action », Ircam, mars 2019, Paris, France. hal-02371303

- Zattra L., Misdariis N., Pecquet F., Donin N., Fierro D., « Practices and Practitioners: Outcomes from the APDS project [Analyse des Pratiques du Design Sonore] », *Sound Design Days*, nov. 2019, Paris, France. halshs-02480339
- Zattra L., Misdariis N., Pecquet F., Donin N., Fierro D., « How do they work? An analysis of the creative process in Sound Design obtained through an online questionnaire », *Tracking the Creative Process in Music*, 5th Edition, oct. 2019, Lisbonne, Portugal. halshs-02480335

■ **Autres publications**

- Donin N., Introductions à plusieurs textes d'*Un siècle d'écrits réflexifs sur la composition musicale. Anthologie d'auto-analyses, de Janáček à nos jours* :
- « Leonid Sabaneïev. Psychologie du processus de création musicale » [avec Leveillé D.]
 - « Henry Cowell et Lewis Terman. Le processus de création musicale »
 - « Bernard Parmegiani. Propos sur Natures éphémères »
 - « Georges Aperghis. Le point de la situation », avril 1979
 - « Gerald Bennett. Journal d'une composition » [avec Cales M.]
 - « John A. Sloboda. Un protocole que j'ai généré lors de la composition d'une œuvre chorale »
 - « Philippe Leroux. Brèves, suivi de *De Voi(rex) à Apocalypsis*: essai sur l'interaction entre composition et analyse »
 - « Jean-Luc Hervé. Dans l'heure brève : journal de bord et reconstitution des étapes de la composition »
 - Jonathan Harvey. [Trois textes]
 - « Chaya Czernowin. L'Autre tigre »
 - « Gérard Pesson. *Journal*, précédé de *Les objets de l'écriture* »
- Feneyrou L., Introductions à plusieurs textes d'*Un siècle d'écrits réflexifs sur la composition musicale. Anthologie d'auto-analyses, de Janáček à nos jours* :
- « Luigi Dallapiccola. Notes pour une analyse des *Canti di liberazione* ». hal-02427009
 - « Franco Donatoni. *Questo*. Période 9 ». hal-02427008
 - « Friedrich Goldmann. Remarques sur le *Double Trio* ». hal-02427003
- Feneyrou L. (traduction), « Luigi Dallapiccola. Notes pour une analyse des *Canti di liberazione* ». *Un siècle d'écrits réflexifs sur la composition musicale. Anthologie d'auto-analyses, de Janáček à nos jours*, 2019. hal-02427002
- Feneyrou L. (traduction), « Franco Donatoni. *Etwas ruhiger im Ausdruck* ». *Un siècle d'écrits réflexifs sur la composition musicale. Anthologie d'auto-analyses, de Janáček à nos jours*, 2019. hal-02427000
- Feneyrou L., Durieux F., *Catalogue des œuvres. Frédéric Durieux, L'Espace des possibles*, 2019. hal-02426999

■ Entretiens publics

Donin N.

- « Représenter la musique : mission impossible ? » (suivi d'un dialogue avec Halory Goerger), contribution à la table-ronde Nos futurs, festival Cabaret de curiosités, Le Phénix scène nationale, Agence nationale de la recherche, Université polytechnique Hauts-de-France, Valenciennes, 28 fév. 2019
- Entretien avec Ana Diaconu, Radio România Muzica, 26 mai 2019.

Feneyrou L.

- Invité au *Carrefour de la création* (prod. Arnaud Merlin), France Musique, 22 sept. 2019.
- Introduction à *Al gran sole carico d'amore* de Luigi Nono (entretien par David Christoffel), Strasbourg, Musica, 22 sept. 2019.

Féron F.-X.

Entretien avec Ana Diaconu, Radio România Muzica, 26 mai 2019.

Gribenski F.

Invitée à *Versus* (prod. David Christoffel), Radio Télévision Suisse, 9 janv. 2019. <https://www.rts.ch/play/radio/versus-ecouter/audio/le-diapason-en-debat?id=10096974>

PUBLICATIONS ÉQUIPE ANALYSE ET SYNTHÈSE DES SONS

■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

Mignot R., Peeters G., « An Analysis of the Effect of Data Augmentation Methods: Experiments for a Musical Genre Classification Task. Transactions of the International Society for Music Information Retrieval », 2(1), p. 97–110. DOI: <http://doi.org/10.5334/tismir.26>

■ Conférences invitées dans des congrès nationaux et internationaux

Roebel A., « Representation and manipulation of sound textures for electronic music ». Keynote speech, WOCMAT, Taïwan, 2019.

■ Communications avec actes dans un congrès international

- Doras G., Peeters G., « Cover detection using dominant melody embeddings », ISMIR 2019.
- Foroughmand H., Peeters G., « Deep-hytm for tempo estimation and rhythm pattern recognition », ISMIR 2019.
- Ardaillon L., Roebel A., « Fully-Convolutional Network for Pitch Estimation of Speech Signals » Interspeech, 2019.
- Caracalla H., Roebel A., « Sound texture synthesis using Convolutional Neural Networks ». Proceedings of the International Conference on Digital Audio Effects (DAFx), sept. 2019.
- Cohen-Hadria A., Roebel A., Peeters G., « Improving singing voice separation using Deep U-Net and Wave-U-Net with data augmentation ». 27th European Signal Processing Conference (EUSIPCO), 2019.

Bous F, Roebel A., « Analysing Deep Learning-Spectral Envelope Prediction Methods for Singing Synthesis », 27th European Signal Processing Conference (EUSIPCO), 2019.

Liu L., Lacheret-Dujour A., Obin N., Automatic Modelling and Labelling of Speech Prosody: What's New with Slam+?, International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS), 2019.

Dufeu F., Takahashi K., Roebel A., Clarke M., « The IRiMaS Software: Integrating interactive listening and play into musicological research », Proc. ICMC, 2019.

Robinson C., Obin N., Roebel A., Sequende-to-sequence Modelling of F0 for Speech Emotion Conversion, IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2019.

■ Ouvrages scientifiques ou chapitres d'ouvrages

Roebel A., « Sound Processing for the Production of Resynthesis FAVN », Florian Hecker *Halluzination, Perspektive, Synthese*, Vanessa Joan Müller, p. 45-96, 2019

■ Thèses, mémoires et travaux universitaires

Jacques C., « Méthodes d'apprentissage automatique pour la transcription automatique de la batterie ».

Cohen-Hadria A., « Estimation de descriptions musicales et sonores par apprentissage profond », thèse de doctorat, Sorbonne Université, 2019.

Caracalla H., « Sound texture synthesis from summary statistics », these de doctorat, Sorbonne Université, 2019.

Bous F., « Generating Spectral Envelopes for Singing Synthesis Using Neural Networks », rapport de stage, 2019.

Le Moine Veillon C., « Voice Expressivity Transformation Using Recurrent Neural Networks », rapport de stage, 2019.

■ Organisation de colloques

Misdariis N., Obin N., Donin N., « Sound Design Days » (SDD 2019) – 1^{re} édition: 28-29 nov. 2019, Voix et cinéma, Ircam, Paris, France

■ Édition scientifique d'œuvres musicales

Diffusion des connaissances

Présentations grand public :

- Ardaillon L., Roebel A., « Studio 5 en direct: Voice Synthesis: Between Science and Big Data », oct. 2019.
- Caracalla H., Roebel A., « Studio 5 en direct: Synthesis of Sound Textures », oct. 2019.
- Roebel A., « Analysis and Transformation of Voice Signals with Deep Neural Networks ». Présentation chez InterDigital (lors de la défense HDR de Alexey Ozerov).
- Obin N., « Sculpter la voix : algorithmes, IA, et créativité », Sound Design Days, Paris, France, 29 nov. 2019.
- Obin N., Nozick V., Poncet G., « Trucages, deepfake, clonage vocal: en 2020, ne croyez plus vos yeux et vos oreilles », Futurapolis, Toulouse, France, 16 nov. 2019.

Présentations visiteurs :

- Mignot R., Wolff D., Roebel A., Présentation UMG. nov.2019.
- Roebel A., Clova Nova, mai 2019
- Roebel A., Charara A., (CNRS/INS2I)
- Roebel A., Coudroy C., (CNRS/Délégation Villejuif)
- Roebel A., Présentation pour le C-Lab (Taiwan):
Voice Processing
- Roebel A., Visite collégiens (pour la PAC) mai 2019

■ Comités et expertises

Roebel A., rapporteur HDR. Habilitation Ozerov A.

■ Articles de presse et radios

Interviews :

- Obin N., « La voix sacrée », dossier voix et IA, *Télérama*, 16 janv. 2019.
- Roebel A., « Les métamorphose de la voix », *Le Monde Cahier*, 6 nov. 2019.
- Roebel A. et Obin N., « À L'Ircam, la voix transformée », *Usine Nouvelle*, 27 juin 2019.
- Roebel A., émission sur La rue Quincampoix, *Paname*, diffusée avril 2019.

PUBLICATIONS ÉQUIPE ESPACES ACOUSTIQUES ET COGNITIFS

■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

- Alessandro (d') C., Noisternig M. (2019), « Of Pipes and Patches: Listening to augmented pipe organs », *Organised Sound*, Cambridge University Press (CUP), Perceptual Issues Surrounding the Electroacoustic Music Experience, 24 (Special issue 1), p. 41-53. hal-02196786
- Hobeika L., Taffou M., Viaud-Delmon I. (2020), « Social impact on audiotactile integration near the body », *Acoustical Science and Technology*, 41(1), p. 345-348. hal-02441133
- Hobeika L., Taffou M., Carpentier T., Warusfel O., Viaud-Delmon I. (2020), « Capturing the dynamics of peripersonal space by integrating expectancy effects and sound propagation properties », *Journal of Neuroscience Methods*, Elsevier, 332, p.108534. hal-02418179
- Hobeika L., Taffou M., Viaud-Delmon I. (2019), « Social coding of the multisensory space around us », *Royal Society Open Science*, The Royal Society, 6 (8), p.181878. hal-02297084
- Isnard V., Chastres V., Viaud-Delmon I., Suied C. (2019), « The time course of auditory recognition measured with rapid sequences of short natural sounds », *Scientific Reports*, Nature Publishing Group, 9 (1). hal-02323567

■ Conférences invitées dans des congrès nationaux et internationaux

- Carpentier T., « Wave-field synthesis and Ambisonics: holophonic approaches to spatial sound », International Conference on Digital Sounds – New Approaches to Sound and Music, Istituto Svizzero, Rome, Italie, 18-20 sept. 2019.
- Schütz N., « Urban Spectralisms: relational design approaches for orchestrating and sharing space ». Invited presentation at ASA Fall 2019 Annual Meeting, San Diego, USA, 2019.

■ Communications avec actes dans un congrès international

- Alary B., Massé P., Välimäki V., Noisternig M. (2019), « Assessing the anisotropic features of spatial impulse responses », EAA Spatial Audio Signal Processing Symposium, sept. 2019, Paris, France. p. 43-48. hal-02275194v1
- Carpentier T., Gerzso A. (2019), « Steering behaviors for spatial sound authoring », in Proc of 45th International Computer Music Conference (ICMC), New York, USA, juin 2019.
- Carpentier T., Gerzso A. (2019), « Champs vectoriels pour le contrôle de la spatialisation », in Proc of Journées d'Informatique Musicale (JIM), Bayonne, France, mai 2019.
- Moreira J., Gros L., Nicol R., Viaud-Delmon I., Le Prado, C., et al. (2019), « Binaural sound rendering improves immersion in a daily usage of a smartphone video game », EAA Spatial Audio Signal Processing Symposium, sept. 2019, Paris, France, p.79-84. hal-02275185v1
- Massé P., Carpentier T., Warusfel O., Noisternig M. (2019), « Refinement and implementation of a robust directional room impulse response denoising process, including applications to highly varied measurement databases », in Proc of the 26th International Congress on Sound and Vibration (ICSV), Montréal, p. 252–259, juillet 2019.
- Nishida, K., Yuguchi, A., Kazuhiro, J., Modler, P., Noisternig, M., « Border: A Live Performance Based on Web AR and a Gesture-Controlled Virtual Instrument », in Proc of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), Porto Alegre, Brésil, p. 43-46, juin 2019. hal-02469942v1

■ Communications sans actes dans un congrès international ou national

- Viaud-Delmon I., « De l'intégration visuo-vestibulaire à la physiopathologie de l'anxiété », 19^e congrès de la SIRV, Paris, 17-18 mai 2019.
- Warusfel O., « Graver et explorer l'espace sonore - Revue organologique pour l'analyse acoustique et l'exploration sensible tu patrimoine architectural ». Journées d'étude « Les sens dans l'espace sacré antique », Paris, 5-6 juin 2019.

■ Ouvrages scientifiques ou chapitres d'ouvrages

- Hobeika L., Samson S., « Why music-based interventions benefit to persons with neurodegenerative disease? » In Cuddy, Belleville, Moussard (Eds.), *Music and the Aging Brain*, Academic Press. [in Press]
- Noisternig M., Katz B., Rafaely B. (2019), *Proceedings of the EAA Spatial Audio Signal Processing Symposium*, sept. 2019. hal-02275032

■ Thèses, mémoires et travaux universitaires

- Moreira J. (2019), « Évaluer l'apport du binaural dans une application mobile audiovisuelle », Conservatoire national des arts et métiers.

■ Organisation de colloques

- Noisternig M., co-chair of the Spatial Audio Seminar, EMPAC / Rensselaer Polytechnic Institute, Try, New York, USA, 17-21 juillet, 2019.
- Noisternig M., co-chair of the Spatial Audio Signal Processing Symposium, EAA-SFA, 6-7 sept. 2019.
- Noisternig, M., co-chair du colloque international « AULO : Augmenter l'orgue », Collegium Musicæ, Paris, 9-10 oct., 2019.

■ Diffusion des connaissances

- Carpentier T., Action pédagogique : présentation de la technologie binaurale dans le cadre des 80 ans du CNRS – Pépites de science (Collège Jean Lurçat de Villejuif). Ircam, 4 juin 2019.
- Carpentier T., Action pédagogique : intervention dans le cadre d'une rencontre métier pour des lycéens (Lycée Racan au Mans). Ircam, 4 avril 2019.
- Carpentier T., « Nouveautés de l'équipe EAC », Ateliers du Forum, Ircam, 27-29 mars 2019.
- Carpentier T., Noisternig M., Malt M., stage de formation professionnelle pour les ingénieurs du son de Radio France, Ircam, Paris, 25-27 nov. 2019.
- Carpentier T., Piera M., stage de qualification aux techniques de spatialisation et au processeur Holophonix. Centre de formation professionnelle aux techniques du spectacle (CFPTS), Bagnolet, 24-25 oct. 2019.
- Carpentier T., Noisternig M., formation aux techniques de spatialisation et au processeur Holophonix (participants: théâtres de Chaillot, de la Colline, La Scala, la Gaîté Lyrique, Les Champs Libres), La Scala, Paris, 31 juillet 2019.
- Carpentier T., « 3D Sound Spatialization and Reverberation with Ircam Spat », International Computer Music Conference (ICMC), New York University, New York, USA, 16 juin 2019.
- Carpentier T., « A presentation and hands-on demo of IRCAM's Spat library », Cycling Expo'74. North Adams, MA, 26-28 avril 2019.
- Carpentier T., Workshop on Spat 5, Ateliers du Forum, Ircam, 29 mars 2019.
- Hobeika L., « Étude de l'espace péripersonnel en contexte social ». Invited talk at Séminaire NACA – Laboratoire PSITEC, université de Lille, France, 2019.

Schütz N., « Garden of Reflexions: Composing with Echoes » (installation et présentations studio 1), Ateliers du Forum, Ircam, 27-29 mars 2019.

Schütz N., Mastering hors du studio, Mastering outside the studio (5/5) : Nadine Schütz. Blog contribution, Ircam Actualités / Ircam Newsletter 2020.

Schütz N., « Cultiver les sons de nos villes et paysages ». Conférence invitée dans le cycle de conférences « Les Causeries @DVVD » de l'agence d'architecture et d'ingénierie DVVD.

Warusfel O., Action pédagogique : interventions dans le cadre des rencontres métiers pour des lycéens, Ircam, 20 janv. et 5 déc. 2019.

■ Comités et expertises

- Carpentier T.
- Revues d'articles : SMC (Sound & Music Computing Conference), AES (Audio Engineering Society) International Conference on Headphone Technology, ADC (Audio Developer Conference), WAC (Web Audio Conf.)
 - Expertise candidatures : Ircam Musical Research Residency program
 - Technical chair EAA Spatial Audio Signal Processing symposium
 - Comité de suivi de thèse de Salmon F. : « Contrôle perceptif de la réverbération : application à la réalité virtuelle. »
- Noisternig M.
- 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)
- Poirier-Quinot D.
- Revues d'articles : Audio Engineering Society (AES Dublin et New York), Journal on Multimodal User Interface (JMUI), Applied Sciences, Web Audio Conference (WAC)
- Schütz N.
- Jury de projets d'étudiants. EPF de Zurich
- Viaud-Delmon I.
- Expertise propositions de projets : Commission européenne, ANRT
 - Monitoring de projets FET-OPEN : Commission européenne
 - Comité de sélection pour le recrutement d'un maître de conférences UTC
 - 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 : Experimental Brain Research, International Workshop on Movement and Computing.
 - Jury de thèse (co-directrice) : Moreira J. (CNAM)

Warusfel O.

- Expertises pour HCERES, FSP (Fondation Sciences du Patrimoine)
- Revues d'articles : Journal on Multimodal User Interfaces (JMUI), Web Audio Conference (WAC)
- Comité suivi de thèse Guezenc C. (Univ. Rennes)
- Expertise candidatures : Ircam Musical Research Residency program
- Membre du bureau de la Société Française d'Acoustique

■ Articles de presse et radios

- Viaud-Delmon I., interview pour l'équipe traiter-acouphenes.fr (juin 2019) « La réalité virtuelle peut-elle soigner les acouphènes ? »
- Viaud-Delmon I., *CNRS – Le Journal* (sept. 2019) « Je me souviens »
- Schütz N., « Sound Gardens », écrit par Michael Dumiak. *LAM – Landscape Architecture Magazine*, juillet 2019
- Schütz N., « Concevoir des Paysages Sonores », écrit par Charlotte Fauve. *Garden Lab #08*, sept. 2019
- Schütz N., « Des plans sonores : architecture, musique, urbanisme ». Interview – conversation, radio show magnétique, RTS, 19 sept. 2019

PUBLICATIONS ÉQUIPE INTERACTIONS SON MUSIQUE MOUVEMENT

■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

- Guellaï B., Callin A., Bevilacqua F., Schwarz D., Pitti A., et al., « Sensus Communis: Some Perspectives on the Origins of Non-synchronous Cross-Sensory Associations » *Frontiers in Psychology*, Frontiers, 2019, 10. 10.3389/fpsyg.2019.00523. hal-02450781
- Matuszewski B., Schnell N., Bevilacqua F., « Interaction Topologies in Mobile-Based Situated Networked Music Systems », *Wireless Communications and Mobile Computing*, Hindawi Publishing Corporation, 2019, p. 9142490. 10.1155/2019/9142490. hal-02086673

■ Communications avec actes dans un congrès international

- Matuszewski B., « Soundworks - A Framework for Networked Music Systems on the Web - State of Affairs and New Developments ». *Proceedings of the Web Audio Conference (WAC) 2019*, déc. 2019, Trondheim, Norvège. hal-02387783
- Scurto H., Liu W., Matuszewski B., Bevilacqua F., Frechin J.-L., et al., « Entrain: Encouraging Social Interaction in Collective Music Making », *ACM SIGGRAPH Studio*, juillet 2019, Los Angeles, USA
10.1145/3306306.3328004. hal-02291180
- Schwarz D., Fourer D., « Methods and Datasets for DJ-Mix Reverse Engineering », *14th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR 2019)*, oct. 2019, Marseille, France. hal-02172427

Ley-Flores J., Bevilacqua F., Bianchi-Berthouze N., Tajadura-Jiménez A., « Altering body perception and emotion in physically inactive people through movement sonification », *in 2019 8th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*. IEEE, 2019, p. 1-7.

Voillot M., Bevilacqua F., Chevrier J., Eliot C., « Exploring Embodied Learning for Early Childhood Education », *in Proceedings of the 18th ACM International Conference on Interaction Design and Children*, 2019, p. 747-750.

■ Conférences invitées dans des congrès nationaux et internationaux

- Bevilacqua F., Magalhaes M. A., Masterclass, Biennale de Venise
- Bevilacqua F., Magalhaes M. A., « Machine learning et spectacle vivant », *JTSE - Journées Techniques du Spectacle et de l'Événement*, 2019.
- Bevilacqua F., Colloque international « Gesture, Capture and Notation », HEM - HES-SO Genève, 9 sept. 2019.

■ Communications par affiche dans un congrès international ou national

- Peyre I., Bevilacqua F., Marchand Pauvert V., Roby Brami A., Pradat Diehl P., « Explore gesture-sound coupling for motor-recovery » *in 2019 8th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*. IEEE, 2019.
- Voillot M., Bevilacqua F., Chevrier J., Eliot C., « IHM pour la petite enfance : une cartographie des nouveaux paradigmes », 31^e conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM 2019).

■ Thèses, mémoires et travaux universitaires

- Scurto H., « Design de l'apprentissage machine pour les dispositifs interactifs musicaux », thèse de doctorat, Sorbonne Université, 2019.

■ Articles de presse et radios

- Schwarz D. : <http://frenchculture.org>, <https://www.globalatlanta.com/>
- Schwarz D., interview dans « À l'improviste » par Anne Montaron, *France Musique*, émission du 27 juin 2019.

■ Expositions et diffusion des connaissances

- Schwarz D., France-Atlanta festival, GeorgiaTech University et Consulat Français Atlanta, oct. 2019.
- « Studio 5 en direct, La synthèse sonore : nouvelles aventures », oct. 2019.
- « Studio 5 en direct, Les interactions musicales collectives et les nouveaux gestes », déc. 2019.
- Bevilacqua, F., Workshop, Arizona State University, oct. 2019.
- Schwarz D., Workshop, NOTAM Oslo, déc. 2019.
- Bevilacqua F., cours mastère AIMove, Mines Paris-Tech.

■ Prix

Best Paper for Matuszewski B., «Soundworks - A Framework for Networked Music Systems on the Web - State of Affairs and New Developments».

Prix la Vie & Société du concours International Design sonore, Voillot M. et Aegerter Z.

■ Organisation de colloques

Steering committee MOCO, International Workshop on Movement and Computing MOCO 2019.

Workshop ELEMENT, Workshop: Movement Design and Learning, 22 nov., Ircam.

■ Jury de thèses, expertise et revues d'articles

Schwarz D., SIGGRAPH, SIGGRAPH Asia, ICMC, SMC, CMMR, ICLI, MOCO, WAC, NSERC (Natural sciences and engineering research council Canada) discovery grant

Schwarz D., Jury de master 2, Margraf J., TU Berlin.

Bevalacqua F., Jury de thèse, Schaerlaeken S., université de Genève.

PUBLICATIONS ÉQUIPE PERCEPTION ET DESIGN SONORES

■ Revues à comité de lecture

Liuni M., Ponsot E., Bryant G., Aucouturier, J.-J. (2020), «Sound context modulates perceived vocal emotion», *Behavioural Processes*, volume 172, mars 2020, 104042.

Guerrier G., Lellouch L., Liuni M., Vaglio A., Rothschild P.-R., Baillard C., Aucouturier J.-J. (2019), «Vocal markers of pre-operative anxiety: a pilot study», *British Journal of Anaesthesia*, Volume 123, Issue 4, p. 486–e488.

Ollivier R., Goupil L., Liuni M., Aucouturier J.-J. (2019), «Enjoy The Violence: Is appreciation for extreme music the result of cognitive control over the threat response system?», *Music Perception*, 37(2).

Rachman L., Dubal S., Aucouturier J.-J. (2019), «Happy you, happy me: expressive changes on a stranger's voice recruit faster implicit processes than self-produced expressions». *Social, Cognitive and Affective Neurosciences* (SCAN).

Burred J.-J., Ponsot E., Goupil L., Liuni M., Aucouturier, J.-J. (2019), «CLEESE: An open-source audio-transformation toolbox for data-driven experiments in speech and music cognition», *PLoS one*, 14(4), e0205943.

Goupil L., Aucouturier J.-J. (2019), «Musical pleasure and musical emotions», (Commentary on Ferreri et al., 2019). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 116 (9), 3364-336628.

Aucouturier J.-J. (2019), «Vers un appareillage auditif personnalisé qui préserve les émotions». Actes du Congrès du Syndicat National des Audioprothésistes Français (UNSAF)

Susini P., Houix O., Seropian L., Lemaitre G. (2019), «Is loudness part of a sound recognition process?», *Journal of the Acoustical Society of America*, 146, EL172-EL176.

Sigman A., Misdariis N. (2019), «alarm/will/sound: Sound design, modelling, perception and composition crosscurrents». *Organised Sound*, 24(1), 54-70.

Leiba R., Ollivier F., Marchiano R., Misdariis N., Marchal J., Challande, P. (2019), «Acoustical Classification of the Urban Road Traffic with Large Arrays of Microphones». *Acta Acustica united with Acustica*, 105(6), 1067-1077.

■ Colloques nationaux ou internationaux

Meunier S., Chatron J., Susini P., Ponsot E., «Pitch Strength and Asymmetry in Global Loudness between Rising-and Falling-Intensity Sounds». 23rd International Congress on Acoustics, 2019, Allemagne.

Zattra L., Misdariis N., Pecquet F., Donin N., Fierro D. «An analysis of the creative process in Sound Design obtained through an online questionnaire», TCPM – Tracking the Creative Process of Music, 2019.

Misdariis N., Dianoux C., Marignier L., Leiba R., «Community noise quality assessment (annoyance) by means of a virtual audio environment». Proceedings Internoise conf., 16-19 juin 2019, Madrid.

Misdariis N., Marignier L., Dianoux C., Leiba R., «Experimental validation of a urban traffic noise annoyance model». 26th International Congress on Sound and Vibration (ICSV), Montréal, 2019.

Misdariis N., Cera A., Rodriguez W., «Electric and autonomous vehicle: from sound quality to innovative sound design», ICA – International Congress on Acoustics, Aachen, 2019.

Misdariis N., Susini P., Houix O., Rivas R., Cerles C., Lebel E., Tétienne A., Duquesne A., «Mapping Sound Properties and Oenological Characters by a Collaborative Sound Design Approach – Towards an Augmented Experience», CMMR – Computer Music Multidisciplinary Research, Marseille, 2019.

Ayar, M., «Comment les auditeurs organisent-ils la progression temporelle des mélodies et la structure dynamique du maqâm?», acte du Congrès international de Tunis «La Modalité au prisme de la modernité: créativité musicale et cheminements culturels entre apports, hybridations et mutations identitaires», congrès organisé par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche scientifique, université de Tunis, le Laboratoire de recherche en culture, nouvelles technologies et développement (CUNTIC), le Centre des musiques arabes et méditerranéennes (CMAM) et l'Institut supérieur de musique de Tunis (ISMT), les 7, 8 et 9 déc. 2017. Article publié en 2019.

Ayari M., «Un modèle d'étude des phénomènes sémantiques et psychologiques dans les musiques de tradition orale», in Couprie P., Freund-Lehmann A., Hascher, H., Hérould, N. (dirs.), Actes du IX^e congrès européen d'Analyse musicale, le laboratoire d'excellence GREAM (Groupe de recherches expérimentales sur l'acte musical) de l'université de Strasbourg, à paraître en 2020.

Ayari M., « Contribution à une anthropologie globale du phénomène de l'écoute des musiques de tradition orale en Méditerranée », résumé long à paraître dans le programme du 5th International Meeting of Music Theory and Analysis, University of Campinas (UNICAMP) – Convention Center - CDC, Brésil, 5-7 nov. 2019.

Ayari M., « La notion de modèle dans l'activité analytique en musicologie », à paraître en 2020 dans les actes du Congrès international de Sousse: musique et nouvelles technologies: Quels enjeux? Congrès organisé par le Centre des musiques arabes et méditerranéennes (CMAM) et l'Institut supérieur de musique de Sousse (ISMS), 20-21 avril 2018.

■ Ouvrages et chapitres d'ouvrages

Lemaitre G., Susini P., « Timbre, Sound Quality, and Sound Design ». In *Timbre: Acoustics, Perception, and Cognition*. Springer Handbook of Auditory Research, Siedenburg K., Saitis C., McAdams S., Popper A. & Richard F., 2019.

Ayari M. (2020), « Michel Imbert: quelques réflexions sur les études des significations expressives en musique », in Ayari M. et Chouvel J.-M. (dirs.). *Michel Imbert: la psychologie de la musique au-delà des sciences cognitives*, Delatour-France, Collection: « Culture et Cognition Musicales », n° 5, à paraître.

Ayari M. (2020), *L'écoute comme phénomène culturel: essai de psychologie cognitive*, Éd. Ennejma Ezzahra, Centre des musiques arabes et méditerranéennes (CMAM), ministère des Affaires culturelles, Tunisie, à paraître.

■ Direction d'ouvrage collectif

Ayari M., Chouvel J.-M. (2020), *Michel Imbert: la psychologie de la musique au-delà des sciences cognitives*, Delatour-France, Collection: « Culture et Cognition Musicales », n° 5, à paraître.

PUBLICATIONS ÉQUIPE REPRÉSENTATIONS MUSICALES

■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

Herremans D., Chew E. (2019), « MorpheuS: generating structured music with constrained patterns and tension », *IEEE Transactions on Affective Computing*, 10(4): 510-523. doi: 10.1109/TAFFC.2017.2737984.

Esling P., Masuda N. Bardet A. Despres R., Chemla-Romeu-Santos A., « FlowSynthesizer: Universal audio synthesizer control with normalizing flows », *Applied Sciences*, In press.

Déguernel K., Vincent, E., Nika J., Assayag G., Smaïli K., « Learning of Hierarchical Temporal Structures for Guided Improvisation », *Computer Music Journal*, Massachusetts Institute of Technology Press (MIT Press), 2019, 43 (2). hal-02378273.

■ Communications avec actes dans un congrès international

Wang C., Benetos, E., Chew E. (2019), « A Scattering Transform Based Approach to Periodic Modulation Recognition in Music Signals », in *Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Society for Music Information Retrieval*, Delft, Pays-Bas, 4-8 nov. 2019.

Reed C., Chew E. (2019), « Tension On Repeat: Modelling The Effect of Habituation on Felt Tension in Musicians and Non-musicians », The 20th Annual Conference of the International Society for Music Information Retrieval, Delft, Pays-Bas, 4-8 nov. 2019.

Chew E., Taggart P., Lambiase P. (2019), « Cardiac Response to Live Music Performance: Computing Techniques for Feature Extraction and Analysis », *Computing in Cardiology*, A*STAR, Singapour, 8-11 sept. 2019.

Mishra S., Chew E., Mohan S., Rajab K., Dhillon G., Lambiase P., Hunter R. (2019), « Atrial Fibrillation Stratification Via Fibrillatory Wave Characterization Using The Filter Diagonalization Method », *Computing in Cardiology*, A*STAR, Singapour, 8-11 sept. 2019.

Kaplan T., Chew E. (2019), « Detecting Low Frequency Oscillations in Cardiovascular Signals using Gradient Frequency Neural Networks », *Computing in Cardiology*, A*STAR, Singapour, 8-11 sept. 2019.

Yang S., Barthelet M., Chew E. (2019), « Interrogating Reasons for Disagreements in Time-varying Music Emotion Perception », *Society for Music Perception and Cognition Conference*, New York University, New York, USA, 5-7 août, 2019.

Herremans D., Chew E. (2019), « Towards emotion based music generation: A tonal tension model based on the spiral array », *The 41st Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Montréal, Canada, 24-27 juillet 2019.

Vinjar A., Bresson J., « OM-AI: A Toolkit to Support AI-Based Computer-Assisted Composition Workflows in OpenMusic », *Sound and Music Computing conference (SMC'18)*, Malaga, Espagne, 2019.

Andreatta M., Assayag G., Desainte-Catherine M., Giavitto J.-L., Giraud M., et al., « L'informatique musicale: informatique et musique en interdisciplinarité », *Journées d'Informatique Musicale (JIM 2019)*, mai 2019, Bayonne, France. hal-02348292

Agon C., Andreatta M., Atif J., Bloch I., « Mathematical Morphology and Musical Representations », 42^e journée ISS France, 2019, Paris, France. hal-02288081

Popoff A., Andreatta M., Ehresmann A. (2019), « Groupoids and Wreath Products of Musical Transformations: A Categorical Approach from poly-Klumpenhouwer Networks », in M. Montiel et al. (eds), *Proceedings MCM 2019*, Springer, p. 33-45 10.1007/978-3-030-21392-3_3. hal-02392889

Bigo L., Andreatta M., « Filtration of Pitch-Class Sets Complexes », 7th International Conference, MCM 2019, juin 2019, Madrid, Espagne. p. 213-226, 10.1007/978-3-030-21392-3_17. hal-02153236

- Lanthier P., Guichaoua C., Andreatta M., « Reinterpreting and Extending Anatol Vieru's Periodic Sequences Through the Cellular Automata Formalisms », *Mathematics and Computation in Music*, 7th International Conference, MCM 2019, Madrid, Espagne, 18-21 juin, 2019, p. 261-272, 2019, 10.1007/978-3-030-21392-3_21. hal-02372515
- Fernandez J.-M., Giavitto J.-L., Donat-Bouillud P., « AntesCollider: control and signal processing in the same score », *ICMC-NYCEMF 2019 (International Computer Music Conference and New York City Electroacoustic Music Festival)*, 16-23 juin, 2020, New York, ICMA Audience Award for Best Paper Presentation.
- Agostini A., Giavitto J.-L., « Bell, a textual language for the bach library », *ICMC-NYCEMF 2019 (International Computer Music Conference and New York City Electroacoustic Music Festival)*, 16-23 juin, 2020, New York.
- Donat-Bouillud P., Giavitto J.-L., Jacquemard F., « Optimization of audio graphs by resampling », *DAFx-19 - 22nd International Conference on Digital Audio Effects*, sept. 2019, Birmingham, Royaume-Uni.
- Agostini A., Ghisi D., Giavitto J.-L., « Programming in style with bach », in *14th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR)*, eds. Mitsuko Aramaki, Richard Kronland-Martinet Sølvi Ystad, oct. 2019, Marseille, France.
- Carsault T., Nika, J. Esling P., « Using musical relationships between chord labels in automatic chord extraction tasks », *ISMIR 2019*.
- Carsault T., McLeod A., Esling P., Nika J., Nakamura E., Yoshii K., « Multi-Step Chord Sequence Prediction Based On Aggregated Multi-Scale Encoder-Decoder Networks », *IEEE 29th International Workshop on Machine Learning for Signal*, 2019.
- Wu Y., Carsault T., Yoshii K., « Automatic Chord Estimation Based on a Frame-wise Convolutional Recurrent Neural Network with Non-Aligned Annotations », *European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*, 1-5 sept. 2019.
- Aouameur C., Esling P., Hadjeres G., « Neural Drum Machine: An Interactive System for Real-time Synthesis of Drum Sounds », *International Conference on Computational Creativity*, 2019.
- Esling P., Masuda N., Bardet A., Despres R., « Universal audio synthesizer control with normalizing flows », *International conference on Digital Audio Effects, DaFX*, 2019.
- Bitton A., Esling P., Caillon A., Fouilleul M., « Assisted Sound Sample Generation with Musical Conditioning in Adversarial Auto-Encoders », *International Conference on Digital Audio Effects*, 2019.
- Doras G., Esling P., Peeters G., « On the use of u-net for dominant melody estimation in polyphonic music », *International Workshop on Multilayer Music Representation*, 2019.
- Chemla-Romeu-Santos A., Ntalampiras S., Esling P., G Haus G., Assayag G., « Cross-Modal Variational Inference for bijective signal-symbol translation », *Digital Audio Effects*, 2019.
- Ducher J.-F., Esling P., « Folded CQT RCNN For Real-time Recognition of Instrument Playing Techniques », *ISMIR 2019*, p. 708-714.
- Ducher J.-F., Esling P., « Apprentissage Profond Pour La Reconnaissance en temps réel des modes de jeu instrumentaux », *Journées d'informatique musicales JIM*, 2019.
- **Ouvrages, actes et chapitres d'ouvrages**
- Ungeheuer E., Stroppa M., Cont A., Bresson J., « Marco Stroppas musikalische Technologie », *Musik-Konzepte, 186: Marco Stroppa*, 2019. 978-3-86916-819-7
- Andreatta M. (dir.), « Musique savante/Musiques actuelles », numéro spécial de la revue *Musimédiane*, 2019. Avec des contributions de Fabbri, F., Meeüs N., Seress H., Baroin G., Giomi A., Conti J., Saboga T., Soulez A., Levaux C., Gonin P., Chabot-Canet C., Migliore O., Obin N., Bresson J. Articles disponibles en ligne à l'adresse : <https://www.musimediane.com>
- Stepney S., Diaconescu A., Doursat R., Giavitto J.-L., Miller J., Spicher A., « Evolving, Growing, and Gardening Cyber-physical Systems », in *Experimental Architecture – Designing the Unknown*, p.89-101, 2019, ISBN 978-1138575240
- **Thèses, mémoires et travaux universitaires**
- Romero Garcia G., « Analyse en temps-fréquence de la musique avec des outils de l'analyse fonctionnelle ». Master 2 Mathématiques Fondamentales Sorbonne Université, 2019.
- Lascabettes P., « Mathematical Morphology Applied to Music ». Master 2 ATIAM Sorbonne Université, 2019.
- Sergeant W., « Algorithmes quantiques & programmation par contraintes ». Master 2 STL Sorbonne Université, 2019.
- Fouilleul M., « A middleware for handling temporal interactions in performing arts ». Master 2 ATIAM Sorbonne Université.
- Donat-Bouillud P., « Models, Analysis and Execution of Audio Graphs in Interactive Multimedia Systems ». Thèse Sorbonne Université, déc. 2019.
- Bayette C., « Théorème de l'hexacorde. Démonstrations, généralisations, développements », M1 de mathématiques fondamentales, université de Strasbourg, 2018-2019. Co-dir. Guichaoua C. (SMIR Project, IRMA / université de Strasbourg).
- Vulliez C., « La Transformée de Fourier Discrète ». Deuxième année de magistère, 2018-2019. Co-dir. Guichaoua C. (SMIR Project, IRMA / université de Strasbourg).
- Di Napoli D., « Théorème de l'Hexacorde ». Mémoire de Licence 3 de mathématiques (magistère), 2018-2019. Co-dir. Guichaoua C. (SMIR Project, IRMA / Université de Strasbourg).
- Karistineos M., « Musical Style Classification: Topological Tools for Machine Learning ». Master 2 Logique Mathématique, université Paris Diderot / université de Strasbourg, avril-juillet 2019. Co-dir. Guichaoua C. (SMIR Project, IRMA / université de Strasbourg).
- Kawaii L., « Deep symbolic style transfer network ». Dir. Esling P., Tokyo University.
- Despres R. Progressive generative flows for generative modeling. Master 2 DAC. Dir. Esling P.

- Masuda N., « Universal audio synthesizer control learning ». Dir. Esling P., Tokyo University.
- Douwes C., « Hierarchical variational learning for audio generation ». Master 2 ATIAM. Dir. Esling P.
- Sumino H., « Audio-based symbolic arrangement learning ». Dir. Esling P., Tokyo University.

■ **Articles de vulgarisation, articles de presse et interventions dans la presse, radio, Internet**

- Assayag G., interview par le journaliste Thanos Madzanas, publié dans le *HuffPost*. « La co-créativité homme-machine va changer radicalement notre expérience musicale », sept. 2019.
- Chew E. (2019), « Musical structures and cardiac arrhythmia », IRCAM research news, 27 nov. 2019, <https://www.ircam.fr/article/detail/structures-musicales-et-arythmie-cardiaque>.
- Chew E. (2019), « Early ISMIR Video Project », 23 nov. 2019, <https://youtu.be/ignQ9w7ZSK0>
- Chew E. (2019), « Three tips for young composers », IRCAM creation news, 19 juin 2019, <https://www.ircam.fr/article/detail/les-conseils-delaine-chew-en-anglais>
- Chew E. (2019), « COSMOS YouTube Channel », since 26 janv. 2019, <http://bit.ly/COSMOS-YouTube>
- Andreatta (2019), « Mathémusique, les liaisons entre mathématique et musique », EUREKA, RCF Radio (en partenariat avec le CNRS Alsace), 12 nov. 2019.
Émission disponible en ligne : <https://rcf.fr/culture/mathemusique-les-liaisons-entre-mathematique-et-musique>
- Hillerriteau T., « IA et compositeur, l'accord parfait ». Interview de Jean-Louis Giavitto et Frank Madlener dans un cahier spécial Intelligence Artificielle paru le 11 fév. 2019.
- Esling P., « Les ordinateurs remplaceront-ils les artistes ? », Xenius, Arte.
Émission disponible en ligne : <https://www.arte.tv/fr/videos/086129-015-A/xenius-les-ordinateurs-replaceront-ils-les-artistes>
- Esling P., interview dans *l'Express* – « L'utilisation de l'IA dans la création »
- Esling P., interview dans le *Data Analytics Post* <https://dataanalyticspost.com/lia-fait-de-plus-en-plus-entendre-sa-musique/>
- Nika J. « Nuages chantants ». Interview pour *Le Monde* sur la collaboration avec Pascal Dusapin et Thierry Coduys pour *Lullaby Experience* (article de Florence Rosier), sept. 2019.
- Nika J., Interview pour *Le Figaro*, sur la créativité artificielle et la collaboration avec Pascal Dusapin (article de T. Hillerriteau), 1^{er} juin 2019.
- Nika J. Interview pour *Télérama*, dossier « La recherche sur la voix » (article de L. Rossignol), 16 janv. 2019.
- Nika J., vidéo de la conférence TedX, « Composer l'improvisation musicale homme-machine », tournée à L'École centrale de Lyon, 14 mars 2019.
- Nika J., « Nuages chantants », *L'Étincelle #19*, Ircam, mai 2019 : <https://manifeste.ircam.fr/article/detail/nuages-chantants/>
- Nika J., interview pour le reportage sur *Lullaby Experience* de Pascal Dusapin, Ircam, mai 2019 : <https://www.youtube.com/watch?v=PJf7zEJVVzQ>

■ **Conférences invitées, séminaires, communications**

- Assayag G., « A new perspective on AI », Sorbonne Center for AI, Inauguration keynote Talk, juin 2019.
- Assayag G., « Symbolic Interaction with Creative Agents », Distinguished Scholar Lectures Series, Invited talk, UC San Diego, avril 2019
- Chew E., « Musical Structures, Performances, and Arrhythmias », Keynote, International Workshop on Computer Music and Technology, National Tsing Hua University, Hsinchu, Taïwan, 19 déc. 2019. <https://lewis841214.github.io/WOCMAT2019.github.io/index.html#speakers>
- Chew E., « Musical Structures, Performances, and Arrhythmias », Public Lecture, Music and Theater Arts, MIT, Cambridge, MA, USA, 21 nov. 2019. <https://mta.mit.edu/events/musical-structures-performances-and-arrhythmias>
- Chew E., « Optimization and Data Science: From Music to the Heart ». Invited Speaker, Department of Images, Data and Signals, Télécom ParisTech, Paris, France, 5 juillet 2019.
- Chew E., « Optimization and Data Science: From Music to the Heart », Keynote, IBM Women in Technology Interconnect+, Queen Mary University of London, Royaume-Uni, 10 juin 2019.
- Chew E., « Optimization and Data Science: From Music to the Heart. Keynote », EURO Working Group on Location Analysis (EWGLA) Conference, Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgique, 6 juin 2019. <https://www.vub.be/en/events/ewgla2019#plenary-sessions>
- Chew E., « Presentation accompanying screening of the film Whiplash », Hosted by the Barbican and curated by Rosemary Harris of the London Mathematical Laboratory, Science on Screen, Barbican, London, Royaume-Uni, 7 mai 2019. <https://www.barbican.org.uk/whats-on/2019/event/science-on-screen-whiplash-15-presentation>
- Chew E., « Optimisation and Data Science: From Music to the Heart. Centre for Operational Research », Management Science, and Information Systems (CORMSIS) Lecture Series, University of Southampton, Royaume-Uni, 26 mars 2019.
- Chew E., « The Mathematics of Musical Structures: From Harmony to Heartbeats », Women in Mathematics (supported by London Mathematical Society), School of Mathematical Sciences, QMUL, London, Royaume-Uni, 12 mars 2019. <http://elainechew-research.blogspot.com/2019/03/women-in-mathematics-2019.html>
- Chew E., « Optimisation and Data Science: From Music to the Heart », Invited Speaker, Complex Systems Seminar, School of Mathematical Sciences, QMUL, London, Royaume-Uni, 12 mars 2019. <https://www.qmul.ac.uk/math/research/seminars/complex-systems>
- Chew E., « Optimisation and Data Science: From Music to the Heart », Distinguished Lecture, Computer Science Department, University College London, London, Royaume-Uni, 23 janv. 2019. http://www.cs.ucl.ac.uk/event_details/?eventnum=1531

- Chew E., « The (Data) Science of Time: From Music to the Heart », Distinguished Lecture of Data Science @ Uni Vienna Lecture Series, Faculty of Computer Science, Universität Wien, Autriche, 17 janv. 2019.
<https://datascience.univie.ac.at/lecture-series/detail-ls/news/the-data-science-of-time-from-music-to-the-heart>
- Agon C., « Music and Computer Science », Graduate School of Information Science and Technology. The University of Tokyo.
- Agon C., Bloch I., « Mathematical Morphology and Musical Representation ». École des Mines.
- Agon C., Bloch I., « Morphologie mathématique et représentations musicales », IRMA/USIAS Mathemusical Seminars.
- Haddad K., « ... and nothing could be said that has not been said before ... », conférence avant concert Sorbonne Université, Paris, 15 mars 2019.
- Haddad K., « L'Unité temporelle: une approche pour l'écriture de la durée et de sa quantification » (pré-soutenance), Ircam, 14 mai 2019.
- Stroppa M., Bresson J., « Approches compositionnelles avec la synthèse par "fonctions d'ondes formantiques" ». Studio 5 en direct: Fête de la science, Ircam, 12 oct. 2019.
- Bresson J., « Computer-assisted composition: Connecting music notation with graphical programming », Symposium « Notation », HfMDK Frankfurt, Allemagne, 9 nov. 2019.
- Giavitto J.-L., « Time, timelines, cuelists and clotheslines in mixed music », séminaire « Histoire et Philosophie de l'informatique et du calcul ». MESHS Lille, 13 mars 2019.
- « Formalisme, Exactitude, Rigueur », colloque multidisciplinaire RIGUEUR. Paris, 2-3 juillet 2019, EHESS.
- Andreatta M., Assayag G., Desainte-Catherine M., Giavitto J.-L., Giraud M., et al., « L'informatique musicale: informatique et musique en interdisciplinarité », (JIM 2019) Journées d'Informatique musicale, mai 2019, Bayonne, France.
- Giavitto J.-L., « Peut-on accorder le temps de l'homme et de la machine? », Time World Congrès International sur le Temps, 21-23 nov. 2019, Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris.
- Fernandez J. M., « Présentation de AntesCollider », Forum Ircam Paris, mars 2019; Forum Ircam Shanghai, nov. 2019; Cours de composition Ircam, déc. 2019; groupe de travail REMiX, janv. 2020.
- Fernandez J.M., Giavitto J.-L., « Antescofo et AntesCollider », Workshop CIRM (2 jours), Nice, juin 2019.
- Andreatta M., « La musique des mathématiques », European Doctoral College of Strasbourg, 16 janv. 2019.
- Andreatta M., « Quelques réflexions autour de la transmission des savoirs mathémusicaux », symposium « Les sciences de la musique. De nouveaux défis dans une société en mutation », Maison des Sciences de l'Homme Paris Nord, 18-19 janv. 2019.
- Andreatta M., « Structural (Popular) Music Information Research. Some Theoretical, Analytical and Compositional Aspects », symposium « Musica Analitica », Porto, 21-23 mars 2019.
- Andreatta M., « Computer-Aided Music Analysis and Composition between scientific research and artistic practice », European Doctoral College, Strasbourg, 24 oct. 2019.
- Andreatta M., « Les maths dans la musique... la musique des maths! », Amphithéâtre Cavallès, Strasbourg, 7 nov., 2019.
- Andreatta M., « Représentations transformationnelles au service des musiques actuelles », biennale de la SBAM, Liège, 18 nov. 2019.
- Andreatta M., « Math'n Pop : algèbre et géométrie au service de la chanson », concert-conférence au festival « Jeux, fête, maths », Eaubonne, 23 nov. 2019.
- Andreatta M., « La musique, art du temps ou de l'espace? », TimeWorld2019, Cité des Sciences, 23 nov. 2019.
- Esling, P., « Artificial creative intelligence and generative representation learning », ARS Electronica Festival, Linz, Autriche.
- Esling, P., « Directions for the future of artificial creativity », UNESCO Conference on AI, Paris.
- Esling, P., « Variational inference and generative models for musical improvisation Native Instruments », TU Berlin, Allemagne.
- Esling, P., « Artificial creative intelligence and generative representation learning », Keynote Speaker, RIKEN AI Center, Tokyo.
- Nika, J., Conférence d'ouverture de la « Journée de la donnée » organisée par le ministère de l'Économie et des Finances sous le patronage de Cédric O, secrétaire d'État à l'économie numérique, 29 nov. 2019.
- Nika, J., Festival Ars Electronica 2019, Linz, Autriche: Conférence et atelier invités les 6 et 8 sept. 2019.
- Nika, J., Festival Ars Electronica 2019, Linz, Autriche: Festival Ars Electronica 2019, Linz, Autriche: Exposition invitée 5-8 sept. 2019.
- Nika, J., « Workshop on Artificial Intelligence applied to Music Composition », Tokyo University of the Arts, présentation invitée (par Skype), 18 juin 2019.
- Nika J., Gentilucci M., conférence invitée par Cycling 74 pour les 30 ans du logiciel Max, MassMoca, North Adams, USA, 28 avril 2019.
- Nika J., séminaire invité au California Institute of Arts (CalArts) Los Angeles, USA, 18 avril 2019.
- Malt M. (2019), Conference – Methodology of « CAO » & « musique mixte » I: Representation in Computer Assisted Composition and Computational Musicology. Department of Composition - GEÏDAÏ, Tokyo, Japon, 23 avril 2019.
- Malt M. (2019), Conference – Methodology of « CAO » & « musique mixte » II: Audio Descriptors in Composition of Mixed Music. Department of Composition – GEÏDAÏ, Tokyo, Japon, 24 avril 2019.
- Malt M. (2019), Conference – Methodology of « CAO » & « musique mixte » III: On « Khorwa – Myalwa ». Department of Composition – GEÏDAÏ, Tokyo, Japon, 25 avril 2019.
- Malt M. (2019), conférence (avec Brohon D.), Un art de l'écoute Atelier-Conférence expérimental, Festival Musique en Chemin, La Romieu, France, 27 juillet 2019.

PUBLICATIONS S3AM

■ Articles parus dans des revues à comité de lecture

Najnudel J., Hélie T., Roze D., « Simulation of the Ondes Martenot Ribbon-Controlled Oscillator Using Energy-Balanced Modeling of Nonlinear Time-Varying Electronic Components », *AES-Journal of the Audio Engineering Society Audio-Acoustics-Application*, déc. 2019. doi:10.17743/jaes.2019.0040 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02425249>

■ Communications avec actes dans un congrès national ou international

Wijnand M., d'Andréa Novel B., Fabre B., Hélie T., Rosier L., Roze D., « Active control of the axisymmetric vibration modes of a tom-tom drum », in 58th IEEE Conference on Decision and Control, Nice, France, déc. 2019 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02296092>

Müller R., Hélie T., « A minimal passive model of the operational amplifier: application to sallen-key analog filters », in DAFx19, Birmingham, août 2019. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02275503>

Hélie T., Laroche B., « Simulation of a damped nonlinear beam based on modal decomposition and Volterra series », in 26th International Congress on Sound and Vibration, Montréal, Canada, juillet 2019. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02403603>

Boutin H., Smith J., Wolfe J., « The acoustics of the trombone: how do players lip up and down? », in International Congress on Sound and Vibration, ICSV26, Montréal, Canada, juillet 2019. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02469969>

Lebrun T., Wijnand M., Hélie T., Roze D., d'Andréa-Novel B., « Electroacoustic absorbers based on finite-time control of loudspeakers: a numerical investigation » in International Nonlinear Dynamics Conference, Rome, Italie, fév. 2019. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02046069>

Hélie T., Silva F., Wetzel V., « Port-Hamiltonian approach to self-sustained oscillations in the vocal apparatus », in NODYCON 2019 (Nonlinear Dynamics Conference), Rome, Italie, fév. 2019. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02053052>

Bensoam J., Carré P., « Geometric Numerical Methods with Lie Groups », in the 4th International Conference on Geometric Science of Information (GSI). Toulouse, France, 2019. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-26980-7_9

Carré P., Bensoam J., « Geometric Numerical Methods for mechanics », 44^e Congrès Français de Mécanique, Brest, France, 2019. <https://cfm2019.sciencesconf.org/255114/document>

■ Communications sans actes dans un congrès international ou national

Wijnand M., d'Andréa-Novel B., Fabre B., Hélie T., Rosier L., Roze D., « Contrôle actif des modes axisymétriques d'un tom : Système Hamiltonien à Ports et perspectives », Journées Jeunes Chercheurs en Audition, Acoustique musicale et Signal audio (JJCAAS), juin 2019 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02169147> Poster

■ Thèses, mémoires et travaux universitaires

Lebrun T., « Modélisation multi-physique passive, identification, simulation, correction et asservissement de haut-parleur sur des comportements cibles », thèse de doctorat (Dir. Hélie T., mémoire confidentiel), ED SMAER, Sorbonne Université, 2019.

Dakeyo J.-B., « Modélisation du comportement thermo-visco-élastique de haut-parleurs électrodynamiques », stage de master 2 ATIAM (Dir. Hélie T., Lebrun T.), Sorbonne Université, 2019.

Flachat R., « Simulation de la dynamique des voilures de haut-parleur Vertex: Modélisation par la méthode des éléments finis et caractérisation des propriétés matériaux », stage de master 2 Acoustical Engineering (Dir. Roze D., Malbrel F.— société Voxline audio), Paris-Saclay, 2019.

Geoffroy T., « Synthèse sonore par modèles physiques dans le cadre d'une architecture d'électronique embarquée », stage de master 2 ATIAM (Dir. Roze D.), Sorbonne Université, 2019.

Lemercier J.-M., « Caractérisation électro-acoustique de nouveaux prototypes de haut-parleurs (Vertex) », stage ingénieur (Dir. Hélie T., Lebrun T., Malbrel F.— société Voxline audio), École polytechnique, 2019.

Fatout R., « Plateforme expérimentale pour l'étude du comportement vibratoire du violon », stage de Master 1 (Dir. Boutin H., Caussé R., Fritz, C., LAM, IJLRDA, SU), Sorbonne Université, 2019.

Tricot N., « Conception de prototypes simples et ergonomiques d'Ondes Martenot historiques », stage ingénieur (Dir. Boutin H., Genevois H., LAM, IJLRDA, SU), ENSEA, 2019.

■ Organisation de colloque

– Organisation d'une session invitée en acoustique musicale à l'ICSV 2019 (26th Congress on Sound and Vibration, Montréal, Canada, <http://www.icsv26.org>)

– Organisation d'une session invitée « Geometry in Acoustics » à GSI 2019 (Geometric Science of Information, Toulouse, France, <https://www.see.asso.fr/en/GSI2019>)

■ Diffusion des connaissances

Hélie T.

- Cours du tronc commun d'électronique, Mines Paris-Tech.
- Cours en traitement de signal et sur les systèmes non-linéaires, master 2 ATIAM.
- Séminaire général de l'Institut Jean Le Rond d'Alembert, Sorbonne Université.
- Journée du GSAM-SFA, Journées Sciences et Musique (association Louv'sciences), Louveciennes

Roze D.

- Cours de mécanique des milieux continus, Polytech Sorbonne.

Boutin H.

- Séminaire invité du Laboratoire d'acoustique de l'université du Maine, LAUM, « L'Acoustique du trombone : Comment les trombonistes modifient la fréquence de jeu autour des résonances de la colonne d'air? », Le Mans, 24 oct. 2019.
- Cours de Traitement du Signal, master : Mathématiques Appliquées et Informatique, Polytech Sorbonne.
- Cours et co-responsable de l'Unité d'Enseignement « Son et image : acquisition et traitement », licence EEA (Électronique, Énergie électrique, Automatique), 3^e année, Sorbonne Université.

■ Comités et expertises

Bensoam J.

- Guest Editor. Special Issue : « Lie Group Machine Learning and Lie Group Structure Preserving Integrators ». (https://www.mdpi.com/journal/entropy/special_issues/Lie_group)
- Participant à la création du nouveau GdR CNRS « Géométrie Différentielle et Mécanique » 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.

Boutin H.

- Membre de la commission scientifique de l'UFR d'ingénierie (UFR919) de Sorbonne Université.
- Membre du groupe spécialisé d'Acoustique musicale de la Société Française d'Acoustique.
- Membre du jury d'évaluation des stages de master 1, Acoustique, Sorbonne Université.
- Rapporteur du stage de master 1, Acoustique : Fama M., « Transitoires d'attaque dans la flûte à bec : influence des paramètres de facture ».
- Revues d'articles pour le congrès international Forum Acusticum 2020, Lyon, 20-24 avril 2020.
- Tuteur académique du stage de Bouchakour L., Orange, Paris.
- Parrainage de Bonotto M., élève-ingénieur ENSIM, Le Mans.

Hélie T.

- Coordinateur et membre de l'équipe pédagogique du master 2 ATIAM, Sorbonne Université.
- Membre du conseil de l'École Doctorale SMAER.
- Membre du groupe spécialisé d'acoustique musicale de la Société Française d'Acoustique (SFA)
- Membre du groupe acoustique de la parole (SFA)
- Rapporteur de thèse : Melendez Marquez R. (GIPSA-lab), « Contrôle actif du bruit en présence de perturbations incertaines et variables dans le temps ».
- Revues d'articles (*Automatica*, *Acta Acustica*, *ICSV*, etc.).

Roze D.

- Revues d'articles : SMC (Sound and Music Computing conference) et ICSV (International Congress on Sound and Vibration).
- Membre du groupe spécialisé d'acoustique musicale de la Société Française d'Acoustique.
- Entretiens d'admission au concours Geipi Polytech et au cycle ingénieur du réseau Polytech.
- Entretiens d'admission au master ATIAM.

■ Articles de presse et radios

Article sur la « Facture instrumentale ». *la lettre du musicien*, Fanny Guyomard (avec Hélie T. et Piéchaud R.)

Article *Sciences et Avenir* : « Acoustique : les bonnes vibrations des matériaux » (avec Boutin H.), Arnaud Devillard, le 20 mai 2019 : https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/acoustique-les-bonnes-vibrations-des-materiaux_132544

LES PRINCIPAUX LOGICIELS

NOUVEAUTÉS DÉVELOPPEMENT 2019

Logiciel	Equipe	Fonctions
ISiS	AnaSyn	Ircam Singing Synthesis : Version 1.2.6 <i>Nouveautés : Correction de bugs, distribution sur Forum pour MacOS et Linux</i>
TSPro/ AudioSculpt 4	Valorisation/ AnaSyn	Edition visuelle et traitement de sons par vocodeur de phase <i>Extensions de la nouvelle architecture multi-plateformes, refonte de l'affichage du sonagramme, réécriture des fonctions d'affichage et d'édition des BPF, intégration d'inserts de plug-ins externes, etc. Amélioration de la détection des transitoires</i>
Ircam Chord	AnaSyn	Détection d'accords <i>Nouveauté : ajout de la détection de tonalité et de la correction des temps</i>
SuperVP	AnaSyn	Version 2.101 <i>Nouveautés : Adaptation pour l'analyse de l'harmonicité dans FCN_F0, amélioration de détection des transitoires, amélioration de la gestion des BPF pour le contrôle du Vibrato (Marta Gentilucci), correction de bugs, modernisation du code afin de pouvoir compiler avec compilateur exigeant le standard C++17</i>
Spat	EAC	Bibliothèque d'outils Max pour la spatialisation et réverbération <i>Nouveautés : optimisation/stabilisation (cpu, higher order filters stability), HOA spatial warping / dominance, spat5.simone generator, spat5.hoa.plot (représentation directivité), ajout vue YZ dans spat5.viewer, sauvegarde de snapshots, interpolation de messages OSC, compatibilité Ableton Live, moteur d'auralisation EVERT</i>
OSCar [successeur de ToscaA]	EAC	Plugin de communication OSC <i>Nouveautés : Comparativement à Tosca (qui ne sera plus maintenu), OSCar offre une gestion plus souple et plus générique des paramètres d'automation. Compatible VST3. La gestion des messages OSC a été optimisée dans toute la librairie Spat</i>
Panoramix	EAC	Environnement de mixage et post-production multi-canal <i>Nouveautés : Ajout encoder Zyllia, Ajout decoder HOA allrad & mvlad, Optimisation temps de chargement et ajout/suppression de pistes, Rotation des flux HOA (A-Format, B-format, et Eigenmike), Ajout EQ sur piste Master, renommage dynamique des bus</i>
Mubu &Co	ISMM	Librairie Max pour la représentation et le traitement du signal audio et gestuel et l'apprentissage automatique. <i>Nouveautés : 4 releases 1.9.8 à 1.9.11, disponibles directement dans le PackageManager de Max et sur le nouveau site du Forum ; amélioration de la documentation et ajout de nouveaux exemples ; corrections de bugs, ajout de nouvelles fonctionnalités dans tous les objets mubu ; import/export de fichiers json ; support des Max snapshots ; rééchantillonnage dynamique dans tous les objets audio ; stabilisation de la version Windows</i>
CataRT	ISMM	Synthèse concaténative par corpus. <i>Nouveautés :</i> 1) <i>version standalone : v1.6.5, maintenance</i> 2) <i>version MuBu : v1.0, ensemble de patch refactorisé et finalisé, amélioration de mubu, ajout de la spatialisation HOA, tutoriels complétés</i> 3) <i>version SkataRT pour Ableton Live : optimisation de l'affichage mubu</i>

Soundworks, WavesJS (WebAudio / HTML5)	ISMM	Frameworks d'interaction distribuée/collective pour terminaux mobiles <i>Nouveautés :</i> - <i>soundworks v3 (alpha)</i> , refonte complète du framework soundworks, intégrant notamment la possibilité d'intégrer des clients IoT (e.g. Raspberry PI) - <i>soundworks/services (alpha)</i> , refonte ou prototypage de nouveaux services permettant par exemple de modifier des portions de scripts au runtime, d'effectuer du streaming synchronisé basé sur une timeline commune - <i>version stable de 'node-libpd'</i> , permettant d'orchestrer des patchs pure-data depuis environnement Node.js - <i>prototypage de boîtes autonomes basées sur des Raspberry PI pour étendre les possibilités d'audio distribué</i> - <i>prototypage d'une librairie d'éléments d'interfaces basés sur le standard WebComponent</i> - <i>amélioration et refonte de différents prototypes et web apps pour la recherche et la production ("CoMo (ex. Elements)" (EmoDemos, M.A. Magalhaes, M. Voillot), "Playground (ex. Future Perfect)" (G. Paine), "Biotope" (J.L. Hervé))</i>
Gesture & Sound	ISMM	Ensemble d'objets Max pour l'interaction gestuelle <i>Maintenance</i>
IAE (Interactive Audio Engine)	ISMM	Librairie C++ pour l'audio interactif et les synthèses sonores (granulaires/concaténatives) avec MuBu. <i>Maintenance</i>
PiPo SDK	ISMM	Librairie C++ pour l'interfaçage de plugins d'analyse audio et gestuelle <i>Maintenance, finalisation de pipo.sylseg</i>
XMM	ISMM	Librairie de modélisation probabilistes pour la reconnaissance de geste et le mapping <i>Maintenance</i>
SuperVP for Max	ISMM/ AnaSyn	Ensemble d'objets Max pour de traitement temps/fréquence basé sur SuperVP <i>Nouveautés : v 2.18.5, nouvelles fonctionnalités mineures et bugs fixes. Stabilisation de la version Windows,</i> - <i>nouvel objet supervp.vibrato~ pour projet/concert Marta Gentilucci (avec A. Roebel, T. Goepfer)</i>
ircamdescriptor~	ISMM/ AnaSyn	Objets Max pour l'analyse des descripteurs audio basés sur la bibliothèque de AS. <i>Maintenance</i>
MaxSoundBox (hors ircamdescriptor~)	ISMM/ AnaSyn	Collection d'objets temps réel pour Max pour l'analyse sonore vers la synthèse en temps réel. <i>Maintenance</i>
OpenMusic	RepMus	Environnement d'aide à la composition : modélisation, visualisation, programmation de structures musicales <i>L'environnement OpenMusic a été distribué en version 6.15 (mars 2019) et 6.16 (janvier 2020), compatible avec les dernières évolutions du système d'exploitation macOS (10.14/Mojave puis 10.15/Catalina) et intégrant diverses améliorations issues du suivi et des retours d'usages des utilisateurs, notamment via le Forum</i>
Antescofo	RepMus	Suivi de partitions et développement de systèmes musicaux interactifs <i>Nouveautés de la version 1.1 (livré pour le Forum) : solveur d'équation différentielle (avec compilation partielle des fonctions numériques) et détection de zero-crossing ; bibliothèque AntesCollider pour piloter SuperCollider depuis Antescofo ; bibliothèque du pilotage du Totem (tour de haut-parleurs) ; librairie : extension du traitement des tableaux aux chaînes de caractères, expression régulière, manipulation de bits ; documentation en-ligne (360 pages). Nombreuses corrections de bugs</i>
ImproteK	RepMus	Système de co-improvisation musicale homme-machine guidé par un scénario temporel <i>Mise à jour ImproteK Video pour le spectacle de G. Bloch Paris bout à bout à Improtech Paris – Athina 2020</i>
Omax	RepMus	Mises à jour de Omax 4 et Omax 5 pour compatibilité avec les nouvelles versions de l'OS Apple et pour Max 8
Somax	RepMus	Système de co-improvisation musicale homme-machine guidé par une écoute réactive <i>Nouveautés : nouvelle version de de Somax 2.0 pour Python 3 avec nouveau modèle de gestion du temps par le serveur et optimisation du calcul et de l'interaction</i>
DYCI2 Library	RepMus	Librairie d'agents génératifs pour la performance et l'interaction musicale combinant les approches libres, planifiées et réactives de la génération à partir d'un corpus. <i>Nouveautés : implémentation de la stratégie "guidage réactif" à partir de l'écoute d'un nombre arbitraire de descripteurs audios utilisant "Catart by MuBu", enrichissement de la librairie om-dyci2 pour la génération de matériau "méta-composé" à grande échelle</i>

Orchids	RepMus	Logiciel d'aide à l'orchestration. <i>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/Orchestraration/Orchidea) avec une nouvelle boîte à outils Max implémentant une version "vanilla" de l'algorithme validée sur les cibles d'orchestration statiques</i>
Modalys	S3AM	Environnement modulaire de synthèse sonore par modélisation physique <i>Version publique 3.5.1 : corrections de bugs, stabilité, nouveaux exemples de bouclage non-linéaire, nouveau message apply envelope, nouvel objet mlys.phasor (environnement Max)</i> <i>Version alpha 3.6.0 : nouveau contrôleur mlys.lua pour une nouvelle approche scripturale de Modalys dans Max</i>
The Snail	S3AM	Analyseur du son haute précision avec représentation musicale <i>Version 1.2 : maintenance, stabilité. Version bêta 2.0 : mode réactif, représentation de l'harmonicité. Version alpha "snail indien" : représentation de tempéraments quelconques, notamment basés sur des ratios.</i>
modalys.js	S3AM	Version web (web assembly) du moteur Modalys <i>Version 0.12 : maintenance en vue de la sortie de projet iMuSciCA (août 2019)</i>
snail.js	S3AM	Version web (web assembly) de The Snail <i>Prototype intégré à Chromium sur un Rapsberry PI dans le but d'aller vers un appareil "Snail embarqué"</i>
Coala/Hyvibe	S3AM	Contrôle à l'échantillon embarqué <i>En collaboration avec Hyvibe, version alpha de l'environnement ouvert de développement hvibe pro</i>
DAVID	PDS	Manipulation émotionnelle temps-réel de la hauteur – Environnement Max + Python. <i>Maintenance</i>
CLEESE	PDS	Randomisation de la prosodie et de la mélodie (hauteur, vitesse, intensité, spectre). <i>Maintenance</i>
ANGUS	PDS	Générateur de rugosité vocale par modulation d'amplitude – Environnement Max. <i>Maintenance</i>
ZIGGY	PDS	Transformation vocale de sourires. <i>Maintenance</i>
SpeaK	PDS	Outil d'aide et d'apprentissage à la description verbale des sons. <i>Nouveauté V2.1 (2019) : optimisation de l'architecture + production d'exemples sonores de Voix, Instruments, Synthèse</i>
SkataRT	PDS+ISMM	Outil d'esquisse et d'exploration sonores à base d'imitations vocales. <i>Nouveautés (2019) : intégration dans Ableton Live, devpt d'un device Max for Live couplé à un device de synthèse par corpus</i>

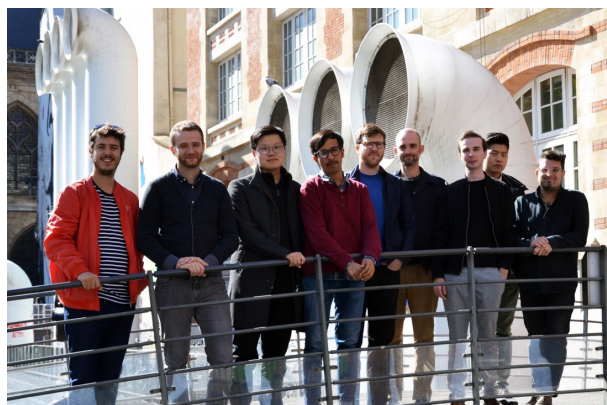
LA TRANSMISSION

FORMATIONS SUPÉRIEURES

■ Cours de composition et d'informatique musicale

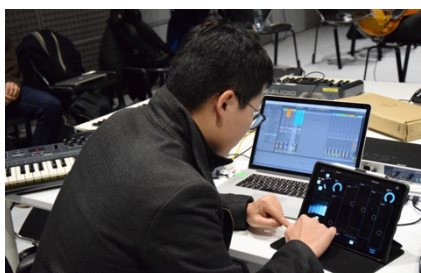
Promotion 2018-2019

Ouverture du cursus vers d'autres technologies, esthétiques et arts. Focus poésie et musique en 2018/2019.



De gauche à droite : Francisco Uberto, Mathieu Corajod, Jialin, Liu, Sergio Nuñez Meneses, William Dougherty, Florent Caron Darras, Adrien Trybucki, William Kuo, Louis Goldford.
Absent : Konstantin Heuer © Deborah Lopatin

Effectif	10 compositeurs (promotion 100 % masculine pour la 2 ^e année consécutive) Florent Caron Darras, Mathieu Corajod, William Dougherty, Louis Goldford, Konstantin Heuer, William Kuo, Jialin, Liu, Sergio Nuñez Meneses, Adrien Trybucki, Francisco Uberto
Nationalité	France (2), Suisse (1), États-Unis (2), Allemagne (1), Canada (1), Chine (1), Chili (1), Argentine (1)
Équipe pédagogique	Simone Conforti, Marco Liuni, Jean Lochard, Grégoire Lorieux, Mikhail Malt (RimCe) et Thierry De Mey, compositeur associé au cursus depuis 2016 Coordination pédagogique : Murielle Ducas
Durée de la formation	10 mois, 10 septembre 2018-29 juin 2019, 650 heures de formation/stagiaire incluant cours magistraux, TD, suivi individualisé, conférences, répétitions concert
Artistes invités	Philippe Beck, Pierluigi Billone, Carmine-Emanuele Cella, Jérôme Combier, Beat Furrer, Laure Gauthier, Christine Groult, Philippe Leroux, George Lewis, Philippe Manoury, Fernando Munizaga, Gérard Pesson, Dominique Quélen, Simon Steen Andersen
Workshop	1 workshop improvisation et électronique de 3 jours encadré par Xavier Garcia, Thierry De Mey et les RimCe
Contenu de la formation	Formation professionnalisante à destination de jeunes compositeurs et compositrices qui, durant une année – de septembre à juin – sont formés aux techniques de la composition en lien avec les technologies de l'informatique musicale développées à l'Ircam. L'objectif est de composer une œuvre mixte, électroacoustique ou de concevoir une installation, une performance. Ils sont formés pour devenir eux-mêmes les réalisateurs en informatique musicale durant l'interprétation de leur pièce dans le cadre du concert cursus au sein du festival ManiFeste au mois de juin. Le programme pédagogique intègre l'ensemble des technologies nécessaires à l'exécution de cette œuvre en concert, des cours théoriques, des travaux pratiques en studio, des 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 des stagiaires. La soirée du cursus s'est tenue au CENTQUATRE-Paris, salle 400, le 18 juin 2019 et a rassemblé plus de 350 personnes.
Partenaires	- Cnsm dp (département danse). - Les musiciens participant au concert sont issus du DAI et des classes d'instruments du Cnsm dp et de la Haute École de musique de Genève - Sergio Nuñez Meneses a suivi le cursus dans le cadre de son année de master 1 à l'HEM de Genève.



J. Liu © M. Malt



Atelier improvisation et électronique © M. Malt



A. Trybucki, J. Lochard © M. Malt

Les projets finaux des compositeurs du cursus

Nom	Pays	Titre du projet final	Effectif	Interprètes	Encadrement pédagogique Ircam	Encadrement pédagogique Cnsm dp
Florent CARON DARRAS	France	<i>Technotope</i>	Saxophone baryton et électronique	Nicolas Arsenijevic	S. Conforti	H-S. Kang
Mathieu CORAJOD	Suisse	<i>Ça va bien avec comment tu vis</i>	Deux danseurs/performers et électronique	Marie Albert et Pierre Lison	S. Conforti	S. Berthomé (danse)
William DOUGHERTY	États-Unis	<i>smoke-blackened paper</i>	Contrebasse et électronique	Sullivan Loiseau	J. Lochard	H-S. Kang
Louis GOLDFORD	États-Unis	<i>Au-dessus du carrelage de givre</i>	Ténor, vidéo et électronique	Benjamin Athanase	J. Lochard	H-S. Kang
Konstantin HEUER	Allemagne	<i>unbound explorations</i>	Viole de gambe, 1 danseur et électronique	Sumiko Hara (viole de gambe), Matéo Lagièrre (danse)	M. Liuni	S. Berthomé (danse)
William KUO	Canada	<i>fascia</i>	Clarinete et électronique	Juliette Adam	M. Malt	H-S. Kang
Jialin LIU	Chine	<i>... you're in the tower I built you</i>	Tuba et électronique	Jacques Murat	M. Liuni	H-S. Kang
Sergio NUÑES MENESES	Chili	<i>Trame</i>	Percussions, trombone, violoncelle et électronique	Nikolay Ivanov, Till Lingenberg (percu), William Thébaudeau-Müller (tromb.), Ugo Reser (viol.)	G. Lorieux, (Ircam) ; M. Jarrell, L. Naón (HEM de Genève)	
Adrien TRYBUCKI	France	<i>Rapides Diaprés</i>	Soprano et électronique	Marie Soubestre	G. Lorieux	
Francisco UBERTO	Argentine	<i>Nirvana</i>	Guitare électrique et ordinateur	Rémy Reber	M. Liuni	



R. Reber, F. Uberto © S. Massenet



M. Albert, P. Lison © V. Caye



M. Lagièrre, S. Hara © V. Caye

■ ATIAM



Proposée par Sorbonne Université, la formation ATIAM est organisée en collaboration avec l'Ircam et Télécom Paris.



En bref

1^{re} promotion	1993
Partenaires	Sorbonne Université, Ircam, Télécom Paris
Coordination	Thomas Hélie (Ircam, CNRS) Cyrielle Fiolet (Ircam, Pédagogie et action culturelle)
Correspondants Sorbonne Université	Benoît Fabre (master Spl, acoustique) Emmanuel Saint-James (master informatique, SAR)
Équipe enseignante	25 enseignants et intervenants
Niveau	Master 2
Objectifs	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



Thomas Hélie lors de la rentrée ATIAM
© Cyrielle Fiolet

Maquette

Unités d'enseignement – Semestre 3 : de septembre à mi-février		
Intitulé de l'enseignement	Code UE	Responsable
Fondamentaux pour ATIAM	MU5MEAT1	Moreno Andreatta (Ircam, CNRS)
Acoustique musicale	MU5MEAT2	Jean-Loïc Le Carrou (LAM, SU)
Traitement du signal musical	MU5MEAT3	Roland Badeau (Télécom Paris)
Informatique musicale	MU5IN457	Philippe Esling (Ircam, SU)
Projets et applications musicales	MU5IN458	Benoît Fabre (LAM, SU)

Unités d'enseignement – Semestre 4 : de mi-février à août		
Intitulé de l'enseignement	Code UE	Responsable
Insertion professionnelle	MU5INOIP	Isabelle Viaud-Delmon (Ircam, CNRS)
Anglais (Spl)	MU4LVANT ou MU4LVANW	
Stage (5 à 6 mois à partir de mi-février)	MU5MES04 MU5INS04	

Promotion 2018-2019

Recrutement	42 candidats Pré-sélection sur dossier Entretiens de motivation (2 jurys composés de 4 enseignants représentant les différentes disciplines)
Promotion 2018-2019	18 étudiants Établissements d'origine : Sorbonne Université, ENS Cachan, École des Mines de Nancy, ENSEA, CentraleSupélec, etc.



La promotion ATIAM 2018-2019 © Deborah Lopatin

1^{er} rang : Jean-Baptiste Dakeyo, Martin Fouilleul, Gabriel Dias Neto, Valérian Fraisse, Valentin Bilot2^e rang : Yann Teytaut, Guilhem Marion, Robin Malzac, Constance Douwes, Hugo Manet, Théophile Dupré3^e rang : Hadrien Marquez, Thibault Geoffroy, Paul Lascabettes, Antoine Caillon, Grégoire Blanc, Félix RohrlischTemps forts 2018-2019

- Visite du Laboratoire de mécanique et d'acoustique de Marseille – 9 novembre 2018

Organisation	Christophe Vergez (LMA, enseignant dans les UE FpA, AM et PAM) Coordination ATIAM
Prise en charge	Ircam et LMA
Programme	Rencontre avec les équipes de recherche Prise de contact pour des stages Découverte des calanques !

- Cours sur la synthèse sonore numérique de Stefan Bilbao, professeur à l'université d'Edimbourg
15 et 16 janvier 2019
Volonté de développer les partenariats à l'international et d'envisager les échanges possibles à long terme.
- Soutenances de stage – 3 et 4 septembre 2019 en salle Stravinsky à l'Ircam

Organisation	Coordination ATIAM, avec la participation d'Eric de Gélis, régisseur salle
Jury	Enseignants de l'équipe pédagogique d'ATIAM, relecteurs
Mémoires	16 soutenances dont 6 à huis clos (sujets confidentiels)
Public	Encadrants de stage, nouvelle promotion ATIAM, chercheurs, doctorants, etc.

Résultats 2018-2019

Deux étudiants ont abandonné le master en cours d'année.

Les seize autres étudiants ont obtenu leur diplôme.

■ **Doctorat de musique : recherche en composition**

En bref

1^{re} promotion	2014
Partenaires	Sorbonne Université, Ircam
Coordination Ircam	Philippe Langlois (Ircam, Direction Pédagogie et action culturelle) Jean-Louis Giavitto (Ircam, CNRS, directeur adjoint UMR-STMS)
Suivi Ircam	Cyrielle Fiolet (Ircam, Pédagogie et action culturelle)
Objectifs	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 » (2015-2019)
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) et 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) et Laurent Cugny (Sorbonne Université)	École Doctorale « Concepts et Langages » (2017-2020)

■ **DNSEP Design sonore**

En bref

Mise en place	2011
Partenaires	École supérieure d’art et de design TALM site Le Mans, Ircam, ENSCI-Les Ateliers, LAUM
Coordination	Olivier Houix (ESAD TALM / Ircam)
Intervenants Ircam	Nicolas Misdariis, Patrick Susini
Niveau	DNSEP, équivalence Master 1 et 2
Objectifs	Former les futurs professionnels de la création sonore appliquée dans tous les domaines où penser le son, l’imaginer, le fabriquer et l’intégrer, valoriser l’usage par le sonore : industrie, urbanisme et architecture, espace muséal, média numérique, design d’objet, art, cinéma, ou encore spectacle vivant.



Une partie de l’équipe pédagogique du DNSEP Design sonore © Cyrielle Fiolet

Intervention de l'Ircam

Enseignement	– DNSEP Design sonore : Perception et cognition de l'objet sonore (Nicolas Misdariis, Patrick Susini) – Intervention pour les L1-L2 (Nicolas Misdariis, Patrick Susini, intervenant extérieur)
Encadrement pédagogique	Workshop applicatif ESAD-ENSCI-Ircam (Olivier Houix, Nicolas Misdariis, Patrick Susini)

Promotions 2019-2020

Recrutement année 4 : Pré-sélection sur dossier, 2 jours de concours.

Étudiants année 4	Aline Clair, Gabriel Dollet, François Hamon, Hua Yen Pan, Léo Loup Reynier, Théo Toussaint
Étudiants année 5	Thomas Allard, Pierre Escande, François Kerforn, Antoine Lamaud, William Petitpierre, Mathieu Preux, Thomas Roth

Workshop applicatif 2019

Signalétique sonore de la biennale internationale « Le Mans Sonore »	
Partenaire associé	Le Mans Métropole
Coordination	ESAD
Coordination administrative	Diane Debuissier (ESAD TALM), Cyrielle Fiolet (Ircam), Quentin Lesur (ENSCI)
Encadrement pédagogique	ESAD TALM : Rodolphe Alexis, Fabien Bourdier, Ludovic Germain, Olivier Houix Ircam : Nicolas Misdariis, Patrick Susini ENSCI : Roland Cahen
Étudiants	13 étudiants de Design sonore, 10 étudiants de Design et Territoires (ESAD TALM) et 3 étudiants de de l'ENSCI-Les Ateliers
Dates	Du 17 au 27 septembre 2019



Totem, gare du Mans – signalétique sonore pensée par les étudiants © Olivier Houix

LA CORNE ET LA GOBLETTE
Instruments intégrés aux flyers



LE MANS SONORE

LE MANS SONORE

WORKSHOP APPLICATIF - SEPTEMBRE 2019 - LE MANS SONORE - ENSCI - TALM

■ **NYU - New York University**

En bref

1^{re} promotion	2015
Partenaires	New York University (Music Technology Program), Ircam
Coordination Ircam	Philippe Langlois (Ircam, Direction de la Pédagogie et action culturelle) Cyrielle Fiolet (Ircam, Pédagogie et action culturelle)
Équipe enseignante	Tom Mays (HEAR, université de Strasbourg) Simone Conforti (RIMce, Ircam) Interventions de chercheurs de l'Ircam
Objectifs	Acquérir des compétences en analyse/synthèse temps réel, composition assistée par ordinateur en temps réel et spatialisation (utilisation de Max, AudioSculpt, Antescofo, etc.); découvrir l'Ircam, ses projets de recherche et des œuvres de son répertoire.
Autres activités	Participation aux ateliers du Forum, concerts de la saison, etc.
Nouveauté automne 2019	Focus sur la spatialisation sonore : présentation de l'équipe EAC, introduction au sujet, sessions pratiques en studio, projet final spatialisé.

Effectif 2019

Printemps 2019	7 étudiants
Automne 2019	4 étudiants



Tom Mays et les étudiants de NYU préparant la présentation de leur projet de fin de semestre en studio D à l'Ircam
© Cyrielle Fiolet

■ **CIEE - Council on International Educational Exchange**

En bref

1^{re} promotion	2013
Partenaires	Council on International Educational Exchange
Coordination Ircam	Philippe Langlois (Ircam, Direction de la Pédagogie et action culturelle) Cyrielle Fiolet (Ircam, Pédagogie et action culturelle)
Équipe enseignante	Ircam : Mikhail Malt, Sam Tarakajian CIEE : Brent Keever
Contenus pédagogiques	Max, introduction à Max4Live, au Spat~ et à Audiosculpt Projet personnel en fin de stage
Autres activités	Concerts du festival ManiFeste, participation aux activités de l'académie, visites d'expositions

Effectif 2019

Session 2019 (du 3 au 29 juin)	6 étudiants
--------------------------------	-------------



Présentations des projets des étudiants CIEE en studio 5 © Cyrielle Fiolet

■ **Parcours musique mixte**

Encadrement pédagogique : Simone Conforti, Grégoire Lorieux (Ircam), Matteo Cesari (Pôle Sup'93), avec la participation de Valérie Guérout
 Coordination : Murielle Ducas

Chiffres clés

6 stagiaires : Paola Aviles, Quentin Broyart, Ambroise Daulhac, Caroline De Nadaï, Taisiya Koleva, Julie Godineau (pour la 2^e partie du parcours au mois de juin)

Ce parcours vise à familiariser de jeunes interprètes au répertoire et aux techniques de jeu de la musique contemporaine avec électronique. Un parcours pédagogique est conçu pour permettre aux jeunes instrumentistes de travailler ce répertoire parfois difficile techniquement, de l'étude de la partition jusqu'au dialogue avec l'électronique qu'il faut appréhender et intégrer comme « partenaire » dans son jeu instrumental.

Déroulé du parcours

Un atelier de découverte des outils informatiques à l'Ircam

4 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 octobre 2018 et janvier 2019

1 concert des pièces étudiées au Pôle Sup'93 en fin de parcours, le 25 janvier 2019

Public : 100 personnes environ

1 concert avec la reprise du même programme dans le cadre de l'académie ManiFeste, le 29 juin 2019, Centre Pompidou, petite salle. Salle pleine, 150 personnes



P. Aviles © M. Ducas



Quentin Broyart, T. Koleva © M. Ducas



Paola Aviles, C. de Nadaï © M. Ducas

Programme	Effectif	Stagiaire	Suivi pédagogique
Marta Gentilucci : <i>Auf die Lieder</i>	Soprano, percussion et électronique	Taisiya Koleva (soprano), Quentin Broyart (percu)	12h
Nicolas Tzortzis : <i>Incompatible(s) IV</i>	Clarinete basse et électronique	Ambroise Daulhac	12h
Ariadna Alsina Tarrés : <i>L'air cassé de la carapace</i>	Accordéon et électronique	Caroline De Nadaï	12h
Georgia Spiropoulos : <i>Roll...n'Roll...n'Roll</i>	Harpe et électronique	Paola Aviles	12h
Kaija Saariaho : <i>NoaNoa</i>	Flûte et électronique	Julie Godineau	12h

■ Atelier de recherche et de création en école d'art

Avec l'École nationale supérieure des beaux-arts de Paris-Cergy

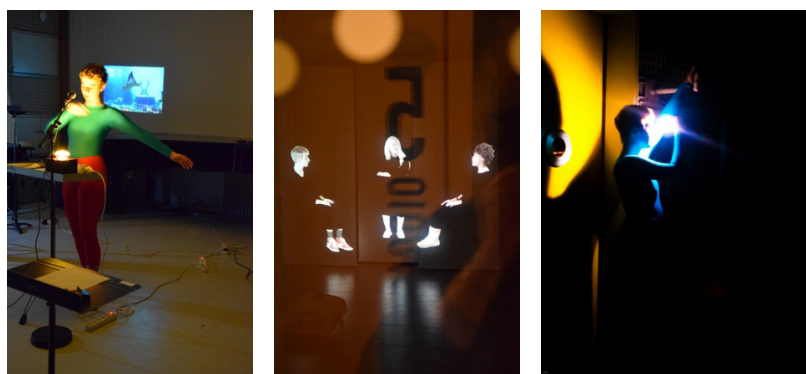
Encadrement pédagogique : Grégoire Lorieux (Ircam), Yann Beauvais, Jérôme Combier (ENSAPC).

Cette action offre la possibilité à de jeunes artistes de développer un projet artistique (installation, performance, etc.) en lien avec les technologies développées à l'Ircam. Les travaux des étudiants ont été présentés lors d'une restitution publique et gratuite à l'Ircam le 21 mai et à la galerie gb agency, partenaire du projet, du 22 au 25 mai 2019.

Créations de Baptiste Delfarguiel et Siloé Hermile, Sinae Lee et Paul-Alexis Leveugle, Maéva Sanz, Iris Fabre, Jun Kim, Yeseul Eom et Zi-Seon Im, Charline Corcessin et David Herguedas, Nathanaël Ruiz de Infante

Vernissage à l'Ircam le 21 mai : 100 personnes.

Exposition en continu à la galerie gb agency, avec en moyenne 80 personnes par jour.



Projets des étudiants de l'ENSAPC © M. Malt

■ Session de formation pour les étudiants en son de 3^e année à la Fémis

Thématique : les logiciels Spat et Modalys et les nouveaux outils pour la transformation du son et de la voix
30 avril, 2 et 3 mai 2019, 18h de formation

6 stagiaires : Sylvain Adas, Claire Ballu, Victor Fleurant, Sacha Mikoff, Noëmy Oraison, Thibaut Sichet

Formateurs : Jean Lochard et Marco Liuni

FORMATION PROFESSIONNELLE



■ Formations régulières

Saison 2018/19	Dates	Durée	Stagiaires	Formateurs
Max for Live – Initiation	14-19 janv.	36h	4	M. Malt
Max initiation session 2 – Certification niveau 1	04-09 fév.	36h	7	G. Lorieux
Design d'expériences audio sur le web – Initiation	20-22 fév.	18h	4	B. Matuszewski
Max perfectionnement – Certification niveau 2	08-13 avril	36h	5	G. Lorieux et M. Malt
Modalys – Initiation	17-19 avril	18h	3	J. Lochard, G. Lorieux et M. Malt
Capteurs, interfaces et machine learning pour la musique – Perfectionnement	15-17 mai	18h	5	F. Bevilacqua, E. Fléty, M. Liuni et E. Palumbo
Saison 2019/20	Dates	Durée	Stagiaires	Formateurs
Max Initiation session 1 – Certification Max niveau 1	04-09 nov.	36h	9	S. Conforti et M. Malt
OpenMusic – Initiation	26-29 nov.	24h	6	M. Malt
8 formations maintenues	37 jours	222h	43 stagiaires	9 formateurs

■ 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 (<http://inventaire.cncp.gouv.fr/fiches/2404/>) 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.

■ Formations professionnelles à la carte

Public	Dates	Durée	Stagiaires	Contenu	Formateurs
Radio France	21-27 nov.	30h	5	Max et le Spat-	M. Malt, O. Warusfel et T. Carpentier
Renault / User Studio	21 mars	3h30	12	Learning expédition au pays du creative coding	G. Lorieux
Fondation des Écoles d'Art Américaines	23 juil.	3h	7	Découverte et manipulation des logiciels développés à l'Ircam	G. Lorieux
Ville de Paris	nov 18-avril 19	21h	10	Pratique de la musique mixte dans les conservatoires d'arrondissement	G. Lorieux
Haute École des Arts du Rhin	12-13 déc.	12h	25	OpenMusic	M. Malt

ACTION CULTURELLE

■ Les ateliers de la création

Coordination

Direction des publics, Centre Pompidou : Caroline Mombet

Département pédagogie et action culturelle : Sophie Chassard, Margaux Chassard

Chiffres clés

- 3 établissements scolaires
- 3 classes
- 75 élèves au total

Journée de restitution à Paris

75 élèves étaient présents lors de la journée de restitution nationale organisée au Centre Pompidou le 16 mai.

Ville	Établissement	Classe	Œuvre étudiée	Partenaire arts visuels	Partenaire arts du son
Saint-Flour	Lycée agricole Louis Mallet	Terminale, Gestion des milieux naturels et de la faune	<i>Dictation</i> de Sara Masüger	Frac de Clermont-Ferrand	Festival Musiques Démesurées Clermont-Ferrand
Vienne	Lycée professionnel Ella Fitzgerald	Seconde, Métiers Relation Clients et Usagers	<i>Api e petrolio fanno luce (the smuggler's night)</i> de Alessandro Piangiamore	La Halle des Bouchers	Grame, Centre national de création musicale
Vénissieux	Lycée professionnel Hélène Boucher	Seconde, Hygiène, propreté et stérilisation	<i>Ieri Ikebana</i> de Alessandro Piangiamore	Espace d'art plastique Madeleine Lambert	Grame, Centre national de création musicale



Restitution des élèves de Saint-Flour au Centre Pompidou – mai 2019 © Jonathan Rados

Production documentaire

Production d'un documentaire de 15 minutes réalisé par la société Filmeek qui témoigne de la participation de la classe de Vénissieux aux Ateliers de la création depuis la séance de découverte de l'œuvre jusqu'à la journée de restitution nationale au Centre Georges Pompidou.



Documentaire Filmeek – mai 2019 © Jonathan Rados

■ **Rencontres métiers**

Le département Pédagogie et action culturelle, en collaboration avec le service Communication et partenariats de l'Ircam, propose des 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

Mise en place de l'action	Saison 2015-2016
Partenaires	Département Pédagogie et action culturelle Service Communication et partenariats
Coordination	Cyrielle Fiolet (Pédagogie et action culturelle)
Conférencières	Cyrielle Fiolet (Pédagogie et action culturelle) Deborah Lopatin (Service Communication et partenariats)
Public	Élèves à partir de la 4 ^e
Objectifs	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
Contenus	– Visite, animée par une conférencière de l'Ircam, pendant laquelle sont abordés l'histoire de l'Institut, son architecture et les différents domaines d'activités – Conférence-rencontre avec un intervenant de l'Ircam qui présente son métier et son parcours personnel



Des élèves visitant un studio de l'Ircam avec Deborah Lopatin © Florence Grappin

Chiffres clés 2019

Nombre de rencontres organisées	20 entre janvier et décembre 2019 (juin-juillet-août exclus)
Nombre de personnes accueillies	410 participants (élèves et accompagnateurs)
Type d'établissements	<ul style="list-style-type: none"> - 11 lycées - 3 collèges - 1 établissement de l'enseignement supérieur - 2 conservatoires/écoles de musique - 3 écoles d'art
Métiers et thématiques abordés	<ul style="list-style-type: none"> - Chercheurs : spatialisation, interaction son-mouvement, instrument, voix, design sonore, etc... - Compositeur - Ingénieur du son - RIM

■ Parcours d'éducation artistique et culturelle

Encadrement pédagogique : Grégoire Lorieux

Coordination : Sophie Chassard

Chiffres clés

- 3 établissements scolaires (2 lycées, 1 collège)
- 1 projet européen REMAKE
- 2 académies (Versailles, Créteil)
- 3 classes
- 62 élèves au total
- 36 heures de face-à-face pédagogique

Ville	Établissement scolaire	Niveau / section classe	Thématique travaillée
Vitry-sur-Seine	Le Microlycée 94	Seconde	Théâtre et musique
Ermont	Lycée Gustave Eiffel	Terminale scientifique spécialité physique	REMAKE
Nanterre	Collège Paul Eluard	Seconde Exploration « Arts du son »	Interaction geste mouvement



Séance avec les élèves du collège Montgolfier à l'Ircam, mars 2018 © Sophie Chassard

PRODUCTION AUDIOVISUELLE

■ Collection Images d'une œuvre

Coordination : Murielle Ducas

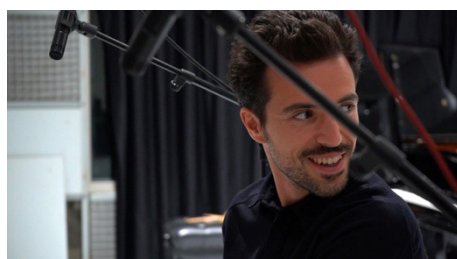
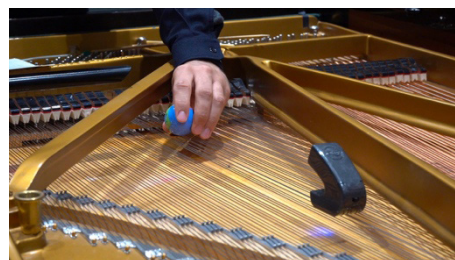
Images d'une œuvre n° 25 «EROR (*The Pianist*), commentaires sur l'instabilité de la ville»

Film de Sabine Massenet, avec la collaboration de François-Xavier Féron

Durée : 25 minutes

Production Ircam-Centre Pompidou

Projection publique le 6 juin 2019 au T2G – Théâtre de Gennevilliers devant 100 personnes



G. Spiropoulos, A. Sinivia © S. Massenet

Le film montre le processus de création de Georgia Spiropoulos, notamment les sessions d'improvisations et d'expérimentations sonores avec le pianiste-improvisateur Alvisé Sinivia et la complicité de Benjamin Lévy, réalisateur en informatique musicale, jusqu'à la finalisation du projet intégrant de la vidéo et des images animées.

Le point de départ de ce projet est un tag apparu dans les rues d'Athènes « Eror » (λάθος) au moment de la crise financière qui a frappé la Grèce. Georgia Spiropoulos mêle l'expérience athénienne à d'autres grands traumatismes urbains. Cette fantasmagorie reflète la vie et le présent instables : instabilité civilisationnelle et géographique, instabilité de notre monde numérique et de la bulle financière, erreur et instabilité algorithmique affectant le matériel musical ou visuel. Tout un monde chaotique émerge de la matrice du piano.

Documentaire sur Les Ateliers de la création

Documentaire de 15 minutes produit par l'Ircam réalisé par la société Filkmeek avec le soutien d' Interfaces, Creative Europe, en partenariat avec le CNCM Grame et le Centre Georges Pompidou.

Cf : Action culturelle/Ateliers de la création

PÔLE DOCUMENTAIRE

■ Médiathèque

Archives sonores et audiovisuelles

Nouvelles entrées au catalogue

Livres	190
Partitions	63
CD	27
Notes de programme	32
Abonnements	98
Nombre total de documents entrés dans le catalogue	410

Accueil des lecteurs

Nombre de lecteurs accueillis	1187
-------------------------------	------

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.

Quatre collaborateurs ont travaillé à l'enrichissement de cette base de données : Eric de Gélis (service production), Roseline Drapeau, Aurore Baudin et Jérôme Boutinot.

Nombre de fichiers médias ajoutés	457
-----------------------------------	-----

■ Valorisation documentaire

Expositions in situ

Deux 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
26 mars – 19 avril	Les logiciels du Forum	Le Forum de l'Ircam, du 27 au 29 mars
4 – 29 juin	Les compositeurs invités à l'académie ManiFeste	L'académie du festival ManiFeste et les ateliers de composition de l'académie, du 17 au 29 juin

Activité pédagogique

Date	Titre de l'animation	En lien avec	Public cible
17 décembre 2019	Présentation de la médiathèque et jeu avec les ressources documentaires	Visite de l'Ircam	10 stagiaires de troisième (14-15 ans)

Base de données BRAHMS

Nombre d'utilisateurs	205 000
Nombre de sessions ouvertes	320 000
Pages vues	702 447

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 entre le dernier trimestre 2018 et le premier trimestre 2019.

Les nouvelles commandes de dossiers avec parcours ont été décidées lors des deux réunions du comité éditorial élargi à d'autres personnalités.

Comité éditorial

Aurore Baudin (documentaliste hypermédia)
 Jérôme Boutinot (documentaliste hypermédia)
 Nicolas Donin (musicologue)
 Laurent Feneyrou (musicologue)
 Laure Gauthier (maîtresse de conférence)
 Philippe Langlois (musicologue)
 Karine Le Bail (musicologue)

L'ISSN de Brahms est 2557-8928.

Enrichissement	Compositeurs	Auteurs
30 nouveaux dossiers	Michelle Agnes Magalhaes, Tansy Davies, Malin Bang, Sampo Haapamäki, Marton Illés, Nina Senk, Stefan Prins, Florent Caron Darras, Daniele Bravi, Aurelio Edler Copes, Simon Löffler, Joanna Bailie, Maja S.K. Ratkje, Sina Fallahzadeh, Maurizio Azzan, Joan Gomez Alemany, Sandra Wuan Chin-Li, Daniela Terranova, Javier Elipe Gimeno, Éric Daubresse, Michael Beil, Agata Zobel, Julai Wolfe, Samuel Sighicelli, Sarah Nemtsov, Dieter Mack, Kevin Juillerat, Ivo Malec, Huihui Cheng, Hans Wüthrich	Aurore Baudin, Jérôme Boutinot, Chloé Breillot
13 nouveaux parcours de l'œuvre	Aldo Clementi Niccolo Castiglioni R. Murray Schafer Darius Milhaud Simon Steen-Andersen François Bayle Matthias Pintscher Michel Fano Jean-Luc Hervé Thierry De Mey Eliane Radigue Ennio Morricone François Dufréne	Laurent Feneyrou Angelo Orcalli Kate Galloway Philippe Cathé Michèle Tosi François Bonnet Pierre Rigaudière Alain Poirier Makis Solomos Jérémy Szpirglas Emanuelle Majeau-Bettez Roberto Calabretto Jean-Pierre Bobillot
76 dossiers mis à jour		Aurore Baudin, Jérôme Boutinot

ÉVÉNEMENT

■ Studio 5 en direct

Sur le thème «étudier à l'Ircam», et reflétant la mission de transmission de l'institut, le Studio 5 en direct (déployé dans plusieurs studios et espaces) s'est déroulé le 16 février 2019 et a rassemblé 174 visiteurs.

Studio 2	Un dispositif interactif, ludique et sonore à destination du tout jeune public 4-7 ans, à expérimenter en famille
Studio 3	Découvrir l'informatique musicale - Live coding - Traitement de la voix - Sculpter la voix
Studio 5	Composer, interpréter, transmettre - Ariadna Alsina Tarrés, <i>L'air cassé de la carapace</i> (2016), Caroline De Nadaï (accordéon) - Franck Bedrossian, <i>The Edges are no longer Parallel</i> (2013), Flavien Laffaille (piano) - DNSEP Design sonore à l'ESAD TALM avec Olivier Houix et Emile Doudghène
Galerie	- Point d'information sur les activités pédagogiques de l'Ircam - <i>L'Electron</i> , structure électroacoustique conçue par Émile Boudghène - Conserver et transmettre : les ressources documentaires de l'Ircam Exposition de partitions et de documentation issues de la médiathèque de l'Ircam, avec des surprises musicales dans l'après-midi!
Salle Shannon : Films	- Projection de « Une année au cursus », film en 4 épisodes (35'), réalisation Sophie Paviot (2016-2017) Suivez les jeunes compositeurs du cursus tout au long de leurs parcours de formation à l'Ircam, de leur arrivée en septembre jusqu'à la création de leurs œuvres données en concert dans le cadre du festival ManiFeste - Projection d'une sélection de films de la série documentaire « Images d'une œuvre » Suivez le processus de création d'une œuvre musicale élaborée dans les studios de l'Ircam



Exposition de disques vinyles lors du Studio 5 en direct © Jean-Paul Rodrigues

INFORMATIQUE

La phase de migration et de modernisation de l'infrastructure initiée depuis plusieurs années se poursuit avec une recherche de simplification et de réappropriation.

LA TOPOLOGIE RÉSEAU

Nous continuons à faire évoluer la topologie réseau dans le sens d'un cloisonnement croissant afin d'affiner au mieux la résolution de problèmes et de limiter l'impact de coupures au minimum de postes possibles dans les cas de divers incidents, de branchements imprévus, de boucles ou d'incidents sur des prises.

Les différentes têtes de réseau fournies par des switches Cisco Gigabit sont progressivement remplacées par des switches Huawei 10G (au moins pour l'uplink). Le coût largement moindre permet d'avoir du matériel de rechange ainsi que de meilleures performances pour le transit entre machines.

■ Le remplacement des services Mac

Le programme de remplacement des services offerts auparavant par MacOSX Server se poursuit.

Après les calendriers, nous allons entamer la migration des services de partage interne de fichier(s) par du Samba sur Linux.

Une réflexion majeure est en cours sur le fait de continuer ou non à se servir de LDAP pour fournir une authentification sur les postes clients. Le constat régulier qu'Apple change ses protocoles sans prévenir et sans documenter n'est pas pour nous rassurer sur la pérennité d'une authentification par OpenLDAP ou Samba.

■ Le service d'hébergement

La chaleur dégagée par les serveurs GPU a montré les limites des hébergements dans des endroits confinés.

Il a ainsi fallu repositionner des serveurs dans des salles plus grandes et plus fortement ventilées. L'agrandissement de l'espace d'hébergement se fera par l'acquisition de nouvelles baies et l'optimisation de l'espace dans des salles mieux adaptées.

L'année a vu la migration de services importants sur de nouvelles machines avec des stockages dédiés, tels les miroirs des logiciels libres, les sauvegardes serveurs et utilisateurs avec BackupPC ainsi que de la sauvegarde simple. Sur tous ces serveurs, ZFS on Linux (ZOL) a été utilisé avec succès et nous avons pu observer l'efficacité de la migration des données avec `zfs send/receive`.

Un important travail de mise à jour des serveurs a été effectué pour passer à Debian Buster et migrer les serveurs qui ont des versions d'OS trop anciennes.

■ La connectivité

L'année a vu la fin de la migration de la boucle des contenus vers RAP. Les équipements définitifs, des Coriant, ont été mis en place et offrent des arrivées redondantes ainsi que des pairs BGP renouvelés.

PÔLE WEB (POW)

Le Pôle Web (POW) assure la coordination, le développement et la maintenance des applications orientées Web pour l'ensemble des services et départements de l'Ircam dans le cadre de développements internes, de projets collaboratifs de recherche, et d'innovation ouverte. Ce pôle s'inscrit dans une volonté de mutualisation des ressources en développement agile, de factorisation des moyens technologiques pérennes et d'optimisation des flux de données numériques, sociales et musicales au sein et hors de l'institut.

Ses missions comportent les aspects suivants :

- Gestion de projet, expertise et assistance à la maîtrise d'ouvrage
- Architecture, ingénierie et développement logiciels
- Administration, documentation, déploiement et maintenance des applications et des données
- Recherche et veille technologique

Les principales technologies mises en œuvre pour le développement sont :

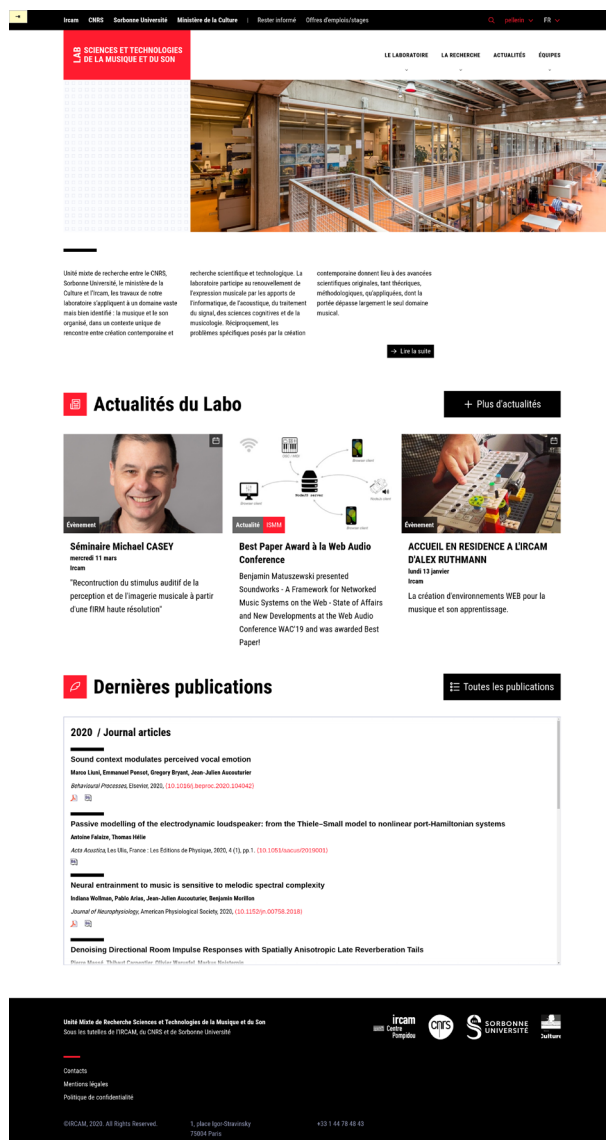
- Langages : Python, JavaScript, HTML, CSS
- Frameworks : Django, Git, Gulp, Webpack, VueJS, Web Audio API
- Systèmes opérationnels : Linux, Docker

SYSTÈMES DE GESTION DE CONTENUS

De nombreuses applications dédiées à la gestion de contenus numériques ont été produites et optimisées.

Dans le champ de la communication, le site institutionnel www.ircam.fr a été amélioré et étendu. Il partage désormais sa base de données avec le nouveau site de l'UMR www.stms-lab.fr livré en juin 2019. Les fonctions multi-sites de Mezzo¹ ont ainsi été étendues de sorte que les données puissent être partagées entre les deux sites, comme les projets et les membres des équipes par exemple. Certaines fonctions administratives ont également été renforcées pour faciliter les liaisons de données et optimiser la lisibilité et les taux de rebonds entre les pages.

1 Mezzo est une application open source de gestion de contenus (CMS) pour les organisations à workflows complexes. Elle intègre de nombreux modèles et méthodes génériques qui ont permis de modéliser la structure d'information de l'institut. Développée par l'Ircam depuis 2016, en synergie avec de nombreux projets internes et externes, elle est au cœur de la nouvelle stratégie de gestion et de déploiement de données numériques de l'institut pour les publics et les communautés.
<https://github.com/Ircam-Web/Mezzo>



Site Web de l'UMR STMS – IRCAM (publié en mars 2020)

Un large programme de développement des applications dédiées à la documentation a été engagé. Les pages de l'ancien site resources.ircam.fr ont été transférées sur www.ircam.fr. Le catalogue de la médiathèque est désormais embarqué dans une page dédiée. En plus de la maintenance régulière des codes, un important plan de développement de BRAHMS : brahms.ircam.fr, sidney.ircam.fr, analyses.ircam.fr et medias.ircam.fr, a été défini pour 2020. Il s'agit de consolider les bases architecturales des backends, d'apporter des fonctionnalités essentielles pour favoriser l'autonomie de gestion des données par les équipes, améliorer les expériences musicales des utilisateurs et permettre à terme une meilleure valorisation des ressources entre les applications internes et les réseaux externes. Parallèlement, une

participation au groupe de travail de l'AFIM « Archivage collaboratif et préservation créative » a permis d'imaginer une extension de l'application Sidney comme plateforme de stockage et de partage de ressources artistiques (code ANTONY) mettant en jeu des dépôts d'œuvres avec différentes versions. Un rapport de synthèse a été produit.

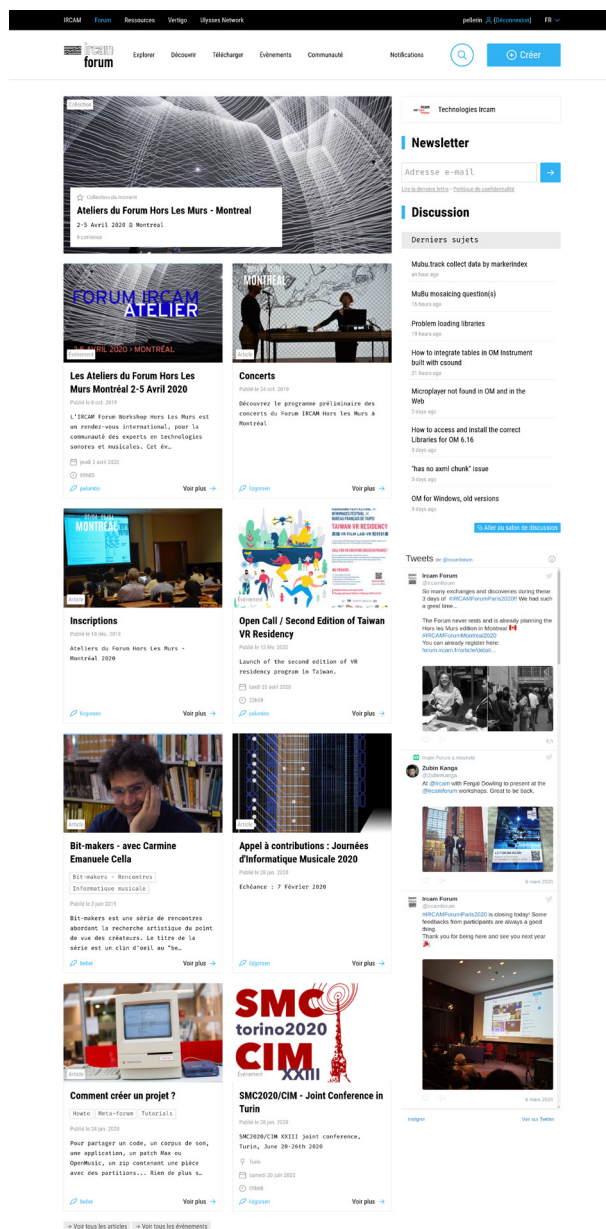
Enfin, des sites événementiels ont été produits sur la base de Mezzo et déployés pour le festival ManiFeste 2019 et le Forum Vertigo 2019 en travaillant avec des agences externes pour le design et l'intégration graphique.

APPLICATIONS COLLABORATIVES ET COMMUNAUTAIRES

La nouvelle version du Forum (forum.ircam.fr) a été finalisée et déployée. Elle intègre une adaptation de Mezzo pour la structuration des projets, des articles et des événements, reliée à une application de discussion (Discourse), un système de gestion de dépôts versionnés (GitLab), une boutique (PrestaShop) et un système d'authentification partagé (IrcamAuth). Cette plateforme unique permet de valoriser les contenus très variés du Forum (événements, articles, technologies, etc). Les workflows ont été améliorés de sorte à favoriser les participations éditoriales des publics mais aussi en logiciel, les échanges autour des outils partagés et le développement collaboratif. Le Forum regroupe désormais plus de 17.000 utilisateurs. La plateforme www.starts.eu du programme européen STARTS (Sciences, Arts et Technologies) historiquement basée sur Mezzo a été étendue pour intégrer un système de gestion d'appels à projets issu du projet Ulysses. Elle a été renommée Metis et intègre désormais une gestion complète des profils utilisateurs, un blog collaboratif et une cartographie des ressources. Cette plateforme est désormais au cœur de la stratégie de l'écosystème européen STARTS en tant que socle numérique social pour favoriser la diffusion des échanges et des rencontres au sein du réseau. STARTS regroupe désormais près de 3.000 utilisateurs.

La plateforme www.ulysses-network.eu du projet européen Ulysses a été également optimisée pour favoriser la gestion des événements, les fonctions sociales et en améliorer les performances. Un support à la gestion des appels à candidatures a été nécessaire lorsque la complexité des modèles d'appels le nécessitait. Ulysses regroupe désormais plus de 3.000 utilisateurs.

La participation au réseau ministériel ParticipArc a permis de mieux structurer les enjeux liés aux sciences participatives dans lequel le Web est pleinement engagé. Il s'agissait de redéfinir les contours de la recherche culturelle mettant en jeu des participants non experts dans des scénarii et des disciplines scientifiques très variés. Une partie du rapport final portant sur les questions d'architecture technologique distribuée a été rédigée et publiée ainsi qu'un article dans *Culture et Recherche*.



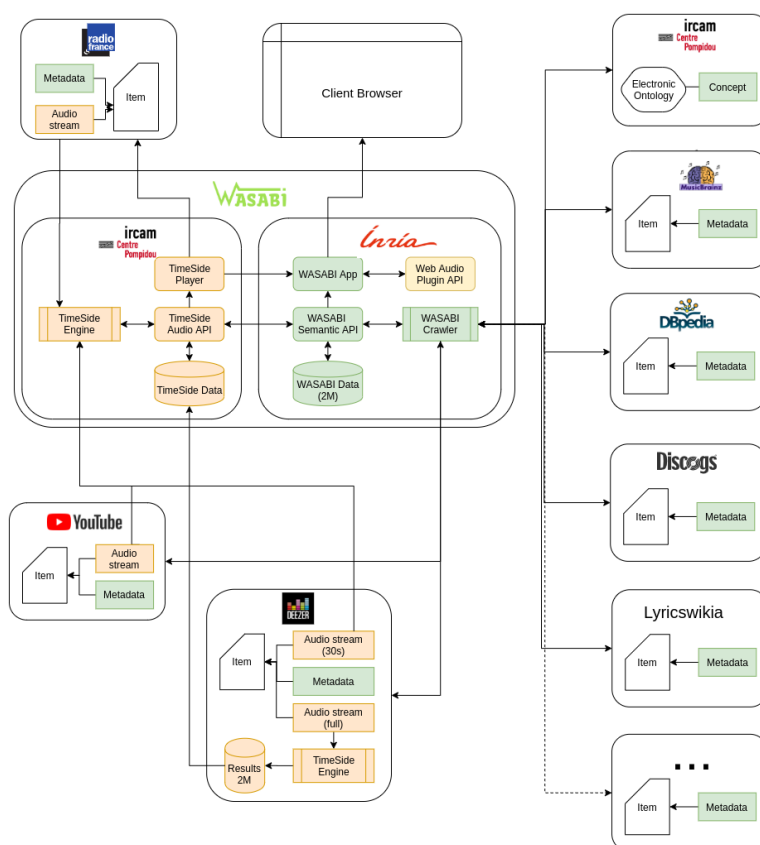
Accueil de la nouvelle plateforme du Forum

ARCHITECTURES WEB

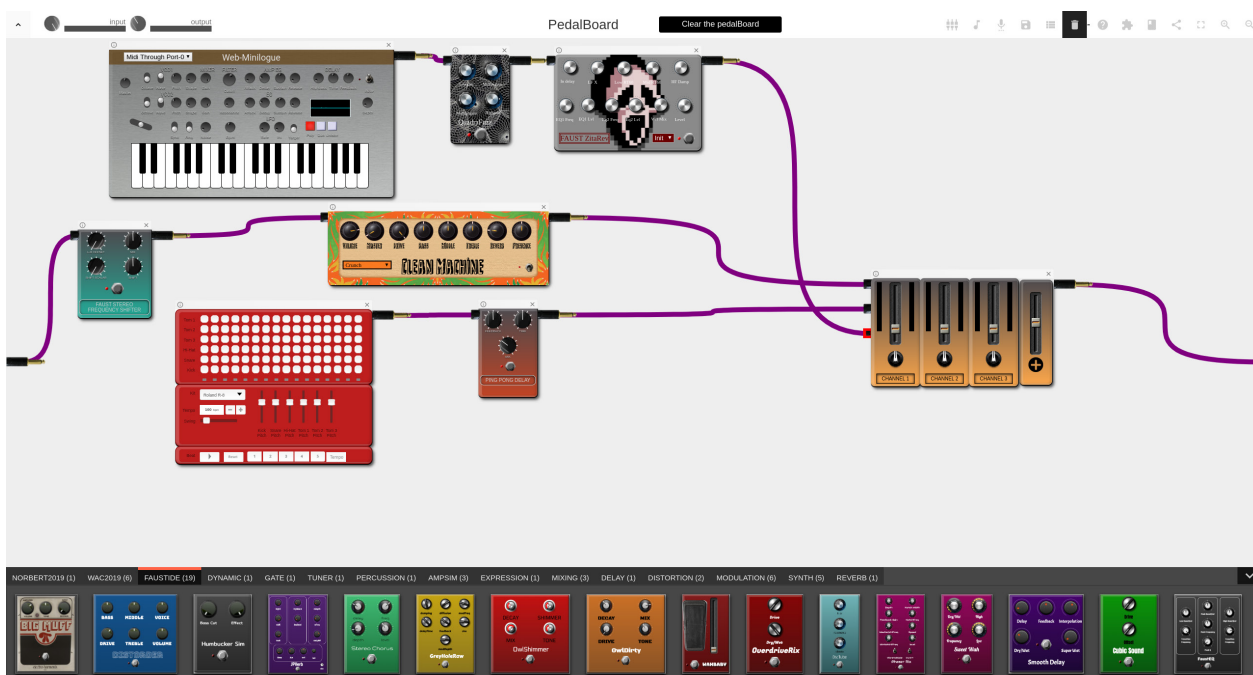
La pluralité des projets gérés par l'équipe nécessite de concevoir des architectures logicielles reproductibles et réutilisables. Les architectures *backend* à base de conteneurs ont été consolidées et déployées sur toutes les applications. Chaque application intègre désormais des environnements distincts de développement et de production de sorte à mieux itérer avec les *product owners* et les utilisateurs au sein de *sandboxes* dédiées. De nombreuses compositions Docker ont été mises à jour et optimisées de sorte à fluidifier les tâches de maintenance avec le Service Informatique dont l'infrastructure s'est consolidée sur la base de serveurs dédiés. Des architectures *frontend* utilisant des composants indépendants et réutilisables dits Web Components ont été développées et déployées pour certains services. Cela a été l'occasion de valider l'utilisation du module *Django Rest Framework* pour la production d'APIs maîtrisées et sécurisées auxquelles les composants font appel.

WEB AUDIO ET SÉMANTIQUE

Dans le cadre du projet de recherche ANR WASABI (IRCAM, INRIA, Deezer, Radio France, Parisson), de nouvelles méthodes d'agrégation, d'exploration et d'analyse musicale ont été imaginées et prototypées. Le *framework* d'analyse audio *TimeSide* a été étendu et optimisé de sorte à pouvoir produire des analyses de type MIR (*Music information retrieval*) en mode Web service grâce à une nouvelle *API Restful* dédiée. En collaboration avec l'équipe WIMMICS de l'INRIA, le web service hébergé chez HumaNum est désormais relié à une base de données sémantique reliant plus de 2 millions d'œuvres musicales dont les métadonnées sont accessibles depuis une interface unifiée. Un lecteur augmenté faisant appel à l'API audio et intégrant un système d'annotation est en cours de développement. Une spécification originale de Web Audio Plugins (WAP) a également été proposée et a donné lieu au développement d'une preuve de concept de modularisation des processeurs audio dans les navigateurs et embarquant leur propre interface utilisateur. Dans les deux cas, des actions de valorisation industrielle sont envisagées.



Architecture du projet WASABI pour l'analyse dynamique des contenus musicaux



Exemple du chargement de Web Audio Plugins dans un patch de type « pedalBoard » dans un navigateur (projet WASABI)

MÉTHODOLOGIES DE DÉVELOPPEMENT

La quantité des projets opérés par le POW a augmenté en 2019. Il a fallu optimiser encore les techniques de développement agile de sorte à mieux définir les rôles, les *workflows* ainsi que la hiérarchisation des priorités en fonction des contraintes *des product managers* et des retours utilisateurs. L'utilisation des outils dédiés comme *Taiga*, *Github* et *GitLab* ainsi que les principes du *SCRUM*, d'intégration continue et de déploiement reproductible, se sont montrés déterminants pour réussir à stabiliser les instances de production alors que les périodes de développement et de déploiement se sont raccourcies. La transversalité entre projets s'est aussi accrue de sorte à valoriser les techniques découvertes et/ou éprouvées par chacun. L'ensemble de l'équipe a produit plus de 3.500 *commits* en une année sur l'ensemble des projets majeurs.

PÉDAGOGIE

Une « Introduction à la Web Audio API » a été dispensée dans le cadre du master ATIAM 2019.

LES TRAVAUX DE L'ESPACE DE PROJECTION

Le 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. Du périmètre initial, circonscrit à la salle, l'opération de désamiantage a été étendue à d'autres locaux (attendants à la salle) où des pollutions ont été diagnostiquées ainsi qu'aux réseaux de ventilation.

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

Une rénovation, mise en conformité de l'environnement et des équipements :

- La totalité des câbles courant fort 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.

■ Volet 3 – Intégration numérique

Il s'agit de faire évoluer les équipements de l'Espro pour en conserver les potentialités d'adaptation :

- Remplacement des moteurs de périactes, des modules et interfaces de commande, des réseaux courants fort et faible ;
- Création d'un nodal cœur numérique.

L'année 2019 a vu la finalisation du DCE, du budget, de la passation du marché public et l'attribution des lots aux entreprises pour l'ensemble des travaux de l'Espro. L'ensemble de ces opérations a permis le démarrage des travaux en novembre 2019.

■ 1. Dossier de Consultation des Entreprises

Finalisation fin janvier 2019

■ 2. Coûts des travaux

À l'issue des études d'avant-projet et des surcoûts présentés par la maîtrise d'œuvre – Clé Millet International, le budget a été consolidé par la Direction Générale de la Création Artistique en mars 2019 pour un montant total de 7.360.000 € TDC.

■ 3. Marché public

Publication – fin janvier 2019

Retour début avril 2019 – 1 lot défectueux

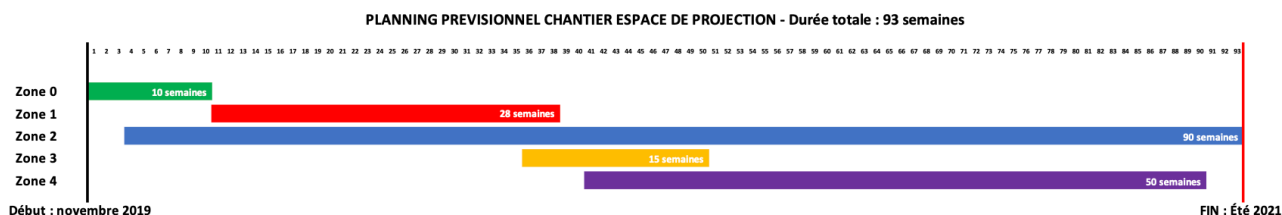
Commission des marchés (MOA/AMO) – résultat définitif fin août 2019

Attribution des lots – 2 septembre 2019

■ 4. Calendrier

Le calendrier prévisionnel de 93 semaines de travaux est établi de novembre 2019 à l'été 2021.

Les zones correspondent aux diverses phases de chantier prévues par l'AMO.



- AMO : Assistant Maîtrise d’Ouvrage
- CVCD : Chauffage, ventilation, climatisation et désenfumage
- DCE : Dossier de Consultation des Entreprises
- DGCA : Direction Générale de la Création Artistique
- ESPRO : Espace de Projection
- MOA : Maître d’Ouvrage
- MOE : Maîtrise d’œuvre – Clé Millet International
- OPPIC : Opérateur du Patrimoine et des Projets Immobiliers de la Culture – Mandataire MOA
- RBS : Régie Bâtiment et Sécurité (Ircam)

LE SCHÉMA DIRECTEUR DU CENTRE GEORGES POMPIDOU – CÔTÉ IRCAM

Le CGP a développé un schéma directeur pour assurer la rénovation de l'infrastructure à laquelle l'Ircam est lié.

Ces travaux portent notamment sur des équipements techniques d'électricité, de climatisation, d'eau glacée, de désenfumage qui sont des équipements communs au CGP et à l'Ircam. S'ajoutent pour l'Ircam : la verrière, l'accessibilité handicapés et la transformation du monte-charge en ascenseur de personnes permettant alors l'accès à la salle de spectacle (Espace de Projection).

Le CGP est à la fin du dialogue compétitif (sous le pilotage de l'OPPIC) avec trois réponses d'entreprises examinant les deux scénarios retenus pour faire ces travaux. Le premier scénario est celui de travaux en site fermé qui dureraient 2 ans ; le second est celui de travaux en site ouvert qui dureraient alors 6 ans. Cette dernière phase du dialogue compétitif doit aboutir en juin 2020 et confirmer un calendrier de travaux qui démarrerait en 2023.

L'impact pour l'Ircam est identique quel que soit le scénario de travaux (site occupé ou site fermé) puisque les services communs seront interrompus. L'objectif à ce jour est de réaliser les travaux, chaque bâtiment successivement, donc dans un lieu occupé.

Cette alternative, communiquée à l'OPPIC, sera évaluée durant la phase 3 du marché.

