

Rapport d'activité 2023



INSTITUT DE RECHERCHE ET COORDINATION ACOUSTIQUE / MUSIQUE





Sommaire

| 7 | - | ILC | nr. | $-\alpha$ | חתר | 2022 |
|-----|---------|------------|-----|-----------|------|-------|
| 2 | II - I\ | II- | | | 41 F | 71174 |
| - 3 | | 4 | | ,, | 11. | 2023 |

- 4 CHIFFRES CLÉS
- 5 2023 EN IMAGES
- 7 SYNTHÈSE 2023
- 12 MOYENS FINANCIERS

15 UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE STMS

- 16 L'ACTIVITÉ RECHERCHE
- 18 ÉQUIPE ANALYSE DES PRATIQUES MUSICALES
- 25 ÉQUIPE ANALYSE ET SYNTHÈSE DES SONS
- 32 ÉQUIPE ESPACES ACOUSTIQUES ET COGNITIFS
- 41 ÉQUIPE INTERACTION SON MUSIQUE MOUVEMENT
- 47 ÉQUIPE PERCEPTION ET DESIGN SONORES
- 66 ÉQUIPE REPRÉSENTATIONS MUSICALES
- 65 ÉQUIPE SYSTÈMES ET SIGNAUX SONORES : AUDIO/ ACOUSTIQUE, INSTRUMENTS
- 74 PÔLE INGÉNIERIE ET PROTOTYPES (PIP)

79 ANNEXES

- 80 CONSEIL D'ADMINISTRATION
- 81 CONSEIL SCIENTIFIQUE
- 82 ÉQUIPE IRCAM
- 86 RECHERCHE MUSICALE
- 88 PROJETS « CREATIVE EUROPE »
- 91 ŒUVRES PRÉPARÉES OU CRÉÉES EN 2023
- 99 SAISON MUSICALE PARISIENNE
- 102 TOURNÉES
- 104 MANIFESTE-2023
- 107 ACADÉMIE
- 111 TRANSMISSION
- 121 ACTION CULTURELLE
- 127 FORUM IRCAM
- 131 INFORMATIQUE
- 135 PÔLE WEB
- 141 PRINCIPAUX LOGICIELS
- 144 SÉMINAIRES
- 145 SOUTENANCES
- 146 PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

Lignes de force 2023



Les chiffres clés

PERSONNES

162 personnes (en équivalent temps plein)

PUBLICATIONS

32 articles pour des revues à comité de lecture

63 conférences invitées dans des congrès nationaux et internationaux

9 ouvrages scientifiques ou chapitres d'ouvrages

16 thèses de doctorat et HDR

CRÉATIONS: CONCERTS ET SPECTACLES

63 concerts et spectacles dont

18 en saison

21 festival ManiFeste

24 en tournée

34320 spectateurs

INSTALLATIONS

2 installations 64 286 spectateurs

DIFFUSION WEB

320 180 visites brahms.fr

232 983 visites ircam.fr

100847 visites forum.ircam.fr

30 911 visites medias

184 938 visites chaîne YouTube (11 679 heures vues)

869 859 soit 2383 visiteurs par jour en 2023

2023 en images



12-17 janvier
Ircam en Fête: lancement de la nouvelle saison
musicale à l'Espace de projection
Concert Lucie Antunes ® Quentin Chevrier



14 janvier

Journée Portes ouvertes du laboratoire STMS, en présence de la ministre de la Culture, Rima Abdul Malak © Quentin Chevrier



18 janvier

L'équipe Analyse et synthèse des sons reconstitue la voix du Général de Gaulle



Février 2023

Signature d'une collaboration de médiation culturelle avec la Seine musicale pour trois ans © DR



7 juin-1^{er} juillet

Festival et académie ManiFeste-2023



8-18 juin

Coproductions avec Moviment au Centre Pompidou Holding Present, Ensemble Ictus © Hervé Véronèse



22 juin

Premier concert Janus avec le Centre de musique baroque de Versailles © Morgane Vie



Juillet et août

Installation TACT sur l'île d'Hoëdic

© Quentin Chevrier



11-13 août Festival Improtech à Uzeste Joëlle Léandre © Geert Vandepoele



14 et 21 septembre

Concerts du Cursus
En amont, atelier improvisation et électronique animé
par Pierre Jodlowski pour les étudiants du Cursus,
studio 5 © Murielle Ducas



1er novembre

Inauguration de la Cité internationale de la langue française à Villers-Cotterêts avec les Musiques-Fictions © P-0 Deschamps, CMN



9 novembre

Inauguration de la fontaine Stravinsky restaurée et du parcours sonore Ircam Circus par la Maire de Paris, Anne Hidalgo, le Maire de Paris Centre, Ariel Weil, et Karen Taieb, adjointe à la Mairie de Paris en charge du patrimoine

© Guillaume Bontemps – Ville de Paris



17 et 18 novembre

Concerts des 50 ans de l'Ensemble Itinéraire © Antonio Gonima



21-22 novembre

Journées Perception sonore à l'Espace de projection © Quentin Chevrier



30 novembre

Concert Électro-Odyssée, *Twin Color*, création de Murcof et Simon Geilfus, avec le soutien du projet France 2030 « Continuum » © Philippe Barbosa



1er décembre

Première expérience live VR du projet France 2030 « Continuum » © Philippe Barbosa



6 décembre

L'Ircam signe le design sonore de l'exposition «Loading, l'art urbain à l'ère numérique » au Grand Palais Immersif © Didier Plowy pour Grand Palais Immersif

Synthèse 2023 Élargir les horizons de la création musicale et de l'Ircam

« Faire date »

En 2023, l'Ircam et ses publics retrouvaient l'Espace de projection, un lieu unique dédié aux créations et à la science, aux prototypes technologiques et artistiques, au spectacle vivant, aux concerts et aux musiques électroniques. La programmation de l'Espace de projection (Espro) répond aujourd'hui à un défi culturel majeur : ce n'est qu'en pénétrant dans l'imaginaire collectif que le caractère unique de la création et de la recherche musicale peuvent «faire date ». En rendant accessible la diversité de la création musicale. l'Ircam est parti à la conquête de nouveaux horizons sonores et de nouveaux publics. Renouveau de l'offre culturelle comme de l'image graphique de l'Ircam, renouveau avéré des spectateurs avec 74 % de primo-visiteurs à l'Espace de projection dont les rendez-vous 2023 ont connu tout au long de l'année un taux de remplissage de 89 %. Les journées «Ircam en fête» en janvier marquaient la réouverture d'un lieu de tous les possibles : une semaine de concerts. de rencontres, de portes ouvertes dédiées à l'esprit du temps, avec en particulier le cycle des Électro-Odyssées, un programme invitant des artistes de l'électronique, de nouveaux venus à l'Ircam, et visant les musiques actuelles et exploratoires. «Ircam en fête » réunissait également les ministres de la Culture et de la Recherche, les présidences de Sorbonne Université et du CNRS, les représentants de la Ville de Paris. La couverture médiatique de l'événement fut exceptionnelle avec 22 reportages et interviews, 64 articles, 86 sujets consacrés. Un partenariat a été conclu pour trois ans avec AXA, mécène exclusif de l'Espro. Ce groupe international soutenait quelques grandes institutions culturelles contribuant au rayonnement de la culture française, mais pas encore une «Fabrique des rêves sonores ». Par ce partenariat inédit, l'Ircam renforce ses liens avec le monde de l'entreprise.

Les ensembles franciliens ont également retrouvé le chemin de l'Espace de projection, ainsi L'Itinéraire qui fêtait son 50° anniversaire dédié à la musique spectrale, aux pionniers comme à la nouvelle génération (Oscar Bianchi, Natasha Barrett, Núria Giménez Comas). En combinant l'actualité du contemporain, l'exposition des technologies et la frappe inouïe des modernes (ainsi une nouvelle production de *Laborintus II* de Berio lors du festival ManiFeste, ou encore les chefs d'œuvre orchestraux de Varèse avec l'Orchestre de Paris et le Philharmonique de Radio France), l'Ircam et son festival se singularisent et parviennent à «faire date».

Comme toute renaissance, celle de l'Espace de projection aura eu le goût des premières fois. Première de Janus, un programme soutenu par la DGCA et lancé avec le Centre de musique baroque de Versailles pour croiser deux périodes prodigues en invention de formes: la musique du XVIIe siècle et la création contemporaine. Janus agence la maîtrise vocale, l'électronique et la modélisation de l'acoustique de la Chapelle royale qui investit l'Espace de projection. Premiers pas de l'Ircam et de ses outils de spatialisation dans le champ de la VR et de la réalité mixte avec le programme Continuum (France 2030). Premières d'artistes de l'électronique, ainsi Deena Abdelwahed dans la jeune génération ou Fernando Murcof, musicien accompli. Un autre medium, le street art, a également mobilisé l'Ircam pour l'exposition « Loading, l'art urbain à l'ère numérique », au Grand Palais Immersif, avec Roque Rivas qui en a signé le design sonore et toute la maîtrise de l'environnement immersif.

« Faire date », c'est aussi participer à de grands événements, comme l'inauguration de la Cité internationale de la langue française avec la collection des Musiques-Fictions présentées sous dôme ambisonique. Ce cinéma pour l'oreille offre des séances de littérature « acoustique ». Le plaisir de l'écoute collective a aussi inspiré les rendez-vous consacrés à Daft Punk lors de Moviment au Centre Pompidou ou aux musiques d'Ibrahim Maalouf, spatialisées par les soins d'Ircam Amplify. La reconstitution de l'Appel du 18 juin 1940 a également frappé les esprits et les médias. Cette combinaison rare entre artisanat et intelligence artificielle appliquée au clonage vocal aura engendré un objet insolite, un revenant dans la mémoire collective. La réactivation et l'interprétation de l'Appel ont fait date, culturellement.

Ces mutations de l'Ircam sont soutenues par l'essor indispensable de l'Action Culturelle. Afin de s'inscrire dans une démarche de démocratisation et de transmission des outils numériques et de leurs enjeux, l'Ircam a signé en février 2023 une collaboration sur trois ans avec la Seine Musicale en vue d'un programme d'éducation artistique et culturelle digitale (EACd) à destination des jeunes publics et aux usagers du SeineLab, un nouveau lieu d'expérimentation du département des Hauts-de-Seine. Pour la première année de cette collaboration, et en association avec Le Cube à Garges, l'Ircam et la Seine Musicale ont imaginé cinq formats d'ateliers pour les 7-15 ans et réalisé 85 ateliers en 2023 : création de personnages de jeux vidéo, conception de voix d'agents conversationnels, réalisation d'instruments de musique improbables. L'objectif est l'appropriation des révolutions technologiques et des interactions entre l'humain et la machine. « Faire date » à l'Ircam, c'est se soucier aujourd'hui autant de la perception et de l'usage du numérique que de la conception et de l'intention.

■ Préparer un nouveau cycle pour la recherche à l'Ircam

Les forces de la recherche à l'Ircam se sont mobilisées pour dresser un bilan de l'activité des dernières années, pour élaborer une nouvelle prospective de recherche et préparer le recrutement de la future direction de STMS.

Évaluation HCERES

L'évaluation HCERES des laboratoires relevant de Sorbonne Université étant prévue en 2023, un important chantier, coordonné par sa direction, a été mené par l'ensemble du collectif de recherche STMS pour produire les éléments de bilans pluriannuels et de prospective en vue du renouvellement de l'Unité pour la période 2025-29.

Outre les données factuelles (personnel, publications, projets, valorisation, etc.) et les éléments d'auto-évaluation de l'ensemble de l'Unité et de chacune des équipes, le rapport comprenait:

- Un portfolio des principales productions mises en avant par chacune des équipes
- Des focus sur diverses thématiques représentatives des objets de recherche du laboratoire qui avaient été abordées au cours de sessions récentes du Conseil scientifique de l'Ircam: IA et créativité, Design sonore, Spatialisation, Son/Musique et Santé, Systèmes multi-physiques et signaux sonores, Traitement de la voix, Analyse des processus de création
- Des éléments prospectifs pour les prochaines années, avec les trajectoires des focus et une proposition de structuration des recherches à venir en 4 pôles transversaux: Acoustique, Signal, Systèmes/Dynamiques créatives/ Son/Musique et Santé/ Cognition de la musique et du son

La seconde étape du processus a consisté en la visite du comité HCERES à l'Ircam du 7 au 9 novembre qui a donné lieu à de nombreux échanges en vue de la préparation du rapport d'évaluation qui sera remis en 2024.

Conseil scientifique

Une nouvelle édition du Conseil scientifique de l'Ircam s'est tenue en mai sous la présidence de Bertrand Braunschweig, en présence d'un panel d'experts invités et des membres statuaires du Conseil, autour de deux thématiques: traitement de la voix, systèmes multiphysiques et signaux sonores. Ce Conseil a donné lieu à des échanges scientifiques approfondis et à 2 présentations très inspirantes de Yann LeCun et Stefan Bilbao. Le Conseil a aussi examiné la version préliminaire du rapport HCERES et les évolutions récentes d'Ircam Amplify. Son soutien et ses recommandations sont précieux pour alimenter le futur de la stratégie de recherche.

Processus de recrutement de la direction STMS

Brigitte d'Andréa-Novel, directrice d'Unité, a été amenée à prendre d'autres fonctions à partir de septembre 2023. Les tutelles de STMS se sont accordées sur un processus de recrutement externe soutenu par un poste de professeur à Sorbonne Université. Un appel à candidatures a été publié en juillet 2023 passant, dans un premier temps, par l'examen des candidatures par le laboratoire avant l'ouverture au printemps 2024 du poste de professeur avec prise d'effet à l'automne 2024. Nicolas Misdariis, directeur adjoint de STMS, est devenu, par intérim, directeur de l'Unité Mixte, jusqu'à la prise de fonction d'une nouvelle direction d'Unité.

■ Déployer de grands projets scientifiques, nationaux et européens

Plusieurs projets scientifiques d'ampleur, initiés au cours des dernières années, ont atteint cette année un « momentum » en fait de productions scientifiques, technologiques et artistiques qui se sont traduites par un programme dense d'événements publics, enrichis par l'organisation de plusieurs colloques scientifiques.

Continuum

Lauréat de l'appel « Expérience augmentée du spectacle vivant » de France 2030 destiné aux industries culturelles et créatives, le projet Continuum est porté par l'Ircam en collaboration avec les sociétés Amadeus et VRtuoz. L'objectif est une nouvelle conception de la production et diffusion du spectacle vivant augmenté dans ses dimensions sonores : le développement d'une chaîne de production complète, de la captation à la restitution finale, permettant de créer et de transmettre aux spectateurs un contenu spatial augmenté dans des configurations variées, de la salle de spectacle jusqu'à l'écoute individuelle en réalité virtuelle et rendu binaural au casque. Ce travail a impliqué le portage partiel du Spat dans l'environnement Wwise rendant possible son fonctionnement en multicanal dans les plateformes Unreal et Unity, le développement d'un module de transcodage HOA (Higher Order Ambisonics) vers le binaural et d'une procédure d'individualisation binaurale, permettant cette expérience individuelle à partir d'un flux streamé issu de la production du spectacle. Ces travaux se sont incarnés dans la production Électro-Odyssée de Fernando Murcof et Simon Geilfus. Les travaux de Continuum ont de plus fait l'objet de plusieurs communications publiques tout au long de l'année: table ronde aux Ateliers du Forum Ircam, mise en avant parmi les proiets lauréats de France 2030 dans le domaine des ICC, participation d'Hugues Vinet aux rencontres «Entreprendre dans la culture» à l'École nationale d'architecture de Paris-Belleville, Think Culture 2023 organisé par News Tank Culture au Centre Pompidou.

REACH

Le programme de recherche ERC-ADG REACH, dirigé par Gérard Assayag depuis 2021, formule l'hypothèse de la co-créativité cyber-humains. Ce programme de grande envergure a atteint son plein développement en 2023 avec l'arrivée de nombreuses recrues et sa contribution au développement de logiciels tels que Dyci2 et Somax2, utilisés dans plus d'une centaine de productions de par le monde, notamment pour l'improvisation jazz.

En juin, sur la scène de la Grande salle du Centre Pompidou, la célèbre contrebassiste Joëlle Léandre s'est prêtée au jeu de la performance avec la machine devant un public de fans conquis. Les réflexions et expérimentations initiées dans le cadre de REACH ont notamment donné lieu à une nouvelle édition d'Improtech au festival d'Uzeste (août 2023) sous forme de performances improvisées et d'ateliers interdisciplinaires.

MediaFutures

2023 marquait également l'achèvement de MediaFutures, un projet européen consacré au soutien de processus d'innovation dans le secteur des médias à l'issue d'un troisième cycle annuel d'accélération de startups et de résidences artistiques et d'un événement final à Hambourg, dont l'Ircam était l'un des principaux organisateurs. 67 équipes dont 42 résidences d'artistes coordonnées par l'Ircam et 52 startups auront été soutenues, éclairant les enjeux contemporains de la désinformation, prolongeant les actions menées dans le cadre du programme S+T+ARTS (Science, Technology and the Arts) de la DG Connect de la Commission européenne.

DAFNE+

Autre projet européen soumis au premier appel du programme Horizon Europe, DAFNE+ s'attache à la constitution d'une plateforme décentralisée à base de blockchain et NFT. Il s'agit d'offrir aux artistes de nouveaux modes de diffusion et de monétisation directes de leurs travaux mieux adaptés aux pratiques expérimentales de la création que les places de marché commerciales à base de NFT. Le projet prévoit la constitution d'une DAO (decentralized autonomous organization) réunissant des cas d'usage artistiques pour diffuser les éléments techniques intervenant dans la création musicale et sonore. Regrouper tous les éléments numériques nécessaires à l'exécution des œuvres interactives s'avère précieux. La première année de DAFNE+ s'est concrétisée dans la production d'une spécification de cas d'usage, permettant une première version de la plateforme avant le lancement d'expérimentations avec les communautés artistiques visées. DAFNE+ a aussi soutenu le développement de projets de recherche et développement : une nouvelle version du logiciel RAVE de générativité et traitement sonore temps réel à base d'apprentissage profond. l'environnement WebPd pour l'exécution de patchs PureData dans un navigateur, le lancement du Reality Check (Miller Puckette) soutenant le portage des œuvres. Il s'agit de valider le rendu sonore d'une nouvelle réalisation, par comparaison avec une version de référence.

Traitement de la voix

Cette thématique, dont l'actualité est toujours aussi dense, a été abordée par le Conseil scientifique. L'année a démarré avec la reconstitution de l'Appel du 18 juin 1940 du Général de Gaulle, par conversion d'identité opérée par le vocodeur neuronal et mis en œuvre par l'équipe AnaSyn, avec Ircam Amplify et en collaboration avec le journal *Le Monde*. Par ailleurs, Clément Le Moine Veillon a soutenu sa thèse, réalisée dans le cadre du projet Move de la Région Île-de-France en lien avec Stellantis, sur la synthèse vocale

expressive et la conversion d'attitudes sociales pour le secteur automobile. Plusieurs projets ANR autour du traitement de la voix parlée ont démarré : Exovoices en collaboration avec la société Lunii spécialiste de produits éducatifs multimédia sur la synthèse expressive interactive et le clonage vocal pour livres audio; DeTox dans le cadre de l'appel « Guerre cognitive » sur la détection de vidéos deepfake de personnalités connues; Bruel sur les enjeux sécuritaires d'évaluation et de certification de systèmes d'identification par la voix. Yann Tevtaut a soutenu sa thèse sur un modèle d'alignement au niveau de mots et phonèmes pour une grande variété de langues qui a abouti à la production du logiciel VoiceAligner. Frederik Bous a soutenu sa thèse sur la synthèse de voix chantée et parlée avec manipulation de contenu phonétique et de l'identité de voix dont les résultats sont intégrés dans le logiciel CIRCE. Ces travaux ont contribué dans le cadre du proiet ANR ARS à la mise au point d'un algorithme permettant l'extraction automatique de la voix chantée avec ses contours mélodiques et l'alignement des paroles à partir de morceaux téléchargés. Dans l'équipe S3AM, le projet ANR Avatars visant à produire un modèle physique et robotisé de production vocale sur la base de données anatomiques et physiologiques a été initié. Il est également soutenu par le démarrage de la thèse de Thomas Risse sur la modélisation des auto-oscillations de l'appareil vocal.

La création artistique est également très mobilisée autour des potentiels expressifs de la voix. Mentionnons les projets d'opéra qui fédèrent beaucoup de forces de la maison, ainsi la nouvelle création de Sivan Eldar élaborée avec Peter Sellars pour Aix-en-Provence 2025, l'opéra de Philippe Manoury inspiré par *Les derniers jours de l'humanité* de Karl Kraus. *Ircam Circus*, une application pensée pour la restauration de la fontaine Stravinsky, allie des créations littéraires et électroniques où la voix est le sujet central pour *les Sept contes de la fontaine* d'Hélène Frappat, de Mikel Urquiza et Pierrick

Pedron, et *L'eau la colonne le fer* de Sivan Eldar et Laura Vazquez. La vocalité est aussi au cœur des Musiques-Fictions qui ont abouti à deux nouveaux opus de cette collection. Enfin dans l'académie de ManiFeste-2023, la chanteuse Valérie Philippin a animé un atelier réunissant chanteurs, artistes lyriques et vocalistes performeurs dans une situation d'improvisation théâtralisée.

■ Développer les médiations scientifiques et technologiques Forum Ircam

Le Forum Ircam, qui regroupe la communauté internationale des utilisateurs des logiciels de l'Ircam, a poursuivi son développement autour de ses 3 vecteurs de diffusion et de communication principaux: la plateforme web forum.ircam.fr, les Ateliers Forum annuels à l'Ircam et les Ateliers hors les murs. 2023 est marquée par la sortie d'une nouvelle version du site forum.ircam.fr avec une structuration éditoriale remaniée par d'importantes avancées des plugins ASAP et de l'application Partiels. De nombreuses nouveautés issues des équipes STMS et un effort de documentation encore accru avec 30 nouveaux tutoriels mis en ligne participent à la visibilité de l'Ircam sur YouTube. La forte croissance du Forum, constatée depuis 2020. s'est encore accrue avec un taux de progression doublé à 50 % au cours des 12 derniers mois pour atteindre 60 000 inscrits en février 2024. Cette évolution indique le dynamisme d'une communauté d'utilisateurs et un intérêt de plus en plus fort pour les technologies audio et musicales. Les principaux événements ont jalonné toute l'année: les Ateliers Forum à Paris en mars autour des enjeux de spatialisation sonore AR/VR, une participation au festival Sónar de Barcelone en juin, les Ateliers hors les murs à Tapei en octobre, avec les soutiens de l'Institut Français, du Centre national de la musique et du Taïwan Sound Lab. De nouveaux contacts ont été établis avec des institutions culturelles de Corée du Sud en vue d'un événement commun en 2024. La préparation du 30^e anniversaire du Forum en 2024 a mobilisé de manière importante l'équipe Forum au second semestre de l'année.

Perception Sonore: concert-laboratoire / Musique et maladie: colloque-concert / Fictions-Science: rencontres

Lieu d'exploration musicale pour les artistes, l'Espace de projection de l'Ircam est un formidable outil d'expérimentation acoustique pour les chercheurs. Les 20 et 21 novembre s'y sont tenues les Journées Perception sonore organisées avec la Société française d'acoustique (SFA), sous la direction de Patrick Susini et Emmanuel Ponsot (équipe PDS), autour de la thématique Perception sonore et Santé, réunissant les acteurs de la communauté de psychoacoustique et de cognition sonore. Un événement inédit a pris la forme d'un concert-laboratoire où le public se prêtait à une expérience sur les dynamiques attentionnelles. Dans une autre thématique scientifique, le colloque et le concert « Musique et maladie » se sont tenus à l'Ircam. Organisé par Laurent Feneyrou (équipe APM), Vincent Barras et Céline Frigau Manning, ce rendez-vous étudiait les conditions et les méthodes du dialogue entre musique et médecine dans le monde occidental à l'âge moderne, du XVIIIe siècle à nos jours : études de cas, pathographies d'artistes, pathologies et représentations du malade à l'opéra, spécialités médicales, psychiatriques ou virologiques, à l'aune de l'œuvre, etc. Cardiophonie de Heinz Holliger, Une Page Folle de Mayu Hirano incarnaient à la scène certaines des perspectives soulevées.

Enfin, dans le champ de la science participative et citoyenne, le cycle des Fictions-Science, réunissant la Bibliothèque publique d'information, le DCC — La Parole du Centre Pompidou et l'Ircam, a trouvé son rythme de croisière. Ce rendez-vous mise tout sur l'expérience partagée entre scientifique, artiste, intellectuel, grand public, autour d'un nom ou d'un territoire. Du labo au plateau, du plateau à l'espace public, ces rencontres plongent dans le vif de la science, de la technique et de l'art qui se font aujourd'hui en exposant les effets concrets de l'innovation dans la société qui vient.

Les moyens financiers

COMPTE FINANCIER DE L'IRCAM 2023 : UN CONTEXTE INHABITUEL (EN k€)

| Fonctionnement | | | | | | | |
|----------------|-------|-----------------------------------|---------|--|--|--|--|
| Dépenses | | Recettes | | | | | |
| Personnel | 8 682 | Subvention État / SU / CNM | 6778 | | | | |
| Autres charges | 3 682 | Subvention recherche (ANR Europe) | 2 3 2 6 | | | | |
| | | Prestations de service | 1 006 | | | | |
| | | Partenariat & mécénat | 1 129 | | | | |
| | | Autres produits | 727 | | | | |
| | | Produits exceptionnels | 73 | | | | |
| | | Perte de l'exercice | 325 | | | | |
| Total | 12364 | | 12 364 | | | | |

| Contributions en nature | | | | | | | |
|-------------------------------|-----|-----------------------|-----|--|--|--|--|
| Mise à disposition des locaux | 978 | Prestations en nature | 978 | | | | |

| Équipement | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------|--------------------------------|------|--|--|--|--|--|
| Dépenses | Recettes | | | | | | | |
| Insuffisance d'autofinancement | 398 | Capacité d'autofinancement | 0 | | | | | |
| Matériel audiovisuel / musical 3 | | Subvention d'investissement | 594 | | | | | |
| Matériel informatique | 183 | | | | | | | |
| Matériel et aménagements | 210 | | | | | | | |
| | | Prélèvement fonds de roulement | 566 | | | | | |
| Total | 1 160 | | 1160 | | | | | |

L'année 2023 s'inscrit dans un double contexte (inflation et fiscalité) aboutissant à un résultat déficitaire de -325.445 €.

Le contexte inflationniste tout d'abord. La grille de salaires de l'Ircam, identique à celle du Centre Pompidou, est indexée sur le point de base de la fonction publique. L'augmentation de 1,5 %, intervenue au 1er juillet 2023, représente 65 k€ au titre du second semestre 2023.

Le contexte réglementaire par la modification du régime de taxe sur les salaires suite à un contrôle fiscal ou par l'imposition à la CFE (Cotisation foncière des entreprises). L'inscription de ces modifications, incluant le montant des trois exercices passés, représente 220 k€ sur l'exercice courant.

Du côté des produits, 2023 est une année de soutien du ministère de la Culture pour la mise en œuvre de programmes ponctuels qui contribuent au rayonnement de l'Ircam par l'emploi de ressources temporaires.

■ La filiale de commercialisation Ircam Amplify SAS : le développement se poursuit

L'Ircam avait apporté en 2019 à la société son portefeuille de contrats de licence et de commercialisation conclus avec des sociétés tierces et des titres immobilisés.

Ircam Amplify poursuit son développement dans les différents domaines d'application du son (traitement du signal sonore, transformation du son, interface homme-machine, spatialisation du son, indexation, recommandation, etc.) Ainsi le total des produits 2023 atteint 2.298 k€. Le développement de la société s'est heurté à la politique commerciale de la société Apple, associée à Dolby, qui a mis à l'arrêt le marché visé par Amplify sur les propositions de musiques « stereo to spatial ». Un magasin d'entreprise proposant les technologies existantes a été développé et devrait permettre le développement futur de la société.

Une augmentation de capital de 2 m€ permettant de financer le business plan 2023-2027 est intervenue. La base de valorisation retenue de la société a été de 12,8 m€. Cette valorisation a permis à l'Ircam de rester actionnaire majoritaire alors que, structurellement, l'institut n'est pas en mesure de participer à une telle opération, son activité habituelle, subventionnée, ne dégageant pas d'excédent.

Les relations commerciales avec Ircam Amplify permettent à l'institut, au-delà des retours liés aux contrats de licence à hauteur de 200 k€, d'inscrire des activités de sous-traitance à hauteur de 28 k€ avec la filiale.

■ La convention triennale 2021-2023 avec la DGCA et des aides aux projets

L'institut bénéficie du programme 131 du ministère destiné à soutenir la création artistique. Ce soutien est resté à un niveau équivalent malgré les conséquences de l'inflation sur la structure de coûts notamment l'indexation des salaires par l'indice applicable à la fonction publique territoriale. Ces augmentations successives intervenues sur la durée de la convention représentent ainsi 5,3 % de la masse salariale soit de l'ordre de 440 k€ sur la période.

Un soutien exceptionnel de 100 k€ a été obtenu en fin de gestion pour l'année 2023.

Les échanges pour la future convention triennale 2024-2026 sont en cours. L'objectif pour l'Ircam est d'obtenir un pouvoir d'action proche de celui existant avant l'impact de l'inflation et l'impact des modifications réglementaires issues du contrôle fiscal.

Le festival ManiFeste a obtenu un soutien de 60 k \in en 2023. Une aide au projet de 30 k \in a également été obtenue pour participer au financement des activités d'actions culturelles.

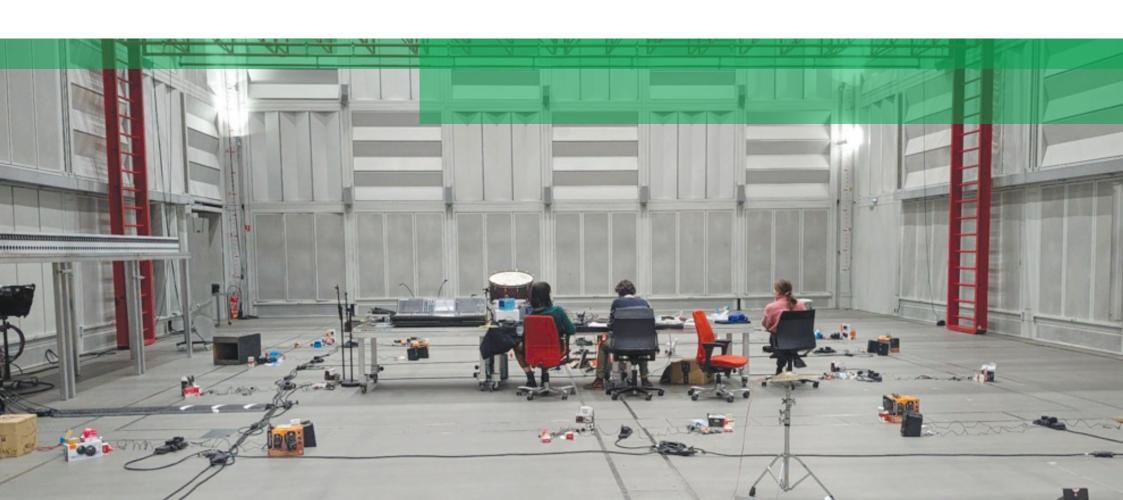
■ Les financements affectés sur projets scientifiques et les recettes propres restent à un niveau très élevé

Ces financements sont de 33,44 % du compte financier, contributions volontaires comprises.

Les financements européens et ANR contribuent à assurer l'équilibre financier de l'institut.

Le mécénat et les partenariats représentent 1.129 k€ grâce notamment au mécénat obtenu auprès de la société AXA. 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.

Unité mixte de recherche STMS



L'activité recherche











■ Les tutelles scientifiques de l'UMR STMS

www.stms-lab.fr

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

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

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

Dans le cadre du CNRS, l'UMR est rattachée à titre principal à l'Institut des sciences informatiques (anciennement INS2I) et à titre secondaire à l'Institut INSHS (Institut des sciences humaines et sociales). 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 2024.

Directrice: Brigitte d'Andréa-Novel (jusqu'en août 2023).

Directeur: Nicolas Misdariis (depuis septembre 2023).

Directeur adjoint: Nicolas Misdariis (du 1er septembre 2021 au 31 août 2023).

Durant la fin de ce 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
- Ana/Syn: 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.

La stratégie à moyen terme du laboratoire met l'accent sur des focus thématiques prioritaires:

- IA et créativité
- design sonore
- spatialisation audio 3D
- son/musique et santé
- systèmes multiphysiques
- synthèse et transformation de la voix
- analyse des processus de création

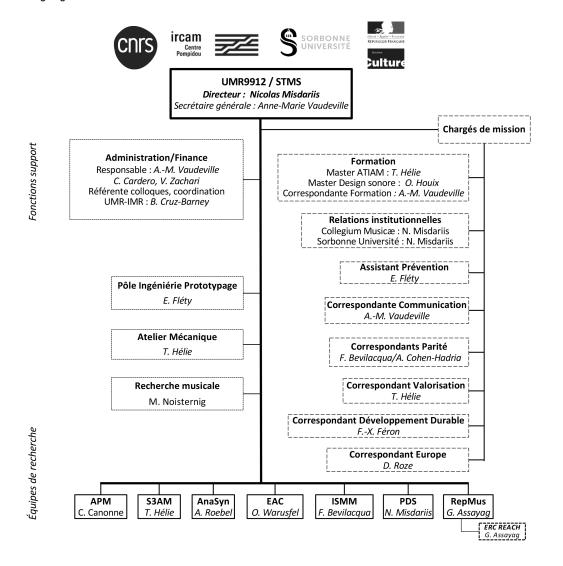
et vise une réorganisation autour de quatre pôles dans le cadre du prochain quiquennal (janvier 2025-décembre 2029):

- acoustique, signal, systèmes;
- cognition de la musique et du son;
- son/musique et santé:
- dynamiques créatives.

Ces différentes thématiques sont portées conjointement par plusieurs équipes du laboratoire.

Notons enfin que les artistes en résidence sont immergés dans les différentes équipes de l'UMR depuis que la recherche musicale est intégrée au sein du laboratoire et coordonnée par Markus Noisternig (chercheur dans l'équipe EAC) (cf. l'organigramme et l'annexe correspondante pour plus de détails).

Organigramme de l'UMR 9912 STMS



Équipe Analyse des pratiques musicales (APM)

Responsable: Clément Canonne

■ Introduction

L'équipe Analyse des pratiques musicales mène des recherches interdisciplinaires sur le monde de la musique — de la production (composition, improvisation, interprétation) à la réception (écoute, concert, critique, discours scientifique et technique), en passant par les multiples objets techniques qui le constituent (instruments, enregistrements, algorithmes).

Pour ce faire, elle développe une approche à la fois empirique (en empruntant ses outils aux sciences sociales comme aux sciences cognitives), intégrative (en connectant les objets, pratiques et discours musicaux à des questions théoriques d'ordre général) et contextuelle (en abordant les pratiques considérées en tant que complexités dynamiques et socialement situées).

Les travaux de l'équipe sont diffusés par des publications et colloques au sein des différentes communautés scientifiques concernées (musicologie, histoire, philosophie, esthétique, sciences cognitives, sociologie, critique génétique, anthropologie, étude des sciences et des techniques); ils font aussi l'objet d'autres formes de dissémination: courts-métrages documentaires, enseignements universitaires et auprès d'un plus large public, développements informatiques, conférences-performances, enregistrements, etc.

| Effectif | Diffusion scientifique | | Projets et contrats | | Collaborations scientifiques | Collaborations artistiques | |
|--|------------------------|---|---------------------|--|------------------------------|---|--|
| Chercheurs et ingénieurs statutaires | 4 | lecture r | | Nationaux et régionaux FOMA (Émergence-SU) Sur la piste de l'écoute musicienne | 2 | T. Wolf (CEU University) L. Goupil (université de Grenoble) E. Siguté Mikalonyté (Cambridge University) V. Tiffon (université Aix-Marseille) L. Zattra (Conservatoire | MilesDavisQuintetOrchestra! Quintette El Memorioso Elsa Laurent Marion Martineau |
| | | | | (Collegium Musicae) | | de Rovigo et Vicenza) | Atsushi Sakaï |
| Chercheurs et ingénieurs non statutaires Chercheurs, compositeurs et artistes invités | 1 | Conférences avec comité de sélection | 12 | Internationaux | 0 | C. Guastavino (McGill University) G. Boutard (Université de Montréal) C. Vogel (École Louis | |
| Doctorant | 1 | Ouvrages et chapitres | 5 | | | Lumière) | |
| Stagiaire | 1 | Thèse de doctorat/HDR | 0 | | | | |

■ Musique, histoire des sciences, histoire des technologies Le projet RAMHO — Recherche et acoustique musicales en France : une histoire orale

François-Xavier Féron

Au cours de la seconde moitié du xxe siècle, les pratiques musicales ont été totalement bouleversées avec l'émergence et la démocratisation des technologies sonores et le développement des connaissances sur le son. L'acoustique musicale et, plus généralement, ce qu'on appelle la recherche musicale — qui est liée à l'intégration des nouvelles technologies dans la musique —, ont conduit scientifiques (chercheurs, ingénieurs, informaticiens...) et musiciens (compositeurs, chefs d'orchestre, instrumentistes...) à collaborer étroitement au sein de nouveaux lieux. La France a joué un rôle historique, et cela à l'échelle mondiale, dans l'institutionnalisation de ces champs de recherche en soutenant la création de laboratoires, de studios et d'instituts s'intéressant à la science des sons, au prisme de la musique et des technologies. Coordonné par François-Xavier Féron et réunissant un pôle de chercheurs

issus de différentes disciplines, RAMHO est un projet à long terme qui vise à retracer l'histoire de ces instituts et à expliciter les connexions qui les relient les uns aux autres, qu'il s'agisse de personnes, d'outils technologiques, de préoccupations scientifiques ou artistiques.

En 2023, 21 personnes ont été interviewées, ce qui représente 81 h 30 min d'enregistrement audio. Les entretiens ont été conduits par François-Xavier Féron en collaboration avec différents partenaires du projet (Vincent Tiffon, Laura Zattra, Guillaume Boutard, Catherine Guastavino, Corsin Vogel), ainsi que deux stagiaires de master (Arthur Canac et Maude Pittilloni-Maestracci) qu'il a encadrés chacun durant deux mois. Baptiste Bacot, qui avait été recruté en tant que postdoctorant durant 10 mois grâce au financement obtenu avec l'appel à projets Émergence 2021 (Sorbonne Université), a terminé son contrat au cours de l'hiver 2023 mais a participé aux Journées d'informatique musicale 2023 où deux articles portant sur le projet RAMHO ont été présentés: Baptiste Bacot, Vincent Tiffon et François-Xavier Féron, «Recherche et

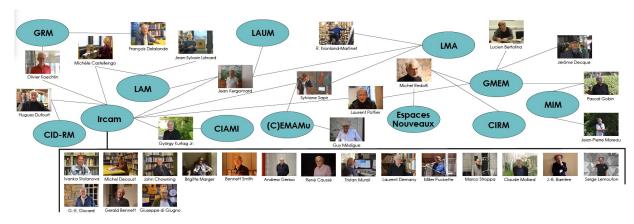


Figure 1. Réseau de recherche formé par les personnes interviewées dans le cadre du projet RAMHO.

acoustique musicales à Marseille entre 1968 et 1989» (p. 139-148); François-Xavier Féron et Laura Zattra, «L'empreinte de John Chowning dans la reconstruction de l'Ircam: de sa rencontre avec Pierre Boulez en 1973 à la création de *Stria* en 1977 » (p. 123-132). François-Xavier Féron et Arthur Canac ont par ailleurs finalisé le montage d'un film documentaire autour de l'icophone, un synthétiseur de voix basé sur la lecture optique de sonagrammes qui a été conçu au LAM dans les années 1960. Les recherches menées par François-Xavier Féron plus spécifiquement autour de l'histoire de l'Ircam ont été présentées dans le cadre de cinq colloques internationaux (Journées d'informatique musicale 2023, Saint-Denis; Ligeti 1923-2023: Composition as Invention, between memory and experimentation, Milan; XIVe congrès de la Société française d'histoire des sciences et des techniques, Bordeaux; Réflexions sur la numérisation des fonds en musique contemporaine, Saint-Étienne; Hugues Dufourt. Itinéraire et œuvre d'un musicien pensif, Paris) ainsi que dans plusieurs séminaires (Laboratoire d'histoire permanente, Comité d'histoire du ministère de la Culture...). François-Xavier Féron a par ailleurs effectué un

séjour de recherche d'une semaine au sein de la Fondation Paul Sacher à Bâle pour travailler sur le fonds Pierre Boulez. En partenariat avec Vincent Tiffon, il a répondu à l'appel à projets de la MSH Paris Nord et a obtenu un financement de 6000 € pour la période 2024-2025; une pré-proposition a par ailleurs été déposée auprès de l'ANR (APP PRC).

Musique et maladie

Laurent Feneyrou

Entre histoire de la musique, histoire de la médecine et philosophie des sciences dans le monde occidental, le colloque international Musique et maladie, sous la direction de Laurent Feneyrou, Vincent Barras et Céline Frigau Manning, s'est tenu à l'Ircam en octobre 2023. Il s'est proposé d'interroger les conditions et les méthodes de leur dialogue à l'âge moderne, du xVIIIe siècle à nos jours, autour de la question de la maladie: études de cas, pathographies d'artistes, pathologies et représentations du malade à l'opéra, spécialités médicales, psychiatriques ou virologiques, à l'aune de l'œuvre... Notre objectif n'est pas de nous inscrire

dans la dynamique alimentée par les médecins attachés à « humaniser » les sciences médicales en prônant l'apport des arts, dont la qualité principale serait de développer la sensibilité, l'empathie ou la compréhension universelle. À rebours, nous questionnons de telles approches utilitaristes et nous demandons comment le musicien de l'époque moderne devient un objet d'étude, et plus précisément un patient ou un malade de choix. Comment aussi comprendre la place accordée à la musique et au musicien dans les écrits médicaux, qu'ils relèvent de l'anatomie, de la physiologie ou de la thérapie ? Que retenir de l'intérêt des artistes eux-mêmes pour la maladie et plus largement les sciences médicales ? Pris au sérieux et non réduits au rang de curiosités, ces questionnements ouvrent un vaste champ d'études, celui du corps du musicien, comme créateur aussi de symptômes.

Les fondements symboliques, matériels et créatifs de l'IA musicale

Pierre Saint-Germier, Clément Canonne, Marco Fiorini, Jean-Louis Giavitto

Ouvrir la boîte noire de l'improvisation algorithmique

Le premier projet vise une étude analytique du système *Voyager* conçu par George Lewis, de 1987 à nos jours, qui constitue un exemple historique d'approche symbolique du problème de l'artificialisation de l'improvisation musicale. Il s'agit de proposer une analyse fonctionnelle du programme, d'après le code de sa version FORTH, communiquée par George Lewis, qui serve simultanément d'analyse musicologique du comportement de l'agent improvisationnel qui constitue l'équivalent du niveau neutre pour cette forme novatrice de composition algorithmique. La thèse qui est défendue au sujet de l'ontologie de *Voyager* est celle d'un pluralisme aspectuel, d'après lequel *Voyager* est simultanément un programme, un agent et une composition. La nature symbolique de l'approche offre un contrepoint aux approches par l'apprentissage machine et le deep learning, permettant d'interroger la permanence et l'obsolescence des différentes techniques d'IA,

ainsi que les attraits, en même temps que les limites spécifiques de l'approche symbolique, qu'il s'agisse d'explicabilité, de transparence et de contrôle. Une version préliminaire de cette étude a été présentée lors d'un séminaire interne à l'équipe APM.

L'inscription corporelle des algorithmes musiciens

Le deuxième volet de cette recherche, en partenariat avec le projet REACH, prend la forme d'une étude expérimentale réalisée par Pierre Saint-Germier, Clément Canonne et Marco Fiorini sur l'inscription corporelle des agents algorithmiques. Si l'on prend au sérieux les recherches menées en sciences cognitives sous la bannière de l'Embodied Cognition Program, les approches strictement logicielles en IA musicale, par opposition aux approches robotiques, semblent souffrir d'une limitation intrinsèque en se coupant des ressources que représente l'incarnation des agents. L'utilisation de techniques d'apprentissage automatique permettant à des agents artificiels d'improviser dans le style d'un corpus défini, dont SoMax est un exemple paradigmatique, relance cependant cette question en suggérant la possibilité que certaines propriétés cruciales de *l'embodiment* soient transmises via le corpus d'apprentissage, s'il est lui-même produit par des agents incarnés. Cette recherche vise à explorer cette hypothèse d'un point de vue théorique en isolant conceptuellement deux dimensions de l'incarnation des agents musicaux qui sont souvent confondues, et à l'aide d'un protocole permettant de la tester expérimentalement. Ce protocole a été réalisé en plusieurs étapes à l'Ircam à l'aide de SoMax (enregistrement d'un corpus ad hoc par Alexandros Markeas en avril 2023; expérience avec 10 musiciens en septembre 2023) et à l'INSEAD (deux expériences d'écoute réalisées en juillet et en novembre 2023). Des versions préliminaires de cette étude ont été présentées au séminaire REACHing IN! (juin 2023), au Workshop Improtech d'Uzeste (août 2023), à la journée d'étude «Fiction et science de l'humain » à l'école d'art du Fresnoy à Lille (octobre 2023), ainsi qu'au congrès Philosophy of Al à Erlangen (décembre 2023).



Figure 2. Expérience sur l'inscription corporelle des algorithmes musiciens (studio 6, septembre 2023).



Figure 3. Jeux sonores au festival Le Bruit de la Musique (août 2023).

Ce que l'IA fait à la création artistique

Le troisième volet de ces recherches a consisté à lancer, en collaboration avec Jean-Louis Giavitto et à l'initiative de Frank Madlener, et en partenariat avec le Centre Pompidou, le projet d'un ouvrage collectif visant à dresser un état des lieux de la pénétration de l'IA dans la création artistique, du point de vue situé des parties prenantes (artistes, informaticiens, curateurs). Pierre Saint-Germier et Jean-Louis Giavitto sont chargés de coordonner les textes consacrés à la musique. Le sommaire est en cours de préparation pour une publication au printemps 2025.

■ Musique et fun

Études sur l'humour musical

Clément Canonne

L'humour n'est pas rare dans l'improvisation collective libre. De telles occurrences humoristiques pourraient être dues à la nature intrinsèquement sociale de l'improvisation collective, dans laquelle les improvisateurs s'engagent généralement dans une grande variété d'interactions tout au long d'une performance donnée. Quatre expériences ont été organisées en 2023 qui ont permis de montrer que les improvisations libres sont jugées plus amusantes lorsqu'elles présentent un contenu social clair et lorsque les musiciens s'engagent dans des interactions « négatives » les uns envers les autres. Nous avons également montré que le fait de savoir que la performance est improvisée peut aider à révéler une partie de son contenu humoristique, en particulier lorsque celui-ci repose principalement sur des aspects relationnels de la performance, comme le fait qu'un musicien tente activement d'empêcher son co-improvisateur de se coordonner avec lui. Plus généralement. ces expériences permettent d'établir la pertinence de la catégorie d'humour relationnel pour les recherches sur l'humour musical, au-delà des formes bien établies d'humour musical telles que les citations parodiques ou les incongruités stylistiques. Un article résultant de ce travail a été soumis à la revue *Humor*.

Jeux sonores

Clément Canonne et Sébastien Roux

Le projet de construction d'une ludothèque de jeux sonores a continué à se développer en 2023. L'objectif de ce projet est d'imaginer des stratégies compositionnelles qui permettent de faire converger expérience esthétique et expérience ludique, en évaluant la manière dont les principes de *game design* peuvent être appliqués au cas musical. Les jeux sonores ont été diffusés dans deux festivals en 2023 (Le Bruit de la Musique, Entre Cours et Jardins). Une présentation sur les enjeux théoriques sous-jacents au projet a également été donnée dans le cadre du colloque SPIEL! Games as critical practice organisé à la Hochschul für Musik de Râle.

■ Approches de l'esthétique musicale

Approche historiographique

François-Xavier Féron et Laurent Feneyrou

Gérard Grisey

Si l'ouvrage monographique que François-Xavier Féron devait réaliser sur *Les Espaces acoustiques* de Gérard Grisey a été mis en pause, un chapitre d'ouvrage a été co-écrit avec Liam Cagney au sujet de l'évolution des concepts harmoniques de Grisey depuis *Vagues, Chemins, le Souffle* (1970–1972) à *Partiels* (1975). Ce chapitre doit paraître aux University of Rochester Press dans un ouvrage co-édité par Gianmario Borio, Pascal Decroupet et Christoph Neidhöfer.

Écrits de compositeur: Emmanuel Nunes

Les essais d'Emmanuel Nunes, réunis par Laurent Feneyrou pour les éditions Contrechamps (480 pages), avec le soutien du Centre national du livre, exposent avec une rigueur et une vigueur rares sa théorie. Ces essais, en quatre langues (français, mais aussi allemand et anglais, traduits par Laurent Feneyrou, ainsi que portugais, traduit avec Mikhail Malt), témoignent d'une écriture dense,

complexe, parfois noueuse. Ils sont regroupés en cinq sections : les hommages à des musiciens et des écrivains ; les textes développés sur ses principales œuvres; une anthologie de ses entretiens, attestant une vivacité intellectuelle et un sens de la polémique : les essais théoriques, portant notamment sur l'espace, l'électronique et l'instrument: et trois textes massifs inachevés, consacrés à la phénoménologie husserlienne du temps, aux écrits de Kandinsky et à la Seconde Cantate op. 31 de Webern. Nunes n'est pas le seul compositeur à avoir étudié les *Lecons pour une phénoménologie de* la conscience intime du temps dans une perspective qui reconduit le discours philosophique à la création musicale, mais en s'appropriant notions et idées, en les modifiant, sinon les altérant dans ce but, il est exceptionnel qu'un musicien consacre un essai aussi vaste à un peintre, non à sa peinture, mais à ses écrits. Dans une perspective poétique, théorique et esthétique, Nunes multiplie les citations, commente, en compositeur, et écoute la pensée de Kandinsky. Pour l'édition de ces essais, Laurent Feneyrou a rédigé près de 500 notes, établi un catalogue des œuvres, rédigé une introduction retracant la trajectoire compositionnelle et théorique de Nunes, ainsi qu'une synthèse de ses analyses techniques de Webern, à partir des manuscrits conservés.

Approche expérimentale

Clément Canonne, Pierre Saint-Germier, Elze Sigute Mikalonyte

Valeurs esthétiques et jugements d'identité au sujet des œuvres d'art

Une première série d'expériences a porté sur la relation entre esthétique et ontologie dans nos jugements au sujet des œuvres d'art. Des études récentes ont pu montrer que nos jugements sur l'identité personnelle étaient en fait profondément impactés par des considérations axiologiques (éthiques, en l'occurrence). Il semble donc légitime de se demander si un phénomène analogue peut s'observer dans le champ esthétique. Par exemple, sommes-

nous davantage enclins à penser que l'identité d'un tableau qui a connu un changement est préservée quand ce changement est considéré comme esthétiquement positif? Et quand un artiste change les paroles de sa chanson dans un sens éthiquement négatif (par exemple en les rendant plus discriminantes), sommesnous plus enclins à penser qu'il s'agit d'une nouvelle chanson que si l'artiste avait changé les paroles de sa chanson dans un sens éthiquement positif (par exemple en les rendant plus fédératrices)? Quatre expériences ont tenté de répondre à ce genre de questions, en proposant aux participants de réfléchir à différents scénarios qui font varier la nature des œuvres considérées (tableaux ou musique), la source de la modification apportée à l'œuvre (l'auteur de l'œuvre ou un accident non intentionnel), le type de valeur concerné (éthique ou esthétique) et la valence de la modification (positive ou négative). Un des intérêts de ce genre d'approche est aussi d'éclairer certains des débats en ontologie musicale (par exemple sur la relation entre une chanson originale et ses *covers*, ou sur le rôle de l'instrumentation dans l'identité des œuvres musicales) en montrant que derrière des questions de métaphysique présentées comme indépendantes de considérations esthétiques, se cachent en fait souvent des normes d'évaluation implicites.

Évaluer l'empirisme esthétique

Une deuxième série d'expériences a porté sur la question de l'empirisme esthétique. Selon une position que l'on appelle généralement l'empirisme esthétique, les propriétés esthétiques d'une œuvre d'art dépendent uniquement de ses propriétés perceptuelles (par exemple, pour la musique, la manière dont elle sonne). Cette position a été contestée par de nombreux philosophes de l'art, qui pensent que des propriétés non perceptuelles liées au contexte de production, au mode de production ou à la catégorie artistique à laquelle appartient l'œuvre peuvent avoir une influence sur nos jugements esthétiques, par exemple quand nous évaluons la beauté d'une œuvre d'art. Les arguments avancés font

généralement appel à des intuitions supposément communément partagées à partir d'expériences de pensées sur des œuvres d'art réelles ou imaginaires. Diverses expériences de pensées ont donc été proposées aux participants afin d'évaluer l'importance relative des propriétés non perceptuelles généralement mises en avant par les anti-empiristes dans les jugements que nous pouvons être amenés à faire au sujet des œuvres d'art, qu'il s'agisse de leurs propriétés esthétiques (beauté, intensité, etc.) ou de leurs propriétés artistiques (originalité, qualité technique, etc.). Au cours de trois études, nous avons montré que la plupart des gens ne croient pas que les propriétés non perceptives devraient moduler notre évaluation de la beauté d'une œuvre d'art – du moins lorsque «beauté» réfère clairement à un certain type de propriété esthétique plutôt qu'à la valeur de l'œuvre en tant qu'œuvre d'art. Ce résultat s'étend également aux propriétés expressives (telles que l'intensité), bien que dans une moindre mesure. Dans l'ensemble, nos études montrent que les intuitions esthétiques centrales des arguments classiques d'indiscernabilité popularisés par Gombrich, Walton et Levinson ne sont pas suffisamment solides pour réfuter de manière concluante l'empirisme esthétique.

Approche conceptuelle

Pierre Saint-Germier

Développement et défense de l'ontologie processuelle

de l'improvisation

Pierre Saint-Germier a soumis l'article « Les catégories de l'improvisation musicale » à la revue *Protéus*, en réponse à une sollicitation pour un numéro spécial sur le thème des catégories esthétiques. Selon une position qui fait consensus en esthétique de l'improvisation musicale, les catégories esthétiques qui permettent de saisir en propre la valeur esthétique des improvisations sont des catégories agentielles plutôt que sonores. Pierre Saint-Germier soutient au contraire que les arguments classiquement invoqués, qui font appel à des paires indiscernables de performances improvisées et

non improvisées, sont compatibles avec un sonicisme nuancé, qui replace la valeur esthétique des improvisations musicales au plus près de la manière dont elles sonnent, pour peu que l'on tienne pleinement compte de la richesse du contenu de l'expérience sonore et des effets de cadrage contextuels sur ce contenu. Cela permet de dégager des catégories esthétiques non agentielles spécifiques à l'improvisation musicale et de donner une vision plus nuancée et complète de la valeur esthétique de l'improvisation. L'article a été accepté et paraîtra en 2024.

■ Nouvelles écritures musicologiques

Bases de données Analyses

François-Xavier Féron et Alain Bonardi

François-Xavier Féron et Alain Bonardi codirigent la base de données Analyses de l'Ircam (https://brahms.lrcam.fr/analyses/) qui propose une collection d'analyses musicales en ligne d'œuvres créées à l'Ircam et considérées comme représentatives de la culture de l'institut, tant sur le plan artistique que technologique. Cette base présente de nombreux exemples audio ou vidéo et intègre aussi des applications interactives invitant le lecteur à jouer avec certains traitements électroniques ou modes de synthèse. En 2023, une nouvelle analyse de Brice Tissier est venue enrichir la base de données: Burger Time de Mauro Lanza.

Rencontres autour d'un livre

François-Xavier Féron, Fanny Gribenski, Pierre Saint-Germier et Sébastien Roux

En partenariat avec le pôle Pédagogie et documentation de l'Ircam, l'équipe APM organise chaque année des rencontres autour d'ouvrages récents portant sur la musique des xxe et xxe siècles. Cette année, François-Xavier Féron a pris en charge l'organisation de deux rencontres. La première était consacrée à l'ouvrage *Conversation imagée* de Georges Aperghis et Nicolas Donin (Éditions de la Philharmonie, 2022) pour laquelle François-Xavier Féron avait monté l'exposition *De l'ATEM à l'Ircam. Un*





Figure 4.
Exposition
De l'ATEM
à l'Ircam
(médiathèque
de l'Ircam,
du 7 mars
au 7 avril).

petit aperçu de l'univers artistique de Georges Aperghis, dans la médiathèque de l'Ircam. La seconde était consacrée à l'ouvrage Alvin Lucier — Conversations avec Matthieu Saladin: Le même et le différent (Éditions MF, 2023).

Pierre Saint-Germier a animé la table ronde «Le son de l'industrialisation: musique, technologie et économie politique en Europe et aux États-Unis (xıxe-xxe)» (2 juin 2023), donnant lieu à la présentation croisée des ouvrages de Fanny Gribenski *Tuning the World: The Rise of 440 Hertz in Music, Science, and Politics (1859-1955)* (University of Chicago Press, 2023) et d'Emmanuel Reibel, *Du métronome au gramophone: musique et révolution industrielle* (Fayard, 2023), avec la participation de l'historienne Mélanie Traversier et du sociologue François Ribac.

New Methods and New Challenges in Empirical Musicology

Clément Canonne et Fanny Gribenski

Une proposition pour un ouvrage collectif issu du workshop New Methods and new Challenges in Empirical Musicology, organisé en ligne en 2022 et 2023, a été soumise à Oxford University Press. Notre livre dessine les contours d'une nouvelle musicologie empirique, plus en phase avec les nouvelles préoccupations culturelles qui ont émergé dans les deux dernières décennies, tout en restant fidèle à l'objectif initial d'Eric Clarke et Nicholas Cook d'encourager et de stimuler une approche plus empirique des pratiques musicales. Au cours des dernières années, et inspirés par un large éventail de disciplines (des études sur le son et les médias, l'histoire globale et postcoloniale, les études posthumanistes, les études de communication, la philosophie expérimentale et les sciences cognitives), les musicologues ont en effet proposé de nombreuses nouvelles méthodes créatives pour la collecte de données et l'étude empirique des pratiques musicales. Notre volume vise à explorer certaines des formes les plus prometteuses de ces nouvelles méthodes – des méthodes qui ont déià donné des résultats et qui ont le potentiel d'être utilisées dans une grande variété de contextes. Mais nous souhaitons également profiter de l'occasion pour aborder certains des nouveaux défis auxquels les approches empiriques doivent désormais faire face, tels que la collecte de données interculturelles, la surabondance de données, la réutilisation des données et la manière de gérer l'impossibilité de collecter des données.

Le volume se compose de 13 chapitres individuels, chacun consacré à une méthode spécifique. Les méthodes étudiées comprennent les études de matériaux (Gribenski), le reenactment (Kursell), les annotations libres (Margulis), les expériences de pensée (Mikalonytè), l'étude des commentaires des vidéos YouTube (Bell), l'analyse des discussions sur les médias sociaux (Spencer), l'organisation de corpus musicaux (DeClerq), les analyses secondaires de données (Boutard), l'auto-annotation des performances musicales (Canonne), l'éthnographie (Bachir-Loopuyt), l'exploitation

des plateformes vidéo en ligne à des fins expérimentales (Wolf), l'examen critique des archives sonores coloniales (Cohen) et la science citoyenne (Hilton).

Du protocole expérimental à la recherche en art: analyser la désynchronisation avec le MilesDavisQuintetOrchestra!

Clément Canonne

Deux semaines de résidence ont été organisées avec le MilesDavisQuintetOrchestra! (un sextet d'improvisateurs) en vue d'un événement art/sciences programmé au festival Sons d'hiver 2024. Cette session de travail a été l'occasion de proposer aux musiciens 15 expériences visant à la fois à comprendre les mécanismes sous-tendant la capacité des musiciens à faire coexister au sein de la performance des tempi individuels asynchrones, et



Figure 5. Session de travail avec le MilesDavisQuintetOrchestra!

à explorer les stratégies comportementales et interactionnelles permettant la production de dynamiques rythmiques temporelles singulières. Les analyses de ces données sont en cours, en vue de premières publications en 2024.

■ Musique et sources sonores

Sur la piste de l'écoute musicienne

Clément Canonne, Arthur Faraco, Emmanuel Ponsot, Sébastien Roux. Coralie Vincent. Armand Schwarz. Patrick Susini

<u>Improvisation collective, saillance acoustique et stratégies</u> d'écoute

Deux expériences ont été organisées en studio en avril 2023 avec des trios d'improvisateurs professionnels. Dans la première expérience, nous nous appuyons sur une méthodologie d'auto-annotation pour étudier les comportements d'écoute des musiciens lors de performances librement improvisées. Immédiatement après chaque improvisation, il a été demandé aux musiciens d'écouter l'improvisation qu'ils venaient de jouer et d'indiquer en permanence, dans une application spécifique, où se situait leur point d'écoute pendant qu'ils jouaient. Cette étude a permis de montrer que les musiciens avaient tendance à adapter stratégiquement leur comportement d'écoute aux spécificités du contexte interactionnel, et que les comportements d'écoute collective des musiciens avaient un impact sur la performance, à la fois au niveau acoustique et au niveau perceptuel.

Dans la deuxième expérience, le volume sonore de chaque musicien a été modifié en temps réel afin de manipuler leur degré de saillance acoustique au sein du groupe. Des sons artificiels ont par ailleurs été ajoutés de manière ponctuelle au signal des musiciens; dès que les musiciens percevaient un de ces sons associés au signal d'un de leurs co-improvisateurs, ils devaient appuyer sur une pédale. Cette étude nous a permis de montrer que les modifications de volume (qu'il s'agisse d'une légère augmentation ou d'une légère diminution) avaient un effet sur l'attention des

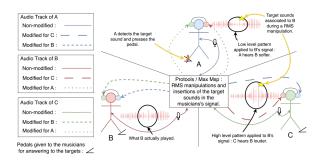


Figure 6. Protocole expérimental « Improvisation collective, saillance acoustique, stratégies d'écoute ».

musiciens, puisque les performances de détection étaient meilleures lorsque le son artificiel survenait dans une période où le volume du musicien associé était modifié. Par ailleurs, nous avons également montré que les musiciens avaient davantage tendance à être coordonnés avec un de leurs co-improvisateurs après que le volume de celui-ci avait été modifié. Globalement, cette deuxième expérience montre que les manipulations de saillance sont une des ressources communicationnelles centrales de l'improvisation libre, en ce qu'elle permet à la fois d'agir sur la distribution de l'attention au cours de la performance et sur la régulation des interactions au sein du groupe.

Deux articles sont en cours d'écriture à partir de ce travail, pour soumission à des revues de sciences cognitives.

Concert-laboratoire

Nous inspirant d'une tendance récente dans les études sur la cognition musicale, nous avons organisé un événement art/science en novembre 2023 pour étudier la dynamique de l'attention sélective dans le cadre d'un concert en direct.

Nous avons cherché à répondre à deux guestions de recherche :

1. Dans quelle mesure l'attention sélective est-elle influencée par les relations socio-musicales des interprètes ?



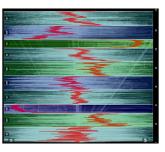


Figure 7. Concert-laboratoire à l'Espace de projection de l'Ircam (en haut: Brendan Champeaux et Joris Rühl; à gauche: la visualisation des résultats de l'expérience montrée au public à l'issue du concert).

2. Dans quelle mesure l'attention sélective est-elle influencée par la ségrégation spatiale et temporelle des voix musicales ? Dans la première partie, deux clarinettistes (assis respectivement dans les parties gauche et droite de la scène) ont librement improvisé ensemble. À différents moments, les musiciens ont reçu des messages visuels les invitant à jouer soit en mode « égalitaire », soit en mode « leader-follower ». Pendant que les musiciens jouaient, les membres du public étaient invités à fournir un retour continu sur leur attention auditive à l'aide d'un slider sur leur smartphone (de 0 : « Entièrement sur le musicien de gauche » ; à 1 : « Entièrement sur le musicien de droite »).

Dans la seconde partie, 32 courts morceaux de musique électronique à trois voix composés par Sébastien Roux ont été diffusés dans la salle de concert. Pour chaque miniature, les trois voix étaient soit séparées dans l'espace, soit non séparées; soit simultanées, soit en hoquet; et soit avec une forte organisation locale, soit avec une forte organisation globale. Les spectateurs étaient invités à se concentrer sur une voix donnée. À un moment donné, un court glissando a été présenté sur l'une des voix. Les spectateurs devaient indiquer à l'aide de leur smartphone si le glissando était sur la voix sélectionnée ou non.

Les résultats sont en cours d'analyse pour une soumission envisagée en 2024 auprès de revues de sciences cognitives.

Spatialisation musicale du son

François-Xavier Féron et Laura Zattra

En marge du projet RAMHO, Laura Zattra et François-Xavier Féron ont finalisé l'écriture d'un chapitre d'ouvrage consacré aux recherches et découvertes faites par John Chowning dans le domaine de la spatialisation musicale du son. Ce chapitre, intitulé « A history of the first computer sound spatialization system: John Chowning's investigations at Stanford University (1962-1972) », doit paraître dans l'ouvrage collectif *Sound, Music and Architecture*, coordonné par Roberto Illiano dans la collection « Music, Science and Technology » chez Brepols.

Équipe Analyse et synthèse des sons (AnaSyn)

Responsable: Axel Roebel

■ Introduction

Les activités de recherche en 2023 ont été fortement influencées par l'évaluation du laboratoire STMS par l'HCERES. Cette évaluation, ainsi que l'évolution rapide des technologies liées à l'IA, notamment l'apprentissage profond et les grands modèles de langage, ont déclenché un nombre considérable de discussions sur l'impact de ces évolutions sur la recherche effectuée dans notre laboratoire. Étant donné la position dominante des techniques d'apprentissage profond dans la recherche dans l'équipe Analyse et synthèse des sons, ces discussions ont été importantes. Elles nous ont permis de définir notre position et notre orientation générale dans le domaine de l'apprentissage profond appliqué au traitement de la musique et de la parole. Une partie importante de ces discussions a eu lieu dans le cadre d'un atelier réunissant des chercheurs doctorants du laboratoire STMS et du centre doctoral pour l'IA et la musique (AIM) de l'Université Queen Mary. L'équipe Analyse et synthèse des sons a contribué en grande partie à l'organisation scientifique de cette rencontre. Toutes ces discussions ont souligné les capacités de plus en plus impressionnantes des modèles génératifs de pointe et les besoins en données de plus en plus importants des modèles de langage. Ils soutiennent l'idée que, avec des ressources informatiques et des données d'entraînement suffisantes, les réseaux neuronaux profonds peuvent

| Effectif | | Diffusion scientifique | Diffusion scientifique | | | Collaborations scientifiques | Collaborations artistiques Judith Deschamps, Marie Bruand, Alexander Schubert. | | |
|--|----|---|------------------------|---|-----|--|---|--|--|
| Chercheurs et ingénieurs statutaires | 7 | lecture | | 5 Nationaux et régionaux: 1 ANR Aqua-Rius, ANR ARS, ANR BRUEL, ANR ExoVoices, ANR EVA, Astrid DeTOX, DIM AI4IDF, SU Emergence ReVOLT, SOUND.AI | | Apeira, C4DM/AIM Queen Mary University (London), CERTH (Grèce), Flux (Orléans), FhG IDMT (Allemagne), JFLI Tokyo, ISIR/Sorbonne Université, LAM/Sorbonne Université, LIA (Université d'Avignon), LTCI Télécom-Paris, Université Lumière Lyon 2, | | | |
| Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités | 2 | Conférences avec comité de sélection | 7 | Internationaux ACTOR, AI4Media | 2 | Université Lumere Lyon 2, Université Paris 8 Vincennes- Saint-Denis, Université de Glasgow, Meta Al Paris, Squarp instruments, Stellantis, Université Tokyo. | | | |
| Doctorants | 17 | Ouvrages et chapitres | 0 | Contrats industriels/via Amplify 1 contrat externe: Meta AI (CIFRE) 5 contrats avec Amplify: Illuminations V2, FDR Studio (sous-titrage), Dalida/Coluche, FingerPrinting (BAM Karaoke VST Super VP + séparation) | 6/5 | | | | |
| Stagiaires | 3 | Thèses de doctorat et HDR | 8 | | | | | | |

apprendre pratiquement toutes les tâches, sous couvert qu'elles soient exprimées avec des données d'entraînement présentées de manière appropriée. Par ailleurs, lorsque les ressources informatiques et les données d'entraînement sont limitées, la question devient alors de développer des approches qui permettent d'obtenir des résultats appropriés avec des ressources limitées dispo-

nibles, et nous nous proposons de rester centrés sur les besoins spécialisés et divers de la production audio professionnelle et/ou de la création contemporaine. Dans ce contexte, les verrous technologiques peuvent être la quantité de données d'entraînement trop faible, ou les ressources informatiques disponibles trop limitées pour permettre l'entraînement et/ou l'utilisation des grands

modèles de pointe. La connaissance du domaine (traitement du signal) et la conception méthodique des modèles sont considérées comme nos principaux outils pour réduire de manière significative les exigences en matière de bases de données d'entraînement et de calcul. Nous espérons que cette approche permettra non seulement de réaliser des progrès scientifiques, mais aussi de faire prendre conscience du potentiel de réduction des coûts environnementaux des technologies émergentes.

■ Évolution de l'équipe

L'accent mis sur les données et les modèles d'apprentissage profond efficaces sur le plan informatique a été renforcé par l'intégration de l'équipe ACIDS qui faisait auparavant partie de l'équipe RepMus. Étant donné les liens de plus en plus étroits entre les obiectifs de Philippe Esling et de ses collaboratrices et collaborateurs et l'équipe Analyse et synthèse des sons, il semble naturel de réunir ces activités dans une seule équipe, l'équipe AnaSyn. En conséquence, Philippe Esling et ses cinq doctorantes et doctorants (Giovanni Bindi, Nils Demerlé, Ninon Denis, David Genova et Sarah Nabi) ont rejoint l'équipe début 2023. Ainsi, la plupart des activités d'apprentissage profond du laboratoire STMS sont maintenant intégrées dans l'équipe Analyse et synthèse des sons. L'accent mis précédemment sur l'intégration de l'apprentissage profond, du traitement du signal et des modèles de signaux est enrichi par des approches qui mettent davantage l'accent sur les modèles génératifs.

■ Études supérieures

Le domaine de l'apprentissage profond continue de bénéficier d'une forte demande (notamment de la part des étudiantes et étudiants) et d'un soutien important (de l'université, de l'industrie et du financement public), de sorte que l'on peut s'attendre à ce que le nombre de doctorats dans l'équipe augmente. Dans ce contexte, il est très important que le nombre de chercheuses et chercheurs titulaires d'une HDR au sein de l'équipe augmente de manière

significative. Tout d'abord, Nicolas Obin a obtenu son Habilitation après avoir présenté sa recherche sous le titre : « De la représentation du signal à l'apprentissage de la représentation : modélisation structurée des signaux de parole ». Par ailleurs, comme mentionné précédemment, Philippe Esling (HDR) a rejoint l'équipe. L'équipe peut donc à nouveau compter sur trois chercheurs titulaires d'une HDR

Concernant des diplômes de doctorat, les membres de l'équipe — Mireille Fares, Clément Le Moine, Yann Teytaut, Frederik Bous et Antoine Lavault — ont tous soutenu avec succès leur thèse de doctorat en 2023. Il en a été de même pour Constance Douwes et Antoine Caillon, dirigés par Philippe Esling. Enfin, aux cinq arrivés avec Philippe Esling se sont ajoutés cinq autres doctorantes et doctorants qui ont débuté leur thèse dans l'équipe en 2023: Théodor Lemerle (ANR EXOVOICES), Mathilde Abrassart (ANR BRUEL et projets de valorisation), Simon Rouard (collaboration industrielle avec META AI), Maximino Linares (SOUND.AI), Téo Guichoux (EDITE).

■ Points forts

L'un des principaux objectifs du projet ANR ARS était l'élaboration d'un modèle sans paramètre pour soutenir la recherche musicologique sur le style de chant. En combinant notre modèle d'estimation de FO FCN_FO, développé précédemment avec des modèles développés dans le projet ARS — un module de séparation de la voix chantée (voir le rapport de 2022) et le logiciel Vax (voir plus loin) —, nous avons pu créer la première version des modules d'analyse ARS. Ceux-ci permettent d'extraire et d'annoter automatiquement la voix chantée avec le contour de la mélodie et les syllabes des paroles alignées, à partir de titres musicaux commerciaux téléchargés (avec les paroles) par les musicologues. Les modules seront mis à disposition en tant que service web sur le site web du partenaire de l'ARS, Passages XX-XXI. Un atelier avec le partenaire Passages XX-XXI est en préparation pour juin 2024, et le site web devrait être disponible un peu plus tôt en 2024.

Le modèle d'estimation de la FO FCN_FO a aussi été intégré dans le logiciel Partiels du Forum et sera donc maintenant disponible pour tous les membres de l'Ircam et la communauté élargie du Forum.

■ Valorisations

En 2023, nous avons travaillé sur deux applications importantes de notre algorithme de conversion d'identité vocale. Premièrement, la réinterprétation de l'appel du général de Gaulle du 18 juin 1940 a été finalisée au début de l'année 2023 et avait déjà été mentionnée dans le rapport de 2022. Deuxièmement, un nouveau projet pour la voix du jeune André Breton a été réalisé avec le Centre Pompidou dans la perspective du 100° anniversaire de la présentation du *Manifeste du surréalisme*.

La collaboration avec Ircam Amplify s'est poursuivie autour de technologies établies: la transformation de la voix avec le vocodeur de phase et le Music Fingerprinting. Mais aussi autour de nouvelles technologies comme la séparation de la voix (chantée) et l'alignement du texte avec la voix. Le modèle RAVE développé par Philippe Esling et ses collaboratrices et collaborateurs (avant d'intégrer l'équipe AnaSyn) a suscité un vif intérêt de la part des partenaires industriels et de la communauté du Forum. Une version V2 et un plug-in VST ont été produits par le département IMR dans le cadre du projet DAFNE+. La licence du produit d'origine japonaise Neutone a été renouvelée et la start-up écossaise DataMind a lancé début 2024, avec le soutien de l'Ircam, le produit *Combobulator* apportant une rétribution importante aux artistes ayant contribué par leurs matériaux musicaux aux données d'apprentissage.

Ircam – Rapport d'activité 2023 Unité mixte de recherche STMS 26

■ Collaboration artistique

La résidence de recherche artistique de Judith Deschamps a été finalisée et a fait l'objet de deux présentations sous la forme de l'installation an other voice qui a d'abord été présentée au casino Luxembourg (https://judithdeschamps.com/projects/another-voice), puis à Taipei (https://judithdeschamps.com/projects/another-voice-taipei).

L'équipe a contribué au concert Anima 2 d'Alexander Schubert, et a participé avec la danseuse et chorégraphe Marie Bruand à la Nuit Blanche 2023 de la Ville de Paris.

■ Traitement de la musique

Implémentation différentiable d'effets audio numériques

Postdoc de Pierre-Hugo Vial, Rémi Mignot, projet Aqua-Rius + valorisation équipe

Pour le traitement numérique du son, des effets audio sont programmés afin de modeler les caractéristiques perçues du son. La plupart du temps, ces effets sont développés par des méthodes et langages simples, efficaces pour le temps d'exécution. Néanmoins, dans ce travail, nous avons développé certains effets de façon « différentiable ». En utilisant des outils informatiques utilisés pour l'apprentissage profond (Tensorflow par exemple), ces nouvelles implémentations permettent d'une part le traitement du son, et d'autre part le calcul automatique de dérivées, ou du gradient. Le but est ainsi d'insérer ces effets dans des réseaux profonds. Ce type d'implémentation permet le passage du gradient afin de réaliser une optimisation ou un apprentissage de paramètres et de modèles. Dans le cadre de ce travail, nous avons développé de façon différentiable des algorithmes de réverbération, des filtres et égaliseurs, et un compresseur de dynamiques.

Indexation audio

Rémi Mignot, collaboration Ircam Amplify

L'outil d'indexation audio de l'Ircam a été amélioré suite à une demande d'Ircam Amplify. Cette tâche consiste à reconnaître rapidement un extrait musical donné dans une grande base de données. L'enjeu de cette tâche est la reconnaissance d'un extrait fortement modifié par rapport à sa référence, via des modifications telles que: ajout de bruits, filtrage, transposition fréquentielle, accélération ou décélération du temps. Ces deux dernières modifications sont notamment importantes pour le cas d'utilisation visé. Dans ce nouveau travail, nous nous sommes principalement focalisés sur le post-traitement, en proposant l'utilisation d'une DTW (Dynamique Time Warping) modifiée pour la recherche de cohérence temporelle. De plus, cette méthode permet désormais une segmentation étendue et plus précise des extraits musicaux. Une prochaine étape consistera à adapter et à tester la méthode dans le cadre d'un alignement audio-vers-audio de reprises musicales.

Synthèse de la batterie par réseaux génératifs profonds

Thèse d'Antoine Lavault, Axel Roebel, CIFRE Apeira

La recherche sur la synthèse du son de batterie utilisant des réseaux antagonistes génératifs (GAN) a été finalisée et la thèse a été soutenue avec succès en décembre. Nous résumons brièvement les résultats obtenus. La synthèse est effectuée dans le domaine temporel en utilisant StyleWaveGAN, un modèle basé sur le générateur d'images StyleGAN 2 de NVIDIA, adapté au cas de la synthèse dans le domaine temporel et aux propriétés des signaux de batterie. Le modèle a démontré que le contrôle basé sur le style, initialement construit pour la génération d'images. peut également être utilisé avec succès pour les sons de batterie. Le modèle permet de générer des échantillons d'une durée de 1,5 s avec un taux d'échantillonnage de 44,1 kHz et permet de générer 50 échantillons sonores par seconde sur un GPU. En utilisant des implémentations différentiables de descripteurs de timbre, le modèle a établi une très haute précision de contrôle de timbre et d'intensité.

Les tests perceptifs ont révélé que les sons générés sont encore loin des sons de batteries physiques. D'une part, cela est dû à l'instabilité des résonances générées pour les grosses caisses et les toms, et d'autre part, même si en comparaison avec d'autres modèles disponibles à la pointe de la technologie, la longueur des échantillons est relativement importante, une augmentation supplémentaire de la durée du signal serait encore souhaitable.

Synthèse de performances pianistiques réalistes

Thèse de Lenny Renault, Rémi Mignot, Axel Roebel, projet Al4Media

Le rendu de performance cherche à produire une interprétation expressive d'une composition donnée, à l'instar d'un musicien. Les méthodes d'apprentissage pour accomplir cette tâche nécessitent de collecter de nombreuses paires de performances et de compositions alignées à la note près. L'approche ici proposée passe outre cette dépendance en utilisant un apprentissage adversarial pour transférer des motifs d'interprétation d'un ensemble de performances à d'autres compositions. Une étude perceptive a montré que cette méthode non supervisée permet effectivement d'injecter des caractéristiques expressives par rapport à un rendu neutre des compositions, mais le réalisme peut être amélioré avant d'être similaire aux méthodes supervisées et surtout aux musiciens.

Génération de musique

Thèse de Simon Rouard. Axel Roebel, collaboration Meta Al

Les récentes avancées en algorithmes de compression neuronaux tels que Encodec ou SoundStream ont permis de fortement compresser les signaux audio (notamment musicaux) en représentations séquentielles et discrètes. Ces séquences discrètes ont permis l'avènement de premiers modèles de langage pour la génération de musique conditionnés avec du texte. Un exemple est MusicGen, développé par Meta Al, qui est un modèle performant de texte vers musique. Cependant, le conditionnement de la génération de musique par du texte est une approche de haut niveau ne couvrant qu'une petite partie du potentiel des modèles génératifs pour la musique. L'objectif de la collaboration et de la thèse de Simon Rouard est le développement d'autres approches de contrôle pour la génération de la musique utilisant des modèles de langage.

Dans une première étape, nous avons étudié le conditionnement stylistique utilisant des exemples audio. Dans ce cas, l'utilisateur utilise un extrait de quelques secondes de musique et demande au modèle de langage de générer de la musique dans le même style que cet extrait. Un article de conférence sur l'approche développée est en préparation.

Contrôle multimodal de la synthèse sonore par modèles génératifs profonds

Thèse de Sarah Nabi, DIM AI4IDF, Philippe Esling, Frédéric Bevilacqua, ISMM

La thèse a débuté en janvier 2023 en co-encadrement avec l'équipe ISMM (Frédéric Bevilacqua) et le LTCI, Télécom-Paris (Geoffroy Peeters), avec l'objectif de développer des méthodes pour le contrôle multimodal de la synthèse sonore par modèles génératifs profonds.

Dans un premier temps, la recherche sur le contrôle temps réel de la synthèse sonore basée sur des descripteurs audio continus avec l'approche Fader Networks a été finalisée en collaboration avec Ninon Devis, Nils Demerlé, David Genova et Philippe Esling. Ce travail a mené à la co-écriture d'une publication acceptée et présentée à la conférence ICASSP 2023.

Nous nous sommes ensuite intéressés à l'utilisation des modèles génératifs profonds dans les systèmes interactifs gestes-sons. L'objectif était d'étudier les stratégies d'interactions gestes-sons afin de découvrir les paramètres de synthèse appris de manière non supervisée par ces modèles dans un espace latent, grâce à l'exploration par le mouvement. Nous avons établi une collaboration art/recherche avec la danseuse et chorégraphe Marie Bruand afin d'explorer le potentiel créatif de ces modèles pour la création d'une performance interactive danse/musique. Cette collaboration a pu voir le jour grâce à l'obtention de l'appel à

projets Nuit Blanche 2023 organisée par la Ville de Paris. Dans ce travail alliant recherche et création, nous avons étudié l'intégration de ces modèles génératifs dans les systèmes interactifs gestes-sons et proposé trois méthodes d'interaction pour explorer «créativement» les espaces latents et contrôler en temps réel la synthèse sonore par les mouvements de danse à l'aide de capteurs à unité de mesure inertielle composés d'accéléromètres et de gyroscopes. Ce projet a mené à l'écriture d'un article de recherche soumis en janvier 2024 à la conférence MOCO'24 (Movement and Computing). La performance *Prélude* a été présentée au Conservatoire du centre W.A. Mozart dans le cadre de la Nuit Blanche de Paris le 3 juin 2023 et a été reprogrammée pour le Forum Ircam le 19 mars 2024.

Modélisation de processus créatifs et inférence semi-supervisée de modes probabilistes

Thèse de Giovanni Bindi (CNRS), Philippe Esling

Dans le contexte des modèles génératifs profonds appliqués à la musique, nous nous intéressons spécifiquement à la double étude de l'apprentissage des représentations et de la génération de nouveauté (out-of-distribution generation). En particulier, l'objectif principal est de définir un modèle d'apprentissage compositionnel dans lequel une décomposition des données en représentations latentes est effectuée, permettant par la suite une recomposition des éléments. La modularité de ces représentations nous permet alors à la fois de reconstruire les données (et donc d'effectuer une compression) et de générer de nouveaux échantillons en recomposant des représentations extraites de différentes sources (et donc d'effectuer une génération de nouveauté).

■ Traitement de la voix

Synthèse expressive de la parole

Thèse de Théodor Lemerle, Nicolas Obin, Axel Roebel, projet ANR EXOVOICES

La recherche sur la synthèse de la parole expressive nous a menés à explorer les modèles de langages comme modèles génératifs. L'approche consiste à traiter le signal audio comme une séquence provenant d'un vocabulaire discret en exploitant des avancées récentes en codecs audio neuronaux. Le bénéfice de ces approches résulte en des capacités accrues en clonage vocal et la possibilité de traiter des bases plus grandes. Nous introduisons aussi des architectures spécialisées pour répondre à des difficultés nouvelles que posent des architectures issues de modalités qui ne sont pas liées à l'audio. En particulier, nous observons dans des résultats préliminaires que nos apports réduisent significativement les répétitions et les sauts. Nous envisageons une soumission pour une conférence (INTERSPEECH), et pour cela une comparaison de nos résultats avec l'état de l'art dans un futur proche. Pour les travaux futurs, nous vovons plusieurs améliorations possibles: représentations auto-supervisées de la parole, création de bases en français et multilingues.

Génération de deepfakes audiovisuels pour la lutte contre les vidéos hyper-truquées de personnalités françaises

Postdoc de Laurent Benaroya, Nicolas Obin, Axel Roebel, projet ANR ASTRID DeTOX

Le projet DeTOX a pour objectif la lutte contre les vidéos hyper-truquées de personnalités françaises. L'Ircam intervient dans ce projet sur la partie génération de vidéos hyper-truquées ou « deepfakes ». Nous avons fait une étude détaillée de l'état de l'art scientifique. Il apparaît que les conversions vidéo se font trame à trame, sans prise en compte de la dynamique temporelle. Par ailleurs, le « fine-tuning », ou affinage du modèle pour une personne cible, n'est pas envisagé dans la littérature. Il existe des algorithmes permettant une postsynchronisation du bas du visage avec l'audio.

Un challenge entre des étudiantes et étudiants de l'institut EURECOM et des élèves de Sorbonne Université a été organisé. Ceux-ci ont produit des deepfakes crédibles et ont utilisé des algorithmes et des approches intéressants. Cela a été une expérience positive pour chacun.

Par ailleurs, une première séance d'acquisition de données audiovisuelles en HD a été effectuée dans un studio de l'Ircam, avec deux participants du projet et une personnalité politique, en conditions de studio professionnel et avec une prise de vue vidéo multi-angle. Le code des deux principaux algorithmes de postsynchronisation du bas du visage (et donc des lèvres) a été étudié. Plusieurs pistes sont envisagées pour y apporter des améliorations.

Conversion d'identité vocale à partir de données bruitées et hétérogènes

Thèse de Mathilde Abrassart, Nicolas Obin, Axel Roebel, projet ANR Bruel

L'objectif de cette thèse est de développer des algorithmes de conversion d'identité vocale par des réseaux de neurones pour créer des attaques d'usurpation d'identité. À partir d'un ensemble de scénarios d'attaques envisagés pour réaliser celles-ci en fonction des moyens et ressources disponibles (expertise, algorithmes, données), la thèse consistera dans un premier temps à réaliser l'implémentation d'un banc d'essais d'algorithmes pour évaluer la robustesse des systèmes d'authentification et de détection face à ces attaques. Ensuite, la recherche se concentrera sur deux aspects: l'apprentissage de la conversion d'identité à partir de données de qualité variable et le contrôle de l'empreinte acoustique pour s'adapter aux différents environnements sonores et canaux de communication.

Conversion d'identité

Thèse de Mathilde Abrassart, Axel Roebel, Centre Pompidou (exposition Surréalisme. D'abord et toujours/ + valorisation équipe Après avoir établi des avancées dans la reconstitution de voix historiques à travers des projets antérieurs, notamment la voix de la chanteuse Dalida et celle du général de Gaulle, un nouveau projet utilisant la conversion d'identité vocale a été lancé afin de donner vie à d'autres images emblématiques de l'histoire et de la culture. À l'occasion du centenaire de la publication du Manifeste du surréalisme d'André Breton (en octobre 1924), le Centre Pompidou organise l'exposition Surréalisme. D'abord et toujours du 4 septembre 2024 au 6 janvier 2025. Le but est ici de recréer la voix d'André Breton jeune, lors de la parution de son *Manifeste*, alors qu'il n'existe pas d'enregistrement de lui datant de cette époque. Pour ce projet, nous avons exploré les techniques pour «rajeunir» la voix en utilisant les enregistrements d'André Breton plus âgé et les enregistrements d'un acteur ayant son âge en 1924.

Transformation de hauteur et d'intensité de la voix — Modèle Circe Thèse de Frederik Bous, Axel Roebel, Projet ANR ARS + valorisation équipe

Les travaux engagés en direction de la transformation de paramètres de bas niveau de voix (hauteur et intensité) ont été poursuivis dans le contexte du projet ANR ARS et du doctorat de Frederik Bous. Ces travaux se sont concentrés sur l'extension du modèle Circe, un *auto-encoder with information bottleneck* (auto-encodeur avec goulot d'étranglement de l'information) développé précédemment. Une méthode d'ajustement de la taille du goulot dans l'auto-encodeur du système de transformation de la voix a été développée. Cette approche permet de traiter la parole et la voix chantée avec le même modèle. D'autres améliorations du système de transformation de la voix ont été étudiées, notamment des conditionnements explicites sur les attributs phonétiques et les enregistrements du timbre vocal, permettant des manipulations du contenu phonétique et de l'identité de la voix, respecti-

vement. Nous avons réalisé des progrès substantiels dans la mise en œuvre des transformations vocales sous forme de plug-in VST développé par le département IMR, et nous nous préparons à publier le plug-in début 2024. La soutenance de thèse a eu lieu en septembre 2023.

Conversion neuronale du genre pour des études des biais de cognition de l'humain

Postdoc de Clément Le Moine-Veillon, Nicolas Obin, Pablo Arias (Université de Glasgow), projet Emergence ReVOLT

Ce postdoc vise à développer un modèle de conversion du genre en temps réel qui puisse être incorporé à la plateforme d'interaction audiovisuelle à distance DuckSoup pour questionner l'influence du genre sur nos interactions sociales. Nous avons fourni une première version d'un tel modèle basé sur un auto-encoder aux multiples démêlages antagonistes (apprentissage d'un code locuteur indépendant du genre).

Nous avons également développé une méthode expérimentale par corrélation inverse pour expliciter les indices acoustiques utilisés par un modèle de reconnaissance de genre. Ces travaux sont encore en phase d'approfondissement et feront l'objet d'une publication prochaine.

■ Transformation de style

Conversion neuronale des attitudes sociales

Thèse de Clément Le Moine-Veillon, Nicolas Obin, Axel Roebel, projet Paris IdF PhD2 MoVE + valorisation équipe, collaboration avec Stellantis

La thèse porte sur la conversion neuronale des attitudes sociales dans des signaux de parole.

Dans cette dernière année de thèse, nous avons proposé une première version de la conversion multilocuteur à partir de réseaux transformers entraînés sur la base Att-HACK précédemment réalisée. Des évaluations finales sont en cours en vue d'une publication dans une revue internationale. En parallèle, nous avons développé une méthode d'estimation neuronale BWSNet de mesures psychométriques à partir de signaux de parole, avec une application à l'échelle BWS (best-worst scale) et évalué sur différentes tâches de signaux sonores (attitudes sociales et timbre instrumental), et publié à ICASSP 2024. La thèse a été soutenue en février 2023

Synthèse de voix apériodiques par vocodeur neural

Postdoc de Luc Ardaillon, Axel Roebel, projet ANR ARS + valorisation équipe

Des recherches ont été menées pour améliorer la qualité de synthèse du vocodeur neuronal MBExWN développé dans l'équipe pour le cas des voix rugueuses et apériodiques, comportant des sous-harmoniques ou d'autres irrégularités. Pour cela, plusieurs modifications du sous-modèle permettant de générer la source vocale ont été testées, dans le but de lui donner la flexibilité nécessaire à la représentation de tels signaux (celui-ci générant actuellement une source périodique basée sur une analyse de fréquence fondamentale à partir du spectrogramme mel).

Les premières approches investiguées ont été l'ajout de sous-harmoniques ainsi que l'estimation de fréquences fondamentales multiples. Mais celles-ci restent sujettes à des erreurs et discontinuités dans l'estimation, ne permettant pas de générer une source adaptée.

Une autre approche testée a été de générer la source comme une séquence d'impulsions dont les amplitudes et positions temporelles sont estimées de façon récursive, permettant ainsi plus de flexibilité pour représenter les irrégularités de la voix tout en palliant les problèmes préalablement identifiés. Si cette approche semble pouvoir fonctionner dans le cadre d'un apprentissage supervisé avec des signaux synthétiques, ces recherches ont révélé que les fonctions de coût habituellement utilisées lors de l'apprentissage du modèle ne permettent pas d'adapter correctement les paramètres de la source pour des signaux réels. Ces observations sont concordantes avec de récentes publications, et

des recherches sont en cours en vue d'une meilleure compréhension et amélioration de ces fonctions de coût.

Alignement voix chantée parlée – ADAGIO et VoiceAligner

Thèse de Yann Teytaut, Guillaume Doras, Axel Roebel, projet ANR ARS

L'un des objectifs centraux des recherches sur le traitement du son avec des modèles profonds concerne l'apprentissage efficace de modèles permettant d'aligner des représentations symboliques du contenu (par exemple le texte dit ou chanté, ou les notes chantées) avec les sons. Afin de pouvoir apprendre des modèles pour des situations nouvelles, les algorithmes développés doivent pouvoir être appris avec des paires texte/audio appariées, sans pour cela nécessiter des exemples alignés. En 2023, l'équipe a réalisé deux avancées significatives en cette matière. Premièrement, dans le contexte de la thèse de Yann Tevtaut et du projet ARS, un algorithme complètement convolutionnel, permettant l'apprentissage d'un modèle d'alignement à partir de données non alignées a été finalisé. Yann Tevtaut a soutenu sa thèse sur ce suiet en iuillet 2023, et par la suite, le paquet Python ADAGIO, permettant d'apprendre avec cet algorithme sur des nouvelles bases de données, a été rendu disponible au sein de l'équipe.

Deuxièmement, grâce au développement d'une approche plus efficace de décodage du postériorgramme phonétique produit par ADAGIO, un logiciel dénommé VoiceAligner (Vax, version 1.0.0) a pu être réalisé et mis à disposition pour l'utilisation en interne de l'équipe. Vax permet l'alignement au niveau des mots ou des syllabes, etc., cela pour une grande variété de langues, et même pour des séquences audio très longues (plusieurs heures). Des premiers cas d'utilisation de Vax, génération de bases d'apprentissages pour le TTS — sous-titrage automatique — et d'ADAGIO — alignement de chant pour la création de nouvelles voix chantées du système de synthèse de chant ISiS — ont permis de confirmer la pertinence de ces résultats.

UPLISIS Voices

Carlo Laurenzi, thèse de Yann Teytaut, Axel Roebel

Une des applications visées pour l'algorithme ADAGIO est la création de nouvelles voix de synthèse pour l'algorithme de synthèse de chant ISiS. Après nos premières expériences non concluantes, nous avons effectué plusieurs modifications concernant les instructions données aux chanteurs et nous avons réenregistré deux nouvelles bases de chant. Ces nouvelles bases nous ont permis d'avancer avec la mise en place d'une configuration d'ADAGIO permettant l'apprentissage d'un modèle d'alignement pour les enregistrements servant à produire une voix ISiS. Plusieurs problèmes particuliers pour l'alignement des voix ISiS, dus notamment au petit nombre d'exemples enregistrés pour une voix ISiS, ont pu être réglés et une publication d'une nouvelle voix ISiS est prévue pour le Forum 2024.

Séparation de chant

Stage de Théo Nguyen, thèse de Yann Teytaut, Axel Roebel, projet ANR ARS

Afin de pouvoir étudier plus précisément le style de chant dans une chanson donnée, nous avons précédemment développé un modèle efficace permettant de séparer le chant du reste des chansons. Dans le stage de Théo Nguyen, nous proposions d'étudier les possibilités de profiter de l'information sur le contenu du chant pour améliorer la qualité de la séparation.

Dans le contexte de son stage, en travaillant avec un taux d'échantillonnage réduit (8 kHz), Théo Nguyen a pu démontrer qu'en conditionnant le modèle de séparation avec le texte chanté aligné, des améliorations significatives (~0,5 dB SDR) de la qualité des voix séparées peuvent être obtenues.

■ Approches transversales

Modèles profonds informés par la physique

Stage de Clémentine Berger, thèse SOUND. Al de Maximino Linares, Guillaume Doras, Axel Roebel, collaboration S3AM Thomas Hélie La synthèse audio (voix, instruments) par réseaux de neurones a récemment fait des progrès impressionnants, mais cette synthèse reste difficile à contrôler et à paramétrer de manière intuitive. Une piste initiée dans l'équipe pour adresser ce problème consiste à introduire dans le réseau de neurones des contraintes issues de la connaissance physique des systèmes audio (appareil vocal, instruments) pour conditionner et contrôler la synthèse à partir de paramètres physiques interprétables par un humain. Cette recherche est menée en collaboration avec l'équipe S3AM pour la partie modélisation physique. Un premier travail exploratoire a été mené à partir du 2^e trimestre 2023 dans le cadre d'un stage de master pour 1) réaliser une bibliographie des approches dites «PINNs» (physics-informed neural networks, ou réseaux de neurones informés par la physique) et identifier les architectures susceptibles d'être utilisées en synthèse audio neuronale: 2) démarrer le travail de conception d'un réseau de neurones modélisant un système physique oscillant à partir de contraintes physiques bien posées, en particulier à partir d'un formalisme PHS (port-Hamiltonian system ou système hamiltonien à ports). Cette étude a servi de point de départ à une thèse qui a débuté au 4º trimestre 2023, financée par la SCAI (Sorbonne Center for Artificial Intelligence) dans le cadre du programme SOUND.AI. Le travail réalisé par le doctorant a pour l'instant consisté à systématiser et à généraliser les conclusions issues du stage, notamment en étudiant l'influence des contraintes issues de la physique sur la capacité des réseaux de neurones à prédire le comportement de différents systèmes physiques à partir de leur état initial. Dans un deuxième temps, il s'agira de se focaliser sur les systèmes physiques oscillants simples, et en particulier auto-oscillants (une classe qui comprend notamment la voix et de nombreux instruments de musique) afin de modéliser leur fonctionnement avec un formalisme dit «pHNN» (port-Hamiltonian Neural networks). Enfin, nous prévoyons d'utiliser les architectures mises au point pour modéliser des systèmes audio réels complexes, à la fois pour la synthèse sonore et l'analyse de paramètres physiques.

Synthèse audio neurale par réseaux de neurones légers

Thèse de David Genova, Philippe Esling, bourse Polytechnique, collaboration avec Squarp Instruments

Dans l'optique de réaliser des réseaux de neurones plus performants et moins coûteux en calculs, cette thèse s'intéressera à l'interprétabilité des réseaux profonds génératifs pour l'audio. En particulier, nous adaptons des outils, jusque-là utilisés dans le domaine de l'image, à l'étude des représentations internes et des composantes apprises par le réseau. Confortés par les résultats de ces recherches, nous espérons par la suite pouvoir réduire la complexité computationnelle des réseaux (insertion de biais dans l'architecture des modèles, suppression des caractéristiques non essentielles, etc.), tout en permettant de conditionner implicitement la génération audio. Enfin, nous poursuivons la collaboration avec Squarp Instruments dans le but de développer un premier prototype de module Eurorack d'échantillonneur neural.

Apprentissage avec peu de données par topologie latente

Thèse de Nils Demerlé, Philippe Esling, Guillaume Doras, Bourse EDITE

Cette recherche vise à développer des méthodes permettant de réduire la taille des bases d'apprentissage nécessaires pour apprendre une tâche donnée. Le premier objet d'étude porte sur les modèles de diffusion appliqués à la synthèse de signaux audio musicaux. Plus précisément, la recherche s'intéresse à la thématique du « désentrelacement » de timbre et de structure. L'idée est d'obtenir un modèle génératif qui peut être conditionné de manière indépendante sur la structure musicale (rythme, hauteur) et sur le timbre des éléments individuels qui participent à cette structure. Différentes applications peuvent ensuite être

explorées: transfert de timbre (la structure est conservée) ou de structure, ou encore interpolation entre les deux. Des résultats ont été obtenus sur des conditionnements simples de structure (BPM) ou en utilisant une partition MIDI comme supervision pour la structure. Les travaux actuels se portent sur le fonctionnement de modèles dans un cadre non supervisé (la structure et le timbre ne sont pas connus a priori).

Équipe Espaces acoustiques et cognitifs (EAC)

Responsable: Olivier Warusfel

■ Introduction

L'année 2023 a été marquée par le démarrage opérationnel du projet Continuum (programme PIA4-ICC) qui s'attache au développement d'une chaîne complète de création, de production et de diffusion des spectacles vivants couvrant de manière continue les contextes de scènes réelles et virtuelles. Concrètement, le projet a permis d'amorcer le portage de modules de la bibliothèque Spat vers l'environnement de production audio Wwise couramment utilisé dans l'industrie de la réalité virtuelle (VR). En particulier, un nouveau module de décodage de flux Ambisonics vers le format binaural a pu être démontré dans le cadre d'une retransmission temps réel d'un spectacle immersif collectif vers des postes individuels de VR équipés de visiocasques avec écoute binaurale interactive. Les travaux sur la personnalisation des HRTFs à la base de la technologie binaurale ont donné lieu à l'élaboration d'une procédure de classification hiérarchique d'un ensemble de HRTFs sur la base de métriques perceptives. Cette classification a pour but de faciliter la tâche de l'auditeur pour sélectionner au sein d'une base de HRTFs le jeu le plus approprié. Par ailleurs, les travaux de sélection automatique à partir de selfies binauraux ont été poursuivis avec notamment l'introduction d'une nouvelle méthode de localisation binaurale basée sur une méthode d'apprentissage machine traitant conjointement les signaux dans le

| Effectif | Diffusion scientifique | | Projets et contrats | | Collaborations scientifiques | Collaboration artistique | | |
|---|------------------------|--|---------------------|--|------------------------------|---|---------------|--|
| Chercheurs et ingénieurs statutaires | 5,3 | Revues à comité de lecture | 4 | Nationaux et régionaux ANR HAIKUS PIA4 CONTINUUM | 2 | AALTO Helsinki (FI) ARI-ÖAW (AUT) HISOMA (FR) IRBA (FR) | Aaron Einbond | |
| Chercheurs et ingénieurs non statutaires. Chercheurs, compositeurs et artistes invités | 6 | Conférences avec 8 comité de sélection | | Internationaux | 0 | LAM-IJLRA (FR) LORIA (FR) MPIA-IJLRA (FR) NEW-YORK Univ. (USA) NMH (NO) | | |
| Doctorants invités | 2 | Ouvrages et chapitres | 0 | Contrats industriels Amadeus Flux | 2 | UNIV. LILLE (FR) UNIV. EDINBURGH (UK) UNIV. GREENWICH (UK) UNIV. TAMPERE (FI) | | |
| Stagiaires | 4 | Thèse de doctorat/HDR | 0 | | | | | |

domaine temporel et fréquentiel. Différents travaux ont été consacrés à l'analyse-synthèse des réponses impulsionnelles spatiales (SRIR) issues des mesures réalisées avec des réseaux sphériques de microphones (SMA). Citons un travail sur la détection des premières réflexions et l'identification de leurs directions d'incidence, l'analyse directionnelle du champ réverbéré tardif et l'extraction automatique des paramètres de réglage d'un réseau de retard rebouclés permettant de simuler efficacement la SRIR mesurée. Pour le volet cognition spatiale, les travaux ont été consacrés, d'une part, au lien entre espace péripersonnel et rugosité auditive et, d'autre part, à l'étude de l'intégration multisensorielle et de la surcharge auditive. Ces deux études exploitent les caractéristiques de l'intégration audio-tactile étudiées depuis quelques années dans l'équipe.

L'année 2023 a vu la structuration de l'axe son/musique et santé porté conjointement par les équipes EAC, ISMM et PDS autour de trois pôles principaux: prévention et bien-être; diagnostic et rééducation; mécanismes impliqués. Au-delà du recensement des activités du laboratoire reliées au domaine de la santé, nous

avons également identifié les critères auxquels doivent répondre les corpus sonores générés ou exploités dans le cadre des applications de santé.

À l'occasion de la résidence artistique du compositeur Aaron Einbond, un travail a été consacré à la modélisation et au contrôle des fonctions de directivité spatiale. Pour les applications musicales, il est souhaitable de pouvoir manipuler les motifs de directivité de façon continue. Une solution élégante a été développée ainsi qu'une proposition d'interface de contrôle en s'appuyant sur le formalisme des harmoniques sphériques avec ordre fractionnaire.

Le travail de recherche de Nadine Schütz, compositrice en résidence, s'est principalement déroulé dans le cadre d'une collaboration avec l'équipe PDS consacrée à l'impact perceptif des installations sonores dans l'espace public, en s'appuyant sur un projet de composition et d'installation sonore paysagère en cours de réalisation. Par ailleurs, les travaux issus de la collaboration de Nadine Schütz avec l'équipe ont trouvé écho dans le cadre du programme Radio Utopia au sein du Pavillon français lors de la

Biennale d'architecture de Venise. Enfin, une résidence d'artistes (Laurent et Vincent Isnard) en lien avec l'axe son/musique et santé a été initiée en 2023 et se poursuivra en 2024.

■ Analyse du champ réverbéré

Détection et modélisation de premières réflexions

Markus Noisternig. Collaboration: Wolfgang Kreuzer (ARI/ÖAW) Ce travail concerne la détection et la caractérisation des premières réflexions dans les réponses impulsionnelles spatiales de salle (SRIR), en particulier celles mesurées à l'aide de réseaux de microphones sphériques (SMA). Il s'inscrit dans un projet de recherche plus général visant à élaborer un cadre complet d'analyse, de traitement et de manipulation espace-temps-fréquence des SRIR, afin de les utiliser dans la reproduction d'effets de réverbération spatialisée. L'obtention d'une cartographie détaillée des premières réflexions prédominantes permet d'étendre les capacités de manipulation en offrant par exemple des stratégies de filtrage et de redistribution spatiale des échos. L'approche proposée s'appuie sur le formalisme de la fonction d'onde de Herglotz, qui permet de décrire le champ capté par un SMA comme une superposition d'ondes planes, chacune associée à une fonction noyau représentant leur intensité dans toutes les directions d'incidence possibles sur la sphère. En 2022, une évaluation préliminaire de la méthode menée sur la base de simulations avait montré des performances supérieures aux méthodes de la littérature (Massé, 2022). Des tests d'évaluation à plus grande échelle sont en cours pour préciser ces performances concernant le nombre d'échos dans un cadre d'analyse donné, la gamme de leurs niveaux relatifs, le critère d'information utilisé pour estimer le nombre d'échos, ainsi que la relation entre ces performances et l'ordre maximal des harmoniques sphériques autorisé par le SMA. Des travaux complémentaires sont également en cours pour fournir une comparaison approfondie de cette approche par rapport à d'autres techniques, à la fois sur un ensemble de SRIR simulées à grande échelle et pour des mesures en conditions réelles.

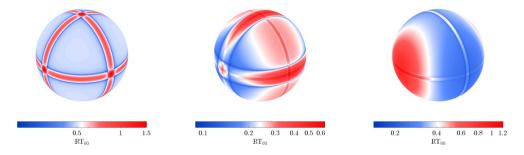


Figure 1. Variation du temps de réverbération (RT60) en fonction de la direction dans une salle rectangulaire, en variant les dimensions et l'absorption des surfaces.

Analyse directionnelle du champ réverbéré

Benoît Alary, Archontis Politis (Université de Tampere, Finlande) L'utilisation d'un microphone sphérique permet de capter l'empreinte acoustique d'un champ sonore, communément appelé «réponse impulsionnelle spatiale» (SRIR). Une SRIR peut être utilisée directement pour reproduire l'effet de réverbération d'une salle par convolution, mais permet également une analyse plus fine des caractéristiques directionnelles du champ sonore réverbéré. Grâce à une campagne de mesures réalisée en 2021, une base de données de SRIR a été collectée à l'Opéra d'Helsinki en Finlande. Lors de cette campagne, un microphone sphérique (SMA) était déplacé successivement afin de mesurer le champ acoustique selon une centaine de sièges différents. Les travaux d'analyse de cette base de données ont été poursuivis en 2023 sur les caractéristiques anisotropes et inhomogènes du champ sonore tridimensionnel résidant dans la salle. Plus précisément, ces travaux permettent d'observer l'évolution de la réverbération tardive en temps, espace et fréquences. En comparant la décroissance énergétique directionnelle d'un siège à l'autre, nous pouvons, entre autres, observer l'influence de certains attributs architecturaux sur le champ sonore. Ce sujet est aujourd'hui étudié par plusieurs laboratoires et diverses méthodes permettant de caractériser un champ acoustique directionnel sont en développement. Cependant, ces méthodes sont souvent développées avec très peu de données observables, ce qui ne permet pas de les valider. La publication d'un article (Alary et al., 2023) nous a permis à la fois de présenter nos résultats d'analyse actuels, mais également de partager publiquement cette base de données, de sorte à permettre à la communauté scientifique de valider sa méthode et de comparer leurs résultats objectifs avec les nôtres.

Caractérisation de la réverbération directionnelle par modèle géométrique

Benoît Alary, Stefan Bilbao (prof. Edinburgh University)

La simulation acoustique par approche géométrique est une approximation des phénomènes acoustiques généralement basée sur l'hypothèse que les réflexions sont spéculaires. Cette approche permet un calcul efficace de la signature acoustique d'une salle si on la compare à d'autres méthodes basées sur la propagation d'ondes sonores. Dans une simulation géométrique, les paramètres d'absorption des différentes surfaces sont généralement basés sur une hypothèse statistique décrivant les interactions entre ces surfaces et le champ acoustique, suggérant une distribution aléatoire des signaux pendant la propagation sonore, se tra-

duisant en un champ acoustique homogène. Or, certaines formes tridimensionnelles de salles ont tendance à déroger au régime statistique et à produire plutôt un champ acoustique anisotrope où il importe de considérer l'angle des réflexions sur les surfaces de la salle. Notamment, il est possible de démontrer qu'une salle de forme parallélépipédique possède un champ acoustique favorisant une distribution énergétique particulièrement inhomogène, entraînant un temps de réverbération plus important dans les directions axiales. Dans le cadre d'un projet collaboratif avec l'université d'Édimbourg (R-U), une formulation mathématique a été développée pour spécifier les caractéristiques de réverbération directionnelle, équivalentes à celles obtenues en analysant les résultats d'une simulation géométrique, sans toutefois devoir passer par le calcul explicite d'un large ensemble de réflexions individuelles. Cette formulation permet ainsi d'exprimer efficacement, et avec une très grande précision, l'anisotropie de salles parallélépipédiques. Elle ouvre ainsi la voie à la synthèse d'un champ sonore recourant à cette formulation pour spécifier les paramètres d'un réverbérateur directionnel.

Estimation des paramètres de réverbération artificielle

Gloria Dal Santo (Université Aalto), Benoît Alary

Afin de limiter le temps de calcul requis pour effectuer une convolution avec une réponse impulsionnelle de salle (RIR), il est possible d'utiliser plutôt un réverbérateur artificiel exploitant un réseau de boucles à retards (FDN). Toutefois, ces FDN possèdent un grand nombre de paramètres qui influent sur la texture sonore du signal de réverbération engendré (durée des retards, matrice de recirculation, filtres absorbants...) et peuvent s'avérer complexes à piloter. Ainsi, pour reproduire une RIR à l'aide d'un réverbérateur artificiel, il faut conimager un nombre important de paramètres. Un projet collaboratif a été initié avec une doctorante de l'université Aalto (Finlande) afin de développer des approches d'apprentissage machine permettant de faciliter la conversion d'une RIR en paramètres pour le réverbérateur artificiel. Pour ce

faire, nous avons développé un réseau d'apprentissage profond permettant d'optimiser la caractérisation des filtres d'absorption du réverbérateur. Plusieurs aspects sont également étudiés, dont l'impact sur l'entraînement de l'utilisation de données provenant de simulations acoustiques, et le recours à des fonctions de coût, au cœur du réseau d'apprentissage, plus représentatives de la perception sonore.

■ Cognition spatiale

Intégration multisensorielle et surcharge auditive

Dorian Vernet (M2 ENS Louis Lumière), Marine Taffou (IRBA), Vincent Isnard (IRBA), Isabelle Viaud-Delmon

Le phénomène de surcharge sensorielle se produit lorsque l'on est exposé à une quantité excessive ou à une diversité trop importante de stimuli sensoriels, dépassant notre capacité à les traiter de manière efficace. Cette surcharge peut provenir de multiples sources sensorielles (visuelles, sonores, tactiles). Nous nous intéressons ici à la surcharge sensorielle sonore, telle qu'on peut y être soumis dans un environnement urbain. Afin d'évaluer l'influence des paysages sonores et de ses caractéristiques sur l'intégration multisensorielle, nous avons mené une expérience s'intéressant aux variations de l'intégration auditivo-tactile selon le contexte sonore (recherche initiée dans le cadre du stage de Dorian Vernet, M2 ENS Louis Lumière. 2023).

Une ambiance sonore urbaine a été enregistrée avec un microphone sphérique d'ordre 4 (Eigenmike EM32 de mh acoustics ®). Une tâche de détection de stimuli auditifs, tactiles et auditivotactiles a été proposée à 38 participants dans trois contextes sonores: silence, ambiance sonore urbaine diffusée en ordre 1 (HOA1), ambiance sonore urbaine diffusée en ordre 4 (HOA4), en l'absence d'informations visuelles. La sensibilité auditive des participants était mesurée via un questionnaire d'hyperacousie. Les résultats indiquent que la détection de cibles audio-tactiles est plus rapide que la détection de cibles uniquement tactiles ou auditives, ce qui confirme l'efficacité de l'intégration multisenso-

rielle dans les conditions expérimentales proposées. Les temps de réaction des participants ont été influencés différemment par l'ambiance sonore dans laquelle ils étaient immergés en fonction de la présentation sensorielle du stimulus cible. Ils mettent par ailleurs en évidence un lien entre l'hyperacousie et la perception sensorielle selon l'ambiance sonore. Les individus sensibles à l'hyperacousie présentent une réactivité accrue dans la détection des cibles par rapport à ceux qui ne sont pas sensibles à cette condition, même dans une ambiance sonore spatialement complexe (HOA4).

Cette expérience met en évidence l'impact de l'environnement sonore sur les réactions comportementales chez l'être humain, allant dans le sens d'une surcharge sensorielle générée par l'environnement sonore urbain. Une ambiance sonore complexe, comme celle d'un environnement urbain, ne vient pas forcément perturber le comportement, mais nécessite la mise en place de ressources pour traiter efficacement les informations sensorielles pertinentes. Ces ressources ont forcément un coût, induisant une fatique.

Espace péripersonnel et rugosité auditive

Marine Taffou (IRBA), Clara Suied (IRBA), Coralie Vincent, Isabelle Viaud-Delmon

Afin d'identifier les traits sonores contribuant à la perception de la menace, nous avions étudié les liens entre valence émotionnelle et rugosité dans les sons naturels. Nous avions pu observer que plus un son est rugueux, plus il est perçu comme négatif (travaux de Claralynn Schubert en 2021, M1 BIP — SU). Par ailleurs, nous avions montré que la rugosité impactait les réactions de défense en provoquant une augmentation de la taille de l'espace péripersonnel (Taffou *et al.*, 2021). Nous avons cherché à préciser et étendre ces résultats. Les sons étudiés jusqu'ici étaient des sons rugueux artificiels très simples et non sémantiques. Nous avons étudié la pertinence comportementale de sons rugueux plus complexes afin de tester si l'effet comportemental de la rugosité est généralisable. Ces sons rugueux complexes ont été choisis

sur la base des résultats d'une évaluation de trois catégories de sons naturels (insectes, mammifères et oiseaux). L'objectif était d'étudier le lien entre rugosité et évaluation émotionnelle, et de voir si ce lien éventuel était influencé par la catégorie sémantique du son (expérience en ligne, 120 participants). Nous avons montré qu'il existe une corrélation claire entre rugosité et valence émotionnelle: plus un son est rugueux, plus sa valence est évaluée comme négative. Nous avons par ailleurs retrouvé cette corrélation pour chacune des trois catégories sémantiques considérées. Le lien entre la rugosité du son et l'évaluation de son caractère aversif est présent quel que soit le niveau de dangerosité supposé de la catégorie animale. En nous basant sur les résultats de cette expérience subjective, nous avons alors étudié les effets de deux sons complexes de vocalisation animale sur une mesure obiective de défense chez l'humain. Pour mesurer les modifications de l'intégration multisensorielle, nous avons utilisé cette fois des sons naturels (protocole initié dans le cadre du stage de Chloé O'Neill, 2022, M1 BIP - SU). Nous avons opposé un son d'oiseau sans rugosité à ce même son d'oiseau auguel était rajouté de la rugosité (modulation d'amplitude à 100 Hz). Avec une tâche de détection tactile permettant d'observer les variations de l'espace péripersonnel, nous avons observé que les réactions de défense provoquées par la rugosité se retrouvent quand on utilise des sons naturels et identifiables. Le son original est jugé comme positif par les participants. Le seul ajout de rugosité au son naturel a provoqué un mécanisme de défense (élargissement de la taille de l'espace péripersonnel), sans modifier la valence émotionnelle du son naturel de façon dichotomique.

Perception auditive spatiale en contexte de réalité augmentée auditive

Marta Gospodarek (New-York University), Olivier Warusfel L'étude s'inscrit dans le cadre de la thèse de Marta Gospodarek (direction Agnieszka Roginska, NYU) consacrée à l'analyse du degré de plausibilité des méthodes de rendu acoustique dans une situation de réalité augmentée où l'on cherche à intégrer sans hiatus perceptif des sources sonores virtuelles dans l'environnement réel. Pour mémoire, l'évaluation a été menée sous la forme d'un test perceptif au cours duquel les participants écoutaient différents stimuli de parole, soit diffusés sur différents haut-parleurs réels répartis dans la salle, soit par des sources virtuelles restituées sur casque d'écoute et simulant ces mêmes haut-parleurs (Gospodarek et al., 2022). L'une des originalités du protocole était de comparer la situation où l'auditeur est en mouvement et celle où il peut déambuler et apprécier la plausibilité de la scène suivant différentes perspectives. L'année 2023 a été consacrée aux corrélats objectifs des scores de plausibilité ou des différents attributs perceptifs évalués par les participants. Un résultat remarquable concerne la corrélation notée entre la plausibilité et certaines données comportementales des participants. On note un lien significatif entre degré de plausibilité et vitesse de déambulation ou ambitus des mouvements de rotation de la tête. Dans la phase en mouvement, bien que les participants aient eu pour instruction d'adopter une vitesse de déambulation constante, on note un ralentissement de la déambulation pour les situations jugées moins plausibles. Dans la phase statique, on note un ambitus de rotation involontaire de la tête plus large pour les situations les moins plausibles. En quelque sorte, une moindre plausibilité de la situation, liée typiquement à un flou de localisation de la source, entraîne une difficulté dans la tâche assignée au participant et se traduit à son insu par le ralentissement de sa déambulation et l'accroissement des mouvements de rotation de la tête.

■ Axe son/musique et santé

Concrétisation de l'axe son/musique et santé

Isabelle Viaud-Delmon, Coralie Vincent, Olivier Warusfel
L'axe son/musique et santé regroupe structurellement les équipes
EAC, ISMM et PDS. En 2023, un travail de recensement des activités du laboratoire reliées à la santé a permis la rédaction d'un
rapport proposant une organisation des activités et démontrant la

richesse des questions et applications traitées par les différentes équipes du laboratoire, au-delà des trois équipes formellement impliquées. Ce travail de recensement a mis en évidence que les différents pôles de recherche de l'axe son/musique et santé (prévention et bien-être; diagnostic et rééducation; mécanismes impliqués) reposent chacun sur des démarches méthodologiques et visées applicatives spécifiques. Ces différents pôles requièrent tous la constitution et la manipulation de corpus sonores et musicaux dédiés, devant répondre à différents critères. Nous avons identifié que selon les applications envisagées, le corpus sonore se doit d'être: a) écologiquement pertinent; b) caractérisable objectivement; c) familier du patient ou participant au test clinique; d) adaptable en fonction de la tâche confiée à l'utilisateur, l'expérimentateur ou le patient; e) contrôlable au niveau de la valence émotionnelle ou hédonique. Ces critères revêtent naturellement des poids différents selon les applications ou cas d'usage et deviennent cruciaux pour guider la tâche de design sonore. Jusqu'à présent, il n'existe aucune façon de répertorier les contenus des corpus sonores ni de les classifier selon l'objectif envisagé. Outre les aspects sémantiques (contenu sonore représentant un environnement réaliste, contenu musical, contenu vocal...), la vocation du contenu sonore à être par exemple spatialisé, interactif, ou encore évolutif ou individualisable, est un aspect déterminant pour le choix de celui-ci. L'identification de cette tâche a permis un appel à résidence dans le cadre de l'axe. Deux artistes en 2023/24 sont ainsi accueillis, proposant une évaluation contrôlée et une caractérisation des effets bénéfiques des massages acousmatiques (stimulations tactiles et auditives spatialisées en l'absence de vision, à visée de bien-être).

■ Composition urbaine et paysagère

Intégration des qualités acoustiques et des compositions sonores au sein de projets urbains et paysagers

Nadine Schütz, Valerian Fraisse (McGill University), Nicolas Misdariis (équipe PDS), Benoît Alary, Coralie Vincent

Le projet de recherche de Nadine Schütz, compositrice invitée dans l'équipe, porte sur l'intégration des qualités acoustiques et des compositions sonores au sein de projets urbains et paysagers. Depuis 2018, son travail s'est organisé autour de différents cas d'étude, notamment la place de La Défense sur laquelle elle est intervenue en collaboration avec une équipe paysagiste-urbaniste, les Grandes-Serres de Pantin, un site industriel historique sur lequel elle intervient avec une série d'œuvres évoquant la mémoire sonore industrielle du lieu et, plus récemment, la création de « Niches acoustiques » sur le parvis du tribunal de grande instance, projet lauréat du Budget Participatif 2019 de la Ville de Paris.

En 2021-2023, l'application du processus de virtualisation et préfiguration pour la réalisation des Niches acoustiques a servi de cas d'étude pour un doctorant de l'équipe PDS (Valerian Fraisse) qui travaille sur l'évaluation de l'impact perceptif des installations sonores dans l'espace public. Le cadre méthodologique développé prévoit une démarche en trois étapes, lors desquelles recherche et création s'informent mutuellement: deux expériences perceptives en studio, l'accompagnement d'une phase de prototypage puis de réalisation sur site, et l'évaluation ultérieure de la réception de l'installation finalisée.

En 2023, une deuxième expérience perceptive en studio a été menée. Cette expérience intègre la virtualisation de l'environnement sonore existant sur la base d'enregistrements et de mesures réalisés in situ en 2021 et 2022 ainsi qu'un processus d'auralisation, développé en colloboration avec l'équipe EAC (Benoît Alary), pour la simulation des sources électroacoustiques ajoutées (les haut-parleurs de l'installation). Lors de la première expérience, les ambiances enregistrées sur le site étaient utilisées pour reconstruire au sein du studio un environnement d'écoute correspon-

dant au site mais quasiment neutralisé, c'est-à-dire n'utilisant que des extraits dont le niveau (LAeq) correspondait à une activité moyenne du lieu, et excluant les séquences comportant de nombreux événements sonores saillants. Pour cette deuxième expérience, l'environnement d'écoute portait sur différents scénarios d'activité spécifiques. Les échantillons composés par Nadine Schütz exploraient la combinaison de deux strates de sonorités (une strate sonore texturée/continue et une strate sonore plus événementielle/soliste/narrative) et la réactivité du niveau de diffusion sonore en fonction des modulations du niveau relevé sur site. Le développement et les passations de cette expérience ont été accompagnés par Coralie Vincent.

Partant de l'exploration du rôle des outils de spatialisation et de modélisation dans le processus de conception de l'art sonore in situ, le travail sonore contextuel de Nadine Schütz donne également lieu à des œuvres sonores acousmatiques qui peuvent être resituées, transposées dans d'autres lieux. En 2023, l'intervention de Nadine Schütz dans le pavillon français à la Biennale de l'architecture de Venise, dans le cadre du programme Radio Utopia, a permis d'exposer cette approche resituant au sein du pavillon deux œuvres issues de sa collaboration avec l'équipe EAC, intégrant des enregistrements HOA et mesures DRIR (*Directional Room Impulse Response*) réalisés sur la place de la Défense et aux Grandes-Serres de Pantin.

■ Contrôle de la directivité

Modélisation et contrôle de la directivité dans le domaine des harmoniques sphériques

Thibaut Carpentier

Dans le cadre de la résidence artistique du compositeur Aaron Einbond, et en préparation de sa nouvelle pièce *Prestidigitation II* (création le 05/02/2024 à l'Espro), nous avons consacré deux études à la modélisation et au contrôle de diagrammes directionnels 3D représentés dans le domaine des harmoniques sphériques (HS). Ces motifs de directivité peuvent typiquement être

utilisés pour opérer une formation de voie (beamforming) avec un réseau sphérique de microphones, ou pour synthétiser des faisceaux sonores (beamsteering) avec un réseau compact de haut-parleurs, simulant ainsi le rayonnement de sources directives telles que des instruments orchestraux. Prestidigitation II combine en temps réel ces deux types de réseaux de transducteurs, et certains aspects technologiques et compositionnels sont développés dans un article paru dans Computer Music Journal en janvier 2024 (Einbond et al., 2024).

Modélisation de motifs directionnels 3D dans le domaine des HS avec ordre fractionnaire

Les diagrammes directionnels 3D peuvent être conçus de façon flexible dans le domaine des HS et une importante littérature traite ce sujet. Cependant, les méthodes de conception existantes ne permettent de réaliser que des diagrammes d'ordre N entier. Pour les applications artistiques et audio, il est généralement souhaitable d'avoir un contrôle continûment variable des motifs directionnels. Nous avons développé une méthode permettant de produire des diagrammes 3D (à symétrie axiale) pour un ordre fractionnaire (Carpentier, 2023). Les pondérations des composantes harmoniques sont calculées par combinaison linéaire entre deux ordres entiers voisins, c'est-à-dire pour . Le coefficient d'interpolation entre les ordres $N-1 \le V \le N$. est déterminé en fonction d'un objectif donné, par exemple en imposant la valeur souhaitée de l'indice de directivité. Il est ainsi possible de synthétiser un diagramme hyper-cardioïde dont l'indice de directivité varie continûment (voir figure 2). La technique a également été appliquée aux cas de motifs cardioïdes, super-cardioïdes et max-rE. Les outils correspondants sont intégrés dans la bibliothèque Spat pour Max (spat5.hoa.directivity).

Ircam – Rapport d'activité 2023 Unité mixte de recherche STMS

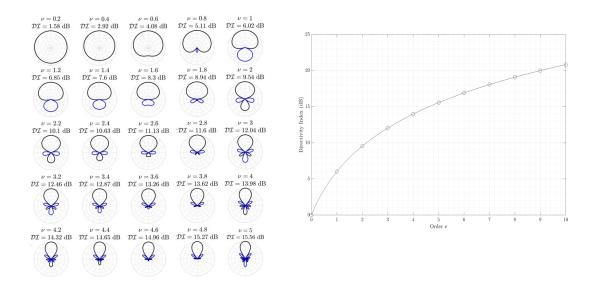
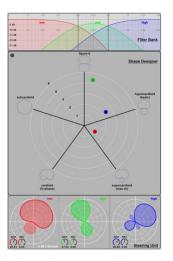


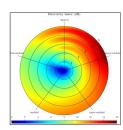
Figure 2. À gauche : diagramme hyper-cardioïde d'ordre fractionnaire, pour les ordres $v \le 5$. L'échelle radiale est logarithmique avec 6 dB par division. À droite : indice de directivité (DI) pour le diagramme hyper-cardioïde pour les ordres $v \le 10$. Les marqueurs circulaires représentent les ordres entiers ; la ligne en trait continu représente les ordres fractionnaires v.

Interface intuitive de contrôle de la directivité

Les réseaux sphériques de haut-parleurs, tels que l'IKO développé par Sonible et l'IEM, permettent de synthétiser des faisceaux sonores dont l'orientation et le diagramme peuvent être ajustés par des techniques de formation de voie en HS. En musique électroacoustique, il est généralement souhaitable d'opérer une formation de voie dynamique, c'est-à-dire de faire varier les caractéristiques directionnelles au cours du temps pour favoriser le réalisme et la présence spatiale. Nous avons conçu une interface graphique permettant de manipuler de façon intuitive les diagrammes de directivité, et d'explorer un large espace de motifs directionnels variés (Carpentier et al., 2023). L'interface est composée de trois modules principaux (voir figure 3 à gauche): 1) dans un premier temps, un banc de filtres permet de séparer un signal

monophonique en plusieurs bandes de fréquences; 2) pour chaque bande, il est ensuite possible de spécifier la forme souhaitée du diagramme, en naviguant dans un espace polaire: l'axe radial représente l'ordre HS (donc la «résolution» du motif), continûment ajustable; la dimension azimutale permet d'interpoler entre cinq motifs canoniques: dipôle, sous-cardioïde, cardioïde, super-cardioïde et hyper-cardioïde, offrant ainsi une large variété de motifs; 3) enfin, on spécifie l'orientation 3D souhaitée des faisceaux (en termes d'azimut/élévation). Avec cette interface intuitive, il est ainsi possible d'obtenir une large gamme de caractéristiques de rayonnement (indice de directivité, ratio avant-arrière, etc.) (voir figure 3 à droite). L'outil est intégré dans la bibliothèque Spat pour Max (spat5.hoa.directivityshaper).





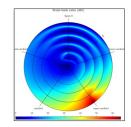


Figure 3. À gauche: interface graphique de manipulation de diagrammes directionnels présentant de haut en bas un banc de filtres fréquentiel (respectivement représentés en rouge, vert et bleu), une navigation continue parmi les motifs directionnels disponibles (l'axe radial représente l'ordre HS, ici N \leq 5), la représentation polaire des diagrammes synthétisés et le contrôle de leur orientation (azimut/élévation). À droite: représentation de l'indice de directivité (en haut) et du ratio avant-arrière (en bas) pour l'ordre maximal N=5; les échelles de couleur sont en dB.

■ Production et diffusion de spectacles vivants et réalité augmentée sonore

Projet Continuum

Benoît Alary, Thibaut Carpentier, Markus Noisternig.

Collaborations: Vrtuoz, Amadeus

Le projet Continuum représente une nouvelle approche de la production et de la diffusion du spectacle vivant augmenté dans ses aspects sonores: un continuum entre les scènes réelles et virtuelles, entre les artistes et les spectateurs-visiteurs-auditeurs d'aujourd'hui, et entre l'innovation technologique et les productions culturelles aux formats novateurs. Ce programme se concentre sur le développement d'une chaîne de production complète, de la capture à la restitution finale, visant à créer et à transmettre aux spectateurs un contenu spatialisé sur différentes plateformes d'écoute et d'interactions personnalisées, ainsi qu'à diffuser celui-ci dans des lieux de configurations diverses (salles de spectacle, espaces publics ou privés). Les fonctionnalités visées sont mises à l'épreuve et validées à travers un ensemble de créations remarquables, tandis que leur commercialisation contribue à leur démocratisation.

- Modélisation acoustique de haute résolution: l'objectif est de modéliser l'empreinte acoustique des lieux avec précision en capturant les données audio à l'aide de microphones multicapsules HOA (High Order Ambisonics) et en simulant les espaces par convolution 3D.
- Reproduction sonore de qualité: l'objectif est d'assurer une reproduction sonore de haute qualité en salle et via un casque de réalité virtuelle en développant un algorithme de transcodage HOA vers binaural, en mettant à jour les procédures d'individualisation pour le rendu binaural, en automatisant le calibrage de la chaîne de captation/diffusion, en développant des méthodes d'acoustique active et en concevant de nouvelles enceintes adaptées aux méthodes de rendu HOA et WFS.
- Production artistique de spectacle augmenté: réaliser des productions prototypiques de nouveaux formats démontrant l'impact artistique des technologies d'immersion sonore et visuelle, tout en testant et en itérant sur les réalisations du projet.
- Démocratisation des outils de production et de diffusion: rendre accessible une expérience de spectacle vivant améliorée grâce au développement et à la commercialisation d'une chaîne technique de production et de diffusion de contenus spatialisés, intégrant les résultats de la R&D du projet.

■ Écoute binaurale

Décodage binaural d'un flux ambisonic (projet Continuum)

Samuel Narvaez (CDD Projet Continuum), Thibaut Carpentier, Benoit Alary, Markus Noisternig

Dans le cadre du projet Continuum, notre objectif est d'assurer une reproduction sonore d'une excellente qualité à travers un casque de réalité virtuelle (VR). À cette fin, nous avons mis au point un algorithme de transcodage d'un flux HOA (*High Order Ambisonics*) vers le format binaural pour casque d'écoute. En comparant divers algorithmes, notre intérêt était de mesurer la préservation des caractéristiques du signal original, tout en évaluant également l'efficacité de la technique de spatialisation. Les aspects évalués sont: l'immersion sonore/la qualité de l'expérience, la fidélité du timbre, la localisation spatiale externe et la précision de la localisation des sources sonores. Le nouvel algorithme développé est basé sur l'algorithme MagLS (Schörkhuber et al., 2018), qui a démontré sa supériorité par rapport aux autres algorithmes sur presque toutes ces mesures de performance objectives. Par exemple, la figure 4 représente la distribution spatiale de la coloration binaurale prédite (McKenzie, 2021).

Pour garantir la cohérence entre les outils de production de spectacles vivants et la reproduction sonore en VR, des efforts ont été déployés pour rendre la bibliothèque du *Spat* compatible avec la plateforme de production audio Wwise, largement utilisée dans l'industrie du jeu vidéo et de la VR. Cette compatibilité nous a permis de développer un plug-in basé sur le nouveau décodeur HOA-binaural assurant ainsi une meilleure qualité de reproduction de contenus HOA. De plus, plusieurs technologies ont été intégrées pour faciliter la transmission d'un flux audio HOA. Cette avancée technologique permet la retransmission d'une performance musicale spatialisée vers une scène virtuelle, et son décodage en mode binaural dans un casque de réalité virtuelle avec prise en compte de l'orientation d'écoute.

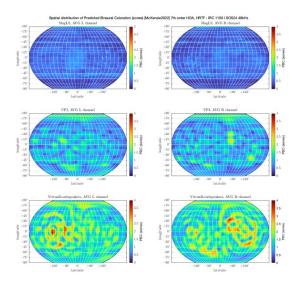
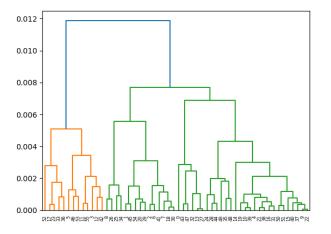


Figure 4. Répartition spatiale de la coloration binaurale prédite (McKenzie, 2021), HOA de l'ordre 7, HRTF: IRC 1100, SOS24, 48 kHz.

Classification de fonctions de transfert relatives à la tête (projet Continuum)

Samuel Narvaez (CDD projet Continuum), Markus Noisternig

Dans l'objectif de procurer aux utilisateurs de plateformes de
réalité virtuelle la meilleure expérience audio immersive possible, nous avons élaboré un processus de personnalisation des
fonctions de transfert relatives à la tête (HRTFs — Head Related
Transfer Functions). Plusieurs aspects perceptuels ont été pris en
considération, tels que l'externalisation des sources sonores, la
précision de la localisation, la coloration, la qualité de l'expérience
et le niveau d'immersion. Ces catégories sont étroitement liées,
parfois mal définies, et dans certains cas, elles impliquent des
compromis qui ne peuvent pas être optimisés simultanément.
Cette nouvelle méthode exploite des techniques de regroupement



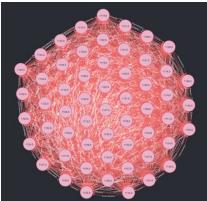


Figure 5. Un dendrogramme représentant le regroupement hiérarchique final (à gauche) et vue unique (externalisation) d'un graphe entièrement connecté représentant les métriques par paire entre les HRTFs dans la base de données BiLi (à droite).

de graphes et de détection de similitudes pour aider les utilisateurs à trouver le jeu de HRTFs le plus adapté dans une base de données préétablie. La classification de la base de données utilise des métriques de similarité perceptive entre les paires d'HRTFs afin de catégoriser les données selon différentes perspectives : l'externalisation (Baumgartner et Majdak, 2021), la coloration du signal binaural (McKenzie *et al.*, 2022) et la différence juste perceptible (Doma *et al.*, 2022). Le regroupement hiérarchique (figure 5) fournit une structure pratique pour guider cette décision car il permet de présenter à l'utilisateur les HRTFs perceptivement les plus différentes à chaque étape de comparaison afin de limiter la recherche. Une démonstration de la méthode proposée a été mise en œuvre pour une interface web.

Individualisation des HRTFs et apprentissage machine (projet HAIKUS)

Alexandre Philippon (stage ENSEA), Olivier Warusfel. Collaborations: Gil Geva (stage Reichman University), Shlomo Dubnov (University of Californie), Gérard Assayag (RepMus, projet REACH)

Cette étude traite de l'estimation en aveugle des fonctions de transfert liées à la tête (HRTF). L'approche vise à sélectionner automatiquement dans une base de données de HRTFs celles qui correspondent le mieux à l'auditeur, sur la seule base de selfies binauraux, c'est-à-dire des signaux enregistrés dans des environnements sonores du quotidien par l'auditeur ou l'auditrice équipés de microphones intra-auriculaires. Dans un premier temps, l'approche s'appuie sur des méthodes d'IA capables d'estimer la direction d'incidence ou la trajectoire d'une source sonore. Ce modèle est entraîné tour à tour sur les différents jeux de HRTFs disponibles dans la base. Les caractéristiques ainsi extraites (trajectoire

estimée de la source ou évolution temporelle des paramètres latents) sont ensuite exploitées par un modèle de classification complémentaire qui vise à déterminer leur vraisemblance selon le jeu de HRTFs considéré. Les mouvements relatifs de la tête et de la source au cours de l'enregistrement permettent d'améliorer la confiance lors de l'estimation de la vraisemblance du jeu de HRTFs sélectionné. L'algorithme, précédemment validé sur des données simulées, a été testé en 2023 sur des signaux enregistrés en conditions réelles dans l'Espace de projection (stimuli de parole, mouvements relatifs de la source, différentes conditions de réverbération). En conditions réelles, le modèle montre des performances dégradées, mais préserve son pouvoir de discrimination (Warusfel, 2023).

Pour cette méthode, l'étape de détection de la localisation de la source est naturellement cruciale. Jusqu'à présent, celle-ci s'appuyait sur un algorithme de la littérature (Vecchiotti et al., 2019) basé sur une approche par apprentissage machine exploitant les signaux binauraux dans le domaine temporel. Une étude menée en collaboration avec l'équipe Représentations musicales (projet REACH) a consisté à évaluer un modèle d'apprentissage machine hybride basé conjointement sur une représentation temporelle et fréquentielle du signal binaural. Les performances de ce modèle se sont montrées très largement supérieures. Ce travail a fait l'objet d'un article accepté à la conférence ICASSP en 2024. Ce nouvel algorithme sera intégré dans la méthode de sélection automatique des HRTFs et devrait en améliorer significativement les performances.

Analyse acoustique du temple de Dendara

Hector Albiges-Lambard (stage Supelec), Olivier Warusfel. Collaborations: Sibylle Emerit (HiSoMa), Pierre Botreau (archéovision)

En 2019, l'équipe EAC et l'HiSoMa avaient initié une collaboration autour de l'étude acoustique du temple de Dendara situé en Haute-Égypte. Une campagne de mesures de réponses impulsionnelles spatiales, enregistrées avec un réseau sphérique de microphones (EM32 de mh acoustics ®) avait été effectuée dans les différents espaces de ce temple constitué d'une imbrication complexe d'une trentaine de salles toutes communicantes : sanctuaires, chapelles et salles hypostyles. En complément de ces mesures, le développement d'un modèle numérique 3D a été confié à la plateforme Archéovision. Ce modèle permettra à terme de conduire différentes recherches acoustiques en tenant compte d'éléments architecturaux manquants, notamment les portes entre les différents espaces. Avant de procéder aux simulations acoustiques proprement dites, il s'est cependant avéré nécessaire de retravailler le maillage du modèle pour l'adapter aux contraintes des outils de simulation. En 2023, un stage a été consacré à ce travail pour subdiviser le modèle de sorte à pouvoir traiter chaque espace isolément. Par ailleurs, certaines méthodes de simulation acoustique nécessitent l'élimination préalable des surfaces sécantes et requièrent une modification du maillage pour répondre à des critères de compacité des polygones tout en maintenant leur nombre raisonnable.

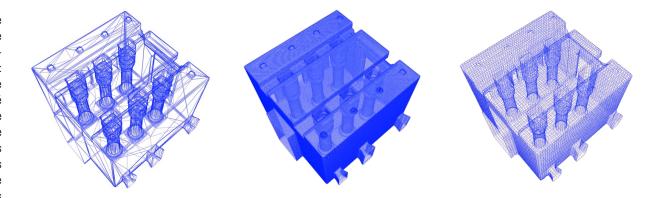


Figure 6. Différentes étapes de remaillage de l'enveloppe interne de la salle hypostyle dite « de l'Apparition » dans le temple de Dendara. De gauche à droite : maillage original constitué de 23 000 facettes triangulaires de taille et de compacité très hétérogènes ; remaillage fin intermédiaire de 290 000 triangles ; remaillage final de 14 500 facettes quadrangulaires.

Équipe Interaction son musique mouvement (ISMM)

Responsable: Frédéric Bevilacqua

■ Introduction

L'équipe Interaction son musique mouvement (ISMM) mène des recherches et des développements sur les systèmes interactifs sonores et musicaux. Nous privilégions une approche d'interaction dite «incarnée» (*embodied interaction*) qui implique l'interaction gestuelle, du toucher au corps entier, ainsi que les interactions collectives entre plusieurs personnes et objets sonores. Ces recherches peuvent se décrire selon les trois axes suivants:

- interactions musicales basées sur les gestes et mouvements;
- interactions musicales collectives et systèmes distribués;
- synthèse sonore interactive.

Premièrement, l'année 2023 est marquée par le démarrage du projet ANR JCJC DOTS sur les systèmes sonores distribués et d'interaction collective. Ce projet permet d'une part de renforcer les développements initiés les années précédentes pour établir un ensemble logiciel cohérent, et de développer un système expérimental original. Ce système permet en particulier de concevoir et réaliser des pièces musicales (écrites ou improvisées) utilisant des dizaines de nano-ordinateurs, munis de haut-parleurs, connectés à un réseau sans fil. D'autre part, le projet DOTS nous permet également d'élaborer une réflexion sur l'appropriation de tels systèmes par les artistes, designers et développeurs. Enfin, ce projet

| Effectif | | Diffusion scientifique | | Projets et contrats | | Collaborations scientifiques | Collaborations artistiques |
|---|-----|---|--|---|---|--|---|
| Chercheurs et ingénieurs statutaires | 5,3 | Revues à comité de lecture | 4 | Nationaux et régionaux DOTS (ANR) Aqua-Rius (ANR) Projet Koral | Université Pitié-Salpêtrière LIBM - Univ. Jean Monnet Univ. Paris 8, Univ. Côte d' MSH Paris Nord | | P. Antoniadis A. Ito L. Bianchi A. Einbond Ch. Trapani M.A. Magalhaes G. Paine JL. Hervé L. Leite Barbosa M. Suarez Cifuentes S. Núñez Meneses B. Duboc |
| Chercheurs et ingénieurs non statutaires. Chercheurs, compositeurs et artistes invités | 3 | Conférences avec comité de sélection | 4 Internationaux Magic outFit BODYinTRANSIT | | 2 | Université Paris-Saclay, Mines-Paris Tech, ENSAD, UserStudio, Atelier des Feuillantines, Premier Cris (ass.) Radio France, | |
| Doctorants et invités | 3 | Ouvrages et chapitres | 0 | | | IMéRA Aix-Marseille Université, PRISM UMR7061 AMU-CNRS, | Onceim Soundinitiative |
| Stagiaire | 1 | Thèse de doctorat/ 0 HDR | | | CNMAT, USA GeorgiaTech, USA Legacy Lab, TW National Yang Ming Chiao Tung University (NYCU), TW McGill, CA York University, CA Cycling'74, TU Berlin, DE Liverpool University, UK Microtonal Music Studios, FI | J. Séjourné, A. Giomi M. Ostrowski N. Souchal Ensemble Daedalus D. Aschour S. Adams M. Fayet J.B. Godet E. Démoulin | |

renforce les travaux de thèse d'Aliénor Golvet sur les différents modes d'interaction collective musicale.

Deuxièmement, l'année 2023 a permis de consolider les résultats obtenus lors du projet ANR Element, que nous avons coordonné et qui s'est terminé fin 2022. En particulier, nous avons poursuivi les recherches concernant la sonification du mouvement pour l'exploration de mouvements (thèse de Victor Paredes) et ouvert de nouvelles perspectives en utilisant des modèles de synthèse générative neuronale (thèse de Sarah Nabi). Concernant le travail sur la rééducation aidé par des retours sonores (CoMo-Rééducation), nous avons complété une étude auprès de thérapeutes et avons également établi de nouvelles collaborations cliniques (hôpital Sainte-Marie). Notons finalement la poursuite du développement

de notre logiciel phare MuBu pour Max (5º package parmi les plus populaires), complété par la distribution de CataRT dans les packages Max de Cycling'74.

Faits marquants en 2023:

- Aliénor Golvet, Prix AFIM Jeune Chercheuse 2023
- Démarrage du projet ANR JCJC DOTS (Benjamin Matuszewski)
- Journées Technologies interactives et communautés de pratiques artistiques, Ircam, 12-13/10/2023 (Benjamin Matuszewski, Frédéric Bevilacqua, Sarah Fdili Alaoui)
- Package CataRT accepté dans le package manager de Max Cycling'74, basé sur MuBu (Diemo Schwarz, Riccardo Borghesi)

Ircam – Rapport d'activité 2023 Unité mixte de recherche STMS 41

- Système d'annotation collective mis en œuvre lors des Journées Perception sonore, avec plus de 100 participants (Aliénor Golvet, Benjamin Matuszewski)
- Performance interactive danse/musique avec de la synthèse générative neuronale à la Nuit Blanche (Sarah Nabi)
- Keynote, EAI ArtsIT 2023 12th EAI International Conference: ArtsIT, Interactivity & Game Creation (Frédéric Bevilacqua)

■ Interactions musicales basées sur les gestes et mouvements

Cet axe de recherche a fortement bénéficié des recherches effectuées lors du précédent projet ANR Element, sur la notion d'apprenabilité des systèmes mouvement-sons (Peyre et al., 2023; Loriette et al., 2023). Nous avons poursuivi d'une part en développant la notion d'exploration gestuelle dans ce type de système interactif, comme un processus propre qui nécessite d'être formalisé et évalué en utilisant des méthodes mixtes quantitatives et qualitatives. Ces aspects font partie intégrante des thèses de Victor Paredes et Sarah Nabi. D'autre part, nous avons également poursuivi nos recherches sur la sonification du mouvement pour la santé. Cela a impliqué la poursuite du projet CoMo-Rééducation. testé par des thérapeutes, ainsi que la mise en place de nouvelles collaborations (hôpital Sainte-Marie, LIBM - Université Jean-Monnet) qui se sont traduites par plusieurs dépôts de projets. Finalement, cet axe fait également l'objet de collaborations artistiques, souvent en lien avec les autres axes d'ISMM. En particulier, nous avons collaboré avec le compositeur Basile Chassaing dans le cadre de sa résidence de recherche artistique, ainsi qu'avec l'ensemble Miles Davis Quintet Orchestra! dans le cadre d'une résidence en collaboration avec Clément Canonne (projet D SYnc).

Systèmes interactifs mouvements-sons: exploration et apprentissage

Thèse de Victor Paredes, co-encadrement Frédéric Bevilacqua et Jules Françoise (CNRS, Université Paris Saclay)

Cette thèse s'intéresse aux systèmes interactifs mouvements-sons, en particulier dans les pratiques artistiques. L'objectif général est de concevoir des méthodes pour faciliter l'apprentissage et l'exploration de systèmes qui contrôlent la synthèse sonore numérique par les mouvements du corps. Cet objectif s'est décliné en trois axes de recherche: 1) L'étude de l'apprentissage et de l'appropriation de ces systèmes dans des contextes artistiques par des entretiens et des créations utilisant des technologies interactives; 2) Le développement d'outils facilitant l'exploration et l'apprentissage d'espaces audio-moteurs pour des utilisateurs novices; 3) L'étude de l'exploration d'espaces audio-moteurs par des personnes n'ayant jamais utilisé d'interface d'interaction mouvement-son.

Ces différents axes se sont organisés de telle manière que la conception des outils et de l'étude contrôlée a été réfléchie au regard des études de terrain. Ces dernières comprennent une étude qualitative basée sur des entretiens réalisés entre 2020 et 2021 avec six artistes et pédagogues qui utilisent des technologies interactives et deux performances en collaboration avec, respectivement, des danseuses et des circassiens. Plusieurs outils ont été conçus dans le cadre de ces performances et ont été utilisés pour concevoir deux expériences contrôlées, comme la bibliothèque *PolySpring* (Paredes *et al.*, 2023). Les performances ont mis en avant l'importance de l'exploration dans l'apprentissage et l'appropriation de systèmes mouvement-son jusque-là inconnus pour ces artistes.

Ces études de terrain ont permis de définir une direction de recherche pour une expérience contrôlée en laboratoire qui s'est déroulée pendant l'année 2023. Le but de ces expériences était d'étudier les processus exploratoires derrière l'apprentissage d'un espace audio-moteur, autant quantitativement par l'analyse des

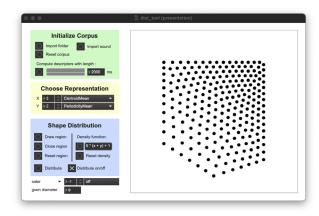


Figure 1. Capture d'écran d'un patch Max avec l'outil *PolySring* permettant de moduler l'espace sonore contrôlé par le geste.

données de mouvement, que qualitativement par les entretiens en cours d'expérience et l'analyse de dessins réalisés par les participants. Il en ressort des similarités fortes entre participants au tout début de l'exploration, suivi de divergences notables entre participants suivant leurs habitudes de mouvement et les intérêts que chacun a dégagés de cette expérience. Cette étude a montré l'intérêt de l'apprentissage par exploration pour favoriser l'appropriation du système et de ses possibilités.

Contrôle multimodal de la synthèse sonore par modèles génératifs profonds

Thèse Sarah Nabi. Co-encadrement: Frédéric Bevilacqua avec Philippe Esling (équipe Analyse et synthèse des sons) et Geoffroy Peeters (LTCI, Télécom-Paris, Institut Polytechnique de Paris)

La thèse, débutée en janvier 2023 (appel à projets DIM AI4IDF), porte sur le contrôle multimodal de la synthèse sonore par modèles génératifs profonds. Dans un premier axe de recherche, nous nous sommes intéressés à la découverte des paramètres de synthèse appris de manière non supervisée dans un espace paramétrique



Figure 2. Sarah Nabi et Marie Bruand lors de la performance interactive *Prélude* à Nuit Blanche, Paris.

de haut-niveau, appelé *espace latent*, grâce à l'exploration par le mouvement.

Nous avons établi une collaboration art/recherche avec la danseuse et chorégraphe Marie Bruand afin d'explorer le potentiel créatif des modèles génératifs audio profonds pour la création d'une performance interactive danse/musique. Cette collaboration a pu voir le jour grâce à l'obtention de l'appel à projets Nuit Blanche 2023 organisé par la Ville de Paris. Dans ce travail alliant recherche et création, nous avons étudié l'intégration de ces modèles génératifs dans les systèmes interactifs gestes-sons et proposé trois méthodes d'interaction pour explorer « créativement » les espaces latents et contrôler en temps réel la syn-

thèse sonore par les mouvements de danse à l'aide de capteurs RIoT (unité de mesure inertielle composée d'accéléromètres et de gyroscopes). Nous avons documenté le processus de création du système interactif et analysé les interviews de la danseuse afin d'initier des discussions et des réflexions sur l'utilisation de l'IA dans les pratiques artistiques danse/musique. Ce projet a mené à l'écriture d'un article de recherche soumis en janvier 2024 à la conférence MOCO'24 (Movement and Computing). La performance *Prélude* a été présentée au Conservatoire du centre W. A. Mozart dans le cadre de la Nuit Blanche de Paris le 3 juin 2023 et a été reprogrammée pour le Forum Ircam le 19 mars 2024.

Projets son/musique et santé

Frédéric Bevilacqua, Iseline Peyre, Coralie Vincent, Benjamin Matuszewski, Diemo Schwarz.

Collaborations externes: Charles-Étienne Benoit (LIBM), Véronique Marchand-Pauvert (LIB), hôpital Sainte-Marie, Ana Tajadura-Jiménez et Judith Ley Flores (Universidad Carlos III de Madrid), User Studio.

CoMo-Rééducation

La phase d'évaluation du système d'auto-rééducation CoMo-Rééducation, développé dans le cadre de la thèse d'Iseline Peyre (soutenue fin 2022), s'est poursuivie en 2023 avec le soutien de Coralie Vincent (1/3 dans l'équipe ISMM) (Peyre et al., 2023). Cette étape a impliqué la collaboration de 16 thérapeutes travaillant aussi bien en libéral qu'en hôpital: ergothérapeutes, kinésithérapeutes et psychomotriciens. Le recueil des données devrait être finalisé au cours du premier semestre 2024, ouvrant ainsi la voie à l'analyse approfondie des données quantitatives et qualitatives.

Collaboration hôpital Sainte-Marie

Les entretiens menés dans le cadre du projet CoMo-Rééducation ont permis de tisser depuis mai 2023 des liens avec le service des déficiences sensorielles de l'hôpital Sainte-Marie, dirigé par le Dr. Pierre Safar. Ce service a listé ses besoins propres et a établi un ensemble de pistes à développer pour que le dispositif CoMo-Rééducation soit adapté à la rééducation motrice de déficients visuels, notamment le développement de leur schéma corporel. Une pré-proposition a été soumise à l'ANR (en attente de résultat) afin de mener à bien ces nouveaux développements du dispositif CoMo-Rééducation et explorer d'autres pistes d'auto-rééducation.

Projets Magic outFit et BODYinTRANSIT

Ces projets sont menés par Ana Tajudura-Jiménez (Universidad Carlos III de Madrid en collaboration avec l'University College London et Universidad Loyola Andalucía). Il s'agit d'étudier le rôle

de la sonification du mouvement dans la proprioception, et en particulier des schémas corporels, et comment ces modifications peuvent être mises à profit pour l'apprentissage de mouvements et/ou de la motivation. Le système de sonification Soniband, basé sur un Raspberry-nano et utilisant notre environnement Soundworks, a été dupliqué et utilisé pour une étude où 30 participants utilisent le système à domicile. Des articles ont été soumis et publiés en 2024 (ToChi).

tapioca.toys

Nous avons participé à la réunion de présentation des *tapioca. toys* (issus du projet des *dirty tangible interfaces* — DIRTI) aux soignants et psychomotriciens d'enfants atteints de troubles du spectre autistique (TSA) à l'hôpital Sainte-Anne GHU Paris Psychiatrie et neurosciences, organisé par UserStudio et le Labah. Une collaboration a permis d'effectuer une première série d'expérimentations d'un dispositif de médiation en séance de psychomotricité pour favoriser l'intégration sensorielle chez des enfants suivis en pédopsychiatrie.

■ Interactions musicales collectives

Les recherches sur l'interaction collective s'articulent principalement autour du projet ANR DOTS et de la thèse d'Aliénor Golvet. Projet DOTS — Objets musicaux distribués pour les interactions collectives

Benjamin Matuszewski, Aliénor Golvet, Jean-Philippe Lambert, Suzanne Saint-Cast, Frédéric Bevilacqua, Clément Canonne (équipe APM), Emmanuel Fléty, Arnaud Recher (équipe PIP). Collaborations externes: Sarah Fdili Alaoui (Université de Saclay), Samuel Bianchini, Dominique Cunin (ENSAD lab), Michel Buffa (Univ. Côte-d'Azur), Anne Sèdes (MSH Paris Nord)

Le projet DOTS (ANR-22-CE33-0013-01), démarré en janvier 2023, s'intéresse aux environnements multimédias distribués à destination des chercheurs et des artistes. En effet, la complexité inhérente à de tels systèmes distribués, en particulier quant aux

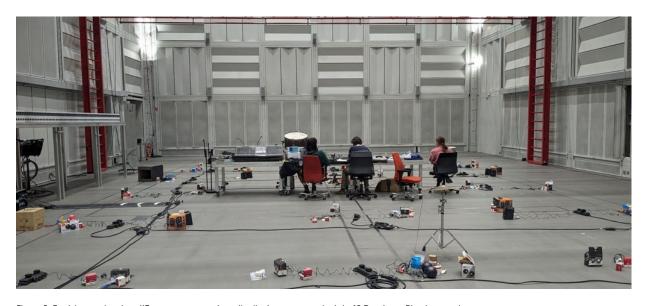


Figure 3. Expérimentation dans l'Espro avec un système distribué sonore constitué de 40 Raspberry Pi et haut-parleurs.

nécessités d'interactions temps réel, synchronisées et multimodales propres à la musique et aux arts vivants, pose de nouvelles questions sur la conception d'interactions permettant à ces praticiens d'utiliser et, surtout, de s'approprier de manière créative ces technologies. Les objectifs du projet sont doubles: 1) Comprendre comment notre système expérimental pourrait mieux soutenir le travail créatif, collaboratif et multidisciplinaire dans des situations réelles. En particulier, notre objectif est de développer un cadre méthodologique destiné à faciliter le processus d'apprentissage des utilisateurs et à soutenir leur appropriation tant d'un point de vue technologique que de conception. 2) Développer une nouvelle version de notre plateforme pour créer un écosystème cohérent d'outils modulaires, portables, interopérables et à bas coût (ciblant à la fois les plateformes mobiles et embarquées) dédié aux applications créatives et musicales, y compris pédagogiques. Lors de cette première année, un important travail de développement a été effectué pour mieux définir et réarticuler les différentes composantes du système. En premier lieu, nous avons entamé le développement d'un environnement permettant d'installer et de contrôler un ensemble de nano-ordinateurs de type Raspberry Pi, dans des environnements distribués colocalisés. Cette plateforme en cours de finalisation et de documentation a pu être expérimentée lors de plusieurs résidences en studio et une version stabilisée sera proposée en 2024. En second lieu, nous avons entamé une refonte complète de l'environnement soundworks (version 4) dédié au développement d'applications distribuées. Par ailleurs, nous avons poursuivi l'implémentation de la spécification de la Web Audio API dans le langage de programmation Rust et son implémentation dans l'environnement JavaScript Node.js, travaux qui ont fait l'objet d'une publication dans un numéro spécial du

Journal of Audio Engineering Society (Matuszewski, Rottier 2023). L'ensemble de ces briques logicielles et leur articulation ont fait l'objet d'une publication pour l'International Symposium on the Internet of Sounds (Matuszewski, Golvet 2023).

Ces travaux de développement ont été accompagnés d'un important travail de documentation, et en particulier de l'écriture de tutoriels (https://lrcam-ismm.github.io/webaudio-tutorials/, https://soundworks.dev/) pour permettre une prise en main plus rapide de certains de ces outils par les utilisateurs. Ces tutoriels ont également servi de support de cours pour les formations professionnelles « Design d'expérience audio sur le web» données à l'Ircam en décembre 2023 et janvier 2024.

Systèmes musicaux interactifs distribués: une approche orientée web pour les interactions multimodales collectives

Thèse d'Aliénor Golvet. Co-encadrement: Benjamin Matuszewski et Frédéric Bevilacqua. Collaboration: Clément Canonne (équipe APM). Collaborations artistiques externes: Jean-Brice Godet, Luciano Leite Barbosa

Cette thèse s'intéresse à la conception d'outils distribués pour la création musicale. Au cours de l'année 2023, ces travaux se sont concentrés sur le développement de *Simone*, un instrument distribué dédié à l'improvisation en utilisant des techniques de *mosaicing* audio et développé à l'aide de technologies web (Web Audio API, framework *soundworks*) (Golvet, Matuszewski, Bevilacqua 2023). Cet instrument se décline en deux versions.

Dans une première version, le système *Simone* est vu comme un instrument collectif où la gestion des paramètres de contrôle du son est distribuée entre différents utilisateurs. Les utilisateurs produisent du son via une interface web et sont connectés via le réseau selon différents scénarios d'interaction pré-établis définissant le type d'information qu'ils sont capables d'échanger. Cette version a fait l'objet d'études utilisateurs sous la forme d'ateliers où des groupes d'utilisateurs ont été invités à improviser collectivement avec l'instrument. L'analyse quantitative et qualitative

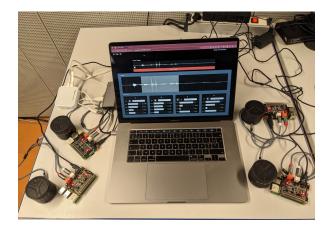


Figure 4. Le dispositif de Simone dans sa version solo.

des résultats issus de ces ateliers a mené à la rédaction d'un article soumis à la conférence DIS où sont étudiées les stratégies d'apprentissage de l'instrument par les participants ainsi que l'influence du réseau sur les interactions collectives qui ont émergé. Dans une seconde version, *Simone* est conçu comme un instrument solo composé d'une interface de contrôle et d'un ensemble de Raspberry Pi vus comme autant de sources sonores localisées (figure 4). Basées sur les développements effectués dans le projet DOTS, toutes ces sources sont contrôlées simultanément depuis une interface web manipulée par un instrumentiste. Ce système fait actuellement l'objet d'une étude qualitative au long cours avec le musicien Jean-Brice Godet qui a expérimenté le système dans différentes configurations et dans différents contextes (avec 4, 8 ou 40 Raspberry Pi, en solo ou avec d'autres musiciens).

En parallèle à ce travail, nous avons maintenu et suivi l'utilisation d'outils développés les années précédentes. L'application de composition distribuée *Koryphaios* a ainsi été utilisée lors d'une résidence de composition au GRAME par le compositeur Luciano Leite Barbosa. L'application d'auto-annotation pour la musicologie

A3PM a été portée dans la v4 de soundworks et a été adaptée pour être utilisée dans le cadre d'un concert-laboratoire qui s'est déroulé à l'Ircam lors des Journées perception sonore 2023 organisées par le Groupe perception sonore de la Société française d'acoustique.

■ Synthèse sonore interactive

MuBu for Max et CataRT/SKataRT

Diemo Schwarz, Riccardo Borghesi. Collaborations externes: Matthew Ostrowski, Christopher Trapani, Aaron Einbond, Lorenzo Bianchi, Basile Chassaing, Ircam Amplify

Cet axe d'activité concerne une partie importante des développements de l'équipe, avec notamment les logiciels pour l'interaction musicale dans l'environnement Max. Nous avons en particulier poursuivi les développements autour de MuBu for Max, qui intègre la synthèse sonore concaténative, granulaire et additive, ainsi que l'analyse et la gestion multimodale du son, des gestes et des images, couplés à de la reconnaissance de formes (apprentissage automatique interactif). Nous avons également poursuivi le travail de documentation de MuBu par la série de tutoriels vidéo créée en collaboration avec Matthew Ostrowski avec le soutien du Forum Ircam, dont les quatre premières vidéos sont désormais disponibles en ligne, et deux autres en cours de réalisation.

La finalisation du travail en collaboration avec Lorenzo Bianchi a permis de tester et d'améliorer certaines fonctionnalités de la synthèse concaténative, de l'analyse audio et de l'édition. La résidence de recherche artistique de Basile Chassaing en ISMM a donné lieu à un travail sur des métronomes synchronisés dans CataRT, et le traitement d'un corpus par fichier son séparément dans MuBu. Pour le compositeur Christopher Trapani, nous avons amélioré la flexibilité et la robustesse de la segmentation par reconnaissance de hauteur dans le formalisme Pipo de MuBu. Finalement, les fonctionnalités de classification et synthèse concaténative ont permis au RIM Robin Meier de convertir une table en instrument de percussion étendu pour le concert de réou-

verture de l'Espro de l'artiste Deena Abdelwahed en janvier 2023. Grâce au groupe de travail sur la synthèse sonore par échantillons, issu de l'UPI CoCat. le travail approfondi sur la structuration et documentation de l'ensemble des patches CataRT-MuBu a été finalisé, soumis pour validation à Cycling, retravaillé et réorganisé avant d'être accepté. Ces patches, avec les fonctionnalités complètes de CataRT et des extensions pour l'écriture et la composition sont désormais disponibles sur le Package Manager, accessible directement dans l'application Max. Ce travail est aussi à la base du logiciel SKataRT intégré dans Ableton Live et développé conjointement avec l'équipe PDS et Music Unit, qui trouve de plus en plus d'utilisateurs au sein de l'Ircam (Sébastien Gaxie) et en dehors. Une nouvelle version de SKataRT a été publiée, étendue par quelques fonctionnalités demandées par les utilisateurs, en ajoutant notamment des enveloppes exponentielles, le choix et la visualisation des enveloppes, et l'intégration avec le contrôleur Push. Parallèlement, Greg Beller et Francis Vey ont poursuivi la création de corpus de sons « prêts à l'emploi » pour des créateurs et musiciens. Enfin, nous avons poursuivi la collaboration avec Ircam Amplify en transmettant les briques logicielles et les savoir-faire nécessaires pour une application de correction de pitch de voix chantée en temps réel.

Synthèse interactive et spatialisation

Diemo Schwarz, Thibaut Carpentier (EAC). Collaborations externes:
Aaron Einbond. Étienne Démoulin

Dans la suite de la résidence d'Aaron Einbond dans le cadre du projet ERC MusAl, nous avons poursuivi, en collaboration avec l'équipe EAC, l'extension du principe de spatialisation individuelle pour chaque grain de *higher-order ambisonics* (HOA) aux *spherical loudspeaker arrays* (SLA). Ce travail va donner lieu à la création de la pièce *Prestidigitation II* d'Aaron Einbond (la troisième utilisant ces approches) dans l'Espace de projection en février 2024. Ce travail a également été publié dans un numéro spécial du *Computer Music Journal* (à paraître: Einbond, Carpentier, Schwarz, 2024).

Lors d'un séjour de recherche invité de Diemo Schwarz au Microtonal Music Studios, Helsinki, nous avons travaillé avec un groupe d'étudiants pour expérimenter des interactions musicales par convolution avec un corpus de sons. Suite à cette expérimentation, le projet UPI RIRIRI, qui traite de la recherche interactive de réponses impulsionnelles de salles à partir d'une collection, grâce à une navigation dans un espace de descripteurs perceptifs d'espaces acoustiques, a été soumis à l'appel interne de l'Ircam.

Mapping multimodal entre corpus sonores et visuels

Diemo Schwarz, Riccardo Borghesi, Mateo Fayet. Collaboration externe: Sebastian Adams

L'axe de recherche explorant les questions de mapping multimodal entre corpus sonores et corpus visuels a été poursuivi avec une publication sur le système CoCAVS pour la synthèse par corpus audiovisuel et une performance explorant les analogies intermodales audio/vision à la conférence NIME (Schwarz, 2023), ainsi que la supervision du stage Vivo: une approche multimodale de la synthèse concaténative par corpus dans le cadre d'une œuvre audiovisuelle immersive du Master Acoustique et musicologie, parcours Musicologie et création, Aix-Marseille Université, laboratoire PRISM UMR 7061 de Matéo Fayet. Ces travaux trouvent aussi une application dans les projets de création de Sebastian Adams, formé au Cursus Ircam.

Projet ANR Aqua-Rius

Diemo Schwarz, Rémi Mignot (équipe Analyse et synthèse des sons)

Le projet ANR Aqua-Rius a commencé en 2023. La contribution de l'équipe ISMM porte sur la veille technologique et bibliographique et sur une étude des datasets disponibles pour l'entraînement et la validation de modèles d'effets de mixage et de mastering.

Composer l'interaction avec des processus musicaux

Jérôme Nika, Diemo Schwarz, Nicolas Obin (équipe Analyse et synthèse des sons), Clément Canonne (équipe APM)

Ce projet de recherche, développé durant 2023 pour formaliser le changement d'équipe de Jérôme Nika, et initié fin 2023, explore la composition de l'interaction avec des processus musicaux. Il abordera particulièrement la synthèse sonore et/ou musicale, même si on s'intéressera plus généralement à des modèles, architectures et outils permettant la production contrôlée de matériaux structurés et organisés dans le temps. La notion d'interaction sera observée dans son sens le plus vaste, décorrélée de la distinction temps réel/différé, et sera envisagée sous l'angle de la recherche des contrôles sur ces modèles, de l'expressivité et de l'instrumentalité. Ce projet, centré sur l'utilisateur, est construit sur la conviction que la valeur ajoutée de nouveaux processus de synthèse réside autant dans les nouvelles pratiques d'interaction et de méta-composition auxquelles ils pourront donner naissance par l'expressivité de leurs contrôles que de la technologie choisie pour implémenter la synthèse. En considérant que l'exploration de ces nouvelles pratiques passera par l'interaction avec ces processus par l'intermédiaire du sens et de la fonction, et non seulement de descriptions bas niveau, les recherches s'articulent autour de deux questions: avec quels signifiants et quelles fonctions veut-on interagir? Puis avec quels contrôles, quelles méthodes d'apprentissage et/ou d'annotations peut-on s'en approcher ? Les différents axes de recherche seront traversés par un axe transversal de recherche de design d'interaction centrée utilisateur, s'appuyant sur l'expertise de l'équipe dans ce domaine, aussi bien en termes de formalisation de situations d'interaction que de développement d'interfaces.

Ircam – Rapport d'activité 2023 Unité mixte de recherche STMS 46

Équipe Perception et design sonores (PDS)

Responsable: Nicolas Misdariis

■ Introduction

En 2023, l'équipe PDS poursuit le déploiement d'une articulation entre des recherches en perception et cognition sonores — auquel s'adjoint une composante de recherche en audition grâce à l'intégration des travaux d'Emmanuel Ponsot (CR CNRS, section 51) portant sur des études fondamentales relatives aux mécanismes physiologiques, neuronaux et cognitifs du système auditif humain — et des recherches et applications en design sonore. Dans son ensemble, ce programme met en œuvre de solides relations art/science d'une part, en alimentant la recherche musicale et sonore avec des questions scientifiques d'ordre perceptif et cognitif — où la diversité naturelle et pathologique des profils d'écoute individuels est progressivement considérée —, et d'autre part, en ancrant les problématiques de la création sonore appliquée dans le champ de la recherche en design et des sciences du design, dans le cadre renouvelé des sciences du design sonore.

■ Recherche en audition, perception et cognition sonores Difficulté de compréhension de la parole en contexte cocktail party: développer des biomarqueurs de la synaptopathie cochléaire Emmanuel Ponsot, Christian Lorenzi (École Normale Supérieure),

Emmanuel Ponsot, Christian Lorenzi (École Normale Supérieure), Laurel H. Carney (Université de Rochester) et Paul Avan (Institut de l'Audition) – projet ANR INSPECTSYN

| Effectif | Diffusion scientifique | Projets et contrats | | Collaborations scientifiques | Collaborations artistiques | | |
|---|------------------------|---|---|---|----------------------------|--|---|
| Chercheurs et ingénieurs statutaires | 4 | Revues à comité de lecture | 6 | ANR InspectSyn SU Tremplin (nouveaux entrants) CNRS 80Prime HearDevComp | 3 | L. Arnal (IDA) P. Avan (IDA) C. Canonne, S. Roux (APM) N. Dauchez (UTC) V. Isard (Irba) C. Lorenzi (ENS) C. Manetta (IFF) | A. Cera N. Schütz A. Gatti R. Barthelemy |
| Chercheurs et ingénieurs non statutaires. Chercheurs, compositeurs et artistes invités | 4 | Conférences avec comité de sélection | 5 | Internationaux | 0 | C. Marquis-Fabre (ENTPE) S. Meunier (CNRS/LMA) LF. Pardo (Renault) C. Quinsac (Ceriah) JJ. Aucouturier (CNRS/ | |
| Doctorants | 4 | Ouvrages et chapitres | 1 | Industriels Renault EV-Sound Alpine Renault EV-Sound Dacia Renault EV-Sound collab. JM. Jarre ANRT/Renault thèse CIFRE Du confort acoustique au confort sonore: étude et traitement par augmentation | 4 | FEMTO-ST) L. Cabrera (CNRS/Univ. Paris Cité) L. Carney (Univ. Rochester, US) D. Oberfeld (Univ. Mainz, Allemagne) S. Verhulst, P. Devolder (Ghent Univ., Belgique) JF. Petiot, M. Lagrange (EC Centrale Nantes/LS2N) R. Cahen (ENSCI – CRD ENS | |
| Stagiaires | 5 | Thèses de doctorat/HDR | 2 | | | Paris Saclay) E. Ozcan, S. Delle Monache (TU Delft) C. Delanoe-Vieux, M. Coirié (Lab-ah/GHU Ste-Anne) C. Guastavino, M. Wanderley (McGill) J. Marozeau, S. Aker (TU Denmark) | |

Description

Entre 10 et 15 % des individus qui consultent pour des problèmes de compréhension de la parole dans le bruit les handicapant au quotidien présentent en fait des audiogrammes cliniquement normaux. Des études récentes, notamment chez le modèle animal,

suggèrent que la synaptopathie cochléaire — la perte de synapses reliant la cochlée au nerf auditif, causée par le vieillissement ou l'exposition au bruit —, découplée des pertes des cellules ciliées quantifiées par l'audiogramme, pourrait permettre d'expliquer ce paradoxe: les déficits de codage neural induits par cette patho-

logie entraîneraient chez l'homme des difficultés importantes pour comprendre la parole dans des contextes bruyants. Pourtant, il n'existe à l'heure actuelle pas de test auditif comportemental permettant d'évaluer sélectivement et quantitativement la synaptopathie, également appelée « surdité cachée », chez l'homme. Nous nous intéressons ici à proposer et tester de nouvelles mesures EEG et psychophysiques basées sur la fidélité d'encodage auditif de signaux synthétiques reproduisant des caractéristiques essentielles de la parole.

Résultats

Les résultats de la série d'expériences EEG (FFR) montrent de fortes différences dans la fidélité d'encodage neural du timbre d'un signal simulant une voyelle (véhiculée par la structure fine du signal) au niveau inter-groupe (jeunes > âgés; sans > avec pertes audiométriques) mais également intra-groupe qui, appuyées par des simulations de modèles computationnels du système auditif, suggèrent l'élaboration d'un biomarqueur EEG de la synaptopathie cochléaire dans les basses fréquences. Les expériences psychophysiques menées jusqu'à présent n'ont pas permis de suggérer de marqueurs comportementaux équivalents, et un travail doit donc être poursuivi dans cette direction.

Positionnement

Ces recherches ont été initiées par Emmanuel Ponsot en collaboration avec Sarah Verhulst (Université de Gand), en particulier à travers l'encadrement des stages de Master de Pieter Devolder (Université de Gand, 2021 et 2022). Ils vont faire l'objet d'une soumission d'article prochainement. Elles se poursuivent aujourd'hui dans le cadre du projet ANR INSPECTSYN, en collaboration avec Christian Lorenzi (ENS), Laurel H. Carney (Université de Rochester) et Paul Avan (Institut de l'Audition). Globalement, ces travaux visent à proposer de nouveaux marqueurs biologiques non invasifs de l'état auditif d'un individu basés sur la fidélité d'encodage neural des caractéristiques d'un signal complexe (timbre, modu-

lations temporelles) au niveau du nerf auditif et du tronc cérébral, permettant ainsi de compléter les tests cliniques actuels telle l'audiométrie tonale, afin de mieux caractériser le profil auditif d'un individu.

Du codage neural au codage perceptif du timbre

Emmanuel Ponsot, Laurel H. Carney (Université de Rochester, USA) – projets Tremplin SU et ANR INSPECTSYN

Description

Le codage du timbre d'un son par le système auditif est crucial pour la perception de la parole, notamment des voyelles. Si des modèles neuraux du système auditif périphérique permettent d'évaluer les informations disponibles au niveau du nerf auditif et d'inférer les positions formantiques d'une voyelle, la contribution des différents indices neuraux disponibles dans la perception du timbre n'a pas été étudiée directement. Un modèle neural du timbre permettrait pourtant de mieux comprendre la variabilité de perception interindividuelle et de suggérer des stimuli optimisés à la caractérisation des différents types de pertes auditives (CCE, nerf auditif) pour des expériences psychophysique/EEG.

<u>Résultats</u>

Nous avons démarré une réflexion générale sur la conception d'expériences psychophysiques visant à étudier directement la contribution des indices neuraux dans le codage perceptif du timbre, en particulier dans des voyelles, en évaluant l'impact de manipulations fines et ciblées du signal acoustique. L'idée est que les stimuli utilisés dans les expériences sont ajustés sur la base de simulations de modèles neuraux du système auditif périphérique et du tronc cérébral. Une première expérience psychophysique a été conduite par Léo Dairain (césure CentraleSupélec, de septembre 2023 à février 2024), montrant de manière frappante (et contre-intuitive) une dégradation importante des capacités auditives de discrimination d'un formant si celui-ci présente une légère

inharmonicité (décalage d'une harmonique de quelques Hz). Ces résultats seront confrontés quantitativement aux prédictions d'un modèle neural afin d'évaluer si ces données sont en effet compatibles avec la dégradation du code neural du timbre au niveau du nerf et du tronc cérébral induite par l'inharmonicité.

Positionnement

Ce travail, en interaction avec Laurel H. Carney (Université de Rochester), a été initié dans le cadre du projet Tremplin Nouveaux Entrants SU (2023) et se poursuit plus largement dans le cadre du projet ANR INSPECTSYN (2023-2026). Globalement, ce travail vise à offrir une meilleure compréhension des mécanismes neuronaux (de la cochlée au Colliculus inférieur) qui encodent des formes spectrales (par exemple formants de la voix) et étudier dans ce cadre les dégradations causées par des pertes synaptiques du nerf auditif (synaptopathie).

Sensibilité neurale aux modulations temporelles chez l'adulte et le bébé

Emmanuel Ponsot, Laurianne Cabrera (INCC, CNRS/Université Paris Cité) – programme MITI du CNRS

Description

L'apprentissage du langage chez l'homme repose sur la mise en place d'un processus biologique unique d'extraction et de traitement sélectif d'indices acoustiques contenus dans les signaux de parole. Les travaux comportementaux et neurophysiologiques actuels montrent que le traitement auditif de ces indices est déjà en place dès la naissance, mais qu'il reste inefficace jusqu'à l'âge adulte. En particulier, les jeunes enfants montrent plus de difficultés que les adultes à percevoir correctement la parole dans un environnement bruyant. Cependant, les étapes et les paramètres de ce développement restent toujours mal caractérisés, notamment par la nature différente des méthodes de mesures employées chez les nourrissons ou les adultes. L'objectif principal de ce projet

interdisciplinaire collaboratif (INCC, CNRS/Univ. Paris Cité) a été de concevoir une nouvelle approche mathématique basée sur l'utilisation de modèles computationnels du système auditif afin d'inférer les paramètres latents des différentes étapes du codage auditif — nerf auditif, tronc cérébral — à partir d'un ensemble de mesures neurophysiologiques (EEG).

Résultats

Nous avons travaillé à la conception d'un protocole de mesure électrophysiologique, passif, permettant de caractériser objectivement la sensibilité neurale à des modulations d'amplitude couvrant différentes fréquences (50-150 Hz) importantes dans le codage de la parole. Ce protocole a été testé chez une première cohorte de participants adultes (stage Master BME 2023, Nathan Goedseels, en collaboration avec Clémence Basire, IE dans l'équipe PDS, avril-juillet 2023), et les résultats sont encore en cours d'analyse. Ce premier travail vise à offrir une preuve de concept de l'approche chez l'adulte, et il se poursuit actuellement chez des nourrissons dans le laboratoire partenaire (thèse Clémence Basire à l'INCC).

Positionnement

Ce projet interdisciplinaire mené en collaboration avec Laurianne Cabrera (INCC, CNRS/Université Paris Cité), soutenu par le programme MITI du CNRS, permet d'adresser une question fondamentale en neurosciences de manière théorique, expérimentale et computationnelle, et de manière plus générale, nous offre un cadre de travail pour développer et tester de nouveaux outils objectifs (EEG) visant à une meilleure caractérisation de la sensibilité auditive d'un individu

Pondérations temporelles non uniformes des informations sensorielles: le résultat d'un processus d'intégration supramodal ?

Emmanuel Ponsot, Daniel Oberfeld (Université Johannes Gutenberg-Université de Mayence)

Description

Lorsque les humains jugent l'intensité globale de stimuli auditifs ou visuels variant dans le temps, les différents instants temporels ne contribuent pas de manière identique; typiquement, des effets de primauté (une influence plus forte des premières informations du stimulus que des dernières sur la décision perceptive) sont observés. Ces pondérations temporelles (PT) non uniformes semblent omniprésentes dans nos décisions sensorielles: elles ont été observées dans une grande variété d'études impliquant différentes tâches psychophysiques et concernant différentes modalités sensorielles. Les travaux de l'équipe sur la sonie en sont un bel exemple (Ponsot *et al.*, JASA 2013; Ponsot *et al.*, JASA 2016).

Résultats

Dans ce travail, nous avons testé l'hypothèse selon laquelle ces poids temporels non uniformes seraient la signature commune d'un processus d'intégration supramodal. Les résultats des deux expériences psychophysiques menées, comparant par des analyses fines (corrélation inverse) les profils de pondération individuels entre les modalités auditive et visuelle, ont permis globalement de rejeter cette hypothèse. Ce travail (article actuellement en révision) suggère que les PT non uniformes sont le résultat d'une combinaison complexe de processus sensoriels, attentionnels et décisionnels.

Positionnement

Ce travail est issu de la poursuite de notre collaboration avec l'équipe de Daniel Oberfeld initiée en 2012 dans le cadre de la thèse d'Emmanuel Ponsot, et illustre la volonté de poursuivre une recherche fondamentale sur les plans méthodologique et psycho-

physique afin de mieux comprendre nos mécanismes sensoriels et cognitifs d'analyse d'informations sensorielles complexes.

De la parole «cocktail party» à l'improvisation collective libre : rôle de la saillance sur les dynamiques auditives attentionnelles et le jeu musical

Emmanuel Ponsot, Patrick Susini, Clément Canonne (APM) – Collegium Musicae

Description

La recherche sur l'attention auditive dans un environnement acoustique complexe est un sujet en plein essor. Depuis l'article fondateur de Cherry (1953) sur l'écoute « cocktail party », un nombre croissant de travaux a été mené en laboratoire pour étudier les mécanismes de sélectivité attentionnelle, cruciaux dans le cas de la compréhension de la parole: ces mécanismes nous permettent de séparer des flux simultanés ou de diriger notre attention sur une source d'intérêt tout en ignorant d'autres sources ou du bruit. En particulier, des travaux récents en psychophysique portent sur la compréhension de la saillance auditive. En tant que phénomène bottom-up, activé par les caractéristiques acoustiques d'un stimulus, la saillance attire malgré nous notre attention sur une source particulière (cf. thèse de Baptiste Bouvier dans l'équipe). Nous avons cherché ici à étudier une situation très analogue, mais qui ne concerne plus le suivi de la parole d'un locuteur: il s'agit de la situation d'interaction entre musiciens dans un contexte d'improvisation collective libre, style musical sans référent et non idiomatique, où la musique jouée n'est pas écrite mais émerge pleinement des interactions pendant le jeu. Ce travail a été initié dans le cadre du stage d'Armand Schwarz (ATIAM 2023), et visait à développer et déployer un protocole psychophysique « online » (mesures comportementales réalisées pendant le jeu musical) permettant de sonder dans quelle mesure la saillance acoustique des musiciens influence leurs dynamiques attentionnelles et leurs interactions musicales.

Ircam – Rapport d'activité 2023 Unité mixte de recherche STMS 49

Résultats

Un travail important de conception d'un protocole expérimental a été réalisé. Ce protocole a été déployé sur six trios de musiciens improvisant en studio, sans se voir. Chaque musicien entendait au casque un mix spatialisé composé des deux autres musiciens, placés respectivement dans leur oreille droite/gauche. En même temps qu'ils improvisaient, les musiciens devaient réaliser une tâche de détection de sons artificiels, des «cibles» insérées dans les mix à des moments aléatoires, et répondre via un appui de pédale. Régulièrement, la saillance d'un musicien donné était manipulée (à son insu) par les deux autres musiciens pendant qu'il jouait en augmentant/diminuant son volume pendant quelques secondes. Les résultats de ces manipulations expérimentales ont conduit à une augmentation significative des scores de détection des sons cibles, et ce spécifiquement sur le flux du musicien dont la saillance était augmentée, résultant par ailleurs en une meilleure coordination musicale avec ce musicien. Ce travail montre que l'écoute des musiciens est en partie guidée par la saillance auditive et suggère plus généralement un nouveau protocole psychophysique de mesure de l'attention auditive en continu, utile à l'étude des dynamiques temporelles de sélectivité attentionnelle.

Positionnement

Ce travail a été initié dans le cadre du projet Collegium Musicae (2023) en collaboration entre PDS (Patrick Susini, Emmanuel Ponsot) et APM (Clément Canonne). Un article basé sur ce travail a déjà été soumis (Faraco *et al.*) et un autre est en cours d'écriture.

Effet de la saillance dans la perception d'une scène sonore complexe chez le malentendant équipé d'aides auditives

Thèse d'Armand Schwarz, Patrick Susini, Emmanuel Ponsot, Paul Avan (CERIAH/Institut Pasteur)

Description

Dans une scène auditive complexe, certains sons peuvent, de par leurs caractéristiques acoustiques intrinsèques ou en fonction de leurs propriétés émergentes dans la scène, attirer notre attention plus que d'autres. Notre écoute est façonnée, à notre insu, par ces processus bottom-up de saillance auditive. Si des études sur la saillance sont menées depuis plusieurs années chez des individus normo-entendants (cf. thèse de Baptiste Bouvier dans l'équipe), très peu de travaux ont jusqu'alors été conduits sur ces questions chez des individus malentendants. Or, la prévalence de personnes atteintes de troubles de l'audition présentant un traitement anormal de l'intensité ou de la saillance des sons est estimée entre 2 et 15 %. Il est donc crucial de comprendre les mécanismes à l'origine de ces phénomènes de saillance atypique, afin que les aides auditives puissent les restaurer et non au contraire les aggraver, conduisant ainsi certains patients trop gênés à renoncer à porter leurs aides. La thèse d'Armand Schwarz (ED3C), partagée entre PDS et le CERIAH (Institut Pasteur), développera des travaux de recherche fondamentaux afin de comprendre 1) comment les pertes auditives modifient la saillance de certaines sources et 2) comment la saillance affecte l'organisation auditive chez les malentendants porteurs d'aides auditives.

Résultats

Ce travail de thèse a débuté en octobre 2023. La première partie de ce travail a permis d'identifier une approche pertinente pour caractériser l'effet des pertes auditives, et le port d'aides auditives, sur les dimensions de l'espace perceptif. Nous anticipons la mise en place d'une première étude de caractérisation de l'espace des timbres chez des malentendants porteurs d'aides, afin d'identifier les dimensions (et donc les paramètres de signal associés) les plus altérées par les pertes auditives et le port d'aides. Les expériences psychophysiques envisagées seront conduites au casque, en laboratoire, sur des individus normo-entendants pour lesquels des pertes et des aides auditives seront simulées par des

algorithmes de traitement du signal, avant d'être déployées dans un second temps chez des participants malentendants.

Positionnement

Ce travail de thèse, dirigé par Patrick Susini, Paul Avan et Emmanuel Ponsot, est le fruit d'une collaboration entre PDS et le CERIAH/Institut Pasteur. Il s'inscrit dans la lignée des travaux fondamentaux en psychophysique de PDS sur la saillance (Bouvier et al., Sci. Rep. 2022; Bouvier et al., under review) et les mécanismes d'analyse de scènes auditives complexes dans leur variabilité entre individus (Susini et al., Sci. Rep. 2020, JASA 2023). En s'attaquant cette fois au problème des personnes malentendantes, ce travail permettra de dégager des perspectives appliquées visant à améliorer les stratégies d'aides auditives existantes.

Traitement auditif de scènes sonores complexes et expertise musicale

Patrick Susini, Emmanuel Ponsot, Olivier Houix

Description

L'apprentissage musical permet d'améliorer les capacités sensorielles, cognitives et attentionnelles du traitement auditif. Mais est-ce que l'apprentissage favorise un traitement similaire des dimensions temporelle et spectrale ? Dans une série d'expériences, nous nous sommes intéressés à la capacité d'auditeurs ayant différents niveaux d'expertise musicale 1) à organiser les informations locale et globale le long de la dimension temporelle, et 2) à séparer plusieurs flux le long de la dimension fréquentielle.

Résultats

Les résultats publiés (Susini *et al.*, JASA, 2023) mettent en évidence une évolution graduelle des capacités auditives selon la dimension temporelle puis selon la dimension fréquentielle. Ce résultat suggère que la formation musicale donnerait lieu à des effets séquentiels et non simultanés sur les capacités de traite-

ment d'informations auditives complexes, ce qui signifie que les changements de perception se poursuivraient bien au-delà des premières années de formation/pratique, c'est-à-dire lors du passage d'amateur à expert.

Influence de la saillance sur le traitement auditif de scènes sonores complexes

Baptiste Bouvier (thèse), Patrick Susini, Emmanuel Ponsot

Description

L'organisation auditive résulte de processus de traitement «topdown» comme l'expertise musicale qui module nos capacités sensorielles, et de processus de traitement «bottom-up» de certaines informations qui focalisent notre attention indépendamment de notre volonté, on parle alors de la saillance d'un événement. La question abordée ici concerne l'effet de la saillance sur l'organisation du traitement de l'information auditive. En particulier, la saillance a-t-elle un effet sur la perception globale de la scène sonore et le traitement de l'information locale?

Résultats

Les résultats de la thèse de Baptiste Bouvier, en cours de publication dans JASA, mettent en évidence que la capture attentionnelle affecte la hiérarchie du traitement temporel de l'information sonore, favorisant le traitement au niveau où se situe l'information saillante.

Influence de la saillance sur la perception du désagrément dans des scènes sonores environnementales

Baptiste Bouvier (thèse), Nicolas Misdariis, Patrick Susini, Catherine Marquis-Favre (ENTPE Lyon)

Description

Les scènes sonores environnementales sont souvent caractérisées selon les dimensions agréable-désagréable et amorphe-animé

en fonction des caractéristiques acoustiques et de l'importance des sources. Dans le cadre de la thèse de Baptiste Bouvier, la relation de la saillance avec le désagrément a été étudiée en comparant l'estimation d'un modèle de saillance (Huang et Elhilali, 2017) et l'évaluation du désagrément de scènes sonores environnementales.

Résultats

Les résultats montrent en premier lieu que l'influence d'une source saillante sur le désagrément dépend de sa nature (chants d'oiseaux vs klaxons). Par ailleurs, une analyse de causalité de Granger a permis de mettre en évidence que la saillance est meilleure que la sonie ou que d'autres indicateurs (LAeq, brillance, rugosité) pour prédire les variations de désagrément. Ce résultat montre qu'il est nécessaire de prendre en compte la saillance et le désagrément des sources sonores de notre environnement pour affiner son observation.

Étude des correspondances sensorielles entre odeurs et sons

Michèle El Kouri, Olivier Houix, Patrick Susini, Nicolas Misdariis, Céline Manetta (IFF), Romain Barthélémy (Ircam Amplify)

Description

Dans le cadre d'un projet avec l'Institute of Flagrance and Flavour (IFF), Michèle El Khoury (Master Acoustique et musicologie) a étudié les relations entre dimensions du timbre et ingrédients olfactifs. Quelles sont les associations ? Peut-on atteindre ces associations à travers les émotions ? Une première expérience a consisté à analyser les émotions induites par différents sons couvrant plusieurs dimensions du timbre. Puis une sélection d'ingrédients olfactifs associés aux mêmes émotions a été réalisée à partir d'une base de données issue des travaux d'IFF. La deuxième expérience a consisté à établir l'association directe entre dimensions du timbre et ingrédients olfactifs.

Résultats

Les résultats de la première expérience ont mis en lumière le rôle significatif du timbre dans l'induction des émotions avec une exploration des descripteurs acoustiques sous-jacents. La seconde expérience, quant à elle, a révélé l'existence d'une correspondance entre dimensions du timbre et ingrédients olfactifs. Ces résultats indiquent que certaines dimensions émotionnelles peuvent prédire les associations entre son et odeur.

Positionnement

Ce travail, qui se poursuit en thèse, est une collaboration entre l'entreprise de parfums IFF et l'équipe Perception et design sonores. La thèse vise à caractériser les correspondances sensorielles et émotionnelles pouvant exister entre la modalité olfactive (odeur/parfum) et la modalité auditive. Dans la continuité du travail de Master, il s'agit de développer un cadre expérimental visant à explorer la nature des correspondances odeur/parfum-son. Cette thèse a aussi un objectif appliqué de concevoir un outil de prototypage pour la création de capsules sonores sur la base des dimensions émotionnelles ou créatives des parfums.

■ Recherche en perception et cognition musicales

Ethno-psychologie cognitive des conduites de production et de réception musicale

Mondher Ayari, Samir Becha (Institut supérieur de musique de Tunis)

Description

Les contacts entre ethnomusicologie et psychologie cognitive sont extrêmement rares, pour ne pas dire quasi inexistants. Cette étude tente de combler, par des processus d'exploration et de réflexions épistémologiques, une lacune transdisciplinaire, et d'ouvrir une voie de rencontre par laquelle ces communautés intellectuelles, si distantes les unes des autres, pourraient converger vers une compréhension plus approfondie des mécanismes psychologiques qui

caractérisent le réseau conscient potentiellement engagé dans le fait musical, c'est-à-dire l'étude des stratégies performatives, perceptives et cognitives qui ont lieu pendant la création, la transmission et l'apprentissage de la musique de tradition orale. L'objectif est d'esquisser des frontières entre les sciences de la musique et d'élaborer un cadre conceptuel permettant de les unifier au sein d'une anthropologie plus générale.

<u>Résultats</u>

Les résultats de cette nouvelle approche en musicologie (ethnopsychologie cognitive) ont été présentés dans 1) un cours/séminaire à l'ISM de Tunis et 2) dans deux conférences plénières aux colloques internationaux en 2023 : au Panel scientifique international «L'ethnomusicologie appliquée et ses dimensions pédagogiques» et à la Journée d'étude internationale «Comment mener et valoriser une étude dite "scientifique" ? ». Trois articles à comité de lecture ont été publiés en 2023 dans une Encyclopédie de la musique (préface de Jean-Jacques Nattiez), un ouvrage collectif dirigé par Mondher Ayari et Samir Becha suite à l'organisation d'une Journée d'étude internationale à l'ISM de Tunis et dans les actes du Panel scientifique international sur l'ethnomusicologie appliquée, organisé à l'Université de Sousse (Tunisie).

Positionnement

Cette approche du fait musical incarne principalement le rapprochement entre une démarche cognitive et une problématisation anthropologique et musicale de l'art de la performance en Méditerranée. Elle se positionne dans le cadre d'une réflexion générale, à la fois sur le statut des œuvres orales traditionnelles et modernes et de leurs modalités d'appréhension. C'est-à-dire rendre compte de la variété des critères anthropologiques à l'œuvre dans le champ général du savoir et se poser la question du changement éventuel du statut épistémologique que cette évolution implique pour l'analyse cognitive des faits musicaux, tant au sein de l'ethnomusicologie elle-même qu'en lien avec les autres

disciplines voisines (la question du déplacement des frontières disciplinaires, en particulier).

■ Recherche en design sonore

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

Nicolas Misdariis, Elif Özcan (Université de technologie de Delft, Pays-Bas), Stefano Delle Monache (Université de technologie de Delft, Pays-Bas)

Description

Développement de l'axe de recherche en design sonore, réflexion sur l'intégration du design sonore dans le champ de la recherche en design et questionnement des interactions structurelles entre ces deux disciplines (concepts, outils ou méthodes partagés ou singuliers) forment le cadre conceptuel de la recherche en design sonore menée au sein de l'équipe, sous l'appellation générique (et empruntée) de « sciences du design sonore ».

Résultats

Les différents travaux de recherche (thèses, collaborations académiques ou industrielles) nourrissent la réflexion sur le design sonore comme discipline d'étude et de recherche à part entière et instruisent les différentes problématiques qui lui sont associées (acteurs, processus, produits et régime de réception du design sonore). Entre autres voies, la collaboration avec TU Delft (E. Özcan) dans le cadre du projet Marie Skłodowska-Curie de Stefano Delle Monache (PaDS — Participatory Designing with Sound) favorise les réflexions autour de la notion de « sound-driven design » permettant, entre autres, la distinction entre le design du, avec, contre ou pour le son. Elle s'ouvre sur des initiatives fédératrices comme le Special Interest Group (SIG) de la Design Research Society (DRS) « Sound and Design » ou la COST Action « Sound-driven Design » (en cours de montage).

Positionnement

Proposer une évolution de la discipline «design sonore» au sein de l'équipe PDS et du laboratoire STMS, tout en conservant sa structure fondatrice basée sur l'articulation entre recherche en perception et cognition sonores, et recherche et applications en design sonore.

Du confort acoustique au confort sonore: étude et traitement par augmentation

Matthieu Duroyon (thèse), Nicolas Misdariis, Patrick Susini, Nicolas Dauchez (Université de technologie de Compiègne), Louis-Ferdinand Pardo (Renault Group) — programme ANRT CIFRE

Description

L'enjeu de la thèse de Matthieu Duroyon en collaboration avec l'UTC de Compiègne et Renault est d'intégrer une démarche de design sonore pour améliorer le confort sonore dans les véhicules électriques. L'absence du bruit de moteur des véhicules électriques rend perceptibles différentes sources de bruit perçues dans l'habitacle. L'objectif de la thèse est d'identifier et caractériser ces sources et de développer des stratégies de design sonore intégrant ses sources dans une ambiance globale confortable.

Résultats

À partir d'entretiens menés avec les spécialistes en acoustique automobile de Renault, un lexique des différentes sources sonores susceptibles d'être problématiques a été élaboré sur la plateforme SpeaK. Le lexique comprend une définition des caractéristiques perçues par les experts, et des exemples sonores correspondants. Dans un deuxième temps, en collaboration avec Eléonore Vialatte en stage (DNSEP Design Sonore), plusieurs propositions de créations ont été proposées permettant de tester le principe d'intégration d'un son problématique dans une ambiance sonore globale comme s'il en avait toujours fait partie. Ces propositions seront testées en laboratoire et en situation de conduite en termes d'identification, d'agrément et d'acceptabilité.

Positionnement

L'enjeu ici est d'examiner dans quelle mesure l'ajout d'un son d'ambiance permet de remédier à la nuisance d'un son d'équipement sans affecter le confort en conduite.

Étude des installations sonores en milieu urbain

Valerian Fraisse (thèse), Nicolas Misdariis, Nadine Schütz, Coralie Vincent, Catherine Guastavino (Université McGill, Canada), Marcelo Wanderley (Université McGill, Canada) – bourses doctorales Université McGill et Sorbonne Université

Description

Étude de l'influence des installations sonores sur la perception des environnements urbains (thèse en cotutelle internationale avec l'Université McGill). Dans la partie française de ce travail, la recherche se déploie sur un terrain d'expérimentation associé à la création de l'artiste plasticienne sonore Nadine Schütz (« Niches acoustiques »), installation sonore destinée à être installée de manière pérenne sur le parvis du tribunal de grande instance (TGI) de Paris.

Résultats

La dernière année de thèse a été consacrée à une deuxième expérience en laboratoire, dans un environnement audio simulé, afin de mieux investiguer le concept de niches acoustiques, d'une part, et de réactivité du dispositif, d'autre part. Plusieurs paramétrages de ces principes, pilotés soit par des indices acoustiques du fond sonore (niveau, contenu spectral), soit par une intervention directe de la compositrice Nadine Schütz, ont permis de mesurer la perception et la réception de ces principes de composition auprès d'auditeurs (usagers familiers du lieu d'un point de vue professionnel – travaillant au TGI –, ou personnel – vivant dans le quartier). Comme pour la première expérience (2022), le jugement s'est effectué sur des échelles sémantiques d'appréciation et un questionnaire semi-dirigé a été réalisé à la suite de l'expérience.

Les résultats sont encore en cours d'analyse, ils permettront de quider Nadine Schütz dans sa création artistique.

Positionnement

Ce travail incarne le rapprochement entre une démarche artistique et une problématisation scientifique. Il se positionne dans le cadre d'une réflexion, à la fois sur le statut des œuvres en design sonore (format, forme du rendu, relation à l'auditeur, etc.), mais aussi sur la question de la réception des productions en design sonore et, en corollaire, de leurs mécanismes d'évaluation (point de vue artistique ou ergonomique centré utilisateur, contraintes expérimentales versus validité écologique). Il vise à développer une méthodologie permettant d'informer la création artistique par des données scientifiques et expérimentales relatives à l'impact d'une œuvre sonore sur un environnement et ses occupants.

Interfaces homme-machine sonores

Nicolas Misdariis, Andrea Cera, Laurent Worms (Renaut Group/ Design), Louis-Ferdinand Pardo (Renault Group), Cyril Metz (Alpine), Morgane Jezequel (Dacia)

Description

Projet de design sonore industriel/recherche-création autour de la signature sonore des véhicules électriques, en collaboration (historique) avec le Groupe Renault, et en association (historique également) avec le compositeur/designer sonore Andrea Cera. Ce cadre de collaboration continue de s'instancier en 2023 avec trois projets (dont deux en cours déjà en 2022): le premier concerne une occurrence de signature sonore pour les modèles de la gamme Renault et s'inscrit dans la collaboration du constructeur avec le musicien Jean-Michel Jarre, le second concerne deux occurrences de signature sonore pour la marque Alpine, et le troisième concerne la signature sonore extérieure (notamment l'AVAS) de la marque Dacia.

Résultats

Le projet pour Renault, en collaboration avec Jean-Michel Jarre, a finalisé le travail de conception effectué à partir des matériaux sonores amenés par l'artiste Jean-Michel Jarre que le designer sonore, Andrea Cera, a intégrés dans l'image imposée du VSP (Vehicule Sound for Pedestrians), tant sur le plan timbral (matière) que morphologique (évolution dans le temps). Les concepts de « nappe » et de « halo » ont été implémentés et testés lors de plusieurs séances d'écoute et d'enregistrement en studio et in situ, sur véhicule. Ce travail s'est effectué après validation par le PDG de Renault (Luca di Meo), ainsi qu'après une homologation afin de respecter la législation en vigueur sur les niveaux d'émission et de modulation du signal sonore. Le projet pour Alpine, davantage propice au déploiement d'une recherche-création, a exploité les univers sémantiques et sonores associés à l'image de la marque et aux modèles concernés issus des ateliers SpeaK menés en 2022, et, en passant par plusieurs étapes d'essais/écoutes sur table ou sur véhicule, a abouti à une solution validée et pré-homologuée pour le premier modèle. Des ajustements mineurs seront faits pour le second modèle en 2024. Enfin, le projet pour Dacia a lui aussi permis de mettre en œuvre la méthodologie SpeaK de manière plus concise et plus efficace. Les premiers prototypes de son ont rapidement abouti à une solution validée en interne chez Dacia et respectant les normes d'homologation.

Positionnement

Dans la lignée de notre collaboration industrielle avec Renault, ces nouvelles études prolongent l'implication de l'équipe dans une thématique qui s'avère toujours emblématique de la discipline et permet d'expérimenter de nouvelles manières de produire la matière sonore et de l'implémenter dans un contexte industriel fortement contraint, notamment en ce qui concerne les outils de prototypage rapide du son ou bien les méthodologies de conception collaborative potentiellement en œuvre dans le processus de création en design sonore.

Transmission du son par stimulation vibratoire et conduction osseuse

Claire Richards (thèse), Nicolas Misdariis, Alberto Gatti, Frédéric Bevilacqua (ISMM), Roland Cahen (CRD ENS Paris Saclay – ENSCI Les Ateliers), Damien Faux (Actronika) – programme ANRT CIFRE et bourse Résidence en recherche artistique Ircam

Description

Dispositif audio-haptique pour la transmission du son et de la musique par conduction osseuse et stimulation vibro-tactile. Étude des effets tactiles associés à la conduction osseuse et à la spatialisation des sensations sonores et vibro-tactiles.

Résultats

La thèse de Claire Richards (soutenue en février 2023) part du principe qu'un même stimulus peut exciter simultanément l'oreille interne et la surface de la peau, par conduction osseuse et sensation vibro-tactile. En examinant cet équilibre sensoriel spécifique entre l'ouïe et le toucher, ce travail de recherche tente de trouver une balance multidisciplinaire entre les mondes du design, de l'industrie et des sciences, en posant d'abord la question suivante : comment la technologie portable pourrait-elle permettre de réfléchir à une expérience du son qui n'implique pas seulement les oreilles mais le corps tout entier? Après une approche psychophysique, le sujet s'est inscrit dans un cadre de recherche en design pour fabriquer et étudier un nouveau dispositif audio-tactile portable: le harnais multimodal. L'approche globale mise en œuvre dans la thèse est identifiée comme une recherche en design « intégrative ». Les différents éléments du projet contribuent chacun à un ensemble cohérent, établissant un lien entre la science et le design, la perception et la création. En utilisant le dispositif portable comme un outil d'exploration créative, Claire Richards a étudié comment l'interaction entre l'audition et le toucher peut informer la composition de vibrations spatialisées sur la surface et l'intérieur du corps.

Positionnement

Ce projet ouvre une voie prometteuse, et pour l'instant encore peu explorée, que constitue le design audio-haptique. Des travaux connexes sur ce sujet (notamment la thèse de Quentin Consigny en cours au LAM/Institut Jean-le-Rond d'Alembert ou bien la résurgence de la communauté HAID) laissent à penser que ce domaine va gagner en consistance et en surface au cours des prochaines années. Dans ce cadre, une bourse de compositeur en recherche a été obtenue en 2023 et permettra ainsi à Alberto Gatti (en 2024) de se saisir du concept de transmission audio-haptique en général, et du dispositif expérimental en particulier, afin d'explorer leurs possibilités musicales et sonores.

Interactions son/musique et santé — Psyson: modulation de l'anxiété en psychiatrie

Nicolas Misdariis, Olivier Houix, Coralie Vincent, Marie Coirié (GHU Paris Psy&Neurosc./Lab-ah), Elena Karpinski (GHU Paris Psy&Neurosc.), Matthieu Savary (UserStudio) — programme PHRIP

Description

Recherche-action sur la modulation de l'anxiété. Le projet Psyson dans son ensemble repose sur le concept d'enveloppe sonore et aborde des questions concernant l'efficacité d'un espace temporel et sonore pour les patients psychiatriques. Il s'inscrit dans le cadre général d'un Projet de recherche infirmière et paramédicale (PHRIP) qui vise la recherche et le développement d'un dispositif multimodal d'écoute sonore et musicale dédié à la modulation de l'anxiété, au moyen d'une étude prospective d'intervention randomisée en simple aveugle. Ce protocole de recherche vise à être intégré en complément du traitement médical supervisé par l'équipe soignante et cherche à démontrer l'impact du concept Psyson sur la réduction de l'anxiété, en tant qu'alternative à des mesures coercitives (contention, isolement) ou pharmacologiques (prise de médicaments, « si besoin »).

Résultats

La composante «logicielle» du projet se concentre sur les questions de création de contenu et d'interface de médiation qui s'incarnent dans le concept d'« entretien musico-soignant », dialogue entre le soignant et le patient dont l'objectif est de définir le profil musical et sonore du patient pour lui proposer, ensuite, une liste d'éléments audio en adéquation avec son état et susceptibles de réduire son niveau d'anxiété. Sur la base de ces principes et modèles, une seconde étape de recherche et de développement de cette composante a été développée en 2023, en collaboration avec UserStudio, spécialisé en UX/UI design, afin de répondre aux besoins, usages et impératifs des études cliniques qui débuteront en juin 2024.

Positionnement

Cette recherche concrétise le rapprochement institutionnel (GHU Ste-Anne/Lab-ah) et le déploiement de la thématique son/musique et santé au sein du laboratoire, mise en avant notamment lors de l'évaluation HCERES (novembre 2023) et instanciée dans un rapport d'étape et de synthèse finalisé début 2023.

■ Outils, méthodologies

SpeaK: lexique sonore

Patrick Susini, Olivier Houix, Nicolas Misdariis, Pierrick Pedron (Actions culturelles), Romain Barthélémy (Amplify).

Description

L'outil SpeaK est un lexique sonore qui propose une définition des principales propriétés d'un son. Le projet vise à offrir une plateforme collaborative de partage de lexiques sonores, afin de produire un langage commun dans le domaine du son.

Résultats

Après la conception d'un premier lexique « words4 sounds » proposant un ensemble de mots habituellement utilisés par les professionnels du son, le travail sur un second lexique relatif à des attributs des espaces acoustiques a été initié. Cet environnement a également servi de support au déploiement d'une composante méthodologique de la thèse de Matthieu Duroyon, en aboutissant au développement d'un troisième lexique, «words4ev», qui recense les artéfacts sonores spécifiques au monde de l'automobile, notamment électrique.

<u>Résultats</u>

Les termes rassemblés dans ce dernier lexique permettent d'identifier et de décrire les sons qui apparaissent comme des défauts dans un habitacle de voiture, notamment électrique. Ils ont été collectés et validés au moyen d'interviews avec des experts de l'acoustique chez Renault.

Positionnement

Le développement de l'outil SpeaK rentre également dans le cadre de la collaboration avec Ircam Amplify/Romain Barthélémy, designer sonore partiellement en recherche dans l'équipe dont il alimente les problématiques par des retours et partages d'usage, d'expérience et de réflexion. Il est également utilisé dans le cadre d'actions culturelles menées par l'Ircam (Emmanuelle Zoll) et principalement mises en œuvre par Pierrick Pedron, designer sonore diplômé du DNSEP Design sonore de l'Esad TALM Le Mans.

SKataRT: outil pour l'exploration et le prototypage sonores

Olivier Houix, Nicolas Misdariis, Frédéric Bevilacqua (ISMM), Diemo Schwarz (ISMM), Romain Barthélémy (Amplify), Manuel Poletti (MusicUnit)

Description

L'environnement SKataRT offre différents champs d'application et d'usage qui vont de la création musicale au design sonore, en passant par l'exploration de corpus sonores ou la performance. Entre autres, SKataRT permet 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. D'un point de vue technologique, il s'incarne dans un *device* Max4Live développé par Music Unit, dans le cadre d'une collaboration avec les équipes ISMM et PDS de l'Ircam.

Résultats

Suite à la mise à disposition du *device* M4L et de la documentation sur le site du Forum, différents corpus de sons SKataRT ont été créés par Jean Lochard ainsi qu'un tutoriel vidéo afin de faciliter la prise en main de l'outil.

Positionnement

L'environnement SKataRT est construit à l'intersection d'un travail de recherche et développement sur la synthèse sonore concaténative par corpus (CataRT) et des résultats d'un projet de recherche européen sur la question de l'imitation vocale comme outil d'esquisse et de prototypage rapide (Skat-VG). SKataRT rentre également dans le cadre de la collaboration avec Amplify/Romain Barthélémy, designer sonore partiellement en recherche dans l'équipe dont il alimente les problématiques par des retours et partages d'usage, d'expérience et de réflexion.

Environnement expérimental en ligne

Coralie Vincent, Olivier Houix, Nicolas Misdariis, Benjamin Matuszewski (ISMM), Matthieu Fraticelli (ENS Ulm)

Description

La réflexion (ré)ouverte sur la question des outils et méthodes expérimentales en psychoacoustique et perception sonore s'incarne dans le déploiement en ligne de protocoles expérimentaux pour l'évaluation perceptive dans le domaine du son.

Résultats

Sur la base d'une solution logicielle de développement (jsPsych), une série de briques d'expérience en ligne a été développée, puis intégrée dans un environnement de type « boîte à outils » (https://matthieufra.github.io/jsPsychPDS/). Cette ToolKit permet d'accéder à un grand nombre de paradigmes expérimentaux courants (évaluation sur échelle, catégorisation, test de dissemblance, etc.) à la fois comme exemple, modèle ou code associé. Depuis sa mise à disposition, cet outil a été utilisé aussi bien en interne dans l'équipe (stages de Clara Chateigner, Michèle El Khouri; thèses de Baptiste Bouvier, Matthieu Duroyon), qu'en externe (support méthodologique du workshop The Audible Universe – cf. RA2022). Les futurs développements de cet environnement sont actuellement pris en charge, notamment par Coralie Vincent – avec le support technique de Benjamin Matuszewski –, ce qui permettra également, et le cas échéant, sa diffusion en interne au laboratoire, dans le cadre d'activités expérimentales de certaines équipes.

Positionnement

Ce travail se situe dans la lignée du savoir-faire expérimental acquis par l'équipe PDS depuis de nombreuses années, qui a éprouvé plusieurs solutions/architectures logicielles (PsiExp, Max, Matlab) et est actuellement confronté à l'essor de l'expérimentation en ligne. L'objectif, à terme, étant de proposer un environnement modulaire pour les expériences perceptives dans le domaine de l'audio, utilisable aussi bien en interne (autres équipes du labo) qu'en externe (diffusion au Forum Ircam).

Équipe Représentations musicales (RepMus)

Responsable: Gérard Assayag

■ Introduction

L'équipe Représentations musicales (RepMus) s'intéresse aux 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 et environnements 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.

| Effectif | | Diffusion scientifique | | Projets et contrats | | Collaborations scientifiques | Collaborations artistiques | | |
|--|---|--|----|--|---|--|--|--|--|
| Chercheurs et ingénieurs statutaires | 6 | Revues à comité de lecture | 9 | Nationaux et régionaux ANR MERCI, IRMA SMIR | 2 | Grame, INRIA Emeraude, CIRMMT, McGill U., UNICAMP, USP, BEK, CNMAT, CCRMA, INRIA, C4DM/QMUL, KTH Royal Institute of Technology, LIRMM, IReMus, GRM, Collège de France, U. Paris-Est, ENS ULM et Lyon, UC San Diego, UCB, U. of Nagoya, U. Salzburg, Sorbonne Université (LIP6), EHESS, | P. Manoury, P. Leroux, M. Stroppa, S. Eldar, L. Morciano, JM. Fernandez, B. Lubat, R. Fox, ONJ, M.A. Magalhaes, H. Sellin, S. Agger, M. Kimura, G. Nouno, A. Muller, S. Lemouton, C. Lorenzi, M. Gentilucci, A. Harley K. Soden, E. Chambaud, A. Farhang N. Gimenez Comas, S. Lehman, M. Chemillier, G. Bloch, A. Vinjar, A. Einbond, S. Blondeau, B. Gatinet, A. Schubert, G. Lorusso, Vir Andres Hera, M. Mantovani, S. Luc, R. Imbert, A. Markeas, E.I.C., G. Lewis, E. Parker, M. Mantovani, C.K. Zana-Rotsy, N. Aviv, J. Léandre, ONJ, F. Maurin, L. Colombo, tellKujira, | | |
| Chercheurs et ingénieurs non statutaires, invités, associés | 6 | Conférences avec comité de sélection | 19 | Internationaux NSERC ACTOR ERC REACH | 2 | U. Minnesota, UJV Picardie, NII Tokyo, LIENS ENS, Cristal - Algomus (Lille), CNAM, ENAC Toulouse, IRMA (Strasbourg), GREAM (Strasbourg), USIAS (Institut d'études avancées), U. de Bologne, Todai Tokyo U., | | | |
| Doctorants | 7 | Ouvrages et chapitres | 3 | Contrat industriel | 1 | Ben Gurion U., HEM Genève, U. Pennsylvania, Drexel U., Princeton U., NICS-UNICAMP, NYU, Tokyo Metr. U., EHESS, | | | |
| Stagiaires | 2 | Thèses de doctorat/HDR | 4 | | | Barts Heart Centre, UCL Institute of Cardiovascular Science, Singapore U. of Technology and Design, Università Milano Bicocca (Italie), Royal Danish Academy of Music (Copenhagen, Denmark) | W. Teixeira, Horse Lords | | |

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

Les recherches de RepMus sont désormais structurées en trois champs thématiques:

- (F)O(R)M: espaces formels, composition assistée (coordination Carlos Agon, Karim Haddad, Mikhail Malt, Moreno Andreatta);
- REACH: cocréativité humaine et artificielle (coordination Gérard Assayag, Jérôme Nika, Mikhail Malt, Georges Bloch);
- ECTIS: écriture et contrôle du temps interactif et synchrone (coordination Jean-Louis Giavitto).

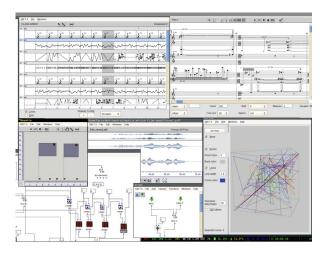


Figure 1. OpenMusic.

■ Thématique (F)O(R)M: espaces formels, composition assistée

Coordination: Carlos Agon, avec Karim Haddad, Mikhail Malt, Moreno Andreatta, Paul Lascabettes, Gonzalo Romero Garcia, Isabelle Bloch

Composition assistée par ordinateur

L'environnement OpenMusic a été porté sur LispWorks 8 et passe en version majeure 7. Les versions 7.2 (avril 2023) et 7.3 (octobre 2023) sont désormais compatibles avec les nouveaux processeurs Apple ARM et restent compatibles avec les processeurs Intel, avec les dernières évolutions du système d'exploitation macOS (Ventura et Sonoma), intégrant diverses améliorations issues du suivi et des retours d'usage 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 « support » (comme la bibliothèque audio), pour un total de 43 repositories (dépôts). Une nouvelle version en C++ interprétant du code

Python est en cours de préparation. Cette version sera lancée en avril 2024, à l'occasion du 25° anniversaire d'OpenMusic (Karim Haddad, Carlos Agon, Gonzalo Romero García).

SMIR (Structural Music Information Research)

L'année 2023 a vu plusieurs initiatives menées dans le cadre du projet SMIR (Moreno Andreatta, Carlos Agon), projet inscrit désormais comme un véritable axe de recherche transversal entre STMS, l'IRMA de Strasbourg, en collaboration avec l'ITI CREAA (Centre de recherche et d'expérimentation sur l'acte artistique), la HEAR, le Conservatoire de Strasbourg. Le projet vise à constituer une nouvelle approche de type structurel dans le domaine du Music Information Research (MIR) 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.

Morphologie mathématique (MM) et analyse des concepts formels (FCA) pour l'analyse musicale computationnelle

En ce qui concerne la morphologie mathématique, l'année 2023 a vu la poursuite de la collaboration avec Isabelle Bloch (Sorbonne Université) dans le cadre principalement des deux thèses de Gonzalo Romero García et Paul Lascabettes.

Dans le cadre de la thèse de Gonzalo Romero García, co-encadrée par Isabelle Bloch et Carlos Agon, nous avons poursuivi les applications de la morphologie mathématique (MM) aux représentations temps-fréquence de la musique. Concernant les représentations sous forme de piano roll, le sujet central a été: « Comment appli-

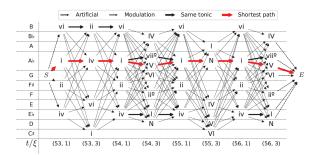


Figure 2. Graphe tonal automatique pour l'analyse harmonique d'un extrait musical.

quer la MM pour faire de l'analyse musicologique ? » Cela a donné lieu à des modélisations sous forme de graphes qui s'avèrent très efficaces pour analyser l'harmonie (et qui donnent lieu à un stage de M2 ATIAM pour l'année 2024). Concernant les représentations sous forme de spectrogrammes, nous avons mis en place une chaîne de traitement morphologique qui permet de faire de l'extraction de partiels et de transitoires d'un son issu d'un instrument de musique. Cela a fait l'objet d'un article qui a été écrit et accepté pour la conférence DGMM 2024. De plus, la thèse de Gonzalo Romero García a été soutenue le 15 novembre 2023.

La thèse de Paul Lascabettes, codirigée par Elaine Chew et Isabelle Bloch, porte sur l'application de théories mathématiques à la musique. En particulier, trois composantes musicales étroitement liées ont été étudiées: les motifs, la structure et la performance, qui peuvent être associés aux problématiques suivantes: Comment découvrir les motifs musicaux ? Comment ces motifs sont-ils organisés au sein de la structure musicale ? Et finalement, comment ces motifs sont-ils interprétés lors de la performance musicale ?

La morphologie mathématique a permis d'obtenir des résultats mathématiques pour la découverte de motifs musicaux, et d'apporter des réponses à certaines questions ouvertes de ce domaine. La segmentation musicale et la génération de segmentations hiérarchiques ont été abordées selon deux méthodes, l'une basée sur l'homogénéité et la nouveauté, et l'autre sur la répétition, qui sont les caractéristiques principales à étudier pour découvrir la segmentation d'une pièce. La méthode basée sur l'homogénéité utilise les filtres morphologiques pour détecter les blocs sur la diagonale de la matrice d'auto-similarité, tandis que la méthode basée sur la répétition découvre les répétitions sans intersection pour obtenir les segmentations hiérarchiques d'une pièce.

La troisième partie de la thèse est dédiée à l'analyse de la performance musicale avec des outils informatiques. La base de données MazurkaBL, qui contient des annotations de plus de 2 000 performances de 46 mazurkas de Chopin, a été analysée en proposant de représenter une performance musicale dans un 2-simplexe, ce qui permet de caractériser et d'interpréter l'expressivité musicale d'une performance. Enfin, la théorie du transport optimal non équilibré a permis de comparer des performances musicales afin d'identifier les similitudes et les différences entre les interprétations d'une même pièce.

L'axe consacré à l'homologie persistante a pu bénéficier d'un séjour de Victoria Callet au sein de l'équipe Représentations musicales dans le cadre de sa troisième année de thèse (thèse soutenue le 15 décembre 2023). Les résultats de la thèse ont été présentés par Victoria Callet lors d'un séminaire invité à l'Ircam dans le cadre des Mercredis de STMS (14 décembre 2023).

L'approche catégorielle en musique est explorée à la fois par Carlos Agon et par Alexandre Popoff. Dans le premier cas, il a fait l'objet d'une présentation dans le séminaire Mathématiques et musique de l'IRMA/CREAA (séance du 24 mars 2023). Dans le cadre de la collaboration avec Alexandre Popoff, la collaboration a donné lieu à un article sur la formalisation catégorielle des GIS (Generalized Interval Systems) de David Lewin, disponible sur arXiv [arXiv:2311.18371]. En ce qui concerne l'axe consacré à des problèmes théoriques posés par la musique en lien avec des

conjectures ouvertes en mathématique, cela a fait l'objet d'une collaboration avec Nicolas Juillet (UHA) et Corentin Guichaoua et a donné lieu à deux publications dans des revues spécialisées de mathématiques ([hal-04306887] et [hal-04306896]).

Outre ces quatre thématiques qui constituent les axes théoriques principaux du projet, un cinquième axe concernant les aspects cognitifs des représentations géométriques en musique a été particulièrement exploré pendant l'année 2023, grâce à la collaboration avec José-Luis Besada (postdoc à l'Université Complutense de Madrid) et Erica Bisesi (chercheuse associée à l'Université de Montréal), les deux membres associés du projet SMIR et du programme de recherche «Théories et modèles» de l'ITI CREAA. Pendant l'année 2023, M. Andreatta a poursuivi les ateliers pédagogiques centrés sur l'apprentissage des représentations géométriques en musique et adressés principalement aux élèves de collège et lycée. Les ateliers ont pu s'appuyer sur un film – intitulé Musique et mathématiques: histoire d'une rencontre – qui est désormais disponible. Le spectacle Math'n Pop labellisé par le CNRS dans le cadre de ses 80 ans et de l'année des mathématiques est désormais soutenu par l'IDEX de l'Université de Strasbourg dans le cadre du projet «LaboMathéMusique» (LaMaMu).

Parmi les autres faits marquants de l'année 2023 dans le cadre des projets SMIR et de ses déclinaisons cognitives, pédagogiques et grand public, on citera:

- participation de Moreno Andreatta au Colloquium Series of the European Academy of Sciences and Arts (13 janvier 2023);
- participation de Moreno Andreatta en tant que Keynote speaker au W&K-Symposium Musik & Mathematik (Salzburg, Autriche, 2 juin 2023);
- poursuite du travail d'adaptation par Corentin Guichaoua (ancien membre du projet COSMOS) de l'environnement web Tonnetz pour une série d'expériences perceptives qui ont été menées par José-Luis Besada (postdoc Universidad Complutense de Madrid) et Erica Bisesi (professeure associée à l'Université de Montréal);



Figure 3. Mikhail Malt et Pavlos Antoniadis utilisent les systèmes cocréatifs de RepMus au concert Musical Diversity avec l'ensemble Contemporary Insight à Berlin le 28 septembre 2023.

- poursuite du nouveau séminaire Mathémusique à l'IRMA de Strasbourg (co-organisé par Victoria Callet et Moreno Andreatta, avec le soutien de l'ITI CREAA et de l'IRMA), avec Gonzalo Romero-García, «Harmonie et texture: une relation sous haute tension» (10 février 2023) et Carlos Agon, «Composition fonctionnelle et composition musicale: la Monade Maquette» (24 mars 2023);
- participation de Mikhail Malt aux comités de pilotage des projets et conférences: Séminaire Sheng (Collegium Musicae).

■ Thématique REACH: cocréativité humaine et artificielle

Coordination: Gérard Assayag, avec Mikhail Malt, Marco Fiorini, Georges Bloch, Marc Chemillier, Shlomo Dubnov, Joakim Borg, José Manuel Fernandez, Sabina Covarrubias, Daniel Brown, Orian Sharoni, Nicolas Brochec, Vincent Lostanlen, Yohann Rabearivelo, Yuri Prado, Ke Chen, Vignesh Gokul, Hao-Wen Dong, Gil Geva, Lara Morciano, Benny Sluchin, Joëlle Léandre, Hervé Sellin, Pavlos Antoniadis

Le pôle REACH explore de manière systématique le paradigme de la créativité computationnelle et de l'IA créative à l'aide de dispositifs inspirés par l'intelligence artificielle, ceci dans le sens des nouvelles interactions audio et symboliques musicien-machine ou dans celui de la science des données et l'extraction des connaissances. Il s'adosse à l'ERC REACH (fin en 2025) et au projet ANR MERCI (fin décembre 2023).

Au cours de cette période, nous avons développé et continuellement amélioré un nouvel environnement logiciel d'agents créatifs basé sur l'IA, Somax2, avec une architecture de serveur d'interaction multithread distribué, une interface sans fil multi-agent pour la scène, et une unité « cognitive » hautement réactive, impliquant un modèle d'écoute artificielle et de mémoire musicale permettant l'apprentissage et le traitement audio en temps réel (Joakim Borg, Marco Fiorini, Mikhail Malt, Gérard Assayaq).

Nous avons également développé une nouvelle version du logiciel d'improvisation basée sur des scénarios Djazz et Dyci2 avec une boîte à outils intégrée qui servira à la fois à unifier tous ces outils et à en prototyper rapidement de nouveaux.

Cela constitue une plateforme expérimentale unique pour tester tous les aspects de l'interaction cocréative entre les musiciens et les agents IA. Nous avons lancé une série d'études en sciences sociales liées à l'improvisation dans les réseaux sociaux (notamment TikTok), à l'expérimentation et à l'enquête sur l'« acceptabilité » des agents d'IA dans les réseaux cyber-humains, en utilisant notre plateforme expérimentale.

Nous avons organisé plusieurs résidences, sessions expérimentales en studio et des événements publics dans le domaine de la création musicale avec des artistes de renommée internationale, en utilisant les produits de la recherche REACH, en particulier la résidence REACHing OUT! avec la grande contrebassiste Joëlle Léandre, et le groupe de rock progressif américain Horse Lords. Ces résidences ont débouché sur un concert éponyme durant le festival ManiFeste au Centre Pompidou.



Figure 4. Concert du 8 juin 2023: Justin Vali rencontre Jacek Woźniak: improvisations dessinées et chorégraphies virtuelles autour du baobab, Festival de l'Imaginaire. Sabina Covarrubias et Marc Chemillier utilisent Djazz et Improvisio de REACH avec l'illustrateur Jacek Woźniak et le musicien Justin Vali (https://www.maisondesculturesdumonde.org/festival-de-limaginaire/programme/justin-vali-rencontre-jacek-wozniak).

L'expérience et les données recueillies seront précieuses pour améliorer la prochaine génération de modèles d'interaction et d'environnements logiciels en tenant mieux compte de la perception et des attentes humaines. Nous avons développé de nouveaux prototypes de notre environnement de réalité mixte basé sur la guitare HyVibe en mettant en place une plateforme expérimentale utilisant une acoustique active, des capteurs hexaphoniques et une traduction MIDI en temps réel, en prototypant un nouveau système d'improvisation d'IA embarquée basé sur le modèle Somax2 sur un microcontrôleur Raspberry Pi, comme préfiguration de l'IA embarquée instrumentale. HyVibe a ainsi produit en 2023 une pédale autonome «smart looper» pour guitariste embarquant Somax2.

Ce prototype a été testé par notre réseau d'artistes et nous recueillons leurs réactions pour comprendre comment les musiciens tirent parti des dispositifs musicaux de réalité mixte.

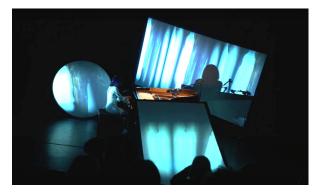


Figure 5. Concert en novembre 2023: Ludic-Inventions, Sound Festival, Aberdeen Écosse. Performance collaborative pour piano, un film et des images en direct. Composition de Colin Riley (électronique) en étroite collaboration avec Agnese Toniutti (piano, préparations, improvisation), Kristijonas Dirse (film) et Sabina Covarrubias (performance vidéo en direct avec Improvisio de REACH).

Nous avons commencé en 2023 le développement du logiciel Improvisio (Sabina Covarrubias): un outil pour l'improvisation de musique-visuelle. Dans le cadre des performances musicienmachine, les principales fonctions du programme sont: 1) réaliser la représentation visuelle des éléments musicaux en jeu en temps réel; 2) permettre des interactions musico-graphiques improvisées entre des agents IA et les musiciens; 3) rendre intelligibles les processus de fonctionnement de l'algorithme d'intelligence artificielle au moyen de la visualisation en temps réel des données musicales et sonores. Ce programme est un outil pour le musicien qui souhaite réaliser des concerts audiovisuels, des projets pluridisciplinaires, des collaborations avec des artistes visuels ou des installations artistiques audiovisuelles. Il s'interface avec Somax2 et Djazz.

Nous avons mené des recherches avancées sur la modélisation par apprentissage profond dans les domaines suivants:

- Extraction agnostique d'une voix instrumentale à partir de l'audio mixé pour créer un remplacement génératif; application au projet «Toots Thielemans» virtuel avec une publication par le Royal Library of Belgium pour le centenaire du musicien (Marc Chemillier, Mikhail Malt, Gérard Assayag, Shlomo Dubnov, Ke CHen); préparation d'un disque avec Joëlle Léandre à partir du démixage d'un concert de 1981 enregistré en stéréo.
- Mise au point d'une nouvelle mesure d'entropie de transfert symétrique (SymTE) permettant de commuter entre plusieurs modèles génératifs profonds pré-entraînés en fonction du signal du musicien en situation de co-improvisation. Une publication dans le journal *Physical Sciences Forum* (Shlomo Dubnov, Gérard Assayag, Vignesh Gokul).
- Modélisation profonde des HRTF (Head Related Transfer Functions) à l'aide de Transformers pour aider à constituer l'espace comme dimension créative, avec l'institut Reichman Tel Aviv (Shlomo Dubnov, Olivier Warusfel, Gérard Assayag, Gil Geva (stage de Master)). Une publication à WASPAA 2023, SMC 2023 et une soumission à ICASSP 2024.
- Modèles génératifs symboliques de type Multitrack Music Tansformers et grand modèle contrastif de correspondance langage/audio avec deux publications ICASSP 2023 (Shlomo Dubnov, Ke Chen, Hao-Wen Dong et al.).
- Mise au point du modèle théorique et architectural de Somax2 avec extension vers l'apprentissage profond et l'élaboration de nouveaux modèles de contrôle (VAE), avec un article du Computer Music Journal (Gérard Assayag, Joakim Borg, Laurent Bonasse-Gahot), à HHAI 23 (Mikhail Malt, Marco Fiorini).
- Extraction de la voix chantée utilisant la prédiction harmonique avec un article à ISMIR (Shlomo Dubnov, Ke Chen et al.).

Somax2

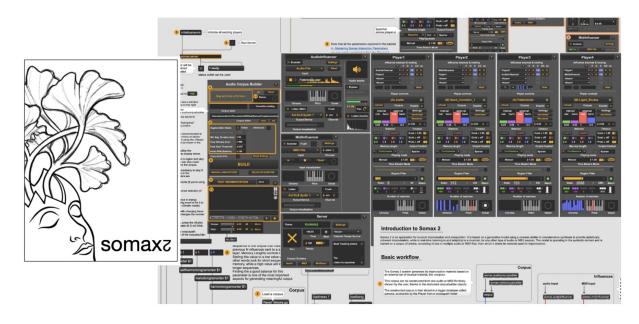


Figure 6. Somax2 version 2.5, un système d'IA cocréative pour l'interaction improvisée musicien-machine.

 Un modèle de cocréativité avec lA contrôle par la voix parlée, dans le cadre d'une collaboration et d'échange de doctorants et postdoctorants avec Stanford CCRMA et le projet européen MuselT (Multisensory, User-centred, Shared cultural Experiences through Interactive Technologies), avec une publication à AIMC 2023 (Patricia Alessandrini, Constantin Basica, Gérard Assayag, Mikhail Malt, Marco Fiorini). Le volet sciences humaines de REACH a été particulièrement étoffé en 2023 avec des publications dans les *Cahiers d'ethno-musicologie, Volume!, Musicologica Austriaca* et *Organigramme* (Mard Chemillier, Yohann Rabearivelo) sur l'hybridité dans l'incursion de l'IA dans les musiques traditionnelles malgaches, les nouvelles pratique musicales hybrides sur les réseaux sociaux comme TikTok. Ces avancées théoriques alimenteront à leur tour

les prototypes logiciels, les plateformes expérimentales et les configurations de réalité augmentée afin d'améliorer les capacités d'écoute et d'initiative des agents IA impliqués dans l'interaction cocréative.

Dans le cadre d'une thèse menée entre l'Ircam et l'EHESS, nous avons travaillé à distance avec le beat-maker Bryn Morgan et le saxophoniste et producteur Kristoffer Eikrem en utilisant la version MIDI du logiciel Djazz. Ces collaborations ont permis dans un premier temps de plonger le logiciel Djazz dans un contexte nouveau de cocréation et composition en ligne de musiques jazz/hip hop lo-fi et dans un second temps d'explorer la question de la performance musicale sur les réseaux sociaux lors de la conception de formats courts audiovisuels publiés prochainement sur un compte dédié au logiciel.

Faits marguants 2023:

- Release de la version 2.5 de Somax2, en version application et librairie Max, avec package « overview, tutorials, helps and guide utilisateur »; présentation à Ircam Forum Workshops et Academie ManiFeste.
- Mise à jour, portage et refonte des logiciels Djazz MIDI et Djazz AUDIO et de leur interface utilisateur pour adaptation aux OS récents avec une nouvelle version unifiée et robuste d'Antescofo (Mikhail Malt, Jean-Louis Giavitto). Design d'une nouvelle architecture et reprogrammation complète de Djazz en vue d'intégrer les versions MIDI et AUDIO pour fonctionner avec une librairie de recombinaison en Python, ou sans librairie grâce à des recombinaisons pré-calculées (Daniel Brown).
- Continuation des collaborations musicales et entretiens à distance autour de Djazz MIDI avec des musiciens de la plateforme TikTok (Yohann Rabearivelo).
- Continuation de la collaboration à long terme avec l'Université de São Paulo (Prof. Cassia Carrascoza Bomfim) pour la réalisation de concerts télématiques et de la recherche sur l'improvisation en réseau (Mikhail Malt).



Figure 7. Lithophonics de Lara Morciano pour la Seine Musicale, une introduction de l'improvisation cocréative de Somax2 dans une pièce composée pour ensemble et lithophones.

- Résidences de recherche et création de Jöelle Léandre (sortie ManiFeste 2023), le groupe Horse Lords (ManiFeste 2023), Lorenzo Colombo (sortie au Klang festival Copenhague), le groupe italien tellKujira (enregistrement CD), avec une série de concerts REACHing OUT! (ManiFeste, Improtech Uzeste), Valérie Philippin (académie Ircam 2023), Benny Sluchin, avec Gérard Assayag, Mikhail Malt et Marco Fiorini.
- Résidence de recherche et création avec le grand cithariste malgache Justin Vali, avec le DJ réunionnais Micke Insula.
- Création d'un spectacle de concert dessiné de Justin Vali avec le dessinateur Wozniak (Festival de l'imaginaire). Conférences et ateliers autour du logiciel Djazz (conférence de prestige CIRMMT Montréal, cours et ateliers en Tunisie), concerts et

- démonstrations en duo avec le cithariste Justin Vali (tournée au Cameroun, Festival Instants fertiles Saint-Nazaire).
- Dissémination: un film sur le concert dessiné Justin Vali-Wozniak réalisé par Jeff Joly, deux films (sur le logiciel Djazz et sur le guitariste Charles Kely Zana-Rotsy) réalisés par Yuri Prado, animations multimédia sur le logiciel Djazz en contexte malgache et pour la création de l'avatar de Toots Thielemans, articles dans Cahiers d'ethnomusicologie, dans Volume! La revue des musiques populaires.
- Organisation du workshop-festival Improtech à Uzeste en août 2023 avec une audience de 1 200 personnes, 3 concerts impliquant plus de 30 musiciens et 4 jours de workshops et de conférences, permettant de produire un état de l'art mondial de la thématique Improvisation et intelligence numérique.



Figure 8. Deux légendes de l'improvisation: Joëlle Léandre et Evan Parker au festival Improtech @ Uzeste 23 organisé par REACH, où ces musiciens ont pu interagir sur scène avec les logiciels d'IA cocréative du projet.



Figure 9. REACHing OUT! avec Joëlle Léandre et les Who/Men au Centre Pompidou le 16 juin, ManiFeste 2023, après la résidence REACH/Somax2 de l'artiste.

- Sortie du disque Ex-Machina, une production majeure de REACH avec Steve Lehman et l'orchestre national de jazz, pluie internationale de critiques élogieuses et proposition aux Grammy Awards.
- Démarrage des thèses REACH de Marco Fiorini (soutenue par le Collegium Musicae) et Orian Sharoni (soutenue par le programme européen Cofund Sound.Al de SCAI) sur la prochaine génération de systèmes IA cocréatifs, comprenant l'écoute artificielle en temps réel, les architectures d'agents autonomes créatifs et l'apprentissage profond des stratégies
- de coordination et de jeu collectif (codirection Gérard Assayag avec Hugues Genevois et Vincent Lostanlen).
- Démarrage de la thèse de Nicolas Brochec en codirection avec Suguru Goto à Geidai Université des arts, Tokyo, sur l'écoute artificielle de modes de jeux contemporains à la flûte pour les applications cocréatives.
- Démarrage de la résidence artistique avec Valérie Philippin, enregistrement du CD Open Works and Artificial intelligence, Cage's Solo for Sliding Trombone (1958) — Benny Sluchin, trombone, Mikhail Malt, Somax2 and electronics.



Figure 10. REACHing OUT! au festival Improtech @ Uzeste 23 avec Jean-Brice Godet en guest.

 Démarrage du postdoc de José Miguel Fernandez à partir d'octobre 2023 sur l'utilisation d'agents de co-improvisation appliqués à la spatialisation. Portage du logiciel Somax2 à l'environnement SuperCollider pour faciliter l'exploration multi-agent, de la spatialisation et le portage vers d'autres plateformes.

■ Thématique ECTIS: Écriture et contrôle du temps interactif et synchrone

Coordination Jean-Louis Giavitto, avec Miller Puckette, Sasha Blondeau, Silvan Eldar

Cet axe de travail vise à développer les notions et les langages permettant de programmer des interactions musicales complexes en temps réel lors de performances.

Avec l'achèvement de la thèse de Martin Fouilleul (janvier 2023), l'activité s'est focalisée sur l'accompagnement des compositeurs,

avec par exemple deux pièces importantes de Sasha Blondeau et José Miguel Fernandez, chacune impliquant plus de 30 000 lignes de code Antescofo pour l'écriture de l'électronique. En paral-lèle, nous avons complété un travail important sur les stratégies de synchronisation qui a permis de finaliser la dernière version d'Antescofo. Cette version est testée depuis cet été en interne dans les productions Ircam. Cette version sera la dernière du langage en tant que tel. En effet, nous avons débuté un nouveau projet, TsimTsoum, destiné à prendre le relais d'Antescofo.

Adaptation dynamique de l'inférence de tempo

La synchronisation des actions électroniques avec la performance d'un instrumentiste est réalisée via des stratégies combinant des informations événementielles et une prédiction du tempo du musicien, mise à jour à chaque événement détecté. Antescofo propose plusieurs stratégies (laissant au compositeur le choix en fonction du contexte musical) mais toutes nécessitent une estimation du tempo. Cette estimation est fondée sur l'approche d'E. Large qui maintient un oscillateur couplé aux événements produits par le musicien. Ce couplage est ajusté par deux termes correctifs, modulés par des paramètres de couplage: ϕ pour l'ajustement de la phase et p pour l'ajustement de la période. Nous avons généralisé l'approche afin que la prédiction puisse tenir compte des variations continues de tempo telles que les accelerandos ou les rallentandos. Cette extension a été intégrée dans la version 2003 du système.

Cependant, le choix des paramètres de couplage reste problématique, des études antérieures ayant montré qu'ils dépendent beaucoup du contexte musical. Nous avons proposé une nouvelle approche où les paramètres de couplage dépendent d'un paramètre κ caractérisant la variabilité du jeu de l'instrumentiste. Les fonctions $\phi(\kappa)$ et $p(\kappa)$ sont calculées à partir des événements musicaux, adaptées aux différentes durées d'événements et exposées au compositeur pour un contrôle plus fin si nécessaire. La recherche de fonctions de couplage optimales est un problème

complexe, faute d'un oracle pour le tempo réel du musicien. Une infrastructure de test a été développée pour trouver les fonctions de couplage optimales en simulant des exécutions à partir d'un tempo connu bruité. Cependant, le problème d'optimisation s'avère non convexe, et les fonctions résultantes dépendent fortement des caractéristiques du bruit et de la pièce musicale. Enfin, les fonctions optimales varient suivant que l'objectif est la maximisation de κ (i.e. la minimisation de la variabilité perçue du performeur) ou la minimisation de la partie aléatoire des fluctuations. Cela nous a amenés à proposer des fonctions génériques motivées empiriquement, le compositeur pouvant ajuster si besoin ces fonctions de couplage prédéfinie.

Extension des synchronisations à cible dynamique à des horizons arbitraires

Antescofo propose une stratégie de synchronisation qui permet de rattraper l'erreur en position des actions électroniques de manière progressive. Dans la thèse de José Echeveste, nous avons proposé d'ajuster le tempo avec une fonction linéaire, ce qui permet d'assurer au point de synchronisation un tempo égal au tempo spécifié dans la partition. En revanche, la formulation alors obtenue ne permettait pas de fixer arbitrairement le point de synchronisation. Nous avons développé cette année une formulation générale explicite des fonctions de position et de datation pour un point de synchronisation quelconque. Cette formulation repose sur l'utilisation de la fonction W de Lambert. Cette fonction peut se calculer numériquement de manière efficace et nous avons développé les librairies nécessaires à la mise en œuvre de cette approche.

Démarrage du projet TsimTsoum

À l'automne 2023, nous avons débuté le développement d'une version open-source d'Antescofo. Le nouveau système est nommé *TsimTsoum* et acceptera un sur-ensemble des programmes actuels Antescofo. Le code est hébergé sur GitHub mais restera privé jusqu'à ce que la première version soit fonctionnelle, ce qui est





Figure 11. À l'occasion de la pièce *Sources rayonnantes* de José Miguel Fernandez, nous avons développé un couplage entre Antescofo et le Gesture Follower de l'équipe ISMM permettant un suivi de geste. Sur la photo du bas, on voit les instrumentistes distribués dans la salle de concert. Le chef Jean Deroyer (en haut) porte un gant permettant de capter sa battue via des accéléromètres. Les données sont transmises (par wifi) au Gesture Follower qui retransmet à Antescofo des données permettant la synchronisation de toute l'électronique.

prévu pour le début 2025. L'objectif est d'assurer la pérennité du langage afin de permettre la reprise des pièces du répertoire qui reposent sur Antescofo. Le passage à un code source libre doit permettre de développer une communauté qui prendra en charge les évolutions des plateformes d'exécution.

TsimTsoum implique un recodage complet à partir d'une nouvelle architecture logicielle. Les objectifs de cette nouvelle architecture sont ambitieux: modulariser les différents composants du système afin de permettre de développer et d'expérimenter aisément des versions alternatives de ces composants; faciliter l'interopérabilité du système en offrant automatiquement plusieurs canaux d'interaction avec l'environnement intégrant les nombreux protocoles existants; permettre le développement aisé de variantes et leur déploiements; concevoir de nouvelles machines de perception incluant le travail avec Miller Puckette (suivi audio-audio) et Serge Lemouton (suivi de geste); extension de la compilation au vol des programmes instantanés; et extension des constructions continues du langage.

Parmi les faits marquants:

- Cortège, pièce de Sasha Blondeau à la Philharmonie de Paris en juin. L'écriture et la spatialisation de l'électronique sont entièrement réalisées grâce à Antescofo (plus de 30 000 lignes de codes pour la pièce de 30 min).
- Sources rayonnantes, pièce de José Miguel Fernandez dans le cadre de ManiFeste en juin. Antescofo est utilisé pour le pilotage de l'électronique à partir de la captation du geste du chef d'orchestre.
- Organisation de l'école mathématique <u>Sound and Fury of Modeling</u>, Arpino, 13-17 novembre 2023 (co-organisation avec Francesco dell'Isola et Thierry Paul).
- Collaboration avec Miller Puckette, professeur émérite à l'UC San Diego, pour le développement d'un alignement audio/ audio dans le cadre de la machine d'écoute d'Antescofo.

- Fiction-Science: conseils scientifiques et co-organisation.
 Cette série d'événements est une coproduction Ircam, La Parole, Bibliothèque publique d'information/Centre Pompidou, en partenariat avec France Culture et Sciences & Vie. En 2023, nous avons organisé quatre soirées:
 - Manipuler les voix: avec Catherine Dufour, autrice; Nadia Guerouaou, psychologue clinicienne, doctorante au sein des équipes Perception et design sonores (STMS lab/ CNRS/Ircam Paris) et Plasticity and Subjectivity (Lille Neuroscience & Cognition Centre lab/INSERM/CHRU de Lille); Jean Lassègue, chargé de recherche CNRS en linguistique anthropologique et sociolinguistique; Axel Roebel, directeur de recherche Ircam-STMS. Rencontre animée par Natacha Triou, productrice France Culture. 13 janvier 2023.
 - Quantifier le monde: une rencontre animée par Céline Loozen, réalisatrice France Culture, avec Pierre Cassou-Noguès, philosophe, université Paris 8, auteur de La bienveillance des machines (Seuil, 2022); Guillaume Doras, chercheur Ircam; Pierre Giner, artiste, commissaire d'expositions et scénographe; Denise Pumain, géographe, cofondatrice du laboratoire Géographie-Cités. 15 avril 2023.
 - Archives Vivantes: Gérard Assayag, directeur de recherche Ircam-STMS; Catherine Dufour, autrice; Elie During, philosophe; Tiphaine Raffier, metteur en scène; Raphael Doan, historien. Animation Céline Loozen, réalisatrice La Science, CQFD, France Culture. 16 juin 2023.
 - Écrire avec l'intelligence artificielle: dans le cadre de Extra!, le festival de la littérature vivante. Avec Alexandre Gefen, Pascal Mougin, James Frey, Catherine Dufour et Daniele Ghisi. Animée par Olivier Tesquet (*Télérama*). 17 septembre 2023.

Équipe Systèmes et signaux sonores: audio/acoustique, instruments (S3AM)

Responsable: Thomas Hélie

■ Introduction

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, 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.

L'équipe S3AM élabore des outils théoriques, technologiques et

| Effectif | Diffusion scientifique | | Projets et contrats | | Collaborations scientifiques | Collaborations artistiques | | |
|--|------------------------|--|---------------------|---|------------------------------|---|---|--|
| Chercheurs et ingénieurs statutaires | 5+1 | Revues à comité de lecture | 1 | Nationaux et régionaux ANR AVATARS ANR France Relance ATRIM Émergence-SU | 3 | C2RMF-Louvre (Paris) CRC-Musée de la Musique- Philharmonie (Paris) GIPSA-lab (Grenoble) IJLRA-SU (Paris) ISAE-Sup'Aéro (Toulouse) INP (Paris) | Hans Peter Stubbe Per Bloland Richard Causton | |
| Chercheurs et ingénieurs non statutaires. Chercheurs, compositeurs et artistes invités | | Conférences avec comité de sélection 8 | | Contrats industriels Plugivery Buffet Crampon | 2 | INRAE ITEMM LaSiE-Univ. La Rochelle LAUM - LMA-CNRS (Marseille) | | |
| Doctorants invités | 6 | Ouvrages et chapitres | 0 | | | SATIE-CYU (Cergy) | | |
| Stagiaires | 2 | Thèses de doctorat/ 2 HDR | | | | Makutu-INRIA (Bordeaux) UTT | | |

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

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 2023 sont développés selon trois axes principaux: 1) Problèmes directs: modéliser et simuler avec des garanties; 2) Problèmes inverses: analyser, contrôler et optimiser; 3) Développements technologiques et expérimentaux: explorer, mesurer et reprogrammer la (bio-) physique.

■ Axe 1. Problèmes directs: modéliser et simuler avec des garanties

Modélisation et simulation des vibrations de structures mécaniques non linéaires dans les formalismes temps-espace et systèmes hamiltoniens à ports: application à la synthèse sonore Thomas Hélie, Emmanuelle Rouhaud (UTT, Troyes, en délégation CNRS auprès de STMS) et David Roze

Dans le but de proposer des synthèses sonores robustes d'instruments, les travaux de l'équipe S3AM s'appuient beaucoup sur des modèles et des simulations qui garantissent des bilans énergétiques et la passivité, et qui sont adaptés à l'assemblage de composants: comme le luthier ou l'électronicien, on peut travailler les composants (leur modélisation) et la façon de les composer, avant de les jouer (ports d'interconnexion reliés à l'environnement physique et aux gestes du musicien), sous la garantie que la simulation ne présente pas de divergence provoquée par un artefact numérique créant spontanément de l'énergie. Les systèmes hamiltoniens à ports (SHP) fournissent un cadre approprié et utilisé dans les travaux présentés plus bas.

Nous complétons aujourd'hui ce travail par la recherche d'une garantie encore plus profonde: l'invariance au changement d'observateur (principe relativiste). Un premier intérêt est d'assurer que toute approximation satisfera ce grand principe physique, y compris pour des problèmes difficiles et non linéaires (auto-oscillations, changement de timbre avec la nuance, etc.). Un second intérêt est qu'avec ce principe, les variables de temps et d'espace ne sont plus séparées dans le traitement du problème: on a une formulation mécanique temps-espace structurellement invariante à l'observateur (dite pour simplifier « 4D »). Ce thème et ses liens avec les SHP sont voués à former un programme de recherche. Ce programme a pu être lancé grâce à l'accueil (délégation CNRS) d'E. Rouhaud (Professeur à l'UTT, Troyes) spécialiste de la mécanique en formulation 4D. En 2023, un travail a porté sur le cas d'une corde vibrante en grande déformation. Un article de conférence a été soumis pour publication, dans lequel on étudie et on compare plusieurs descriptions: formulation en SHP en petite déformation, formulation mécanique classique (temps+3D) en grande déformation, proposition d'une première formulation 4D en transformations finies. On montre que, dans la formulation classique, la puissance élastique de la corde n'est pas invariante par rapport à la superposition des mouvements des corps rigides. Ce défaut justifie bien d'engager des travaux sur l'approche 4D. Un travail complémentaire a consisté à établir les liens entre l'action optimale, la formulation lagrangienne et la formulation hamiltonienne dans le but de poser le cadre théorique du programme. Pour 2024, nous prévoyons la finalisation de la formulation 4D de la corde et des extensions de ce travail au cas de plaques.

Modélisation, analyse et simulation de l'acoustique dissipative dans les tubes rugueux ou poreux; application aux instruments à vent

Thèse d'Antoine Thibault (soutenue le 18 octobre 2023, ED SEA-Université de Pau et des Pays de l'Adour). Direction: Juliette Chabassier – équipe MAKUTU, Inria Bordeaux Sud-Ouest, Thomas Hélie – STMS, co-encadrement: Henri Boutin – STMS)

Les simulations en temps d'instruments à vent requièrent la résolution précise et efficace des équations de l'acoustique dans le résonateur. En particulier, les pertes acoustiques aux parois présentent plusieurs difficultés: d'une part, le caractère imparfait du matériau est souvent négligé dans les modèles existants; d'autre part, leur comportement pseudo-différentiel en temps les rend difficiles à analyser et à discrétiser. Cette thèse propose:

- Des méthodes de simulation robustes pour l'acoustique non dissipative dans les instruments à vent
 - Discrétisation et simulation d'un instrument complet par éléments finis spectraux et avec le schéma de Störmer-Verlet
 - Preuve de convergence du schéma
 - Comparaison avec des schémas plus sophistiqués (couplage implicite-explicite, schéma de Gauss d'ordre 4)
- Des modèles de dissipation visco-thermique dans des tubes coniques et des tubes à paroi poreuse ou rugueuse
 - Étude de l'influence de la porosité; mise en évidence de la structure hamiltonienne à ports du problème avec séparation d'échelles
 - Modélisation de l'influence d'une paroi rugueuse (taille et forme des aspérités); première campagne de mesures expérimentales
- Une analyse théorique et des méthodes numériques pour l'acoustique dissipative
 - Preuve du caractère bien posé du modèle de Zwikker et Kosten dans le domaine temporel

 Extension du schéma de Störmer-Verlet à l'aide de variables auxiliaires pour la simulation de tubes avec pertes.

Interconnexion de résonateurs non linéaires dans le formalisme des systèmes hamiltoniens à ports: modélisation, réduction d'ordre et synthèse sonore à passivité garantie

Thèse de Colette Voisembert (ED SMAER, depuis octobre 2020, direction: Thomas Hélie, co-encadrement: David Roze, collaboration: Fabrice Silva-LMA)

Cette thèse se concentre sur la modélisation en SHP de résonateurs non linéaires réalistes capables d'interagir via leurs frontières, et sur leur assemblage, dans le but de créer un environnement multiphysique pour la synthèse audio. Plusieurs obiets spatiaux (structures vibrantes de type cordes avec différents types de conditions aux limites, guides d'ondes acoustiques à parois mobiles, etc.) sont considérés et modélisés. Plusieurs types de méthodes numériques de discrétisation spatiale (par projection de l'état et résolution en fonction de Green-Poisson (A), ou Partitionned Finite Element Method (B)) puis de discrétisation temporelle (de type gradient discret (1) ou Regular Projection Method (2)), tous compatibles avec les SHP et la passivité, sont travaillés, améliorés et comparés. Un article détaillant l'approche (A-1) et illustrant la méthode sur le cas d'un tube acoustique conservatif à paroi mobile (cas délicat combinant propagation linéaire conservative et couplage non linéaire avec la déformation dynamique de la paroi) a été soumis en revue. Le manuscrit de thèse sur l'ensemble du travail est en rédaction, avec des retombées applicatives à intégrer dans le logiciel Modalys.

Ircam – Rapport d'activité 2023 Unité mixte de recherche STMS 6

Auto-oscillations de l'appareil vocal: modélisation physique, analyse de régimes et synthèse sonore

Thèse de Thomas Risse (ED SMAER, depuis septembre 2022, direction: Thomas Hélie, co-encadrement: Fabrice Silva et Antoine Falaize) et projet ANR AVATARS

Ce travail propose de modéliser, simuler, analyser et contrôler un appareil vocal, avec une approche par modélisation (bio- et multi-) physique dans le cadre énergétiquement bien posé des systèmes hamiltoniens à ports. On s'intéresse en particulier à la reproduction des différents registres vocaux (voix de « fry », poitrine, tête ou sifflet), voyelles et consonnes (occlusives, fricatives). La première année de thèse a mené au développement de différentes représentations pour les équations de Navier-Stokes dans le formalisme. Nous avons également pu montrer de premiers résultats de simulation d'un appareil vocal simplifié construit à partir d'un modèle pré-existant. Une analyse structurelle de différents modèles de la littérature a également été proposée dans un article en cours de review pour la conférence LHMNC qui se tiendra en juin 2024. Le travail à venir sera centré sur l'implémentation d'un modèle d'appareil vocal complet incluant les contacts dans le larvnx. donnant lieu à de premiers résultats sonores exploitables. Nous travaillons également sur le développement de méthodes pour la modélisation à passivité garantie des phénomènes de turbulences dans l'appareil vocal.

Conservation du patrimoine des instruments de musique : caractérisation d'un diffuseur électromagnétique d'ondes Martenot

Postdoctorat de Marc Wijnand (Collegium Musicae de Sorbonne Université, dès le 1^{er} mai 2022 pour une durée d'un an, encadrement: Marguerite Jossic et Thierry Maniguet, équipe Conservation-Recherche, Musée de la Musique, Henri Boutin)

Les ondes Martenot sont un instrument de musique électrique présenté au public en 1928. L'instrument a évolué tout au long de la vie de son inventeur, Maurice Martenot (1898-1980). Dans ce projet, on s'intéresse en particulier au modèle présenté lors





Figure 1. À gauche: onde 169 avec diffuseur AB (© Claude Germain, Philharmonie de Paris). À droite: intérieur du diffuseur de l'onde 132.

de l'Exposition universelle à Paris en 1937. Cet instrument comporte un circuit électrique générant une onde dont la fréquence fondamentale est pilotée par un clavier ou un ruban. Un tiroir permet de filtrer l'onde et de spécifier volume et articulation. L'onde résultante est fournie à un ou plusieurs « diffuseurs » qui la convertissent en un son.

Les diffuseurs de l'onde de 1937 étaient dénommés A, B, C, D. Le Musée de la Musique (Cité de la Musique — Philharmonie de Paris) conserve deux diffuseurs de type AB pour l'onde de 1937, contenant (A) un haut-parleur électrodynamique avec un transformateur et (B) un haut-parleur électromagnétique avec un cône en carton (figure 1); ainsi qu'un diffuseur contenant (C) un haut-parleur électrodynamique avec transformateur et amplificateur. Leur état

de conservation matériel actuel empêchant leur jeu occasionnel ou régulier, l'étude vise à comprendre la structure et le fonctionnement de ces diffuseurs afin de reproduire leur son à terme, par synthèse sonore ou contrôle actif de haut-parleurs contemporains. L'étude se concentre sur le haut-parleur électromagnétique (ou moving iron loudspeaker), une technologie standard de l'époque qui sera par la suite remplacée par le haut-parleur électrodynamique (ou moving coil loudspeaker), le système le plus répandu de nos jours. Issu d'écouteurs électromagnétiques, le haut-parleur électromagnétique contient un ou plusieurs électro-aimants (aimant permanent + bobine fixe) appliquant une force magnétique variable sur une lamelle ou anche ferromagnétique. Par une tige, cette dernière transmet la vibration au sommet d'un cône en

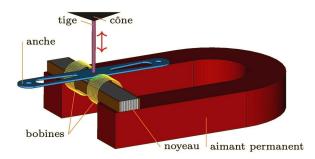


Figure 2. Schéma des composants du haut-parleur électromagnétique considéré.

carton qui rayonne le son. Un modèle physique minimal est dérivé pour le haut-parleur électromagnétique (figure 2) qui souligne sa non-linéarité intrinsèque, contrairement au cas du modèle Thiele & Small pour le haut-parleur électrodynamique.

Étude de l'influence du martelage sur les propriétés acoustiques des gongs et des cymbales

Thèse de César Delomosne (Université de Versailles Saint-Quentin, C2RMF), encadrement: Victor Etgens et Benoît Mille (C2RMF), Thierry Baudin, Émilie Berard et Clotilde Berdin (ICMMO), Marguerite Jossic (Musée de la Musique), René Caussé et David Roze

Cette thèse de doctorat, financée par la Fondation des sciences du patrimoine, vise à étudier le processus de fabrication et d'accordage des instruments de musique de la famille des cymbales et des gongs. Ces processus reposent spécifiquement sur des étapes de martelage à froid dont nous cherchons à comprendre les effets. Des premières recherches bibliographiques ont permis de mettre en évidence la microstructure très caractéristique des bronzes à fort taux d'étain utilisés dans ces instruments, ainsi que de découvrir une documentation du processus de martelage dans l'accordage des gongs indonésiens.

Notons que ce sujet de thèse interdisciplinaire a été stimulé par des travaux expérimentaux (rappelés ici mais relevant de l'axe 3 de l'équipe S3AM). Ceci fait suite à une question soulevée par Benoît Mille et René Caussé, d'une part lors d'observations effectuées en 2017-2018 dans le cadre d'un stage de Master 2 sur les instruments de musique antiques en bronze des musées du Louvre et de Naples (dont un ensemble conséquent de cymbales), et d'autre part suite à une discussion autour des gongs chinois (également en bronze) étudiés dans le cadre de la thèse de Marquerite Jossic. Cette question concerne l'effet du martelage dans la fabrication des cymbales anciennes en bronze et son impact sur leurs propriétés acoustiques. Une pré-étude expérimentale sur des éprouvettes d'alliage fer-nickel ayant subi plusieurs traitements (différents taux d'écrouissage par exemple) a été menée afin de caractériser l'effet de ces traitements sur les propriétés vibratoires. Pour cela, le facteur de qualité de ces échantillons a été mesuré en fonction de la fréquence pour deux conditions limites (libre-encastré et libre-libre), soit dans le domaine temporel (mesure de la décroissance du signal sonore), soit dans le domaine fréquentiel par l'analyse des FRF (Fonction de réponse en fréquence).

■ Axe 2. Problèmes inverses: analyser, contrôler et optimiser Contrôle actif des cuivres: le cas du trombone

Thèse de Vincent Martos (ED SMAER, depuis septembre 2021, direction: Brigitte d'Andréa-Novel, co-encadrement: Henri Boutin et Thomas Hélie)

Stage Émilie Stentz (encadrement: Vincent Martos, Emmanuel Fléty, Thomas Hélie). Développement technologique: Emmanuel Fléty, Arnaud Recher

L'objectif de cette thèse est d'agir par contrôle actif sur les modes propres de la colonne d'air dans les instruments de la famille des cuivres, afin de modifier d'une part le son rayonné, et d'autre part l'interaction entre la colonne d'air et les lèvres du musicien dans l'embouchure. Ces travaux s'appliquent au trombone, en vue de produire de nouveaux sons et d'étudier son fonctionnement.

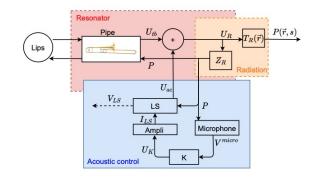


Figure 3. Premier type de contrôleur visant à contrôler l'impédance de rayonnement de l'instrument.

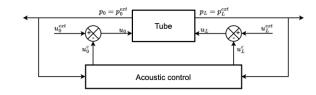


Figure 4. Second type de contrôleur indépendant de l'instrument et du rayonnement.

L'étude théorique et la modélisation de l'instrument augmenté «trombone» ont été réalisées dans le but d'obtenir l'expression d'un premier type de contrôleur à implémenter sur le trombone (figure 3). Ces travaux ont été présentés au Forum Acusticum (Turin) en septembre 2023 et ont conduit à une publication lors de cette conférence.

Le stage de recherche a permis d'obtenir l'expression du nouveau contrôleur indépendant de l'instrument en représentation quadripolaire (deux entrées/deux sorties) à implémenter sur le trombone (figure 4) et d'en étudier ses propriétés (bande de convergence, passivité).



Figure 5. Photographies de la maquette imprimée avec positionnement des transducteurs (capteurs de pression et haut-parleurs).





Figure 6. Banc de test robotisé, composé d'un trombone à piston et d'une bouche artificielle.

L'étude expérimentale s'est poursuivie avec l'impression de la boîte de contrôle via une imprimante 3D. Les transducteurs ont été posés et testés (capteurs de pression et haut-parleurs) (figure 5). Dans le même temps, la remise en état d'un banc de test robotisé, composé d'un trombone à pistons et d'une bouche artificielle, a permis d'assurer l'étanchéité des lèvres et le fonctionnement de la partie contrôle (figure 6). Ce banc de test a été modifié en vue d'accueillir la boîte de contrôle en sortie de l'instrument.

Système de contrôle actif de vibrations pour la préservation des objets du patrimoine

Thèse de Loïc Forma, soutenue le 20 octobre 2023, CY Cergy Paris Université, direction: Nicolas Wilkie-Chancellier (SATIE), encadrement: Henri Boutin (STMS), Marguerite Jossic (Musée de la Musique — Cité de la musique — Philharmonie de Paris), Sandie Le Conte (Institut national du patrimoine). Développement technoloqique: Emmanuel Fléty, Arnaud Recher (PIP)

Dans un contexte patrimonial, les vibrations représentent une véritable menace quant à la préservation des objets. Pourtant, les dispositifs de protection des vibrations employés sont généralement très rudimentaires et les systèmes proposés dans la littérature scientifique ne sont pas appliqués, principalement par manque de considération pratique. Pour dépasser ces limites, les travaux présentés dans cette thèse s'articulent autour du développement d'un nouveau type de système de protection, basé sur le principe du contrôle actif de vibrations.

La conception du dispositif de contrôle a commencé par l'établissement d'un cahier des charges au double objectif. D'une part, il définit les objectifs de contrôle des vibrations rencontrées en domaine patrimonial, d'autre part il formalise les considérations pratiques des acteurs du patrimoine. Le cahier des charges a permis d'identifier la stratégie de contrôle la plus adaptée au respect des spécifications formulées. En l'occurrence, le contrôleur a été conçu comme un dispositif autonome et indépendant qui vient se greffer à la structure à protéger. Une stratégie algorithmique de contrôle adaptatif feedforward a été retenue.

Un dispositif de contrôle expérimental dont le contrôleur est actualisé par l'algorithme Filtered-x Least Mean Square (FxLMS) a été conçu et développé avec l'aide du PIP, afin d'éprouver sa capacité à respecter le cahier des charges. Ce dispositif a été testé dans un premier temps sur une structure à la dynamique relativement simple, puis sur un banc d'essai représentatif d'une situation couramment rencontrée en contexte patrimonial (figure 7). Une fois le dispositif validé, un outil permettant de comparer

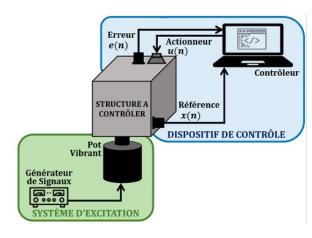


Figure 7. En haut : schéma de principe du banc d'essai. En bas : photo de la poutre (haut) et de l'étagère (bas).





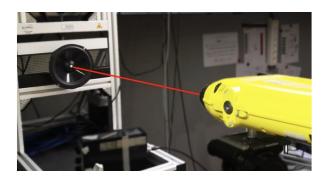


Figure 8. Mesure des vibrations du haut-parleur pour valider les paramètres du modèle utilisé.



Figure 9. Système réduit plaque/haut-parleur à contrôler au niveau du support (croix rouge).

quantitativement, objectivement et robustement les performances de différentes situations de contrôle a été proposé. Cette méthodologie passe par l'extraction de descripteurs de performance, qui permettent de quantifier l'efficacité du contrôle en régime transitoire et permanent, sur des aspects temporels et fréquentiels. Si l'utilisation du FxLMS permet de valider le cahier des charges, une hypothèse forte de cet algorithme restreint son champ d'utilisation. Une solution à cette limite est l'utilisation d'algorithmes de contrôle plus récents et basés sur la paramétrisation de Youla-Kučera.

Une étude paramétrique et l'utilisation d'un benchmark ont permis de définir les conditions à partir desquelles les performances du FxLMS ne sont plus acceptables et de quantifier les performances des algorithmes basés sur la paramétrisation de Youla-Kučera.

Contrôle actif d'une enceinte de haut-parleur

Stage de Victor Bigand, encadrement: Henri Boutin et David Roze, développement technologique: Emmanuel Fléty, Arnaud Recher
Ce stage à vocation exploratoire a permis d'étudier les éléments nécessaires au contrôle actif d'une enceinte de haut-parleur (figure 8) pour limiter les vibrations transmises par l'enceinte au support sur lequel elle se trouve. Dans le cadre de ce stage, un modèle simplifié, consistant en une plaque trouée dans lequel un haut-parleur a été encastré, a été réalisé (figure 9). Une simulation à passivité garantie (dans le formalisme des systèmes hamiltoniens à ports, SHP) a été réalisée pour prédire les vibrations au niveau des supports et définir un contrôle « feed-forward ». En raison du niveau d'approximation du modèle, un contrôleur de type adaptatif a été mis en œuvre. Une comparaison a été réalisée avec un contrôle sans modélisation du système fournissant des indications pour la suite de ce travail.

■ Axe 3. Développements technologiques et expérimentaux : explorer, mesurer et reprogrammer la (bio-)physique

Projet EVINCE (Electromagnet actiVe plano for Network musiC performancE)

Résidence musicale impliquant les compositeurs Per Bloland (Miami University, US), Richard Causton (Univesity of Cambridge, GB) et les chercheurs Henri Boutin, Thomas Hélie et Robert Piéchaud. Développement technologique : Emmanuel Fléty, Arnaud Recher

Le projet EVINCE porte sur une nouvelle méthode de création de sons utilisant le contrôle actif de vibration d'instruments de musique, et son application au piano. Ce projet intègre à un piano à queue un système de contrôle actif de cordes, composé de



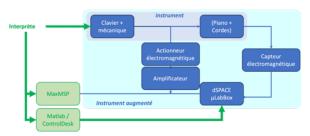


Figure 10. Piano actif et schéma de principe du contrôle.

transducteurs et d'un calculateur temps réel dans une boucle de rétroaction (figure 10). Les transducteurs utilisés sont des électro-aimants placés à proximité de certaines cordes du piano, afin de les mettre en vibration (actionneurs) ou bien de mesurer leur vibration (capteurs). Le calculateur filtre le signal mesuré par les capteurs et applique le résultat aux actionneurs.

La première étape du projet repose sur l'identification d'un modèle boîte noire du système à contrôler {cordes + piano}. Elle a permis de déterminer et implémenter ce filtre pour contrôler indépendamment l'amplitude et la fréquence des différents partiels produits par les cordes, en fonction d'un objectif timbral prédéterminé.

La seconde étape, qui se prolongera en 2024, a permis d'entamer la modélisation des transducteurs électromagnétiques afin d'optimiser leur conception et leur placement.

Les compositeurs Per Bloland et Richard Causton utilisent également les actionneurs pour diffuser dans les cordes de piano des

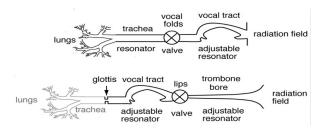


Figure 11. Schémas simplifiés des appareils de production de la voix humaine (haut) et de sons de trombone (bas).

sons produits par le logiciel MaxMSP. Ce système hybride acoustique/électronique est testé par les compositeurs dans un contexte musical et mènera en 2024 à la réalisation et l'interprétation de nouvelles compositions pour le piano acoustique actif.

Études des instruments à vent: comparaison des cuivres et de la voix humaine

Henri Boutin, Noël Hanna (UNSW, Sydney), John Smith (UNSW, Sydney), Joe Wolfe (UNSW, Sydney)

Le trombone et la voix masculine couvrent des gammes de fréquences similaires et, au niveau physique, les anatomies de base de la voix et du trombone présentent certaines similitudes qualitatives. Ces deux instruments présentent deux valves de tissu musculaire (les plis vocaux et les lèvres du tromboniste, respectivement), chargés acoustiquement par des tuyaux résonants en amont et en aval (figure 11). Ces deux instruments présentent également de grandes différences. Par exemple, le trombone fonctionne généralement avec une fréquence d'oscillation proche de celle de l'une des résonances du conduit aval, ce qui n'est qu'occasionnellement le cas pour la voix.

Ce projet compare et oppose le fonctionnement de ces deux « instruments » afin d'ouvrir de nouvelles perspectives sur la science fondamentale de la voix, utiles aux spécialistes de la voix, mais aussi aux chanteurs et aux professeurs de chant.

Conservation du patrimoine des instruments de musique : caractérisation d'un diffuseur électromagnétique d'ondes Martenot

Postdoctorat de Marc Wijnand (Collegium Musicae de Sorbonne Université, dès le 1^{er} mai 2022 pour la durée d'un an), encadrement : Marguerite Jossic (équipe Conservation-Recherche, Musée de la Musique — Cité de la musique — Philharmonie de Paris), Thierry Maniguet (idem), Henri Boutin

Une première mesure expérimentale du haut-parleur électromagnétique montré (figure 12b) a été effectuée au Musée de la Musique. Une excitation par une tension électrique sinusoïdale à plusieurs fréquences et amplitudes a permis de mettre en avant une distorsion importante (figure 12a), ce qui suggère une modélisation non linéaire plus approfondie.

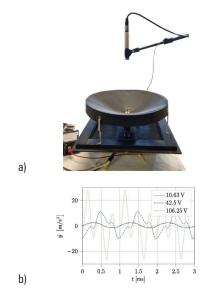


Figure 12. Mesure expérimentale du haut-parleur électromagnétique B des ondes Martenot 169. A) Dispositif de mesure avec accéléromètre au sommet du cône. B) Mesure de l'accélération pour une excitation à 1 000 Hz en fonction de l'amplitude.

Projet ATRIM: Analyseur temps réel haute précision de justesse et de timbre pour instruments musicaux

Thomas Hélie, Charles Picasso, Robert Piéchaud et Michael Jousserand (Buffet Crampon), Tom Colinot (Buffet Crampon). Financement France Relance/ANR. Début: 05/2022, durée: 24 mois Ce projet est un travail conjoint entre STMS et la société Buffet Crampon, spécialisée dans la facture instrumentale, plus particulièrement d'instruments à vent. Ses objectifs sont de réaliser des outils d'aide à l'accordage et à la facture instrumentale en s'appuyant sur les résultats fournis par le moteur d'analyse du Snail Analyser développé dans l'équipe S3AM depuis plusieurs années. La première partie de ce projet a été consacrée essentiellement au développement d'outils d'aide à l'accordage de précision. Le premier prototype d'accordeur haute précision StroboTuner, portage numérique des accordeurs analogiques basé sur le principe stroboscopique, a été amélioré sur plusieurs points:

- son interface a été améliorée pour la lecture visuelle (ajout de Vu-mètre, filtrage des composantes détectées, etc.) (figure 13);
- le logiciel a été ouvert à d'autres tempéraments (figure 14):
- déploiement sur MacOS et sur iOS (iPad).

Nous avons aussi amorcé la deuxième partie du projet qui se concentre sur l'analyse et la visualisation du timbre d'un instrument de musique. Un premier prototype a été développé et tire parti du récent ajout au moteur d'analyse qu'est la possibilité de conimager et de fixer précisément la grille d'analyse fréquentielle à l'initialisation: cette fonctionnalité assure une meilleure stabilité numérique pour l'analyse de la démodulation de phase.

Ce prototype analyse ainsi un signal entrant et propose une décomposition harmonique par l'intermédiaire d'une interface et de descripteurs originaux pour la représentation visuelle du timbre (figure 15).

À terme, l'idée est de développer un ensemble de visualisations capable de donner à voir les éléments sensibles du timbre et, en deuxième lieu, de réaliser un résumé visuel capable de dégager et d'encoder les éléments caractéristiques du timbre.

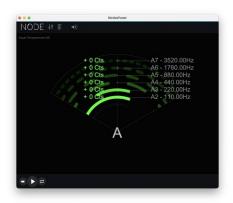


Figure 13. ATRIM Vu-mètre du StroboTuner.



Figure 14. Visualisation d'une forme d'onde en dent de scie à 130.81 Hz (DO/C) avec la vue en intonation juste (StroboTuner).



Figure 15. Interface du logiciel prototype de description du timbre.

Projet PAFI – Plateforme d'aide à la facture instrumentale

Henri Boutin, René Caussé, Thomas Hélie et Tom Colinot (Buffet Crampon), Benoit Fabre (IJLRDA), Juliette Chabassier (INRIA), Augustin Ernoult (INRIA), Jérémy Cabaret (ITEMM), Romain Viala (ITEMM), Jean-Pierre Dalmont (LAUM), Marc Pachebat (LMA), Fabrice Silva (LMA), Jean-Baptiste Doc (CNAM), Vincent Fréour (Yamaha Music Europe)

Dans le cadre de la mise à jour de la section instruments à vent de la plateforme, une réflexion a été menée sur les outils et les aspects de modélisation à inclure dans la nouvelle version du logiciel.

L'équipe S3AM est impliquée dans la partie expérimentale du projet, qui consiste à valider les modèles et estimer les incertitudes liées aux différences de protocoles de mesures d'impédance d'entrée, développés par les laboratoires partenaires.

Dans ce cadre, plusieurs tubes cylindriques et coniques avec et sans trous latéraux ont été fabriqués en bois (grenadille et buis), laiton et impression 3D à l'ITEMM (Le Mans). Les premières mesures d'impédance d'entrée ont été effectuées en 2022 et 2023 par une partie des partenaires du projet, qui ont également décrit le protocole utilisé. Cette étude sera prolongée en 2024 afin de tester l'influence sur les mesures du matériau, de la géométrie de la perce (rayon(s), conicité, trous latéraux) et de l'épaisseur de paroi.



René Caussé, équipe du Forum Antique (Musée archéologique de Bavay)

En aboutissement de travaux scientifiques, deux textes ont été écrits sur les trompettes courbes de Pompéi (Italie) et sur la trompette droite de Neuvy-en-Sullias (Loiret). Des exemples sonores de synthèse de ces instruments ont également été réalisés. De plus, suite à la découverte en 2021 d'une trompe gallo-romaine dans un





Figure 16. Photos de l'exposition « Des trompes et vous » au site antique de Bavay (© https://forumantique.fr/des-trompes-et-vous).

très bon état de conservation sur le site antique de Bavay, l'équipe du Forum Antique a fait appel à cette expertise pour participer au montage d'une exposition (figure 16) et lancer une étude. L'étude acoustique de cette trompe sera effectuée en 2024 à la suite de sa restauration.



Figure 17. VibCons. Photo du Dôme des Invalides du musée de l'Armée au cours du spectacle son et lumière AURA (© https://aura-invalides.com/fr_FR/).

Projet Vibrations et conservation

Dans le cadre du spectacle son et lumière AURA (figure 17) au musée de l'Armée, ce projet a pour objectifs de :

- mesurer l'impact des vibrations acoustiques sur les peintures murales de la calotte et des pendentifs du Dôme des Invalides du musée de l'Armée;
- caractériser et mesurer le rayonnement émis par les sources lumineuses artificielles éclairant les peintures murales de la calotte et des pendentifs du Dôme des Invalides du musée de l'Armée, à l'occasion des spectacles son et lumière qui s'y déroulent.

Dans ce cadre collaboratif entre le laboratoire STMS et l'INP, une étude vibro-acoustique des verrières du Dôme des Invalides du musée de l'Armée a été effectuée sur les éléments de verres constitutifs. À cette fin, des capteurs faiblement intrusifs ont été positionnés de manière réversible sur ces éléments et ont permis la mesure simultanée du niveau acoustique et des vibrations.

Une convention de collaboration est en cours d'élaboration entre les laboratoires STMS, de l'INP, le musée de l'Armée et la DRAC, afin d'évaluer périodiquement les éventuelles dégradations consécutives aux spectacles sur les peintures murales.

Pôle Ingénierie et prototypes (PIP)

■ Introduction

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

L'équipe collabore principalement avec les équipes ISMM et S3AM (mais également occasionnellement avec les équipes EAC et PDS) avec une répartition selon les compétences de ses membres :

- Emmanuel Fléty: conception électronique, micrologiciel, électronique numérique embarquée, CAO électronique + 3D.
 Supervision prototypage rapide;
- Arnaud Recher: aide à la conception électronique, réalisation, câblage & CAO électronique + 3D, instrumentation expérimentale.

■ 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. L'utilisation des techniques de prototypage rapide a permis un grand nombre d'itérations rapprochées dans le temps pour les projets de lutherie numérique comme celui d'une nouvelle flûte MIDI (modélisation 3D mécano-électronique, impression 3D et bien sûr électronique embarquée).

Nous utilisons désormais la conception-symbiose offerte par l'outil CAO 3D Fusion360 (Autodesk) qui permet de lier nos conceptions électroniques (schéma, routage) dans Eagle CAD (Autodesk également) avec la modélisation 3D. Cela permet d'assurer une conception électronique de bout en bout, du schéma de principe en passant par le circuit imprimé jusqu'à son intégration en boîtier, celui-ci pouvant être du commerce ou conçu à façon par les techniques de fabrication in situ évoquées plus haut.

■ Conception électronique

Capteurs gestuels sans fil

L'identification de la plateforme microcontrôleur ESP32-S3 (Espressif) a été confirmée comme remplacement du CC3200 (Texas Instrument) dans le développement de notre module de captation gestuelle sans fil à base de capteurs inertiels (IMU) MEMS connu sous le nom commercial «R-IoT». L'ESP32-S3 est basé sur une architecture RISC-V. Il comporte un double cœur capable de fonctionner à 240 MHz et offre des fonctionnalités wifi et BLE (Bluetooth Low Energy), ce qui en fait un candidat idéal pour réaliser tout type de module capteur portatif sans fil utilisant les protocoles Open Sound Control (OSC) et/ou MIDI BLE, tous deux largement interopérables et multiplateformes (architecture, système d'exploitation et logiciel cible).

La dernière version du code du micrologiciel du R-loT v2 a été consolidée en version 2.1 sur le GitHub de l'équipe ISMM avant d'envisager le portage pour la nouvelle plateforme matérielle détaillée ci-dessous.

PIP a conçu une nouvelle itération du R-IoT sur cette plateforme avec les améliorations suivantes:

- conception compatible avec l'écosystème Arduino standard pour le développement du micrologiciel (firmware), offrant la possibilité d'un développement personnalisé même par des novices:
- suite logicielle de compilation (toolchain) standard et compatibilité avec bon nombre de librairies open source dans l'écosystème Arduino;
- taille réduite de 15 % en largeur pour des dimensions finales de 34 x 18 mm;
- nombre d'entrées/sorties accru pour connecter plus d'accessoires (capteurs extérieurs I2C ou SPI, boutons poussoirs, écrans OLED);
- connectique USB-C plus robuste (chargement de batterie, communication, programmation du firmware);
- ajout d'un capteur barométrique/altimétrique;
- stockage de données, fichier de configuration textuelle, édition et accès sous forme de clef USB (Mass Storage Driver ou MSD) extensible via l'ajout d'une carte SD (externe).

Le développement en l'état a consisté à porter en C++ l'ancienne structure de code du R-IoT v2 (dit aussi R-IoT PLuX, notre partenaire) majoritairement en langage C pour un accès moins rédhibitoire à notre communauté d'utilisateurs. Outre le fichier texte de configuration, le module peut toujours être configuré sans fil via une page web servie par le module lui-même, en mode point d'accès wifi. Les pages web en question sont désormais stockées dans l'espace mémoire dit «clef USB» et non à l'intérieur du firmware, ce qui permet une grande souplesse dans la mise à jour et l'édition de celles-ci.

Notre sous-traitant situé en Île-de-France nous a fourni les cotations pour la fabrication en série de ces nouveaux modules pour une première production en 2024, pour laquelle les modalités financières et de quantités sont à ce jour inconnues.

Il existe une demande importante de ces modules pour une utilisation:

interne:

- département Production pour des œuvres utilisant l'interaction gestuelle;
- département Pédagogie et documentation pour des projets des étudiants du cursus de composition;
- département Pédagogie et documentation pour l'enseignement professionnel de l'interaction gestuelle avec la musique assistée par ordinateur (stage masterclass);
- département Recherche/UMR pour des projets d'étude de l'interaction humain-instrument dans le cadre musical ou de rééducation médicale (musique et santé);

externe

- clientèle ou utilisateurs des logiciels ou technologie IRCAM/UMR:
- personnes formées à l'Ircam;
- collaborations artistiques.

Nous recherchons activement une solution pour la distribution du module une fois celui-ci finalisé et phasé en production industrielle. Un partenaire a été identifié pour cela.



Figure 1. Conception/export 3D de la carte R-IoT v3.

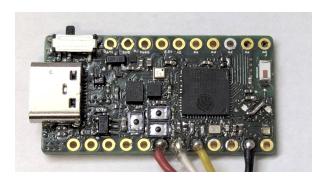


Figure 2. Carte R-IoT v3 (premier prototype assemblé au laboratoire).

Électronique embarquée générique « mesure et instrumentation »

Pour les besoins de l'UMR, l'équipe se concentre sur le développement logiciel et matériel autour d'un microcontrôleur ARM 32 bits type Cortex M4F équipé d'un coprocesseur à virgule flottante et tournant à 150 MHz. Ce processeur équipe aujourd'hui autant des cartes sur mesure de l'équipe que des cartes Arduino « sur étagère » permettant de rapidement concrétiser une idée ou de répondre à un besoin expérimental, voire de le décliner en mini-série.

Une base de code et de driver bas-niveau a été écrite sur l'année 2019 pour former un «cœur Arduino» personnalisé pour ce micro-contrôleur. Depuis, celui-ci permet, couplé à une chaîne d'outils (toolchain) GCC de cross-compiler pour la plateforme ARM depuis l'environnement de programmation Arduino (IDE). À l'instar du développement des modules R-loT, la popularité (toujours croissante) de cet environnement permet à des programmeurs non électroniciens (comme les RIMs ou les chercheurs) de s'approprier une partie du développement pour créer leurs propres applications C/C++ tournant sur la plateforme.

Le partage de code et sa mise à disposition en interne, quand cela est nécessaire, sont réalisés par notre serveur de code source et de gestion des versions Gitlab, hébergé par le service Informatique de l'Ircam.

■ Collaboration scientifiques et artistiques

Parmi les collaborations les plus représentatives en 2023, on peut citer:

WFS (équipe EAC)

Duplication en quatre exemplaires des barres WFS 32 voies sur base du prototype réalisé en 2022 et début 2023. Assemblage et collage des éléments de menuiserie découpés CNC, mise en conformité au feu M1 par sous-couche spéciale, peinture RAL, intégration des haut-parleurs, câblage audio, réseau et courant fort (Fléty, Recher).

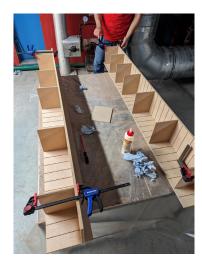


Figure 3. Assemblage et câblage des barres WFS.



Figure 4. Barres WFS installées en situation dans l'Espace de projection.

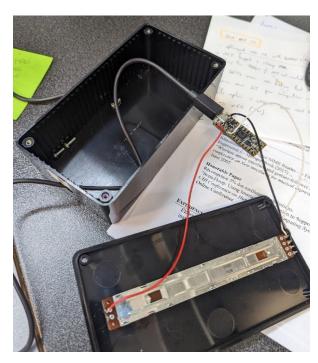


Figure 5. Intégration d'une carte d'électronique embarquée pour Slider/Fader MIDI.

Slider MIDI (équipe PDS)

Création d'une interface d'évaluation de critères psycho-acoustiques utilisant un potentiomètre linéaire type « fader » pour le doctorat de Baptiste Bouvier. Une précédente itération de ce dispositif avait été réalisée pour l'évaluation temps réel de critères durant la pièce *Angel of Death* de Roger Reynolds en 2001. À l'époque, 128 boîtes de mesure équipées d'un fader et d'une connectique XLR avaient permis d'évaluer la réponse du public en temps réel avec une acquisition réalisée en MIDI par l'interface de conversion AtoMIC Pro (Fléty/IRCAM).



Figure 6. Prise de mesures sur une flûte traversière pour intégration d'électronique MIDI.

Le développement est ici de type retrofit :

- conservation de la boîte originale et de son fader de mesure;
- intégration d'une carte à microcontrôleur offrant fichier de configuration et numérisation/conversion MIDI de la position du fader représentant le critère à évaluer en expérience psycho-acoustique;
- sortie USB-MIDI;
- duplication en six exemplaires.

Flûte MIDI (Pédagogie/UMR – Conforti, Fléty, Malt)

Le prototype d'une flûte MIDI de nouvelle génération a été présenté aux ateliers du Forum 2023. Ce développement vise la création d'un «cœur» de MIDI-fication d'un instrument acoustique faible coût en limitant ses modifications mécaniques suivant un principe «glissé-déposé» (slide-in/drop-in). La conversion MIDI d'une soupape a été montrée comme fonctionnelle, l'action de celle-ci étant doublée d'un aftertouch polyphonique obtenu par compression du tampon de la clef.

Snail embarqué/version Hardware (équipe S3AM)

Conception mécanique/électronique de la version 2 du logiciel Snail de l'équipe dans sa version embarquée sur Raspberry Pi 4. Un nouvel écran est à intégrer ainsi qu'un routage plus efficace des connextions audio et des encodeurs rotatifs interagissant avec le logiciel.

Parmi les ajouts:

- nouveau boîtier;
- refonte de la connectique audio avec détection automatique des entrées concernées (micro/ligne/asymétrique);
- pied ajustable/escamotable;
- maquette de principe qui se poursuivra en 2024.

Léonore Mercier – Arthur H Ambisonique (Radio France, Arthur H, Hervé Desiardin, Maxime Mercier)

Création d'un boîtier pour R-IoT v1 destiné à l'utiliser comme «baguette de spatialisation» durant la performance d'Arthur H à Radio France, avec un dôme de spatialisation créé par Hervé Desjardin. Le module inertiel R-IoT permet, après calibration scénique, de «lancer un grain de voix» vers un azimut particulier de la scène sonore spatialisée dans une performance de Léonore Mercier accompagnant le concert d'Arthur H. Conception 3D, impression, étalonnage capteur dans Max-MSP et collaboration RIM/Son sur site (Maison de la Radio) (Fléty).

Espace de projection (Espro)

Emmanuel Fléty a finalisé sa mission de consultant 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.

Le logiciel Ircam de commande des périactes a atteint sa forme quasi définitive et a été exploité en situation réelle fin 2023. Il subsiste des doléances et correctifs à mettre en place par le maître d'œuvre de la réfection des ETPs (IAPI). Nous espérons que ce dernier pourra les livrer lors de la prochaine séance de travaux complémentaires réalisée dans la salle de spectacle courant 2024. Emmanuel Fléty conserve sa mission de référent et correspondant technique sur ce sujet avec les équipes du département Production.

Activités récurrentes

- Gestion/inventaire du Labo A27 (Labo 7 S3AM). Logiciel de gestion «Rolling Stock» 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 mesures 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, visite de la chambre anéchoïque, animation de la journée portes ouvertes, accueil du public et conférence tout public sur la chambre anéchoïque.
- Accueil des stagiaires pour l'instrumentation et l'expérimentation.
- Accueil chambre anéchoïque pour expérimentation Ircam et location (13 locations).

- Activités pédagogiques: encadrement de TP et de TD à l'École des Mines de Paris (cours d'automatisme).
- Veille technologique, publications.
- Stage de formation et enseignement à la Pédagogie et documentation (tous les deux ans).
- Assistance et conception à la demande pour les étudiants du cursus de composition.

Ircam – Rapport d'activité 2023 Unité mixte de recherche STMS 77

Annexes



Le conseil d'administration

■ Président

Laurent LE BON

Président de l'Association Président du Centre Pompidou

■ Membres

- De droit

Adeline NAZARENKO

Directrice de l'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions (INS2I) au CNRS

David FIALA

Chargé de mission pour le secteur sciences de l'Homme et de la société, ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (MESRI)

Christopher MILES

Directeur de la DGCA, ministère de la Culture

Désignés

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

Xavier REY

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

Florence ALIBERT

Directrice de la Cité Musicale-Metz

Laurent BAYLE

Claude CADOZ

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

Nathalie DRACH-TEMAM

Présidente de Sorbonne Université

Caroline SONRIER

Directrice de l'Opéra de Lille

■ Assiste – avec voix consultative

Frank MADLENER

Directeur de l'Ircam

■ Assistent

Priscilla GUSTAVE-PERRON

Cheffe du bureau de la recherche, Délégation générale à la transmission, aux territoires et à la démocratie culturelle

Marc KRECKELBERGH

Chargé de contrôle budgétaire, CBCM Culture

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

2023-2024

| Membres nommés | | Pays | Affiliation/statut |
|---------------------|-----------|------|--|
| Berger | Jonathan | USA | Professeur, CCRMA, Université de Stanford |
| Berry | Gérard | FR | Professeur émérite, Collège de France |
| Bloch | Isabelle | FR | Professeure, ISIR, Sorbonne Université |
| Braunschweig | Bertrand | FR | Consultant scientifique, Bi.LaB |
| Denis-Rémis | Cédric | FR | Vice-président pour le Développement, Université PSL Paris Sciences & Lettres |
| Dubus | Bertrand | FR | Directeur de recherche, ISEN |
| Dutoit | Thierry | В | Professeur, Université de Mons |
| Ellermeier | Wolfgang | D | Professeur, Université technique de Darmstadt |
| Gentès | Annie | FR | Directrice de recherche, CY École de Design |
| Lamnabhi-Lagarrigue | Françoise | FR | Directrice de recherche, L2S-Supélec |
| Larcher | Véronique | СН | Directrice d'AMBEO, Immersive studio, Sennheiser |
| LeCun | Yann | USA | VP et scientifique en chef en intelligence artificielle, Meta, Facebook, Silver Professor à New York University |
| Lissek | Hervé | СН | Scientifique Senior, chef du Groupe Acoustique/Signal Processing du Laboratoire LTS2 |
| Petit | Christine | FR | Professeure, Collège de France, Institut Pasteur |
| Samson | Séverine | FR | Professeure, Université de Lille |
| Traube | Caroline | CA | Professeure, Université de Montréal |
| Turquier | Barbara | FR | Responsable de la recherche La Fémis, Paris |

Ont également participé à la réunion, experts invités du conseil scientifique

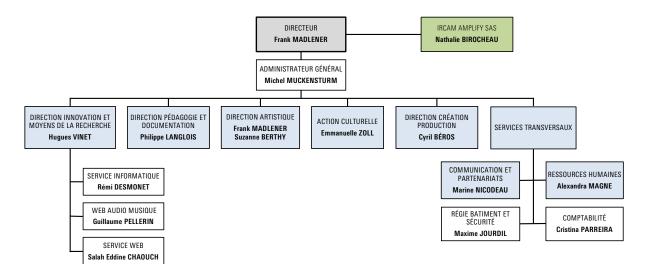
| Bilbao | Stefan | GB | Directeur de l'Acoustics and Audio Group, Université d'Edimbourg |
|--------------------|----------|----|--|
| Drugman | Thomas | GB | Responsable scientifique Senior, équipe de recherche TTS, Amazon |
| Henrich Bernardoni | Nathalie | FR | Directrice de recherche, GIPSA-Lab, Université de Grenoble |

«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, approuvée en décembre 2022 pour deux ans, est indiquée ci-contre. Le conseil s'est réuni en avril 2023 sous la présidence de Bertrand Braunschweig autour des thématiques «Synthèse et traitement de la voix» et «Systèmes multiphysiques et signaux sonores».

L'équipe Ircam

■ L'organigramme



L'équipe permanente se maintient à 53 % de l'effectif total.

L'Ircam accueille et héberge l'Unité Mixte de Recherche (UMR) Sciences et technologies de la musique et du son (STMS) qui intègre dans sa structure une large communauté de stagiaires, doctorants, chercheurs invités et salariés affectés par ses autres tutelles. Le laboratoire et son organigramme sont présentés plus spécifiquement pages 16 et 17 de ce rapport.

Le nombre de salariés affectés reste stable à 58 personnes et se décompose comme suit:

- 16 ETP du CNRS
- 7 ETP de Sorbonne Université
- 3 ETP d'autres organismes /universités (Strasbourg, Paris-8, etc.)
- 32 ETP de l'Ircam

■ Les effectifs 2023 en ETP

| DÉPARTEMENTS | SALA | ARIÉS | | NON SALARIÉS | | | |
|--------------------------------------|------|-------|------------|--------------|-----------------------|----------------------|-------|
| Catégories | CDI | CDD | STAGIAIRES | DOCTORANTS | CHERCHEURS INVITÉS | SALARIÉS AFFECTÉS | TOTAL |
| Unité Mixte de Recherche | 20 | 12 | 4 | 24 | 1 | 26 | 87 |
| Innovation Moyens de la Recherche | 14 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| Création et Production | 23 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 26 |
| Pédagogie et Action culturelle | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Communication et Partenariats | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Services généraux | 16 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| TOTAL | 86 | 18 | 7 | 24 | 2 | 26 | 162 |

| EFFECTIF 2022 | 87 | 30 | 9 | 28 | 1 | 25 | 180 |
|---------------|----|-----|----|----|---|----|-----|
| ÉVOLUTION | 0 | -13 | -2 | -4 | 1 | 1 | -18 |

■ Direction

Directeur: Frank Madlener

Administrateur: Michel Muckensturm

Sylvie-Léa Cohen

■ Services transversaux

Communication

Directrice: Marine Nicodeau

Emilie Boissonnade, Mary Delacour, Alexandra Guzik, Deborah Lopatin, Claire Marquet/ Pauline Destouches

Comptabilité

Responsable: Cristina Parreira-Ramos Da Silva

Mahdi Zigha

Ressources humaines

Directrice: Alexandra Magne

Cristina Gomes, Patricia Martins, Céline Ré

Régie Bâtiment et Sécurité

Responsable: Maxime Jourdil

Bruno Belfiore, Camille Brau, Benjamin François, Layachi Izem,

Jean-Paul Rodrigues, Chantal Vogel

■ Innovation et Moyens de la recherche

Directeur: Hugues Vinet

Manon Blot, Brigitte Cruz-Barney, Louise Enjalbert

Valorisation industrielle et communautaire
Antoine Caillon, Pierre Guillot, Miller Puckette

Service informatique

Responsable: Rémi Desmonet

Benjamin Boudoir, Olivier Labat, Antoine Lorreyte,

Adam Maghfour, Ghislaine Montagne

Service Web

Responsable: Clément Gérard/Salah Eddine Chaouch

Laura Frémy

<u>Service Web Audio Musique</u> Responsable: Guillaume Pellerin

Guillaume Piccarreta, Sébastien Piguemal

Forum

Gregory Beller, Karim Haddad, Stéphanie Leroy, Paola Palumbo,

Tom Debrito/Adèle Dessard

■ Unité mixte de recherche STMS

Directrice/directeur : Brigitte d'Andréa-Novel (SU) jusqu'au 31.8.23 / Nicolas Misdariis à compter du 1.9. 23 Directeur-adjoint : Nicolas Misdariis jusqu'au 31.8.23 Camila Cardero, Brigitte Cruz-Barney, Stéphanie Leroy, Anne-Marie Vaudeville (CNRS), Vasiliki Zachari

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 (CNRS)

Représentations musicales: Gérard Assayag

Analyse des pratiques musicales : Clément Canonne (CNRS) Interactions Son Musique Mouvement : Frédéric Bevilacqua

Pôle ingénierie et prototypes : Emmanuel Fléty

Chercheurs, ingénieurs de recherche et post-docs Benoit Alary, Carlos Agon-Amado (SU), Luc Ardaillon, Mondher Ayari (Univ. Strasbourg), Clémence Basire, Elie-Laurent Benaroya, Georges Bloch (Univ. Strasbourg), Alain Bonardi (Univ. Paris-8), Joakim Borg, Riccardo Borghesi, Frederik Bous, Henri Boutin (SU), Daniel Brown, Clément Canonne (CNRS), Thibaut Carpentier (CNRS), Hélène Chemillier-Armani, Alice Cohen-Hadria (SU), Frédéric Cornu, Sabina Covarrubias Acosta, Brigitte d'Andréa-Novel (SU), Gloria Dal Santo. Guillaume Doras, Michèle El Khoury, Philippe Esling (SU), Pierre Fargeton (CNRS), Laurent Feneyrou (CNRS), José Miguel Fernandez, François-Xavier Féron (CNRS), Emmanuel Fléty, Emma Frid (KTH), Lawrence Fyfe (CNRS), Jean-Louis Giavitto (CNRS), Emily Graber (CNRS), Karim Haddad, Thomas Hélie (CNRS), Olivier Houix, Coralie Joucla, Jean-Philippe Lambert, Mikhail Malt, Benjamin Matuszewski, Rémi Mignot, Samuel Narvaez, Jérôme Nika, Markus Noisternig, Nicolas Obin (SU), Charles Picasso (CNRS), Robert Piéchaud, Emmanuel Ponsot (CNRS), Miller Puckette, Arnaud Recher (CNRS), Emmanuelle Rouhaud (CNRS), David Roze (CNRS), Suzanne Saint-Cast, Pierre Saint-Germier (CNRS), Diemo Schwarz, Patrick Susini, Pierre-Hugo Vial, Isabelle Viaud-Delmon (CNRS), Coralie Vincent (CNRS), Marc Wiinand (SU), Colette Voisembert (CNRS)

Doctorants

Mathilde Abrassart, Théis Bazin, Daniel Bedoya, Giovanni Bindi, Baptiste Bouvier, Daniel Cabanzo, Antoine Caillon, Nils Demerlé, Ninon Devis, Constance Douwes, Matthieu Duroyon, Mireille Fares, Marco Fiorini, Loïc Forma, Martin Fouilleul, Valérian Fraisse, David Genova, Aliénor Golvet, Nadia Guerouaou, Teo Guichoux, Lisa La Pietra, Paul Lascabettes, Antoine Lavault, Theodor Lemerle, Maximino Linares, Clément Le Moine Veillon, Vincent Martos, Sarah Nabi, Victor Paredes, Waradon Phokhinanan, Yohann Rabearivelo, Lenny Renault, Claire Richards, Thomas Risse, Gonzalo Romero, Simon Rouard, Sébastien Roux, Léane Salais, Armand Schwarz, Orian Sharoni, Yann Teytaut, Alexis Thibault, Colette Voisembert

■ Pédagogie et documentation

Directeur: Philippe Langlois

Aurore Baudin, Jérôme Boutinot, Murielle Ducas, Cyrielle Fiolet,

Stéphanie Leroy, Jean-Paul Rodrigues

Compositeur associé au cursus: Pierre Jodlowski

Chargé de coordination pédagogique ATIAM: Thomas Hélie

Réalisateurs en informatique musicale chargés de l'enseignement Simone Conforti, Jean Lochard, Grégoire Lorieux/ Johannes Regnier, Sébastien Naves, Claudia Jane Scroccaro

■ Création artistique

Directeur: Frank Madlener

Directrice adjointe à la programmation artistique :

Suzanne Berthy

Natacha Moënne-Loccoz Tirsit Becker, Éloi Savatier

■ Action culturelle

Responsable: Emmanuelle Zoll Margot Fuchs, Julia Bordillon

■ Création et production

Directeur: Cyril Béros

Florian Bergé, Raphaël Bourdier, Anne Guyonnet, Aurèlia Ongena,

Iris Tripodi, Clotilde Turpin

Réalisateurs en informatique musicale Production

Pierre Carré, Thomas Goepfer, Carlo Laurenzi, Serge Lemouton,

Augustin Muller, Dionysios Papanikolaou

Son

Responsable: Jérémie Henrot

Luca Bagnoli, Jérémie Bourgogne, Sylvain Cadars,

Clément Cerles

Samuel Magnan/Léa Paintandre

Grégoire Lavaud

Régie générale

Responsable: Aline Morel Quentin Vouaux, Nicolas Poulet

Régie de salle et captation vidéo: Éric de Gélis, Bastien Sabarros

La recherche musicale

La recherche musicale coordonne les actions transversales artscience des départements de l'Ircam en lien avec sa communauté artistique. L'objectif est de renforcer l'implication des artistes dans le temps et l'intensité de leurs échanges directs avec les chercheurs et chercheuses du laboratoire STMS sur des problématiques bien articulées. En introduisant la dimension créatrice dans le processus scientifique, la recherche artistique ouvre le champ expérimental qui relève, d'une part, de la production artistique et, de l'autre, d'avancées scientifiques originales, en termes aussi bien théoriques que méthodologiques ou d'applications.

Le concept fait donc partie intégrante du projet initial de l'Ircam. L'idée était, dès le départ, d'inviter aussi bien des artistes que des chercheurs et chercheuses à développer leurs idées dans un cadre commun.

La recherche musicale est organisée selon plusieurs actions visant à soutenir et développer une véritable recherche artistique au sein de l'Ircam.

■ Programme de résidences en recherche artistique

Véritable facteur de l'innovation à l'Ircam, le programme de résidences en recherche artistique offre aux artistes de toutes disciplines la possibilité de développer des thématiques nouvelles, en collaboration avec une ou plusieurs équipes de recherche de l'UMR STMS.

Les résidences sont de deux types : d'un côté, celles qui découlent d'une commande ou d'une invitation de la direction artistique et, de l'autre, celles qui font suite à des appels à candidatures.

Les résidences suivantes se sont déroulées en 2023:

- Per Bloland et Richard Causton, dans l'équipe Systèmes et signaux sonores: audio/acoustique, instruments.
 Cette résidence marque le lancement du projet «EVINCE» qui vise à l'expansion de la structure de contrôle et des possibilités artistiques d'un instrument augmenté existant: le piano préparé électromagnétique. Dans sa forme actuelle, ce piano acoustique augmenté est réalisé en plaçant un groupe d'électroaimants sur les cordes d'un piano à queue. Cette résidence se concentrera sur l'ajout d'un système de retour de contrôle actif, conçu pour augmenter considérablement la palette sonore et offrir à l'utilisateur un degré beaucoup plus grand de contrôle timbral.
- Sasha J. Blondeau, dans l'équipe Représentations musicales
 - Ce projet nommé «DRAMA Un modèle de prototypage dramaturgique musical» a pour but d'ouvrir un champ de recherche jusqu'ici relativement peu investi par la technologie: celui de la dramaturgie musicale. Une notion qu'il nous paraît fondamental de penser aujourd'hui, notamment en regard d'autres disciplines artistiques, du théâtre à la danse, en passant par les arts visuels.
- Basile Chassaing, au sein de l'équipe Interaction son musique mouvement.
 - Le projet «*SPA(s)M*» est une recherche artistique consacrée au corps-instrument qui associe captation du mouvement et synthèse audio temps réel. Il vise à transposer les technologies d'intelligence artificielle, développées dans le domaine de l'analyse et la resynthèse audio temps réel, à la captation et l'analyse du mouvement sur la base d'une recherche de correspondances entre descripteurs audio et descripteurs gestuels.

Aux côtés de ces résidences, un travail de plus longue haleine s'est poursuivi avec les collaborations de :

- Aaron Einbond, dans le cadre du projet ERC MusAl de l'University College à Londres et en collaboration avec les équipes Interaction son musique mouvement et Espaces acoustiques et cognitifs.
 - La thématique de cette résidence est de combiner la synthèse concaténative d'un corpus musical avec la synthèse du champ acoustique en utilisant un réseau sphérique de haut-parleurs.
- Claudy Malherbe participe aux activités associées au projet REACH (Raising Co-Creativity in Cyber-Human Musicianship), au sein de l'équipe Représentations musicales.
 - Le compositeur mène des activités d'expérimentation et de création utilisant les outils d'aide à la composition et les outils d'interaction « intelligente » développés dans REACH. Ces expériences permettent d'étudier comment ces outils, conçus initialement pour l'interaction improvisée ou libre, peuvent évoluer vers la composition, au sens notamment d'un développement formel ou de la constitution de matériaux originaux et de l'utilisation de notations.
- Nadine Schütz, en collaboration avec les équipes Espaces acoustiques et cognitifs et Perception et design sonores.
 L'objet de cette collaboration de recherche s'inscrit dans une démarche d'interprète environnementale qui tour à tour, explore les qualités acoustiques et ambiances sonores propres du site, puis cherche à les révéler ou les transformer selon les différentes échelles spatiales et temporelles. Le projet vise à l'extraction de descripteurs sensibles des matériaux (textures sonores captées in situ) ou empreintes acoustiques, et à l'élaboration d'outils de traitement permettant l'émergence et la manipulation de leur structure sous-jacente.

L'intelligence artificielle est une technologie qui suscite beaucoup d'engouement et a généré de nombreuses demandes de la part de compositeurs et compositrices mais aussi du grand public.

L'utilisation de l'IA dans les domaines créatifs se focalise sur l'amélioration d'outils existants et sur le développement des outils d'interaction «intelligente». Ces deux thématiques ont grandement bénéficié des résidences artistiques comme celle de Basile Chassaing pour l'analyse/synthèse audio, et celle impliquant Claudy Malherbe pour le développement des «compagnons musicaux».

Ces projets ont attesté de l'intérêt et de l'importance de mener des résidences de recherche artistique en collaboration étroite avec les équipes de recherche.

■ Les Unités Projet Innovation (UPI)

Les UPI sont des projets collectifs réunissant des collaborateurs et collaboratrices internes et externes autour d'une problématique commune. Elles soutiennent des développements originaux à caractère transversal et collectif et/ou en amont d'un transfert technologique. Les UPI peuvent avoir pour objet de :

- Répondre à un besoin artistique/technologique récurrent, générique et évalué
- Soutenir l'émergence de nouvelles pratiques par un développement accéléré
- Permettre un saut technologique différenciateur: innovation sensible
- Renforcer et pérenniser une technologie existante ou consolider des développements pour les finaliser, et garantir une stabilité et un usage sur le moyen ou long terme par la communauté
- Intégrer des technologies existantes pour une solution intégrée d'envergure répondant à un besoin artistique/ technologique

Le montage d'une UPI fait suite à un appel interne. Les projets soumis sont évalués par la mission Recherche artistique, la direction du laboratoire STMS et le département IMR, puis sont validés par le Comité de direction de l'Ircam. Les UPI poursuivies en 2023 :

- Le projet «Binaural Ambisonics Decoder (BAD)» de Thibaut Carpentier, en collaboration avec l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs et la Production, vise à concevoir, développer et évaluer (objectivement et perceptivement) un décodeur Ambisonics vers binaural.
- Le projet « ISiS Voices » de Carlo Laurenzi, une coopération de la Production avec l'équipe Analyse et synthèse des sons, vise à élargir l'extension des voix disponibles pour la synthèse du chant et posera les premiers pas des développements futurs du logiciel de synthèse de chant lyrique ISiS.
- Le projet «SO(A)P» de Benjamin Matuszewski et Étienne Démoulin, une contribution entre l'équipe Interaction son musique mouvement et la Production, a pour but de faciliter la communication et l'interopérabilité entre le framework soundworks, les outils et environnements musicaux existants à travers la mise en place d'un protocole de communication générique largement utilisé dans les productions par les RIM.

Plusieurs projets de documentation de logiciels ont été initiés. L'objectif de ces projets est de faciliter l'accès à ces systèmes et de compléter la documentation par des exemples ayant un contenu artistique manifeste.

■ Les journées RIM/Recherche

Les réalisateurs en informatique musicale (RIM) sont les acteurs essentiels: ce sont eux qui travaillent avec les compositeurs et compositrices et aident à développer les outils spécifiques nécessaires. De plus, leur rôle au sein des équipes de recherche et de la production n'est pas seulement de développer une pièce, mais aussi de partager la connaissance et de faire le lien entre recherche fondamentale appliquée et recherche artistique.

Les journées RIM/Recherche assurent la mise en cohérence des activités des RIM des départements de la Production et de la Pédagogie et de la documentation avec celles des équipes de recherche de manière structurée.

Le but de ces journées est multiple:

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

■ Les séminaires Recherche et création

Les séminaires Recherche et création présentent des aspects techniques et/ou artistiques de la création d'une œuvre, d'une résidence en recherche artistique, d'un processus de création, ou encore d'une motivation/carrière artistique. Ils s'intègrent aux séminaires Recherche et technologie « les Mercredis de STMS ».



Figure 1. Per Bloland et Richard Causton en session de travail au studio 5 de l'Ircam

Projets « Creative Europe » 2023

■ Réseau ULYSSES 2020-2024

En novembre 2019, l'Ircam a soumis un dossier à la Commission européenne afin de solliciter un soutien pour le projet ULYSSES pour la période 2020-2024. En juin 2020, la Commission européenne a annoncé la reconduction du projet pour quatre ans à partir du 1er octobre 2020 et jusqu'à fin septembre 2024.

Informations

• 11 partenaires dans 9 pays:

Ircam (coordinateur du réseau), Paris — France; Festival Mixtur, Barcelone — Espagne; Divertimento Ensemble, Milan — Italie; Fondation Royaumont, Asnières-sur-Oise — France; Hochschule für Musik und Theater, Hambourg — Allemagne; Festival et académie impuls, Graz — Autriche; Ensemble IEMA, Francfort — Allemagne; Festival Gaudeamus, Utrecht — Pays-Bas; Festival Ultima, Oslo — Norvège; Festival Time of Music, Viitasaari — Finlande; Festival Warsaw Autumn, Varsovie — Pologne.

Partenaires associés: Klang Festival – Danemark; Open Music
 Autriche; Music Biennale Zagreb – Croatie; Soundsofmusic – Pays Bas.

Le projet ULYSSES 2020-2024 soutient les activités suivantes :

- Les ULYSSES Journeys qui permettent aux jeunes compositeurs, interprètes et chefs d'orchestre de circuler et de se perfectionner dans un contexte international et professionnel à travers différentes activités proposées par les partenaires du réseau. En 2023, 10 activités ont pu être organisées pour les compositeurs et 11 pour les instrumentistes. Ceci malgré un contexte où les coûts de voyage ont augmenté en raison de la guerre en Ukraine. Les détails des activités sont consultables sur:
- https://project.ulysses-network.eu/thematic/ ulysses-journeys/?events_year=2023
- L'Ensemble ULYSSES, composé de jeunes musiciens qui auront la possibilité de préparer et jouer, dans les festivals organisés par les partenaires, des œuvres du répertoire de la musique contemporaine ainsi que des créations de jeunes compositeurs sous la direction de chefs de niveau international. Depuis sa première édition en 2017, cet ensemble est devenu une opportunité de professionnalisation incontournable pour de jeunes interprètes internationaux.

En 2023, l'Ensemble ULYSSES était en configuration Ensemble (8 musiciens) et a fait 3 «stops» (Milan, Paris et Royaumont) avec un public moyen de 210 personnes à chaque étape (sauf à Paris où le concert a été remplacé par une répétition ouverte en raison de manifestations). Au cours de cette tournée, les œuvres de plusieurs compositeurs (Daniele Ghisi, Mikel Urquiza, Alex Mincek, Liza Lin, Sofia Avramidou, Enno Poppe, Roque Rivas) ont été jouées sous la direction des chefs Sandro Gorli (à Milan), Lin Liao (à Paris) et Jean-Philippe Wurtz (à Royaumont). À Paris et Milan, les musiciens ont été «coachés» par les solistes de l'Ensemble intercontemporain et le Divertimento Ensemble.

Pour plus de précisions :

- https://project.ulysses-network.eu/event/599342/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ ulysses-ensemble-tour-2023-stop-2-ircam/
- https://project.ulysses-network.eu/event/599347/
- Les projets «In-Situ/City» qui ont pour objectif de créer des œuvres qui tiennent compte des spécificités culturelles et sociales d'un lieu particulier en Europe.

En 2023, 5 projets particulièrement riches ont été organisés à Paris (FR), Graz (AT) Varsovie (PL) et Oslo (NO). À Paris, le projet a dévoilé un dispositif interactif original, TACT, qui permettait aux utilisateurs de tous âges de dessiner des impressions musicales de la ville de Paris. À Graz, le projet s'est focalisé autour du Cafe Forum, un théâtre musical qui explore l'architecture et l'histoire d'un lieu mythique de Graz, le Forum Stadtpark et son prédécesseur le Conrad Wirth Cafe im Stadtpark. À Varsovie, le projet abordait la notion d'abolition de frontière entre les objets sonores de la ville, la nature et l'art. À Oslo, le projet était centré sur l'intégration des pratiques culturelles « marginales ».

Les détails des 5 projets «In-Situ/City» sont consultables sur :

- https://project.ulysses-network.eu/event/ in-situ-city-paris-tact-1/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ in-situ-city-paris-tact/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ insitu-city-impuls-graz/
- https://project.ulysses-network.eu/event/599324/
- https://project.ulysses-network.eu/event/in-situ-city-oslo/
- Les projets « Collaboratory » qui visent à mettre en place des équipes de créateurs (compositeurs, interprètes, etc.) dans l'objectif de créer des œuvres collectives.

En 2023, Time of Music a réalisé un projet collaboratif avec des participants travaillant autour des *Song Books* de John Cage et sous la direction de Joan La Barbara. À Graz, un projet a exploré le concept et les pratiques du «gaming» sous la direction de Bernhard Lang; un autre, sous la direction de Peter Ablinger, consistait à réaliser des pièces «conceptuelles». À Paris, le projet visait le cinéma à travers une collaboration pour la création de musiques de films sous la tutelle du compositeur Martin Matalon et du saxophoniste Erich Sleichim.

Les détails de ces projets sont consultables sur :

- https://project.ulysses-network.eu/event/ collaboratory-joan-la-barbara/
- https://project.ulysses-network.eu/event/599316/
- https://project.ulysses-network.eu/event/599397/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ collaboratory-cine-concert-percussion-and-electronics/
- Les projets « Replay Cultural Heritage » destinés aux élèves de collèges et lycées à travers l'Europe dont l'objectif est de découvrir des œuvres incontournables de la musique contemporaine. Cette activité se caractérise par un « re-make » de l'œuvre étudiée par l'élève, faisant appel à sa propre créativité.

Une dizaine de sessions autour de l'œuvre Laborintus II de Luciano Berio ont été consacrées à la création des «remakes» par les élèves du lycée Joliot Curie à Bagneux (Paris). À Oslo, 2 projets ont été implémentés. Un premier pendant Children's Day autour de l'œuvre Forest Concerts de Øyvind Torvund et un deuxième où des jeunes et très jeunes ont pu créer leurs versions à partir de l'archive sonore de la compositrice Christina Kubisch. À Barcelone, 2 projets ont également été implémentés. Dans le premier, 2 écoles (Alexandre Galí et Ponent) ont travaillé autour de l'œuvre Découpé d'Elena Mendoza avec l'accordéoniste Olga Morral, les enfants ont pu explorer et commenter l'œuvre. Le deuxième projet

a aussi été organisé avec 2 écoles (Serralavella et La Roda), les enfants ont créé leurs improvisations à partir du cadre défini par le compositeur Pablo Carrascosa et l'improvisateur Jordi Pallares.

Pour plus de détails:

- https://project.ulysses-network.eu/event/ replay-cultural-heritage-ircam-3/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ replay-cultural-heritage-ultima-childrens-day-2/
- https://project.ulysses-network.eu/event/replay-cultural-heritage-electrical-mixerspace-ultima-remake/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ replay-cultural-heritage-mixtur-at-primary-school/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ replay-cultural-heritage-mixtur-at-primary-school-ii/

Jeunes ensembles

En plus de l'Ensemble ULYSSES, la version 2020-2024 du projet ULYSSES soutient des jeunes ensembles émergents qui ont besoin de passer du statut «étudiants» à un statut de jeunes professionnels. Ces ensembles se caractérisent par leur qualité de jeu, mais aussi par leur volonté de soutenir les créations des jeunes compositeurs et également de s'investir dans des activités pédagogiques. En 2023, 13 événements ont mis à l'honneur les ensembles Trio Catch, Schallfeld (avec la création d'Elena Rykova), Riot Ensemble, Decoder, Neko3, hand werk et Kompopolex.

Pour plus de détails concernant les jeunes ensembles :

- https://project.ulysses-network.eu/event/599276/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ young-ensembles-trio-catch-divertimento/
- https://project.ulysses-network.eu/event/599307/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ young-ensembles-riot-ensemble-time-of-music/
- https://project.ulysses-network.eu/event/599302/

- https://project.ulysses-network.eu/event/599312/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ young-ensembles-decoder-impuls/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ young-ensembles-neko3-open-music/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ young-ensembles-hand-werk-gaudeamus/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ young-ensembles-trio-catch-mixtur/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ young-ensembles-ensemble-kompopolex-mixtur/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ young-ensembles-neko3-iema/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ young-ensembles-ensemble-kompopolex-open-music/

■ Sites ULYSSES

Le projet ULYSSES dispose de 2 sites permettant de découvrir ses activités ainsi que de soutenir les activités des jeunes artistes et professionnels de la musique contemporaine.

Le premier site — ULYSSES Project (http://project.ulysses-network.eu) — sert à décrire les objectifs des réseaux et les activités au fur et à mesure qu'ils évoluent au cours du projet. L'épine dorsale de ce site est la «timeline» qui, non seulement montre les activités mises en œuvre et à venir, mais regroupe les activités selon leur type (ULYSSES Journeys, Ensemble ULYSSES, etc.)

Le second site — Platform ULYSSES (https://www.ulysses-network.eu) — regroupe les profils des artistes (6 906, + 12 % depuis 2022) et organisations (477, + 8 % depuis 2022) ainsi que plus de 2 733 œuvres (+ 13 % depuis 2022). Ces informations servent pour les appels à candidatures (plus de 50 par an) et les échanges entre artistes et organisations. La plateforme est devenue au fil du temps l'endroit incontournable pour retrouver les appels à candidatures et les concours dans le domaine de la musique contemporaine.

■ Soutien à l'Ukraine

En février 2022, les partenaires du réseau sont convenus d'essayer, autant que possible, d'aider les jeunes artistes ukrainiens pris au piège de la guerre. Une vingtaine d'artistes ont été contactés afin d'avoir une idée réaliste des besoins spécifiques. Beaucoup ont exprimé le fait que la promotion, via les réseaux sociaux, de la musique ukrainienne était très importante ainsi que l'organisation de concerts, la passation de commandes, la création musicale, des résidences, des bourses, l'accès aux partitions et leur diffusion, la participation à des ateliers et le partage d'informations via des sites Web. Un événement en ligne a été organisé le 7 juin 2022 où plusieurs jeunes artistes ont présenté leur travail et leurs points de vue sur la situation en Ukraine.

Les projets soutenus en 2023:

- https://project.ulysses-network.eu/event/ ulyssesforukraine-composer-anna-korsun-featured-at-impuls/
- https://project.ulysses-network.eu/event/ ulysses-co-commission-katarina-gryvul/

■ Sessions ULYSSES ONLINE

Non prévues initialement dans l'appel à candidatures, les sessions ULYSSES ONLINE ont été organisées à la demande de jeunes artistes à la recherche de conseils, informations et compétences sur des sujets comme la direction artistique, les demandes de subventions, la gestion de budgets, le montage de dossiers financiers, etc. Depuis 2021, 10 séances de ce genre ont été organisées. En 2023, les 3 séances ont permis aux jeunes artistes de mieux approcher les festivals de musique contemporaine, mais aussi de trouver des débouchés de travail en dehors des salles de concert.

■ Suite du projet ULYSSES au-delà de 2024

Puisque le projet finissait fin septembre 2024, la question de la suite était posée par les membres du réseau. D'un commun accord, il a été décidé, fin 2022, de déposer un nouveau dossier. Courant 2023, la Commission européenne a fait savoir qu'il n'y aurait pas d'appel à projets en 2023 (démarrage en 2024) pour les projets «Large Scale Cooperation» dont ULYSSES faisait partie jusqu'à présent. Lors de la réunion des partenaires en octobre 2023 à Barcelone, il a été décidé de déposer un dossier dans la catégorie «Platform» qui a pour objectif de soutenir les artistes émergents pour lesquels la philosophie d'ULYSSES (le soutien à de jeunes artistes) était déjà bien adaptée. Le dossier pour le projet ULYSSES Platform 2024-2028 a été déposé fin janvier 2024, la décision de la Commission européenne sera connue au courant de l'été 2024.

Œuvres préparées ou créées en 2023

Musique et scène

| Compositeurs | Titre | Partenaires | Création | Caractéristiques |
|---|-------------------------------|--|--|--|
| Chloé Bieri, Mathieu Corajod, Pierre Lison, Antonin Noël, Dionysios Papanikolaou, Stanislas Pili, Dominique Quélen | Laquelle se passe ailleurs | Coproduction Compagnie Mixt Format, Ircam | 2 juin 2023, théâtre Rennweg 26, Bienne, Suisse Chloé Bieri, Pierre Lison, Antonin Noël, Stanislas Pili | Poèmes scéniques pour 4 performeurs (percussion, acteurs, musiciens) |
| Didem Coşkunseven Chorégraphie : Ula Sickle | Holding Present | Commande Ictus, Ircam | 4 juin 2023, Concertgebouw, Bruges, Belgique Ictus Amanda Barrio Charmelo, Marina Delicado, Marie Goudot, Ruben Martinez Orio, Michael Schmid, Mohamed Toukabri, Tom Pauwels, Ula Sickle | Une des pièces musicales du spectacle chorégraphique Holding Present |
| Sasha J. Blondeau Voix, danse, chorégraphie: François Chaignaud Textes: Hélène Giannecchini Dramaturgie: Chloé Larmet | Cortèges | Commande Philharmonie de Paris- Orchestre de Paris, Ircam Avec le soutien de la Sacem | 8 juin 2023, Festival ManiFeste-2023, Philharmonie de Paris Orchestre de Paris Dir. Alain Altinoglu François Chaignaud | Pièce pour chanteur-danseur, grand orchestre et électronique |
| Qudus Onikeku | Out of this world | Coproduction Ircam, Les Spectacles Vivants/Centre Pompidou | 8 juin 2023, Festival ManiFeste-2023, Moviment, Centre Pompidou The Odance Company Owomide Ifagbenusola, Abiodun Fabiyi, Victor Ademofe | Installation-spectacle musical et chorégraphique interactif et immersif |
| Mei-fang Lin Chorégraphie : Hsiao-tzu Tien, Yu-ju Lin | R | Coproduction Taïwan SoundLab, Ircam | 27 octobre 2023, C-Lab Sound Festival 2023: Diversonics, Taiwan Hsiao-tzu Tien, Yu-ju Lin, Mei-fang Lin | Spectacle chorégraphique pour 2 danseuses et composition électronique |
| Alexandre Roccoli/Soundwalk Collective (Stephan Crasneanscki & Simone Merli) | Long Play (LP) / Lovotic | | 1 ^{er} juin 2024, Festival ManiFeste-2024, Ircam | Performance chorégraphique <i>Long Play (LP)</i> d'Alexandre Roccoli sur l'album <i>Lovotic</i> de Soundwalk Collective avec Charlotte Gainsbourg |
| Eva Reiter / Michiel Vandevelde | The Rise | Ensemble Ictus, Disagree vzw Coproduction Musica Festival Strasbourg, ElbPhilharmonie Hambourg, Concertgebouw Bruges, Perpodium, Ircam | 20 septembre 2024, Centre Pompidou, Festival Extra! Ensemble Ictus | Opéra pour 10 performeurs, chanteurs-danseurs- acteurs et électronique, inspiré par <i>Averno</i> de l'autrice prix Nobel de littérature, Louise Glück |

Orchestre

| Compositeurs | Titre | Partenaires | Création | Caractéristiques |
|-----------------|---|--|--|---|
| Aida Shirazi | T O R N | Commande Radio France, Ircam | 23 juin 2023, Festival ManiFeste-2023, Maison de la radio et de la musique Ensemble intercontemporain Orchestre Philharmonique de Radio France Dir. Pascal Rophé | Orchestre et électronique |
| Alexandre Jamar | We will not waste a vowel | Commande Orchestre national d'Île-de-France, Ircam Lauréat du Prix ÉLAN 2022 | 24 juin 2023, Festival ManiFeste-2023, Centre Pompidou Florence Dumont Orchestre national d'Île-de-France Dir. Léo Margue | Concerto pour harpe, orchestre et électronique |
| Marco Momi | Kinderszenen | Commande Françoise et Jean-Philippe Billarant, Milano Musica, Biennale de Venise | 16 mai 2024, Milano Musica, Milan, Italie Mariangela Vacatello Orchestre symphonique Giuseppe-Verdi de Milan Dir. Michele Gamba | Concerto pour piano, orchestre et électronique |
| Selim Jeon | Chant radioactif | Commande Orchestre national d'Île-de-France, Ircam Lauréate du Prix ÉLAN 2023 | 15 juin 2024, Festival ManiFeste-2024, Maison de l'Orchestre national d'Île-de-France, Alfortville Simon Philippeau Orchestre national d'Île-de-France Dir. Nicolò Foron | Concerto pour trombone, orchestre et électronique |
| Elzbieta Sikora | Sonosphère III et IV, nouvelle version | Commande Ircam | 19 juin 2024, Festival ManiFeste-2024, Maison de la radio et de la musique Orchestre Philharmonique de Radio France Dir. Pascal Rophé | Orchestre et électronique |

Ensemble vocal, ensemble et voix

| Compositeurs | Titre | Partenaires | Création | Caractéristiques |
|-----------------------|--------------------------------|--|--|---|
| Justė Janulytė | Iridescence | Commande SWR, Ircam Avec le soutien de la Sacem | 19 juin 2023, Festival ManiFeste-2023, Philharmonie de Paris-Cité de la musique SWR Vokalensemble Dir. Yuval Weinberg | Pièce pour 16 voix et électronique, inspirée de <i>Lux Aeterna</i> de György Ligeti |
| Ariadna Alsina Tarrés | Split Screen Vestiges | Commande Centre de musique baroque de Versailles, Ircam Avec le soutien de la Sacem | 22 juin 2023, Festival ManiFeste-2023, Ircam Christine Plubeau-Mazeaud Les Pages et les Chantres du Centre de musique baroque de Versailles Dir. Fabien Armengaud | Chœur d'enfants et adultes, viole de gambe et électronique, dans le cadre du projet Janus du Centre de musique baroque de Versailles et de l'Ircam |
| Francesca Verunelli | Songs and Voices | Aide à l'écriture du ministère de la Culture Commande Ensemble C Barré, Biennale de Venise, GMEM, GRAME - Festival ECLAT, Ircam Avec le soutien de Ernst von Siemens Music Foundation, Impuls Neue Music, Fondation Société Générale — C'est vous l'avenir, Fondation Orange et de la Sacem | 27 octobre 2023, Biennale de Venise, Italie Neue Vocalsolisten Stuttgart Ensemble C Barré Dir. Sébastien Boin | Chœur, ensemble et électronique |
| Oscar Bianchi | pozzanghere mezzo seccate | Commande L'Itinéraire Avec l'aide de Pro Helvetia et de la Fondation Suisa | 17 novembre 2023, 50 ans de L'itinéraire, Ircam Katrīna Paula Felsberga L'Itinéraire dir. Miguel Pérez Iñesta | Soprano, ensemble et électronique, librement inspiré de <i>l Limoni</i> d'Eugenio Montale |
| Jug Markovič | Stabat Mater | Commande Centre de musique baroque de Versailles, Ircam | 27 avril 2024, Ircam Les Pages et les Chantres du Centre de musique baroque de Versailles Dir. Fabien Armengaud | Chœur et électronique, dans le cadre du projet Janus du Centre de musique baroque de Versailles et de l'Ircam |
| Justina Repečkaitė | La Muë | Commande Centre de musique baroque de Versailles, Ircam | 27 avril 2024, Ircam Les Pages et les Chantres du Centre de musique baroque de Versailles Dir. Fabien Armengaud | Chœur et électronique, dans le cadre du projet Janus du Centre de musique baroque de Versailles et de l'Ircam |
| Matteo Franceschini | Visions | Commande ensemble Multilatérale, Milano Musica, Ircam Avec le soutien de la Sacem | 22 mai 2024, Milano Musica, Milan, Italie Ensemble Multilatérale Dir. Léo Warynski | Voix, 8 instruments et électronique |
| Adrien Trybucki | Encre simulacre | Commande Centre de musique baroque de Versailles, Ircam Avec le soutien de la Sacem | 2025 Les Pages et les Chantres du Centre de musique baroque de Versailles Dir. Fabien Armengaud, Clément Buonomo | Chœur et électronique, dans le cadre du projet Janus du Centre de musique baroque de Versailles et de l'Ircam |

Ensemble instrumental

| Compositeurs | Titre | Partenaires | Création | Caractéristiques |
|------------------------|---------------------------|---|--|---|
| Florent Caron Darras | Transfert | Commande Ensemble TM+, Ircam Avec le soutien de la Sacem | 17 janvier 2023, Ircam Ensemble TM+ Dir. Laurent Cuniot | Ensemble et électronique à partir de l'enregistrement 3D de paysages sonores |
| Carmine Emanuele Cella | I am in blood | Commande L'Itinéraire, Ircam | 16 février 2023, Ircam L'Itinéraire Dir. Léo Margue | 14 instruments et électronique temps réel (instruments augmentés, orchestration, spatialisation) |
| Mark Andre | Dasein 1 | Commande Ensemble intercontemporain, Ircam Avec le soutien de la Sacem | 9 juin 2023, Festival ManiFeste-2023, Philharmonie de Paris-Cité de la musique Ensemble intercontemporain Dir. Matthias Pintscher | Ensemble et électronique |
| José Miguel Fernandez | Sources rayonnantes | Commande Ircam Avec le soutien de la Sacem | 17 juin 2023, Festival ManiFeste-2023, Ircam Ensemble Court-circuit Dir. Jean Deroyer | 12 musiciens et électronique temps réel (spatialisation, captation du geste du chef, suivi de partition, synthèse sonore) |
| Michael Jarrell | Quatre îles d'un archipel | Commande MusiFabrik, Kunststiftung NRW, Wien Modern, Ircam Avec le soutien de Pro Helvetia | 17 novembre 2023, Festival Wien Modern, Muzikverein, Vienne, Autriche Ensemble MusikFabrik Dir. Enno Poppe | Percussion, ensemble et électronique |
| Natasha Barrett | Shimmering Cities | Commande L'Itinéraire, Ircam Avec l'aide de la Fondation Salabert et du Arts Council Norway | 18 novembre 2023, 50 ans de L'Itinéraire, Ircam L'Itinéraire Dir. Léo Margue | Ensemble et électronique Diffusion ambisonique |
| Yang Song | Les adieux à la concubine | Commande Ensemble intercontemporain, Ircam | 8 décembre 2023, Némo-Biennale, Philharmonie de Paris-Cité de la musique Ensemble intercontemporain Dir. Corinna Niemeyer | Ensemble et électronique |
| Matteo Gualandi | We Are Not the Waves | Commande Ensemble intercontemporain, Ircam | 13 janvier 2024, Ircam Solistes de l'Ensemble intercontemporain | Quintette, électronique et dispositif vidéo |
| Aaron Einbond | Prestidigitation II | Commande Radio France, Ircam | 5 février 2024, Festival Présences, Ircam L'Instant Donné | Musique de chambre et électronique |

| Compositeurs | Titre | Partenaires | Création | Caractéristiques |
|--------------------|-----------------------|---|---|--|
| Mikel Urquiza | Feu de joie | Commande Ircam | 2 avril 2024, Centre Pompidou, Forum Étudiants du conservatoire Mozart Harmonie inter-conservatoires de la Ville de Paris Dir. Pierre Boutillier | Ensemble inspiré par les Ballets russes et la fontaine des Automates de la place Stravinsky |
| Chaya Czernowin | Poetica | Commande Hellerau-European Centre for the Arts, Monday Evening Concerts, Brenda et Steven Schick, Les Percussions de Strasbourg, Ircam | 12 avril 2024, Hellerau, Dresde, Allemagne Steven Schick Les Percussions de Strasbourg | Pièce pour Steven Schick, 4 percussions et électronique |
| Aureliano Cattaneo | Nouvelle œuvre | Commande Ensemble intercontemporain, Ircam | 7 juin 2024, Festival ManiFeste-2024, Philharmonie de Paris-Cité de la musique Nicolas Crosse Ensemble intercontemporain Dir. Lin Liao | Contrebasse, résonateurs, ensemble et électronique d'après <i>Le Double</i> de Fiodor Dostoïevski |
| Senay Uğurlu | de te fabula narratur | Commande Ircam Avec le soutien du réseau ULYSSES | 22 juin 2024, Festival ManiFeste-2024, Centre Pompidou Ensemble ULYSSES 2024 Dir. Pierre Bleuse | Ensemble et électronique |

Solo & Duos

| Compositeurs | Titre | Partenaires | Création | Caractéristiques |
|---------------|---------------------------|---|---|--|
| Josh Levine | Anyway | Commande Ircam | 17 juin 2023, Festival ManiFeste-2023, Ircam Parker Ramsey | Harpe électroacoustique et dispositif électronique |
| Bastien David | Bec et ongles - suspended | Commande Ensemble intercontemporain, Ircam | 13 janvier 2024, Ircam Hae-Sun Kang | Violon et électronique |
| Mayu Hirano | Parfum d'un Autre Monde | Commande Ensemble intercontemporain, Ircam | 7 juin 2024, Festival ManiFeste-2024, Philharmonie de Paris-Cité de la musique Odile Auboin | Alto et électronique |

$In stallation\ sonore-musique\ \'electroacoustique-film\ et\ musique$

| Compositeurs | Titre | Partenaires | Création | Caractéristiques |
|---|--|---|--|--|
| Marco Stroppa | Lance dei crepuscoli (Lances des crépuscules) | Commande Ircam | 17 avril 2023, Ircam | Musique électronique pour totem électroacoustique et système ambisonique |
| Sivan Eldar/Laura Vazquez | L'eau la colonne le fer | Commande Ircam Avec le soutien du mécénat AXA et de la Sacem | 17 novembre 2023 | Œuvre électroacoustique sous casque pour la restauration de la fontaine des Automates, place Igor-Stravinsky à Paris |
| Mikel Urquiza/Hélène Frappat/Pierrick Pedron | Les sept contes de la fontaine | Commande Ircam Avec le soutien du mécénat AXA et de la Sacem | 17 novembre 2023 | Parcours sonore sous casque pour la restauration de la fontaine des Automates, place Igor-Stravinsky à Paris |
| Martin Matalon | Chaplin Factory | Aide à l'écriture d'une œuvre originale du ministère de la Culture Commande compagnie Cadéëm, Centre Henri Pousseur, Ircam | 30 mai 2024, Festival ManiFeste-2024, Centre Pompidou Trio K/D/M (Anthony Millet, Adélaïde Ferrière, Emil Kuyumcuyan) Clara Barbier Serrano, Joséphine Besançon, Louise Ognois, Ingrid Schoenlaub Dir. Martin Matalon | Musiques pour trois films de Charlie Chaplin: The vagagond, Behind the scene, The immigrant |

Musiques-Fictions

| Compositeurs | Titre | Partenaires | Création | Caractéristiques |
|--|----------------------------|---|---|---|
| Jérôme Combier Texte : Patrick Kermann Adaptation : Marc Lainé | The Great Disaster | Commande Ircam Avec le soutien de la Sacem | 14 janvier 2023, Ircam en Fête, Ircam | Collection de courtes fictions, nouveau type de théâtre ou cinéma pour l'oreille, mobilisant des auteurs, |
| Frédéric Pattar Texte : Nastassja Martin Adaptation : Mathilde Delahaye | Croire aux fauves | Commande Ircam | 11 mars 2023, Festival Effractions de la BPI, Ircam | |
| Jean-Baptiste de Laubier Texte : Hélène Frappat Adaptation : Nathalie Pivain | Trois femmes disparaissent | Commande Ircam | 21 mai 2024, Comédie, Centre dramatique national, Reims | compositeurs, metteurs en scène et acteurs, destinées à un dispositif sonore immersif 3D (ambisonique) |
| Xavier Charles Texte: Erri De Luca Adaptation: Laëtitia Pitz | Sur la trace de Nives | Commande Ircam | 2024/2025 | |

Électro-Odyssées

| Compositeurs | Titre | Partenaires | Création | Caractéristiques |
|--|---------------|--|---|---|
| Lucie Antunes | Nouveau set | Commande Ircam | 12 janvier 2023, Ircam en fête, Ircam | |
| Deena Abdelwahed | Nouveau set | Commande Ircam | 14 janvier 2023, Ircam en fête, Ircam | Résidences Électro-Odyssée des artistes de la scène |
| Jean-Michel Jarre | (more)Oxymore | Production Ircam Avec le soutien du mécénat AXA | 14 janvier 2023, Ircam en fête, Ircam | électro qui s'approprient les technologies développées à l'Ircam |
| Fernando Corona (aka Murcof) Vidéo : Simon Geilfus | Twin Color | Résidence Ircam | 30 novembre 2023, Ircam | |
| Lise Barkas, Yann Leguay | Acétylène | Résidence Ircam | 20 mars 2024, Festival Sonic Protest, Ircam | |

Saison musicale parisienne 2023

| Dates | Lieu | Artistes | Titre | Interprètes |
|---------|--|---|--|---|
| 12-janv | Ircam #L'Ircam en fête Diffusé sur YouTube | Matteo Franceschini (TOVEL)/1024 architecture Lucie Antunes | Opus CRÉATION FRANÇAISE de la version pour violoncelle Nouveau set CRÉATION 2023 | Eric-Maria Couturier Lucie Antunes, Clémence Lasme, Axel Rigaud, Franck Berthoux |
| 13-janv | Ircam #L'Ircam en fête | | Rencontre Fictions-Science : Manipuler les voix | Natacha Triou, Catherine Dufour, Nadia Guerouaou, Jean Lassègue, Axel Roebel, Elena Knox |
| 13-janv | Ircam #L'Ircam en fête | | Avant-première : Solaris, une fiction de France Culture | |
| 14-janv | Ircam #L'Ircam en fête Journée Portes ouvertes | Aurélien Dumont/Annie Ernaux/Daniel Jeanneteau Roque Rivas/Robert Linhart/Julia Vidit Jérôme Combier/Patrick Kermann/Marc Lainé | Musique-Fiction: L'autre fille Musique-Fiction: Le Sentiment du monde Musique-Fiction: The Great Disaster CRÉATION 2023 | Annie Ernaux, L'Instant Donné Hassam Ghancy, Mathieu Steffanus Vladislav Galard, Sofia Avramidou, Amarilys Billet, Nicolas Crosse, Ayumi Mori, Alvise Sinivia, Diego Tosi, Fanny Vicens |
| 14-janv | Ircam #L'Ircam en fête Diffusé sur YouTube | Jean-Michel Jarre | (more)Oxymore CRÉATION 2023 | Jean-Michel Jarre |
| 14-janv | Ircam #L'Ircam en fête Diffusé sur YouTube | Deena Abdelwahed | Nouveau set CRÉATION 2023 | Deena Abdelwahed |
| 17-janv | Ircam #L'Ircam en fête Diffusé sur YouTube | Natasha Barrett Florent Caron Darras Olivier Messiaen Olivier Messiaen | Hidden Values (1 ^{re} partie « The Umbrella » et 3 ^e partie « Optical Tubes ») Transfert CRÉATION 2023 La Rousserolle effarvatte (2 ^e partie) Le Courlis cendré | Julien Le Pape Ensemble TM+ Dir. Laurent Cuniot |
| 16-févr | Ircam Diffusé sur YouTube | Carmine Emanuele Cella Didem Coşkunseven Fausto Romitelli | I am in blood CRÉATION 2023 Dawn Chorus CRÉATION 2023 Your time is over CRÉATION FRANÇAISE | L'Itinéraire Dir. Léo Margue |
| 11-mars | Ircam #Festival Effractions | Frédéric Pattar/Nastassja Martin/Mathilde Delahaye Roque Rivas/Robert Linhart/Julia Vidit | Musique-Fiction: Croire aux fauves CRÉATION 2023 Musique-Fiction: Le Sentiment du monde | Audrey Bonnet Hassam Ghancy, Mathieu Steffanus |

| Dates | Lieu | Artistes | Titre | Interprètes |
|---------------|---|---|---|---|
| 17-mars | Ircam Diffusé sur YouTube | Sasha J. Blondeau György Ligeti Luis Naón | Des mondes possibles CRÉATION FRANÇAISE Quatuor n° 2 Quatuor à cordes n° 3 CRÉATION FRANÇAISE | Quatuor Diotima |
| 30-mars-1-avr | Ircam | Andrea Cera/Collectif LuxuryLogico David Monacchi | The Insomnia Sketchbook CRÉATION FRANÇAISE Paleoscapes - Borneo 2023 CRÉATION 2023 | Installations sonores |
| 5 avril | Centre Pompidou | | Rencontre Fictions-Science : Quantifier le monde | Céline Loozen, Pierre Cassou-Noguès, Guillaume Doras, Pierre Giner, Nicolas Misdariis, Denise Pumain |
| 12-23-avr | Centre Pompidou | Vimala Pons | Le Périmètre de Denver | Vimala Pons |
| 17-avr | Ircam Diffusé sur YouTube | Emmanuel Nunes Emmanuel Nunes Marco Stroppa | Litanies du Feu et de la Mer, livre l Nachtmusik Lance dei crepuscoli CRÉATION 2023 | L'Instant Donné |
| 19-20-mai | Philharmonie de Paris | Martin Matalon/Fritz Lang | Metropolis rebooted | Orchestre de Paris Dir. Kazushi Ōno |
| 14-sept | Ircam #Concert Cursus 1 Diffusé sur YouTube | Masahiro Aogaki Anna Arkhushyna Henri Colombat Andrew Harlan Jawher Matmati | (K)not(s) / CRÉATION 2023en ciel enflammée CRÉATION 2023 Étude sur le manque CRÉATION 2023 nested catastrophes CRÉATION 2023 Ricercar CRÉATION 2023 | Myrianne Fleur Viktoriia Vitrenko Hortense Fourrier Olivia Martin Vincent Gailly |
| 17-nov | | Sivan Eldar/Laura Vazquez | L'eau la colonne le fer CRÉATION 2023 | Œuvre électroacoustique sous casque |
| 17-nov | | Mikel Urquiza/Pierrick Pedron/Hélène Frappat | Les sept contes de la fontaine CRÉATION 2023 | Parcours sonore sous casque |
| 21-sept | Ircam #Concert Cursus 2 Diffusé sur YouTube | Omer Barash Engin Dağlik Simon Kanzler Kirsten Milenko Tomislav Oliver | G.N.Z CRÉATION 2023 une clarté piqua les ténèbres CRÉATION 2023 NiNe StEpS To HELL CRÉATION 2023 Tempête CRÉATION 2023 Percées de lumière CRÉATION 2023 | Benjamin Alunni Carolina Santiago Corentin Marillier Béatrice de Larragoïti Joshua Hyde, Goran Nježić |
| 19-oct | Ircam Diffusé sur YouTube | Franco Donatoni Mayu Hirano Heinz Holliger Salvatore Sciarrino | Etwas ruhiger im Ausdruck Une page folle Cardiophonie Infinito nero | Sylvain Devaux, Marion Tassou L'Instant Donné |

| Dates | Lieu | Artistes | Titre | Interprètes |
|--------------|---|--|--|--|
| 10-nov | Espace Sorano, Vin- cennes | Steve Lehman & Frédéric Maurin | Ex Machina | Orchestre National de Jazz Dir. Frédéric Maurin |
| 17-nov | Ircam #50 ans de L'Itinéraire Diffusé sur YouTube | Oscar Bianchi Gérard Grisey Maija Hynninen Eric Maestri Luis-Fernando Rizo-Salom Fausto Romitelli | pozzanghere mezzo seccate CRÉATION 2023 Prologue Mobiles CRÉATION 2023 «Sound» CRÉATION 2023 El Juego Professor Bad Trip: Lesson II | Katrīna Paula Felsberga, Lucia Peralta L'Itinéraire Dir. Miguel Pérez Iñesta |
| 18-nov | Ircam #50 ans de L'Itinéraire Diffusé sur YouTube | Natasha Barrett Hugues Dufourt Núria Giménez Comas Michaël Levinas | Shimmering Cities CRÉATION 2023 La Cité des saules Llum i matèria (pour Kaija) CRÉATION 2023 Les Désinences | Fuminori Tanada, David Chevalier, Aurélio Edler-Copes L'Itinéraire Dir. Léo Margue |
| 30-nov 1-déc | Ircam #Électro-Odyssée | Fernando Corona (aka Murcof)/Simon Geilfus | Twin Color CRÉATION 2023 | Fernando Corona (aka Murcof)), Simon Geilfus |
| 8-déc | Philharmonie de Par- is-Cité de la musique #Némo-Biennale | Tatsuru Arai Tatsuru Arai Pierre Jodlowski Yang Song Tryphème - Ulysse Lefort Edgard Varèse | Thermo-ton (extraits) Re-Solarization (extraits) Time & Money Les adieux à la concubine CRÉATION 2023 LAVA (version courte) Intégrales | Samuel Favre Ensemble intercontemporain Dir. Corinna Niemeyer |
| 13-16-déc | Ircam #Festival d'Automne 2023 Diffusé sur YouTube | Luigi De Angelis | Nina | Claron McFadden |

Tournées 2023

| Artistes | Titre | Dates & Lieux | Description |
|---|---|--|--------------------------------|
| Steve Lehman/Frédéric Maurin | Ex Machina | 20 janvier, Porgy & Bess, Vienne, Autriche 21 janvier, Unterfacht Jazzclub, Munich, Allemagne 27 janvier, Stadtgarten, Cologne, Allemagne 11 novembre, Jazzdor, Strasbourg 16, 17 novembre, Le Petit Faucheux, Tours reprise | |
| Alexandros Markeas | Music of Choices (version concert) | 3 février, Conservatoire de Bourges 20 octobre, Conservatoire du Grand Besançon Métropole | CRÉATION reprise |
| Clemens Gadenstätter | 4 studies for selfportraits in surroundings | 5 février, Festival Eclat, Stuttgart, Allemagne | reprise |
| Claudia Jane Scroccaro | I sing the body electric | 5 février, Festival Eclat, Stuttgart, Allemagne | reprise |
| Francesca Verunelli | In bianco e nero Songs and Voices | 5 février, Festival Eclat, Stuttgart, Allemagne 27 octobre, Biennale de Venise, Italie | reprise CRÉATION |
| Florent Caron Darras | Transfert | 8 février, Arsenal de Metz | reprise |
| Pierre Jodlowski | Alan T. | 10 février, Théâtre Claude Debussy, Cannes 19 mai, RealTime festival, Brême, Allemagne reprise | |
| Sina Fallahzadeh | Cantique de Métèque | 23 mars, Saison Numérique, Montbéliard reprise | |
| Rebecca Saunders | The Mouth | 25 mars, Radialsystem, Berlin, Allemagne reprise | |
| Daniele Ghisi | An Experiment With Time (reloaded) | 20 avril, Teatro Studio Borgna, Rome, Italie reprise 25 novembre, Temple allemand, La-Chaux-de-Fonds, Suisse reprise | |
| Bill Fontana | Silent Echoes: Notre-Dame | 11 mai-3 juillet, Cathédrale Saint-André de Wells, Royaume-Uni | reprise |
| Benjamin de la Fuente, Samuel Sighicelli | Fluid Mechanics | 13 mai, Festival Musica Electronica Nova, Wrocław, Pologne | reprise |
| Chloé Bieri, Mathieu Corajod, Pierre Lison, Antonin Noël, Dionysios Papanikolaou, Stanislas Pili, Dominique Quélen | Laquelle se passe ailleurs | 2, 3 juin, Théâtre Rennweg 26, Bienne, Suisse 8 juin, Gare du Nord, Bâle, Suisse 9 septembre, Dampfzentrale, Berne, Suisse | CRÉATION reprise reprise |
| Didem Coşkunseven/Ula Sickle | Holding Present | 4 juin, Concertgebouw, Bruges, Belgique | CRÉATION |
| Alexander Schubert | ANIMA ™ | 29, 30 septembre, PACT Zollverein, Essen, Allemagne reprise | |
| Martin Matalon/Fritz Lang | Metropolis | 15 octobre, National Kaohsiung Center for the Arts, Weiwuying, Taïwan reprise | |
| Mei-fang Lin/Hsiao-tzu Tien, Yu-ju Lin | R | 27-29 octobre, C-Lab Sound Festival 2023: Diversonics, Taïwan CRÉATI | |

| Artistes | Titre | Dates & Lieux | Description |
|--|--|--|---|
| Daniele Ghisi/Maylis de Kerangal/Jacques Vincey Annie Ernaux/Aurélien Dumont/Daniel Jeanneteau Olivier Pasquet/Céline Minard/Thierry Bédard Núria Giménez Comas/Anja Hilling/Anne Monfort Florence Baschet/Lydie Salvayre/Anne-Laure Liégeois Gérard Pesson/Maria Ndiaye/David Lescot Roque Rivas/Robert Linhart/Julia Vidit | Musiques-Fictions, la collection: Naissance d'un pont L'autre fille Bacchantes Nostalgie 2175 La Compagnie des Spectres Un pas de chat sauvage Le Sentiment du monde | 1-12 novembre, Cité internationale de la langue française, Château de Villers-Cotterêts | reprise reprise reprise reprise reprise reprise reprise reprise |
| Michael Jarrell | Quatre îles d'un archipel | 17 novembre, Wien Modern, Muzikverein, Vienne, Autriche 19 novembre, WDR Funkhaus, Cologne, Allemagne | CRÉATION reprise |
| Luca Francesconi | Corpo elettrico | 16 décembre, Konzerthalle, Bamberg, Allemagne 17 décembre, alte Oper, Francfort, Allemagne | reprise reprise |

ManiFeste-2023

| Dates | Lieu | Artistes | Titre | Interprètes |
|---------------|--|--|--|---|
| 7,8-juin | Centre Pompidou Diffusé sur YouTube | Soirée mise en scène par David Lescot Luciano Berio Carlo Gesualdo Carlo Gesualdo Luca Marenzio | Laborintus II Moro, lasso, al mio duolo Se la mia morte brami Amor, i'hò molti | Serge Maggiani Ars Nova Dir. Gregory Vajda |
| 7,8-juin | Ircam | Bernhard Lang | Game 245 «The Mirror Stage» | HYOID |
| 8-11-juin | Centre Pompidou #Moviment | Qudus Onikeku | Out of this World CRÉATION 2023 | The Odance Company Owomide Ifagbenusola, Abiodun Fabiyi, Victor Ademofe |
| 8,9-juin | Philharmonie de Paris | Sasha J. Blondeau Edgard Varèse | Cortèges CRÉATION 2023 Densité 21.5 Amériques (version de 1929) | Orchestre de Paris Dir. Alain Altinoglu François Chaignaud |
| 9-juin | Centre Pompidou | | Rencontre professionnelle Le Méridien 2 : Place et vitalité de la création musicale dans les lieux pluridisciplinaires | Florence Martin, Florian Olivéres, Laëtitia Pitz, Paul Rondin, Geoffroy Jourdain, Anne Tanguy Anne d'Aboville, Laurent Cuniot, Violetta Cruz, Emilie Deplace-Riveti, Elodie Presles, Maguelone Vidal, Dominique Muller Eglantine de Boissieu, Francesca Poloniato, Simon Bernard |
| 9-juin | Philharmonie de Paris - Cité de la musique | Mark Andre Gérard Grisey Kaija Saariaho Anton Webern | Dasein / CRÉATION 2023 Quatre chants pour franchir le seuil Lichtbogen Cinq Pièces, op. 10 | Sophia Burgos Ensemble intercontemporain Dir. Matthias Pintscher |
| 12-juin | Centre Pompidou | Chloé Bieri, Mathieu Corajod, Pierre Lison, Antonin Noël, Dionysios Papanikolaou, Stanislas Pili, Dominique Quélen | Laquelle se passe ailleurs CRÉATION FRANÇAISE | Chloé Bieri, Pierre Lison, Antonin Noël, Stanislas Pili |
| 16-juin | Centre Pompidou | | Rencontre Fictions-Science : Archives vivantes | Gérard Assayag, Caroline Schaub Elie During, Tiphaine Raffier, Raphaël Doan Céline Loozen |
| 16-juin | Centre Pompidou | Horse Lords Joëlle Léandre | Improvisation avec IA interactive SoMax2 CRÉATION 2023 | Horse Lords : Max Eilbacher, Sam Haberman, Owen Gardner, Andrew Bernstein Joëlle Léandre, Gérard Assayag, Mikhail Malt |
| 16,17,18-juin | Centre Pompidou #Moviment | Ula Sickle, Tom Pauwels, Stellan Veloce, Alvin Lucier, Aart Strootman, Pauline Oliveros, Didem Coşkunseven | Holding Present CRÉATION FRANÇAISE | Amanda Barrio Charmelo, Marina Delicado, Marie Goudot, Ruben Martinez Orio, Michael Schmid, Mohamed Toukabri, Tom Pauwels, Ula Sickle |

| Dates | Lieu | Artistes | Titre | Interprètes |
|---------|--|---|---|---|
| 17-juin | Ircam | | Séminaire REAChing IN! | Gérard Assayag, Clément Canonne, Marc Chemillier, Shlomo Dubnov, Adrien Mamou-Mani, Mikhail Malt, Yohann Rabearivelo, Pierre Saint-Germier |
| 17-juin | Ircam Diffusé sur YouTube | David Fulmer Michael Jarrell Josh Levine | Immaculate sigh of stars CRÉATION 2023 Offrande Anyway CRÉATION 2023 | Peter Ramsay |
| 17-juin | Ircam Diffusé sur YouTube | Luciano Berio José Miguel Fernández Matteo Gualandi Lara Morciano | Thema Sources rayonnantes CRÉATION 2023 Fiori di sangue e rugiada Embedded Tangles | Stéphanie Guérin Ensemble Court-circuit Dir. Jean Deroyer |
| 19-juin | Philharmonie de Paris - Cité de la musique | Marton Illés György Ligeti György Ligeti Justė Janulytė Alberto Posadas | Chorrajzok CRÉATION FRANÇAISE Drei Phantasien nach Friedrich Hölderlin Lux Aeterna Iridescence CRÉATION 2023 Ubi sunt CRÉATION FRANÇAISE | SWR Vokalensemble Dir. Yuval Weinberg |
| 22-juin | Bibliothèque publique d'information | Luciano Berio | Sequenza III | Valérie Philippin |
| 22-juin | Ircam Diffusé sur YouTube | Ariadna Alsina Tarrés Marc-Antoine Charpentier Marc-Antoine Charpentier Philippe Hersant Jean-Baptiste Lully | Split Screen Vestiges CRÉATION 2023 Méditations pour le Carême (extraits) Te Deum H. 148 Trois répons de la Semaine sainte Petits Motets à trois dessus et basse continue | Mathurin Matharel, Christine Plubeau-Mazeaud, Valentin Rouget Les Pages et les Chantres du Centre de musique baroque de Versailles Dir. Fabien Armengaud, Clément Buonomo |
| 23-juin | Maison de la radio et de la musique | Rebecca Saunders Aida Shirazi Edgard Varèse | Wound CRÉATION FRANÇAISE TORNOCRÉATION 2023 Arcana | Ensemble intercontemporain Orchestre Philharmonique de Radio France Dir. Pascal Rophé |
| 24-juin | Ircam //ACADÉMIE// Sortie de l'atelier improvisation voix et électronique de Valérie Philippin | Valérie Philippin, Beatrice Arrigoni, Lise Borel, Sarah Brabo-Durand, Guilherme De Almeida, Ninon Demange, Paolo Leonardi, Kanae Mizo- buchi, Virgile Pellerin, Olga Siemienczuk | Improvisations collectives CRÉATION 2023 | Beatrice Arrigoni, Lise Borel, Sarah Brabo-Durand, Guilherme De Almeida, Ninon Demange, Paolo Leonardi, Kanae Mizobuchi, Virgile Pellerin, Olga Siemienczuk |
| 24-juin | Centre Pompidou //ACADÉMIE// Sortie de l'atelier de composition pour orchestre d'Isabel Mundry Finale du Prix ÉLAN 2023 Diffusé sur le site de Radio France et sur YouTube | Leehwa Hong Selim Jeon Andrzej Ojczenasz Alexandre Jamar | Rivière d'écoute CRÉATION 2023 Kiss CRÉATION 2023 Deux essences CRÉATION 2023 We will not waste a vowel CRÉATION 2023 | Charlotte Bletton, Florence Dumont, Hélène Giraud, Sabine Raynaud Orchestre national d'Île-de-France Dir. Léo Margue |

| Dates | Lieu | Artistes | Titre | Interprètes |
|---------|---|---|---|---|
| 29-juin | Ircam //ACADÉMIE// Sortie de l'atelier d'interprétation des musiques mixtes | Javier Alvarez Noriko Baba Florent Caron Darras Kevin Juillerat Malika Kishino | Temazcal oü Technotope Pas de deux Éclosion | Élèves du Pôle Sup'93: Vincent Brecheteau, Lucas Montana Sarmiento, Yonathan Navia, Valentin Servoir, Marine Veith Réalisateurs en informatique musicale stagiaires de l'académie: Orkun Akyol, Jihyun Kim, Richard McReynolds, Felix Römer Élèves ingénieurs du son de l'ENS Louis-Lumière: Thomas Guillory, Venance Joffrion, Vincent Meurisse, Louan Uzel |
| 30-juin | T2G-Théâtre de Gennevilliers //ACADÉMIE// Sortie de l'atelier de composition In Vivo Théâtre - Fantasticalité de Núria Giménez Comas Diffusé sur YouTube | Lanqing Ding, Mireia Pellisa Martín/texte: Gaëlle Bien-Aimé Damián Gorandi, Baptiste Ruhlmann/texte: Dodji Do Rego | Port-au-Prince et sa douce nuit CRÉATION 2023 Praia Do Eldorado CRÉATION 2023 | Comédiens de la compagnie day-for-night: May Hilaire, Alexandre Prince Étudiants du cursus Jouer et mettre en scène du Conservatoire national supérieur d'art dramatique: Clémence Coullon, Myriam Fichter, Olenka Ilunga, Eva Lallier Juan, Julie Tedesco, Padrig Vion Élève au conservatoire Edgard-Varèse musique et danse de Gennevilliers: Clara Lloret |
| 1-juil | Ircam //ACADÉMIE// Sortie de l'atelier de composition pour musique de chambre de Francesco Filidei | Claudia Sofía Alvarez Cuba Konstantinos Baras Carolina Cerezo Dávila Félix Roth Żaneta Rydzewska Anibal Vidal Rick Van Veldhuizen | M.A.NT.R.A. 5.0. CRÉATION 2023 CHORAL_STUDIES_VOL_1 CRÉATION 2023 Trío no1: Superficie vibrante CRÉATION 2023 Chose CRÉATION 2023 Le Petit Scandale CRÉATION 2023 One of Many Circles CRÉATION 2023 danse raide CRÉATION 2023 | Jérôme Comte, Renaud Déjardin, Aurélien Gignoux, Lucas Lipari-Mayer, Emmanuelle Ophèle, John Stulz, Diégo Tosi, sébastien Vichard |
| 1-juil | Centre Pompidou //ACADÉMIE// Sortie de la master classe pour ensemble dirigé Diffusé sur YouTube | Sofia Avramidou Enno Poppe Roque Rivas Mikel Urquiza | Géranomachie Speicher I Assemblage Les lueurs se sont multipliées | Dimitri Vassilakis Ensemble ULYSSES Ensemble intercontemporain Ensemble Next Dir. Lin Liao |

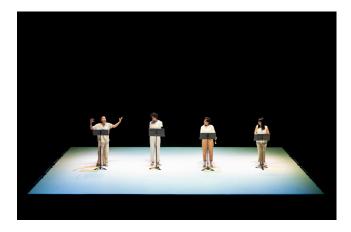
L'académie ManiFeste – du 17 juin au 1er juillet 2023

| Objectifs | Immersion dans la création d'aujourd'hui Formation en écriture musicale, acoustique et électronique, composition instantanée, interprétation du répertoire contemporain Exposition de la jeune création au public Professionnalisation des stagiaires |
|--------------------|--|
| Équipe pédagogique | Compositeurs: Ariadna Alsina Tarrés, Sofia Avramidou, Edith Canat de Chizy, Francesco Filidei, Núria Giménez Comas, Isabel Mundry, Roque Rivas, Aïda Shirazi Metteuse en scène: Anne Monfort Autrice, compositrice et artiste lyrique: Valérie Philippin Chefs: Lin Liao, Léo Margue Réalisateurs en informatique musicale chargés d'enseignement: Simone Conforti, Sébastien Naves, Johannes Regnier, Claudia Jane Scroccaro Chercheurs: Frédéric Bevilacqua, Henri Boutin, Marco Fiorini, Thomas Hélie, Mikhail Malt, Nicolas Misdariis, Robert Piéchaud Musiciens-coachs de l'Ensemble intercontemporain: Sophie Cherrier (flûte), Alain Billard (clarinette), Philippe Grauvogel (hautbois), Lucas Lipari-Mayer, Clément Saunier (trompette), Dimitri Vassilakis (piano), Gilles Durot, Samuel Favre (percussions), Hae-Sun Kang (violon), Odile Auboin, John Stulz (alto), Éric-Maria Couturier (violoncelle), Nicolas Crosse (contrebasse) |
| Stagiaires | 106 participants, actifs et auditeurs : compositeurs, musiciens, musicologues, enseignants, chercheurs, etc. 28 ans de moyenne d'âge (18 à 54 ans) 30 nationalités (50 % Europe, 27 % Amérique, 22 % Asie, 1 % Océanie) 52 % de femmes participantes (actives et auditrices) |
| Contenu | 408 heures de rencontres en ligne en amont, sessions de travail, classes, ateliers, répétitions, transmissions théoriques, échanges informels 6 sorties d'ateliers ouvertes au public de ManiFeste 12 pièces en création mondiale 9 œuvres du répertoire contemporain |
| Partenariats | Conservatoire national supérieur d'art dramatique de Paris Council on International Educational Exchange (universités américaines) École nationale supérieure Louis-Lumière Ensemble intercontemporain, ensemble associé permanent Orchestre national d'Île-de-France Pôle supérieur d'enseignement artistique Aubervilliers — La Courneuve — Seine-Saint-Denis, Île-de-France dit « Pôle Sup'93 » Studio Théâtre de Vitry T2G-Théâtre de Gennevilliers |
| Soutiens | Maison de la Musique Contemporaine Réseau ULYSSES, subventionné par le programme Europe créative de l'Union européenne Sacem |

Programme académie-2023

| Ateliers & master classes | Dates | Encadrement & Artistes | Participants | Caractéristiques |
|---|-----------------------------------|--|--|---|
| Prix ÉLAN 2023 | 19 - 24 juin | Isabel Mundry Édith Canat de Chizy Orchestre national d'Île-de-France Dir. Léo Margue | Leehwa Hong Selim Jeon Andrzej Ojczenasz | Atelier de composition et concours international de composition pour orchestre, en partenariat avec la Maison de la Musique Contemporaine et les Éditions Durand-Salabert-Eschig |
| Musique de chambre | 26 juin - 1 ^{er} juillet | Francesco Filidei Solistes de l'Ensemble intercontemporain | Claudia Sofía Alvarez Cuba Konstantinos Baras Carolina Cerezo Dávila* Félix Roth Żaneta Rydzewska Peter Shin Rick Van Veldhuizen* Anibal Vidal | Atelier de composition sans chef, pour musique de chambre (du duo au quatuor), centré sur la construction de la forme |
| In Vivo Théâtre Fantasticalité | 6 - 13 avril 19 - 30 juin | Núria Giménez Comas Anne Monfort | Lanqing Ding Damián Gorandi Mireia Pelissa Martín Baptiste Ruhlman Étudiants du cursus Jouer et mettre en scène du Conservatoire national supérieur d'art dramatique: Clémence Coullon, Myriam Fichter, Olenka llunga, Eva Lallier Juan, Julie Tedesco, Padrig Vion Élève au conservatoire Edgard-Varèse musique et danse de Genne- villiers: Clara Lloret | Atelier de composition autour de la question du fantastique sur les textes de deux autrices francophones: - Port-au-Prince et sa douce nuit de Gaëlle Bien-Aimé (Haïti) - Praia Do Eldorado de Dodji Do Rego (Bénin) |
| Improvisation Voix et électronique #dans le cadre du projet REACH soutenu par le Conseil européen de la recherche dans le cadre du programme Horizon 2020 (Grant ERC- 2019-ADG #883313) et du projet MERCI soutenu par l'Agence nationale de la recherche (Grant ANR- 19- CE33-001) | 19 - 24 juin | Valérie Philippin Claudia Jane Scroccaro, Mikhail Malt | Beatrice Arrigoni Lise Borel Sarah Brabo-Durand Guilherme De Almeida Ninon Demange Paolo Leonardi* Kanae Mizobuchi Virgile Pellerin Olga Siemienczuk | Atelier sur les langages vocaux contemporains et l'informatique musicale, à travers des jeux d'improvisation guidée, d'expérimentation et de découverte des derniers logiciels d'improvisation développés à l'Ircam (OMax, Somax2 et Dicy2) |

^{*} dans le cadre du programme « ULYSSES journey », avec le soutien du réseau ULYSSES, subventionné par le programme Europe créative de l'Union européenne



Répétitions de l'atelier In Vivo Théâtre Fantasticalité © Quentin Chevrier



L'Ensemble ULYSSES et l'Ensemble intercontemporain, sous la baguette de Lin Liao © Quentin Chevrier

| Ateliers & master classes | Dates | Encadrement & Artistes | Participants | Caractéristiques |
|------------------------------------|-----------------------------------|---|---|--|
| Interprétation des musiques mixtes | 19 juin - 1 ^{er} juillet | Simone Conforti, Sébastien Naves, Johannes Régnier | Orkun Akyol Jihyun Kim Richard McReynolds Felix Römer Élèves du Pôle Sup'93: Vincent Brecheteau (guitare), Lucas Montana Sarmiento (saxophone), Yonathan Navia (clarinette), Valentin Servoir (percussions), Marine Veith (harpe) Élèves ingénieurs du son de l'ENS Louis-Lumière: Thomas Guillory, Venance Joffrion, Vincent Meurisse, Louan Uzel | Atelier de mise en situation professionnelle dans la préparation musicale, technique, logistique des répétitions en vue d'un concert de musique mixte |
| Ensemble ULYSSES 2023 | 26 juin - 1 ^{er} juillet | Solistes de l'Ensemble intercontemporain Dir. Lin Liao | Teresa Costa (flûte) Riccardo Acciarino (clarinette) Yannaël Ortega (trompette) Juliette Dournaud (piano) Nikki Huang (percussion) Solanch Sosa (violon) Nora Vetter (alto) David Moran (violoncelle) Cheffe assistante: Beatriz Fernandez Aucejo Ensemble NEXT: Jasmine Daquin (hautbois), Miho Kiyokawa (saxophone), Julia Sinoimeri (accordéon) Élève du Pôle Sup Boulogne-Billancourt: Jessica Simon (trombone) | Master classe d'interprétation, avec coaching personnalisé pour un ensemble de jeunes musiciens vivant en Europe qui parcourt plusieurs festivals et académies du réseau ULYSSES |

| Activités communes | Intervenants | Caractéristiques |
|--|--|---|
| Cours de composition | Edith Canat de Chizy Francesco Filidei Isabel Mundry | Parcours musical, analyses d'œuvres, échanges avec les participants |
| Analyses d'œuvres | Ariana Alsina Tarrés <i>Split screen vestiges</i> Sofia Avramidou <i>Géranomachie</i> Roque Rivas <i>Assemblage</i> Aida Shirazi <i>T O R N</i> | Analyses d'œuvres créées ou présentées durant le festival ManiFeste-2023 |
| Cours instrumentaux pour compositeurs | Éric-Maria Couturier (violoncelle) Clément Saunier (trompette) Nicolas Crosse (contrebasse) John Stulz (alto) | Présentation du répertoire et des modes de jeux spécifiques, questions de notation, échanges avec les participants |
| Rencontre autour de Luciano Berio | Héloïse Demoz Philippe Langlois | Portrait du compositeur Luciano Berio et retour sur une œuvre majeure de son répertoire <i>la Sequenza III</i> pour voix, interprétée par Valérie Philippin |
| Présentation du Cursus | Pierre Jodlowski Philippe Langlois avec les compositeurs du Cursus: Anna Arkhushyna et Henri Colombat | Introduction au Cursus de composition et d'informatique musicale de l'Ircam et de ses enjeux |
| Présentations des équipes de recherche de l'Ircam | Nicolas Misdariis Fréderic Bevilacqua, Diemo Schwartz Henri Boutin, Thomas Hélie Marco Fiorini Robert Piéchaud | Présentation de l'UMR et de l'équipe Perception et Design Sonores Interactions musicales et gestuelles Contrôle des instruments de musique et session d'improvisation avec Snail Analyser Présentation et session d'improvisation avec Somax2 Présentation du logiciel de lutherie virtuelle Modalys |
| Visite de l'Ircam | Deborah Lopatin | Visite guidée de l'Ircam, ses studios, sa chambre anéchoïque, l'Espace de projection |
| Médiathèque | Jérôme Boutinot, Aurore Baudin | Accès privilégié au fonds documentaire de la médiathèque |
| Sorties d'atelier | | Accès gratuit à toutes les sorties d'ateliers et master classes |
| Concerts | | Tarifs privilégiés pour les concerts du festival |
| Forum Ircam | | Tarif privilégié pour l'accès aux logiciels de l'Ircam |



Cours de Clément Saunier de l'Ensemble intercontemporain © Natacha Moënne-Loccoz

La transmission

FORMATIONS SUPÉRIEURES

■ Cursus de composition et d'informatique musicale

Promotion 2022-2023

- Compositeur associé au Cursus depuis 2021 : Pierre Jodlowski
- 12 mois de formation (octobre 2022 septembre 2023)
- Mise en place de 4 workshops thématiques: image, danse, texte, improvisation
- Poursuite de l'ouverture du Cursus: les projets finaux des compositrices et compositeurs prennent des formes très diverses (musique mixte, électronique et vidéo, performance dansée, etc.)
- Interprètes professionnels participant au concert du Cursus



Promotion Cursus 2022-23 © Deborah Lopatin

Debouts: Masahiro Aogaki, Andrew Harlan, Anna Arkushyna,

Jawher Matmati, Tomislav Oliver

Assis: Engin Dağlık, Simon Kanzler, Omer Barash, Kirsten Milenko,

Henri Colombat

| Effectif | 10 compositrices et compositeurs (2 femmes, 8 hommes): Masahiro Aogaki, Anna Arkushyna, Omer Barash, Henri Colombat, Engin Dağlık, Andrew Harlan, Simon Kanzler, Jawher Matmati, Kirsten Milenko, Tomislav Oliver |
|-------------------------|---|
| Nationalité | Japon, Ukraine, Israël, France, Turquie, États-Unis, Allemagne, Tunisie, Australie, Croatie |
| Équipe pédagogique | Simone Conforti, Jean Lochard, Grégoire Lorieux, Sébastien Naves, Johannes Régnier, Claudia Jane Scroccaro (RimCe) et Pierre Jodlowski, compositeur associé au Cursus Coordination pédagogique : Murielle Ducas |
| Durée de la formation | 12 mois, 10 octobre 2022 – 29 septembre 2023, 800 heures de formation/stagiaire incluant cours magistraux, TD, workshops, suivi individualisé, conférences, répétitions, concert |
| Artistes invités | Véronique Caye, Carmine Emanuele Cella, Sabina Covarrubias, Benjamin de la Fuente, Laure Gauthier, Irène Gayraud, Kaya Kołodziejczyk, Brigitta Muntendorf, Lionel Parlier, Marco Stroppa, Charles-David Wajnberg Scientifiques: Axel Roebel, Frédérik Bous, Mikhail Malt |
| Workshops | Workshop danse et électronique encadré par Kaya Kołodziejczyk, Pierre Jodlowski et l'équipe des RimCe Workshop improvisation et électronique encadré par Benjamin de la Fuente, Pierre Jodlowski et l'équipe des RimCe |
| Contenu de la formation | Le Cursus est un programme unique de formation en informatique musicale destiné à de jeunes compositrices et compositeurs. Tout au long de l'année, d'octobre à septembre de l'année suivante, les étudiants acquièrent une solide autonomie technique et la maîtrise de plusieurs programmes informatiques orientés vers la création artistique. Des mini-projets permettent de valider les acquis techniques. Les projets finaux des stagiaires sont présentés au mois de septembre lors d'un concert public dans le cadre de la saison musicale de l'Ircam |
| Restitution des projets | Les 14 et 21 septembre à l'Ircam, Espace de projection |
| Partenaires | CNSMDP, CNSMDL, HEM de Genève, Académie supérieure de Musique-HEAR, PSBB, Cité internationale des arts |

Les projets finaux des compositrices et compositeurs du Cursus

| Nom | Pays | Titre du projet final | Effectif | Interprètes | Encadr. pédag. Ircam |
|-----------------|-----------------------|----------------------------------|---|--|----------------------|
| Masahiro Aogaki | Japon | (K)not(s) I | soprano et électronique | Myrianne Fleur | S. Conforti |
| Anna Arkushyna | Ukraine | en ciel enflammée | soprano et électronique | Viktoriia Vitrenko | C J. Scroccaro |
| Omer Barash | Israël | G.N.Z. | voix et électronique | Benjamin Alunni | C J. Scroccaro |
| Henri Colombat | France/ États-Unis | Étude sur le manque | alto et électronique | Hortense Fourrier | S. Naves |
| Engin Dağlık | Turquie | une clarté piqua les ténèbres | piano droit, plaque tonnerre, 6 lignes de pêche et électronique | Carolina Santiago | S. Conforti |
| Andrew Harlan | États-Unis | nested catastrophes | percussion, pierres, lumière et électronique | Olivia Martin | J. Régnier |
| Simon Kanzler | Allemagne | NiNe StEpS To HELL | percussion et électronique interactive | Corentin Marillier | C J. Scroccaro |
| Jawher Matmati | Tunisie | Ricercar | accordéon et électronique | Vincent Gailly | S. Naves |
| Kirsten Milenko | Australie | Tempête | soprano et électronique | Béatrice de Larragoitï | S. Naves |
| Tomislav Oliver | Croatie | Percées de lumière | saxophone, vidéo et électronique | Joshua Hyde (saxophone) Goran Njezič (vidéo) | J. Régnier |



Carolina Santiago © Murielle Ducas



Corentin Marillier © Murielle Ducas

■ ATIAM – Acoustique, Traitement du signal, Informatique Appliqués à la Musique



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









| 1 ^{re} promotion | 1993 |
|--|--|
| Partenaires | Sorbonne Université, Ircam, Télécom Paris |
| Coordination | Thomas Hélie (Ircam, CNRS) Cyrielle Fiolet (Ircam, Pédagogie et documentation) |
| Correspondants Sorbonne Université | Benoît Fabre/Jean-Loïc Le Carrou (master sciences pour l'ingénieur, acoustique) Emmanuel Saint-James (master informatique, SAR) |
| Équipe enseignante | 25 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 |

Découvrir l'équipe et les enseignements d'ATIAM

Promotion 2022-2023

| Recrutement | 38 dossiers de candidature Présélection sur dossier et entretien de motivation |
|-------------|---|
| Promotion | 16 personnes diplômées Établissements d'origine : Sorbonne Université, Télécom Paris, ENS Paris-Saclay, UTC, etc. |
| Temps forts | Départs en stage à partir de mi-février 2023 Soutenances de stage les 7 et 8 septembre 2023 à l'Ircam |



Promotion ATIAM 2022-23 © Deborah Lopatin

 $2^{\rm e}$ rang: Théo Nguyen, Henri Desvallées, Louis Lalay, Armand Schwarz, Victor Bigand, Ivan Meresman Higgs, Quentin Le Gall, Côme Peladeau, Ulysse Lefeuvre, Mathilde Lefebvre, Amélie Picard, Malena Fouillou

1er rang: Pierre Chouteau, Romain Caron, Léo Chédin,

Gabriela Bittencourt, Clémentine Berger Absent sur la photo: Hugo Audas

■ DNSEP Design sonore – ESAD TALM

L'École supérieure d'art et de design TALM, en collaboration avec l'Ircam, l'ENSCI-les Ateliers (École nationale supérieure de création industrielle) et le Laum (Laboratoire d'acoustique de l'université du Mans), délivre une formation diplômante préparant au métier de designer sonore, sur le site du Mans.

Découvrir l'équipe et les enseignements du DNSEP Design sonore

Promotions 2023-2024

| Promotion année 4 | Evelyn Barrault, Santiago Fraga Proana, Méloir Hémet, Prune Huguet, Eve Raimbault, Eva Sandells, Baptiste Saule, Felix Thiebaut, Gabin Vitoux, Colin Wagnon De Segundo, Hongli Wang |
|-------------------|---|
| Promotion année 5 | Marin Duval, Mélanie Faber, Tristan Leroy, Sarah Marchal, Clara Vermersch, Éléonore Vialatte |

Workshop applicatif

Chaque année, un workshop applicatif de 2 semaines permet aux élèves de réaliser un projet de design sonore sur la base d'une commande faite par un partenaire industriel ou institutionnel.

Workshop 2023-2024 – du 16 au 27 octobre 2023

| Partenaires associés | Département de la Sarthe |
|----------------------------|--|
| Coordination | ESAD TALM |
| Encadrement pédagogique | ESAD TALM : Rodolphe Alexis, Fabien Bourdier, Ludovic Germain, Olivier Houix Ircam : Nicolas Misdariis, Patrick Susini |
| Thématique | Dispositifs de scénographies et de signalétiques sonores pour l'Abbaye de l'Épau |



Lancement du workshop à l'Abbaye de l'Épau © Olivier Houix



Séance de travail pendant le workshop © Olivier Houix

■ Initiation à la spatialisation dans Max pour les étudiants ingénieurs du son (3e année) de La Fémis

Programme: réalisation de modules de spatialisation avec les objets standard de Max et utilisation de la librairie Spat développée à l'Ircam.

15, 16 et 17 mai 2023, 18h de formation assurée Joao Svidzinski Stagiaires: Orion Benetos, David Benoit, Thouraya El Ouadie, Lucie Kreutzer, Clara Nicolas, Coppélia Robert.

■ Chaire supersonique #3 « exposer, monter, habiter le son », en collaboration avec les Beaux-Arts de Paris

La chaire Supersonique permet à une dizaine de jeunes artistes des Beaux-Arts de Paris de se familiariser durant un an avec les technologies du son, en lien avec les arts plastiques, la vidéo, l'installation, la performance, etc. Les étudiants ont développé par petits groupes, en collaboration avec une compositrice et un compositeur issus du Cursus de composition et d'informatique musicale de l'Ircam, des projets au croisement des arts visuels et du son. Espace de liberté, d'expérimentation et d'innovation, «Supersonique» offre ainsi à ces jeunes plasticiens et musiciens la possibilité de créer ensemble des projets artistiques où le son, combiné avec le corps, la performance, l'image, la matière, dessine un nouvel espace visuel et sonore. Ces projets ont été présentés à la chapelle des Petits-Augustins aux Beaux-Arts de Paris.

Workshop du 23 au 27 janvier 2023

Organisé aux Beaux-Arts de Paris dans le cadre de Supersonique #3, avec Charlie Aubry.

Improvisations collectives autour d'une règle du jeu écrite collégialement: « Mixette Master ».

Au programme: jeux, enregistrements, machines, bandes, tables de mixage, partitions et sérigraphie.

Étudiants participant au projet Supersonique

11 étudiants des Beaux-Arts de Paris: Soraya Abdelhouaret, Cassius Baron, Margot Bernard, Valentin Bonnet, Circé Cherry, Clara Eon, Anaïs Fontanges, Vincent Isabel, Noemi Leneman, Sophie Torell et Lucie Wahl.

1 compositeur: Sebastian Adams et 1 compositrice: Sachie Kobayashi.

Restitution des projets « Mixette master » le 17 mai à la chapelle des Petits-Augustins des Beaux-Arts de Paris.

Encadrement pédagogique: Sébastien Naves, Claudia Jane Scroccaro (Ircam), Vincent Rioux, Julien Sirjacq, Julien Prévieux, Angelica Mesiti (Beaux-Arts de Paris).



Affiche de Supersonique #3



Séance de travail aux Beaux-Arts de Paris, octobre 2023 ©Murielle Ducas

■ Parcours musique mixte 2022-2023

<u>Objectif:</u> initier et familiariser de jeunes instrumentistes au répertoire et au jeu de la musique mixte à travers un programme d'œuvres du répertoire Ircam.

- Phase 1 octobre/mars: un atelier de découverte des outils informatiques à l'Ircam, 4 répétitions d'1h30 avec un RimCe et un ingénieur du son Ircam, enregistrement des pièces au Pôle Sup'93 d'Aubervilliers-La Courneuve fin mars 2023.
- Phase 2: travail des pièces avec les RIM stagiaires de l'atelier des musiques mixtes pendant l'académie ManiFeste-2023 et concert donné à l'Ircam, Espace de projection, le 29 juin.

Étudiants musiciens du Pôle Sup'93 participant au PMM: Vincent Brecheteau (guitare classique), Yonathan Navia (clarinette), Luca Montana Sarmiento (saxophone), Valentin Servois (percussion), Marine Veith (harpe).

Encadrement pédagogique: Simone Conforti, Sébastien Naves, Johannes Régnier (Ircam), Matteo Cesari (Pôle Sup'93).

■ Atelier de captation des musiques mixtes, en lien avec le concert de l'atelier des musiques mixtes (académie-2023)

Atelier sur l'apprentissage et la maîtrise de la captation audio d'œuvres de musique mixte à travers des sessions de travail sur des logiciels dédiés, notamment Spat, des séances d'enregistrement et de montage audio en studio et la captation du concert sous plusieurs formats d'enregistrement (stéréo, multicanal et binaural).

Participants: Thomas Guillory, Venance Joffrion,

Vincent Meurisse, Louan Uzel, élèves ingénieurs du son de l'École nationale supérieure Louis-Lumière.

<u>Encadrement pédagogique</u>: Sébastien Naves (Ircam), Alan Blum (ENS Louis-Lumière).

FORMATIONS SUPÉRIEURES INTERNATIONALES

■ NYU - New York University

| 1 ^{re} promotion | 2015 |
|---------------------------|---|
| Partenaire | New York University (Music Technology Program) |
| Coordination Ircam | Philippe Langlois (Ircam, Direction Pédagogie et documentation) Cyrielle Fiolet (Ircam, Pédagogie et documentation) |
| Équipe enseignante | Tom Mays (HEAR, université de Strasbourg) Simone Conforti (RimCe, Ircam) Interventions de l'équipe ISMM |
| Objectifs | Acquérir des compétences en analyse/synthèse temps réel, composition assistée par ordinateur en temps réel et spatialisation; découvrir l'Ircam, ses projets de recherche et des œuvres de son répertoire |
| Activités | Participation aux ateliers du Forum, concerts de la saison, etc. |
| Session 2023 | Du 30 janvier au 15 mai – 8 étudiants |

■ Module Spat pour les étudiants du C-Lab à Taipei

| 1re promotion 2020 Partenaire C-Lab (Taipei) Coordination Ircam Philippe Langlois (Ircam, Direction Pédagogie et documentation) Murielle Ducas (Ircam, Pédagogie et documentation) Équipe enseignante Jean Lochard et Johannes Régnier (Ircam) Objectifs Apprendre à combiner des objets Max pour construire un patch de concert intégrant des lecteurs de fichiers sonores, des effets et de la spatialisation Session 2023 octobre 2022 – octobre 2023 | | |
|--|---------------------------|---|
| Coordination Ircam Philippe Langlois (Ircam, Direction Pédagogie et documentation) Murielle Ducas (Ircam, Pédagogie et documentation) Équipe enseignante Jean Lochard et Johannes Régnier (Ircam) Objectifs Apprendre à combiner des objets Max pour construire un patch de concert intégrant des lecteurs de fichiers sonores, des effets et de la spatialisation | 1 ^{re} promotion | 2020 |
| Direction Pédagogie et documentation) Murielle Ducas (Ircam, Pédagogie et documentation) Équipe enseignante Jean Lochard et Johannes Régnier (Ircam) Objectifs Apprendre à combiner des objets Max pour construire un patch de concert intégrant des lecteurs de fichiers sonores, des effets et de la spatialisation | Partenaire | C-Lab (Taipei) |
| Objectifs Apprendre à combiner des objets Max pour construire un patch de concert intégrant des lecteurs de fichiers sonores, des effets et de la spatialisation | Coordination Ircam | Direction Pédagogie et documentation) Murielle Ducas (Ircam, Pédagogie et |
| construire un patch de concert intégrant des lecteurs de fichiers sonores, des effets et de la spatialisation | Équipe enseignante | Jean Lochard et Johannes Régnier (Ircam) |
| Session 2023 octobre 2022 – octobre 2023 | Objectifs | construire un patch de concert intégrant des lecteurs de fichiers sonores, des effets et |
| 10 stagiaires : Wen-Chia Lien, Wei Lin, Jing-Shiuan Tseng, Yuan-Chi Tsao, Hui-Wen Liu, Chih-Te Wang, Ying-Ting Lin, Nathan Au, Chih-Ming Feng | Session 2023 | 10 stagiaires : Wen-Chia Lien, Wei Lin, Jing-Shiuan Tseng, Yuan-Chi Tsao, Hui-Wen Liu, Chih-Te Wang, Ying-Ting Lin, Nathan Au, |
| Workshop (Taipei) 24-29 octobre: workshop encadré par Johannes Régnier au C-Lab à Taipei Approfondissement des projets personnels et session collective pour les ingénieurs du son du C-Lab Participants et reprise des projets de: Feng Zi-Ming, Wang Chih-Te, Huang Chi-Yen, Chang Yu-Hsin, Lien Wen Chia, Shyu Li-Hsin | Workshop (Taipei) | Régnier au C-Lab à Taipei Approfondissement des projets personnels et session collective pour les ingénieurs du son du C-Lab Participants et reprise des projets de: Feng Zi-Ming, Wang Chih-Te, Huang Chi-Yen, Chang |
| Concert Dimanche 28 octobre 2023, C-Lab, Taipei | Concert | Dimanche 28 octobre 2023, C-Lab, Taipei |

■ CIEE - Council on International Educational Exchange

| | T |
|---------------------------|---|
| 1 ^{re} promotion | 2013 |
| Partenaire | Council on International Educational Exchange |
| Coordination Ircam | Cyrielle Fiolet (Ircam, Pédagogie et documentation) |
| Équipe enseignante | Max Ardito, Pierre Guillot (Ircam) |
| Objectifs | Délivrer les compétences nécessaires à la réalisation de projets artistiques (composition électroacoustique, installation multimédia, performance sonore, etc.) avec le logiciel Max et les logiciels de l'Ircam (ASAP, Partiels, etc.) Un projet personnel est présenté lors d'une restitution à la fin du programme |
| Activités | Cours et travaux pratiques, concerts du festival ManiFeste, participation aux activités de l'académie, visites d'expositions, etc. |
| Session 2023 | 6-30 juin 6 étudiants |



Restitution finale du groupe CIEE en salle Stravinsky le 30 juin 2023 © Cyrielle Fiolet

FORMATION PROFESSIONNELLE

■ Formations

| Saison 2022/23 | Dates | Lieu | Durée | Stagiaires | Formateurs/ formatrices | Taux de remplissage |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|-------|---------------|------------------------------|---------------------|
| Certification Max niveau 1 | 23-28 janvier | Ircam | 36h | 7 | J. Regnier | 70 % |
| Spatialisation sonore | 7-10 février | Ircam | 36h | 6 | S. Conforti L. Pagliei | 60 % |
| Max perfectionnement Certication Max niveau 2 | 6-11 mars | Ircam | 36h | 10 | J. Regnier | 100 % |
| Max for Live | 3-8 avril | Ircam | 36h | 4 | S. Naves C J. Scroccaro | 40 % |
| Capteurs, interfaces et machine learning interactif pour la musique | 9-12 mai | Ircam | 24h | 10 | F. Bevilacqua E. Fléty | 100 % |
| Max perfectionnement, en anglais | 11 avril-10 mai | Online | 24h | 5 | S. Conforti | 62,50 % |
| Saison 2023/24 | Dates | Lieu | Durée | Stagiaires | Formateurs/ formatrices | Taux de remplissage |
| Max initiation Certification Max niveau 1 | 20-25 novembre | Ircam | 36h | 9 | S. Conforti G. Lorieux | 90 % |
| Design d'expériences audio sur le Web | 4-6 décembre | Ircam | 18h | 6 | B. Matuszewski | 60 % |
| OpenMusic en anglais | 13-21 décembre | Online | 12h | 8 | C J. Scroccaro | 100 % |
| 9 formations maintenues | 35 jours et 12 demi-journées | 7 sessions à l'Ircam 2 online | 246h | 65 stagiaires | 9 formateurs /formatrices | 75,83 % |

Coordination pédagogique: Stéphanie Leroy

■ Qualité et certification



La certification Qualiopi a été délivrée au titre de la catégorie d'actions suivante: ACTIONS DE FORMATION

L'audit de surveillance atteste et réaffirme le niveau de qualité et d'engagement de l'Ircam dans le processus mis en œuvre pour assurer la pertinence et l'efficacité de ses formations.

■ Communication

Cours d'initiation en direct de Max for Live sur le site d'Audiofanzine par Jean Lochard.

PRODUCTION AUDIOVISUELLE ET MULTIMÉDIA

■ Images d'une œuvre

Coordination audiovisuelle: Murielle Ducas

2 films Images d'une œuvre en cours de réalisation

 Images d'une œuvre « hors collection », projet Janus Production d'un film documentaire sur le projet Janus qui rassemble 4 jeunes compositeurs et compositrices – Ariadna Alsina Tarrés, Justina Repeckaité, Jug Markovic, Adrien Trybucki – et la maîtrise du Centre de musique baroque de Versailles

Production déléguée: Melocoton Films

Coproduction: CMBV, Ircam Réalisation: Laure Bourru Projet en cours jusqu'en 2025 • Images d'une œuvre n° 30 sur la Musique-Fiction *Trois femmes disparaissent* d'Hélène Frappat

Musique: Para One

Adaptation et mise en son: Nathalie Pivain Production: Ircam-Centre Pompidou Réalisation: Sabine Massenet Tournage en cours en 2023



Séance de tournage, *Trois femmes disparaissent*, en studio 5 © Murielle Ducas

■ Rencontres métiers

Les rencontres ont été organisées par le département Pédagogie et documentation de janvier à mai 2023.

| Coordination | Cyrielle Fiolet |
|--------------|---|
| Guides | Aurore Baudin, Jérôme Boutinot, Cyrielle Fiolet, Philippe Langlois, Deborah Lopatin |
| Public | Élèves à partir de la 4 ^e |
| Objectifs | Par l'entrée métier, permettre aux élèves de comprendre les missions de l'Ircam au croisement entre création artistique et recherche scientifique |
| Contenu | Visite de l'Ircam (histoire et missions de l'institut, spécificités du bâtiment, etc.) Conférence-rencontre avec un professionnel de l'Ircam, présentation de son métier et de son parcours personnel |

Chiffres clés 2023

| Nombre de rencontres organisées | 13 |
|---------------------------------|---|
| Nombre de personnes accueillies | 306 |
| Type d'établissements | Lycées, collèges, universités, écoles de musique |
| Métiers | Compositrice, réalisateur en informatique musicale |

PÔLE DOCUMENTAIRE

■ Médiathèque



Nouvelles entrées au catalogue

546 nouveaux documents ont intégré notre fonds. Parmi eux, de nombreux documents nous ont été donnés par le centre de ressources de Futurs composés.

La liste des acquisitions réalisées par la médiathèque en 2023 peut être consultée à cette adresse :

https://www.ircam.fr/media/uploads/transmission/Ressources/mediatheque_nouveautes_2023.pdf

| Livres | 108 |
|-----------------------|-----|
| Partitions | 219 |
| CD-vinyles | 111 |
| Nombre de périodiques | 108 |

Accueil des lecteurs

| Ircam | Abonnés | Non abonnés | Demandes extérieures | Visites | Total |
|-------|---------|-------------|-------------------------|---------|-------|
| 330 | 232 | 526 | 48 | 717 | 1853 |

Archives sonores et audiovisuelles

La médiathèque conserve la mémoire institutionnelle en ajoutant au quotidien, dans la base de données Médias, des archives sonores et audiovisuelles des événements en cours ou passés des saisons artistiques et scientifiques de l'Ircam. Trois collaborateurs ont travaillé à l'enrichissement de cette base de données: Éric de Gélis (service production), Aurore Baudin et Jérôme Boutinot (pôle documentaire).

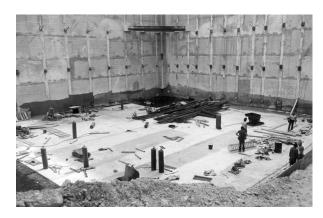
| Nombre de fichiers audiovisuels ajoutés dans | Médias | 321 |
|--|--------|-----|
|--|--------|-----|

Installation permanente dans l'espace musique de la Bibliothèque Publique d'Information d'un poste de consultation de nos bases de données hypermédia.

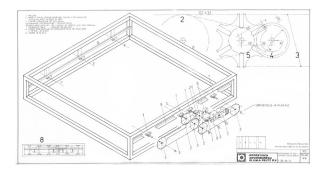
■ Valorisation documentaire

3 expositions ont eu lieu à la médiathèque en 2023.

Janvier: « L'expro ». À l'occasion de sa réouverture, exposition autour de l'Espace de projection, de son histoire, de sa construction à sa rénovation, en marge des journées Portes ouvertes des 13 et 14 janvier. L'exposition portait essentiellement sur des archives (photographies, plans) venues des services de l'Ircam, notamment de la Régie bâtiment. Pour les accompagner, des archives sonores et audiovisuelles illustraient le fonctionnement de la salle.



Le chantier de construction de l'Espro – infrastructure © DR



Mécanismes de commande d'un périacte © DR



L'Espro en rénovation, novembre 2021 © Philippe Barbosa

 Mars: exposition autour du compositeur Georges Aperghis, conçue par François-Xavier Féron, en marge de la « Rencontre autour d'un livre » organisée avec l'équipe Analyse des pratiques musicales et présentant des extraits de partitions et des vidéos d'enregistrement de performances ou des documentaires sur le compositeur.



Salle de lecture pendant l'exposition « De l'ATEM à l'Ircam. Un aperçu de l'univers artistique de Georges Aperghis » © Jean-Paul Rodrigues



Détail de l'exposition : Poppy, le robot de *Thinking things* de Georges Aperghis ©Jean-Paul Rodrigues

 Juin: «La voix des voies», exposition consacrée à Luciano Berio avec la recréation de sa pièce Laborintus II en ouverture du festival ManiFeste. Exposition bilingue, conçue autour de la voix dans son œuvre, qui proposait un parcours thématique enrichi de monographies, partitions et d'enregistrements audiovisuels.



Présentoir d'entrée de l'exposition « La Voix des Voies » © Jean-Paul Rodrigues

• 21 juin, à la Bibliothèque Publique d'Information: rencontre avec Héloïse Demoz, Philippe Langlois et Valérie Philippin sur le thème de la voix dans la *Sequenza III* de Luciano Berio.

Activité pédagogique

En janvier, la médiathèque a accueilli pour une visite le Laboratoire d'histoire permanente animé par Antoine de Baecque.

En octobre, nous avons accueilli, comme depuis plusieurs années, les étudiants du diplôme Ingénierie sonore de l'INA pour une visite de la médiathèque et un échange autour de la musique électronique. Ils ont pu parcourir des partitions de pièces mixtes et être sensibilisés à la notation de l'électronique.

Tout au long de l'année, des visites de la médiathèque ont été assurées pour des étudiants de New York University, IFA La Musse, le lycée autogéré de Paris, l'École des Mines ParisTech, l'ENS Louis-Lumière, la Cité des arts et pour nos collègues de la médiathèque musicale de Paris.

Rencontres autour d'un livre

16 mars, table ronde: «Un bouquet d'images pour causer musique» avec Georges Aperghis, Nicolas Donin, Anne Montaron, Sébastien Gaxie, animée par François-Xavier Féron, autour du livre de Georges Aperghis et Nicolas Donin, *Conversation imagée, 2019-2021* (Philharmonie de Paris, 2022).

5 décembre, table ronde sur Alvin Lucier avec Marcella Lista, Sébastien Roux et Matthieu Saladin, animée par François-Xavier Féron, autour du livre de Matthieu Saladin, *Alvin Lucier, Le même et le différent* (Éditions MF, 2023).

■ Base de données BRAHMS

| Nombre de visites | 320 180 |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Pages vues | 737 817 |
| Consultations depuis l'étranger | 47,76 % (en 2022 : 47,34 %) |

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, programmations, 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 2022 et le premier trimestre 2023.

Les nouvelles commandes de dossiers avec Parcours d'une œuvre ont été décidées au cours d'une réunion du comité éditorial.

Comité éditorial

Aurore Baudin (documentaliste hypermédia)

Jérôme Boutinot (documentaliste hypermédia)

Jonathan Cross (musicologue)

Laurent Feneyrou (musicologue)

Philippe Langlois (musicologue)

Grégoire Lorieux (compositeur, réalisateur en informatique musicale)

Fanny Gribenski (musicologue)

Michèle Tosi (musicologue)

L'ISSN de BRAHMS est 2557-8928.

Le rythme de publication de la base est d'une nouvelle fiche par semaine, chaque lundi, ou une fiche mise à jour pour la première fois depuis 5 ans.

■ Ressources 2.0

Avancée du chantier pour l'élaboration du nouveau portail avec, en septembre 2023, le démarrage de la phase correction des bugs/améliorations.



■ Traduction de BRAHMS

Poursuite de la campagne de traduction de la base BRAHMS (fin 2023: 60 % du nombre total de mots traduits, soit 547 466 mots sur un total de 907 445), accessible au public depuis mai 2022. Les nouvelles publications sont systématiquement traduites et la priorité est donnée à la traduction des parcours de personnes mises en valeur pendant la saison de l'Ircam (Peter Eötvös, en décembre).

| Enrichissement | Compositeurs et compositrices | Auteurs et autrices |
|---------------------------------|--|---|
| 31 nouveaux dossiers | Anna Korsun, Pedro Garcia-Velasquez, Milica Djordjevic, Morton Subotnick, Didem Coşkunseven, Nicole Lizée, Annesley Black, Younghi Pagh-Paan, Nico Muhly, Alexandre Jamar, Justė Janulytė, Josh Levine, José-Miguel Fernandez, Matteo Gualandi, Aida Shirazi, Mathieu Corajod, Michel Redolfi, Lars Petter Hagen, Philippe Hersant, Philip Venables, Francis Dhomont, Claire-Mélanie Sinnhuber, Eivind Buene, Christian Mason, John Tavener, Clara Maïda, Maija Hynninen, Gabriella Smith, Yang Song, Bara Gisladottir, Béatriz Ferreyra | Aurore Baudin, Jérôme Boutinot |
| 4 nouveaux Parcours d'une œuvre | Denis Dufour, Gavin Bryars, Paul Méfano, Vinko Globokar | Vincent Isnard, David Sanson, Pierre Michel, Héloïse Demoz |
| 60 dossiers mis à jour | | Aurore Baudin, Jérôme Boutinot |

Action culturelle

MÉDIATION CULTURELLE

Depuis la réouverture de l'Espace de projection de l'Ircam, le pôle de l'action culturelle s'est fixé l'objectif de créer des projets de médiation avec des publics lycéens et étudiants afin de leur permettre de se rapprocher de certaines œuvres programmées dans la saison et dans le festival ManiFeste.

En ce qui concerne les étudiants, nous nous adressons à des cursus dont les études ne sont pas forcément en rapport direct avec la musique en cherchant à les sensibiliser au phénomène sonore électronique ou à la création en lien avec l'informatique musicale en intégrant cette question à leurs futures pratiques professionnelles.

Après huit années de fermeture de L'Espro, il apparaît important de se concentrer plutôt sur les propositions artistiques présentées sur le plateau Beaubourg afin de recréer, pour une nouvelle génération de spectateurs potentiels, des habitudes de fréquentation de la salle. Généralement ciblés sous une forme collective directement dans les établissements, nous espérons que ces publics «captifs» souhaiteront se rendre à l'Ircam de façon individuelle dans un second temps.

Chaque parcours de médiation inclut une représentation de l'œuvre à laquelle il est rattaché.

PARCOURS D'ÉDUCATION ARTISTIQUE ET CULTURELLE

■ Parcours artistique en lien avec Électro-Odyssées (concert du 12 janvier) de Matteo Franceschini et Lucie Antunes

Intervenant: Matteo Franceschini

Public: 30 élèves de seconde du lycée Maurice Ravel, Paris 20e

Objectifs

- Appréhender la musique contemporaine à travers la notion de spectacle total et des liens entre arts visuels, électronique et musique
- Découvrir les porosités entre musique électro et musique contemporaine, les nouvelles techniques de composition, d'interprétation et de mise en scène
- Explorer les thématiques des relations homme-machine, de la figure de l'artiste à l'heure du numérique

Description du projet

- 2 séances de rencontre et d'atelier participatif avec TOVEL
- 1 rencontre avec TOVEL et 1024 Architecture
- 1 visite de l'Ircam
- Venue au concert du 12 janvier à l'Ircam

■ Parcours artistique en lien avec le concert *Seconde nature* du 17 janvier

Une classe de seconde du lycée Maurice Ravel a été préparée à la découverte du concert *Seconde Nature* dans l'Espace de projection. La programmation de cette soirée rassemblait les œuvres des compositeurs Olivier Messiaen, Natasha Barrett et une création de Florent Caron Darras, *Transfert*, travaillant respectivement sur les notions de paysage sonore et de field recording pour remplacer les sons naturels du paysage par des instruments ou des synthétiseurs. Ces ateliers ont permis aux élèves de découvrir la pratique du paysage sonore, de la musique mixte et la création sonore d'aujourd'hui.

Dates: restitutions à l'Ircam du 13 au 17 janvier; restitution au

lycée le 14 février

Durée: 8 séances de 2h d'octobre 2022 à janvier 2023

Intervenants: Pierrick Pedron, Laurent Cuniot

Public: classe de seconde de la cité scolaire Maurice Ravel,

Paris 20e

35 élèves accompagnés par Morwenna Coquelin, professeure d'histoire-géographie

Objectifs

- Découverte de la musique contemporaine à travers la pratique du field recording en appréhendant ses enjeux
- Découverte de la musique mixte et du répertoire contemporain
- Création sonore collective et fabrication d'une carte sensible et sonore du bois de Vincennes
- Découverte de logiciels de montage et mixage son par la pratique



© Quentin Chevrier

Bilan

Rencontre avec différents métiers de l'Ircam: une visite de l'Ircam a été organisée au cours de laquelle les élèves ont pu découvrir ce lieu de recherche et de création habituellement fermé au public. Clôture du projet avec le concert *Seconde Nature* le 17 janvier, où les élèves ont pu découvrir l'œuvre d'Olivier Messiaen, interprétée par l'ensemble TM+, mais également le travail de la compositrice Natasha Barrett ou encore *Transfert* de Florent Caron Darras. Une soirée qui leur a permis de présenter leur réalisation au public qui venait assister au concert.

■ Ateliers applicatifs du séminaire de la MMC, pour les étudiants en médiation de la culture, en lien avec le concert Constellation Nunes du 17 avril

Pendant la saison 2022-2023, la Maison de la Musique Contemporaine a mis en place, à destination d'étudiants, un séminaire consacré à la médiation de la musique de création. Un volet applicatif en lien avec ce séminaire a été proposé à deux étudiants volontaires pour qu'ils s'exercent à la médiation en lien avec un concert proposé à l'Ircam. Ces deux étudiants ont travaillé à la préparation de séances de médiation pour des élèves de première d'un lycée de Versailles. Ceux-ci ont été préparés à écouter *Nachtmusik* de Nunes.

Pour ce faire, les deux étudiants ont organisé une rencontre préparatoire avec deux musiciens de l'ensemble l'Instant Donné qui devaient interpréter cette pièce lors du concert: Elsa Balas, altiste, et Mathieu Steffanus, clarinettiste. Les deux instrumentistes ont partagé leur travail d'interprétation et leur ressenti par rapport à cette œuvre. Les deux étudiants ont ensuite rencontré Laurent Feneyrou, musicologue de l'équipe Analyse des pratiques musicales de l'Ircam. Ils ont eu également accès à des ressources issues de la médiathèque.

Bilan

Deux séances de médiation ont eu lieu en amont du concert. La classe est ensuite venue assister au concert avec les deux apprentis-médiateurs. Les lycéens avaient également préparé des questions pour les musiciens lors d'une rencontre avec les artistes après le concert.

■ Parcours artistique en lien avec le projet Janus mené avec le CMBV

Description du projet

- Ce parcours a été construit en collaboration avec le CMBV (Centre de musique baroque de Versailles) pour une classe de 4º du collège Philippe de Champaigne à La Verrière
- 2 journées de mini-stage avec le RIM du projet, Johann Philippe, dans le cadre du projet Ville baroque
- Rencontre avec les compositeurs Adrien Trybucki et Ariadna Alsina Tarrés
- Venue au concert le 22 juin



Replay cultural heritage © Quentin Chevrier

■ Replay Cultural Heritage, en lien avec la programmation de Laborintus II de Luciano Berio dans le festival ManiFeste-2023

Initié par le réseau européen ULYSSES, avec le soutien de Creative Europe, Replay Cultural Heritage est mené par l'Ircam de 2021 à 2023 au collège Joliot Curie à Bagneux.

Le projet propose à 14 élèves volontaires, participant au programme Cordées de la réussite, de s'initier à la création sonore par la découverte et la réappropriation d'une œuvre majeure de la musique contemporaine.

Objectifs

- Permettre aux élèves de découvrir les spécificités de l'Ircam
- S'initier à l'utilisation d'outils de création audionumérique
- Découvrir une pièce du répertoire contemporain et en saisir les enjeux compositionnels
- Participer collectivement à la réalisation d'un remake de cette œuvre qui sera présenté à l'issue du parcours lors d'une journée de restitution

Cette saison, les élèves ont été invités à découvrir et à réinterpréter *Laborintus II* afin de se l'approprier. Une dizaine d'ateliers pédagogiques ont été menés par la designer sonore, Kinda Hassan, et la responsable du CDI du collège, Saïda Bouaïss, pour permettre la création collective d'une pièce musicale électronique inspirée de l'œuvre de Luciano Berio.

À la manière de Luciano Berio, les élèves se sont présentés avec des textes forts de sens, matière première de la création musicale finale, qui abordent tout à tour des sujets engagés tels que les luttes pour l'égalité raciale, les droits des femmes, des minorités ouïghoures, les luttes contre les violences sexistes et sexuelles ou encore la surconsommation et le capitalisme.

Bilan

La restitution du projet Replay *Laborintus II* s'est tenue le week-end des 10 et 11 juin 2023 au musée du Centre Pompidou, dans le cadre de leur grand week-end de restitution pédagogique « Viens avec nous ».

Un événement de taille pour les élèves. Le musée étant gratuit tout le week-end, ils ont pu présenter l'histoire de leur création à plusieurs centaines de visiteurs, en français, mais aussi en anglais, et la défendre devant un public très varié, curieux et étonné de la qualité de leur travail.

■ Parcours artistique en lien avec *Holding Present*, concert de l'ensemble lctus donné en juin 2023 dans le cadre de ManiFeste

Organisation d'un workshop de 2 après-midis de 8h, les 8 et 9 juin, pour 18 étudiants danseurs et musiciens du conservatoire Mozart de la Ville de Paris avec Didem Coşkunseven, Tom Pauwels, Ula Sickle, artistes impliqués dans *Holding Present*. Découverte des principes compositionnels et chorégraphiques de la performance *Holding Present*, initiation à la composition électronique pour la danse avec instruments augmentés et instruments non traditionnels, initiation à l'écriture plateau.

Bilan

Mise en pratique des différents principes de composition, d'improvisation à la fois musicaux et chorégraphiques vus pendant le workshop. Cet exercice a conduit à une improvisation collective des étudiants et à une petite restitution de 20 mn donnée au sein du conservatoire à l'issue du workshop. C'est la première fois que des étudiants, musiciens et danseurs, travaillaient ensemble sur un même projet dans ce conservatoire où les disciplines sont très cloisonnées. Une partie de ces étudiants est venue ensuite assister à une représentation de *Holding Present*.

ATELIERS PÉDAGOGIOUES

■ Création de l'atelier Chat-Fictions, confessions d'un bot

Création par Zoé Aegerter et Sacha Sakharov de cet atelier numérique pour les 10-14 ans le 29 novembre en studio 5 à l'Ircam. La fabrique d'un podcast qui explore et déconstruit les agents conversationnels: «Qui» est cette voix qui me parle? D'où vientelle? Qu'est-ce que c'est qu'écrire et lire à l'ère des « machines parlantes »? Pour répondre à ces questions, l'atelier a proposé aux adolescents d'entrer dans la boîte noire d'un agent conversationnel. Ils ont exploré de nouvelles voies pour sortir la machine parlante de la « pensée magique » et redonner toute sa place à la fois au travail humain à l'œuvre dans ses coulisses et aux nouvelles possibilités véhiculées par la voix et le langage.

VISITES DE L'IRCAM ET RENCONTRES-MÉTIERS, PRÉPARATIONS AU CONCERT

■ Visites simples

| Date de la visite | Nombre d'élèves | |
|---|-------------------------|--|
| • 9.2: visite collège de Sarians | • 2 classes – 75 élèves | |
| • 20.3: visite de la classe du projet «Replay» | • 15 élèves | |
| • 4.4: visite orchestre à l'école | • 27 enfants | |
| • 27.4: visites d'enfants, association partenaire de la MMC, | • 14 personnes | |
| avec leurs parents | | |
| • 10.11 matin : 2 visites pour les élèves du lycée Lamartine | • 2 classes – 57 élèves | |
| • 8.12: visite école Du Breuil, projet Sonorisation jardin paysager | • 30 élèves | |
| • 22.12: visite collège Maurice Ravel, projet Musiques minimalistes | • 2 classes – 54 élèves | |
| Total: 7 visites | Total: 272 personnes | |
| | dont: 231 élèves | |

■ Visites avec rencontres-métiers

| Date de la visite | Nombre d'élèves |
|---|----------------------|
| • 22.3 : visite des étudiants de l'école Boulle | • 20 élèves |
| Intervenant: Roque Rivas | |
| • 10.10 : visite des lycéens de l'école | • 25 élèves |
| Maximilien Vox | |
| Intervenant: Roque Rivas | |
| • 10.11 après-midi: visite des étudiants de | • 20 étudiants |
| Maximilien Vox | |
| (classe du projet <i>Croire aux fauves</i>) | |
| Intervenant: Roque Rivas | |
| • 22.11 : visite lycée Mandela à Nantes | • 24 élèves |
| Intervenant: Serge Lemouton | |
| • 27.11 : visite collège Pierre et Marie Curie | • 28 élèves |
| Intervenant: Serge Lemouton | |
| Total: 5 visites avec rencontres-métiers | Total: 107 personnes |
| | dont: 77 élèves |

■ Interventions ponctuelles

| Nature de l'intervention | Date | | Nombre d'élèves | |
|---|---|---|---------------------------------|--|
| Séances de médiation en vue des concerts | • 11.4: atelier Nunes | | • 25 élèves | |
| | • 19.10: médiation ense | emble Itinéraire | • 30 élèves | |
| | au lycée Lamartine | | | |
| | • 20.10: initiation musi | que contemporaine | • 20 étudiants | |
| | à Maximilien Vox | | | |
| | • 26.11 : médiation au concert Murcof | | • 9 élèves | |
| | à l'école Du Breuil | | | |
| | • 7.12 : médiation au concert <i>Nina</i> | | • 30 élèves | |
| | au lycée Lamartine • 12.12 : médiation au concert <i>Nina</i> à Maurice Ravel • 29.11 : séance Atelier Bestio-Robot à l'ircam | | | |
| | | | • 30 élèves | |
| | | | | |
| | | | • 20 élèves | |
| Séance de médiation à l'Ircam • 21.12 : musiciens de l' | | Instant Donné | • 35 élèves | |
| Concerts à l'école | | | • 3 classes (environ 60 élèves) | |
| Total des actions ponctuelles : 7 | | Total des élèves touchés par une ou plusieurs actions : | | |
| | | environ 139 élèves et 20 étudiants | | |

INGÉNIERIE CULTURELLE

À LA SEINE MUSICALE

L'Ircam a remporté un marché public sur 4 années auprès du département des Hauts-de-Seine pour proposer une programmation de plusieurs ateliers pédagogiques en lien avec les technologies et les recherches développées à l'Ircam. Ces ateliers, conçus pour des groupes d'une dizaine d'enfants, se déroulent à un rythme hebdomadaire ou bi-mensuel selon les formats élaborés.

■ Des mots et des sons

Une initiation au design sonore pour les adolescents entre 12 et 16 ans et, en particulier, à la création sonore issue d'un cahier des charges. Cet atelier met en jeu l'outil de co-design SpeaK développé par l'équipe PDS de l'Ircam. Il est animé par le designer sonore Pierrick Pedron.

■ Bestio-Robot

Une initiation à la réalisation des voix de synthèse et à la découverte des agents conversationnels. Cet atelier est animé par Zoé Aegerter et Clotilde Chauvet. Le conseiller scientifique est Nicolas Obin.

■ Lutherie numérique

Une création collective d'instruments numériques insolites grâce au numérique. Atelier animé par Éloi Savatier ou Hippolyte Vesvre.

■ Un atelier field recording

Création d'une carte postale sonore, animé par Éloi Savatier ou Hippolyte Vesvre.

■ Visite architecturale du son

Une visite du bâtiment de la Seine Musicale à travers le prisme sonore et des prises de sons réalisées en direct. Un atelier conçu pour les groupes scolaires (ou constitués) ou pour des familles. Atelier animé par Éloi Savatier, Hippolyte Vesvre ou Julia Bordillon.

3 médiateurs vacataires ont été recrutés et formés pour animer ces ateliers ponctuels.

■ TACT (Toucher Auditionner Composer Transmettre)

Le dispositif multimédia interactif TACT, développé en 2021 et 2022, s'installe en résidence à la Seine Musicale jusqu'en juin 2023 dans le cadre d'une résidence de création. Sa présence donnera lieu à une nouvelle création avec la compositrice Méryll Ampe et la graphiste Mona Hackel. Cette création implique la participation active d'une classe de collégiens de Sèvres. Le vernissage a eu lieu en mars 2023.

DESIGN SONORE

■ Loading — Grand Palais Immersif: ouverture le 6 décembre 2023

Les visiteurs découvrent l'art urbain sous toutes ses facettes, à travers des expériences numériques mises en musique par Roque Rivas qui signe avec l'Ircam le design sonore de l'exposition. Pour chaque salle du parcours de visite, l'Ircam a développé un système d'écoute et d'habillage sonore qui met en relief le support sur lequel les œuvres d'art



Loading © Grand Palais Immersif

urbain ont été matérialisées ainsi que leur environnement. Plusieurs technologies de spatialisation sonore ont été déployées afin de rendre l'expérience immersive la plus intense possible, en recourant notamment au logiciel <u>SPAT Revolution</u> de l'Ircam pour traiter des extraits musicaux obtenus initialement en stéréo. Un travail important a été effectué pour reconfigurer les voix de certains extraits vidéo en utilisant des algorithmes d'IA.

■ Maison de la Musique Contemporaine

Création de l'identité sonore de la MMC. Création d'un kit Web et réseaux sociaux, d'un logo sonore, d'un sonar et d'un fond sonore pour l'évènementiel.

■ Ircam Circus

Création d'une application à l'occasion de la réfection de la fontaine Stravinsky permettant l'écoute sous forme de parcours sonore de 2 œuvres en binaural, à écouter au casque:

- Sept contes de la fontaine de Mikel Urquiza sur un texte d'Hélène Frappat
- L'eau la colonne le fer, œuvre électronique de Sivan Eldar sur un texte de Laura Vazquez
- circus.ircam.fr

CRÉATIONS ARTISTIQUES HORS DE LA SALLE DE CONCERT

■ Submersion

Une création sonore de Méryll Ampe et Mona Hackel pour le dispositif TACT installé à la Seine Musicale.

Cette création sonore est participative car elle a été menée parallèlement à 8 ateliers avec les élèves de 4º du collège de Sèvres. Certains éléments sonores et visuels produits par les élèves ont été inclus dans la création. Celle-ci est exposée à la Seine Musicale de manière permanente depuis mai 2023. Le dispositif, racheté par le département des Hauts-de-Seine, y restera de manière pérenne.

■ Panorama, avec le soutien du programme Mondes Nouveaux

Production d'un nouveau dispositif interactif à la fois visuel et sonore issu de TACT dans une version plus fonctionnelle pour l'itinérance.

Création d'une nouvelle œuvre visuelle et sonore issue d'ateliers participatifs menés avec la classe de l'école primaire de l'île d'Hoëdic en Bretagne.

Panorama a pris place dans le fort de l'île en juillet et août 2023. L'équipe pluridisciplinaire était composée de Zoé Aegerter, designer, Romain Barthélémy, designer sonore. Elle a impliqué également Thomas Goepfer et Frédéric Voisin, RIM, et l'équipe WAM de l'Ircam.

Cette deuxième version de TACT est en exposition permanente dans la galerie de l'Ircam depuis octobre 2023 avec toutes les créations réalisées pour ce dispositif.

Le Forum Ircam

Le Forum Ircam regroupe la communauté internationale des utilisateurs des logiciels de l'Ircam qui sont, pour partie, en accès annuel payant. Ses activités s'organisent autour de trois vecteurs de diffusion et de communication principaux: la plateforme web forum.ircam.fr, les Ateliers Forum annuels à l'Ircam et les Ateliers Hors les Murs

L'année 2023 est marquée par la sortie d'une nouvelle version majeure v4 du site forum.ircam.fr avec un design et une structuration éditoriale totalement remaniés, notamment autour d'un nouveau moteur de recherche, d'importantes avancées des plug-ins ASAP et de l'application Partiels accompagnées de nombreuses nouveautés issues des équipes STMS et d'un effort de documentation encore accru avec 30 nouveaux tutoriels mis en ligne.

La forte croissance du Forum constatée depuis 2020 sur une base de 25 % par an s'est encore accrue avec un taux de progression doublé à 50 % au cours des 12 derniers mois pour atteindre 60 000 inscrits en février 2024. Cette évolution marque le dynamisme de la communauté Forum en expansion et plus généralement un intérêt de plus en plus fort de la part de différents acteurs pour les technologies audio et musicales.

Les principaux événements de l'année ont été l'organisation d'Ateliers Forum à Paris en mars autour des enjeux de spatialisation sonore AR/VR, d'une participation à Sónar en juin, d'Ateliers Hors les Murs à Tapei en octobre.

RENOUVELLEMENT DE L'OFFRE LOGICIELLE

■ Logiciels produits par le département IMR

2023 poursuit le processus de pérennisation initié depuis plusieurs années des fonctions du logiciel phare Audiosculpt avec la sortie d'une seconde collection des plug-ins ASAP (Audiosculpt as Plug-ins — Pitches Brew et Stretch Life) pour le traitement audio créatif, complétant les fonctions de l'application Partiels destinée à

l'analyse modulaire et la visualisation des fichiers audio basée qui a aussi fait l'objet d'avancées conséquentes avec notamment la sortie des plug-ins Vamp SuperVP et FCN.

L'équipe du Forum a produit des contenus technologiques pour le projet européen DAFNE+ (WebPd, RAVE V2) et en synergie avec les activités de l'UMR (mlys.lua tutorials, SKataRT Corpus Kitchen, SKataRT Corpus E-guitar), du département de la production (max-modular-matrix), du département Action culturelle (TACT, DeeFuzzer, TimeSide), ainsi qu'à travers de nouveaux partenariats (Spat for Live).

■ Logiciels issus des équipes STMS

Les nombreuses nouveautés publiées par les équipes STMS dans le cadre du Forum comportent notamment :

- Représentations musicales: Somax2: générativité et co-improvisation. Maintenance et évolution d'OpenMusic, d'Antescofo (compatibilité Apple Silicon) et de Dicy2.
- AnaSyn: intégration de FCN-F0 dans Partiel. Enregistrement de nouvelles voix pour le moteur de synthèse ISiS.
- ISMM: maintenance et mises à jour des librairies Max MuBu, CataRT-MuBu, SkataRT, SuperVP for Max, Gesture and Sound et Max Sound Box. Développement des librairies javascript soundworks, CoMo, node_web_audio_api, sc-components et dotoi. Version 2.1 du R IoT avec le PiP.
- EAC: maintenance et développement de la librairie Spat avec un renouvellement de l'algorithme WFS et l'ajout d'un décodeur HOA vers binaural. Nouvelles fonctionnalités dans Panoramix.
- S3AM: maintenance de modalys et développement d'une nouvelle version du Snail.

■ Logiciels produits par les membres

 L'activité des membres s'est traduite par la mise en ligne de six nouveaux projets: OMOrch, Paradigm, Lisa, binaural 3d, Voice Follower for Live, OM-Pd.

■ Production de vidéos de tutoriels par le Forum

30 tutoriels vidéo ont été produits et publiés en 2023 sur la chaîne YouTube de l'Ircam portant à 55 les vidéos de tutoriels existantes : 7 pour ASAP, 7 pour Dicy2, 9 pour Somax2, 4 pour mlys/LUA, 2 pour SKataRT. 1 pour MuBu.

Cette production marque un effort conséquent de documentation des logiciels phares de l'année.

Site forum.ircam.fr

La progression du site Forum reflète l'activité de sa communauté, qui a enregistré une croissance notable en 2023, avec une augmentation de 50 % du nombre d'inscrits pour atteindre 60 000 en février 2024, témoignant de l'engagement continu et de l'expansion de la communauté.

Au cours de l'année 2023, nous avons enrichi le site du Forum avec l'écriture et l'édition de 253 pages: articles et événements de l'équipe Forum et de ses membres Forum et 27 projets technologiques partagés.

Les développements de la plateforme Forum ont été pris en charge par l'équipe Web audio musique (WAM) et ont principalement comporté la mise en ligne de la version 4 du site. Cette nouvelle version intègre notamment une nouvelle interface plus ergonomique et l'ajout de nouvelles fonctionnalités telle qu'un moteur de recherche, la gestion de l'abonnement et la mise en avant des actions participatives favorisant l'interaction entre les membres de la communauté. Les détails de ces travaux sont présentés avec les activités de l'équipe WAM.

Quelques statistiques majeures comparées entre 2022 et 2023 :

- + 4 % de pages vues
- + 50 % de nouveaux utilisateurs (anonymes et membres)
- + 20 % de téléchargements bruts

COMMUNICATION ET PROMOTION

Une fois par mois, des campagnes de souscription à la newsletter du Forum sont envoyées aux prospects, ce qui nous permet d'avoir une base de contacts destinataires de la newsletter parfaitement à jour et compatible avec les normes RGPD.

Une newsletter mensuelle Forum bilingue annonce les nouveautés logicielles des équipes Ircam et partenaires et les développements et applications par les membres du Forum, ainsi que les événements et les tutoriels. Les inscrits à la newsletter sont de plus en plus nombreux. En 2023, on compte plus de 6 000 contacts.

Les newsletters sont consultables ici.

Des e-mailing ciblés sont aussi régulièrement envoyés pour informer de nos nouveautés — événements formations et logiciels — à la communauté des ingénieurs du son, chercheurs et artistes du monde entier pour un total de 51 envois en 2023, dont 20 newsletters.

Côté presse, le lancement d'ASAP a été largement relayé dans Bed Room, KVR, Rekkerd, CDM, Audiofanzine. Détail des parutions presse <u>ici.</u>

Le Forum Hors les Murs à Taïwan a été également visible dans la presse.

Parutions presse:

• presse écrite étrangère : 54

radios étrangères: 3

Chiffres clés

- 51 e-mailing envoyé en 2023
- $6\,100$ inscrits à la newsletter en 2023 contre 2700 en 2022, soit une augmentation de 125 %

LES ÉVÉNEMENTS

Les Ateliers du Forum représentent un momentum annuel de rencontre de la communauté internationale des usagers et développeurs de logiciels pour le son et la musique. C'est l'occasion pour les équipes de recherche de l'Ircam de présenter leurs nouveautés et d'être en contact avec la communauté des utilisateurs. Designers, artistes, compositeurs, performeurs, chercheurs et makers du monde entier se retrouvent pour trois jours de conférences, workshops, démonstrations, partages et rencontres. Les retours des participants sont toujours positifs. Cet événement, qui existe depuis bientôt 30 ans, est très attendu par les professionnels de tous âges et de toutes esthétiques. C'est un partage d'expériences et de projets dans un esprit convivial unique au monde.

Les statistiques nous indiquent que c'est principalement lors des événements que de nouveaux membres rejoignent la communauté et que des synergies se créent autour de la recherche artistique et le développement.

■ Ateliers du Forum à Paris, 28-31 mars

À l'occasion de la réouverture de l'Espace de projection, l'édition 2023 des Ateliers du Forum avait pour thème principal l'audio 3D avec des sessions autour des thématiques Spatialisation et Audio 3D. VR/AR.

Elle a notamment accueilli des keynotes de Jean-Marc Jot (Virtuel Works) et Hervé Déjardin (Radio France) et une table ronde présentant pour la première fois le projet Continuum démarré six mois auparavant en présence des structures participantes, dont les sociétés Amadeus et VRtuoz et l'équipe EAC.

Parmi les autres intervenants invités, on peut citer Nicolas Henchoz, directeur de l'EPFL-ECAL Lab, Chairman des Art Papers du SIGGRAPH, David Monacchi, qui a présenté son œuvre spatialisée *Fragments of extinction* et Landia Egal, artiste XR qui s'est spécialisée dans le calcul des impacts environnementaux de ces technologies.

Cette édition des Ateliers était également l'occasion d'accueillir la présentation des projets soutenus par le C-Lab de Taïwan et la première coproduction Ircam-C-Lab à l'Espace de projection: *The Insomnia Sketchbook*.

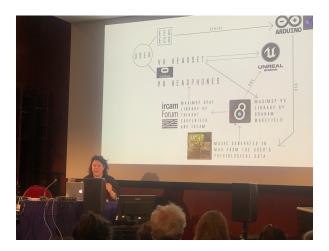
La veille des Ateliers du Forum Ircam, le Forum Ircam et l'équipe pédagogique ont organisé un après-midi de découverte des technologies de l'Ircam. Ouvert à tous, Meet the Forum permet de découvrir et de comprendre toutes les formations, innovations, technologies et ressources dont le Forum Ircam est le maillon dans la communauté élargie des experts, professionnels du son, sound designers, artistes. Cette année, deux ateliers interactifs ont été organisés: « Découverte du système de diffusion ambisonique » et « Atelier geste et sonification ».

Nous avons comptabilisé sur 4 jours 300 participants, dont 83 invités, 39 conférences, 17 installations, 6 workshops.

Cet événement vise à mettre en avant les travaux des équipes STMS, mais aussi les projets des membres du Forum. Il fédère une communauté grandissante de professionnels et amateurs des technologies du son et de la musique et il est devenu un événement incontournable et reconnu au niveau international.

Les conférences en salle Stravinsky ont été captées et enregistrées et peuvent être visionnées sur le site <u>Ressources</u>.

Le programme, les abstracts, les vidéos préenregistrées des membres du Forum sont visibles sur le site du Forum.





Ateliers du Forum à Paris, Ircam, 28-31 mars 2023

■ Ateliers du Forum Hors les Murs – Taipei 2023

En octobre, le Forum a co-organisé avec le <u>C-Lab de Taipei</u> des <u>Ateliers Forum Hors les Murs</u> sur les nouvelles transformations sonores et l'IA. Les 18 et 19 octobre 2023, près de 100 jeunes membres du Forum se sont rassemblés pour participer aux conférences, workshops et sessions d'écoute menés par <u>Pierre Guillot</u>, <u>Benoît Alary</u>, <u>Philippe Langlois et Paola Palumbo</u>.

Cet événement qui a eu lieu dans le cadre du projet de partenariat avec le C-Lab à Taïwan est soutenu par l'Institut français.

Les Ateliers du Forum à Taipei ont regroupé entre 50 et 80 participants chaque jour : professeurs, étudiants, sound designers.

Un focus a été mis sur le traitement, la spatialisation sonore et l'intelligence artificielle.

L'équipe Ircam était composée du chercheur Benoît Alary de l'équipe EAC, du chercheur et développeur Pierre Guillot du département IMR, de Philippe Langlois, directeur de la Pédagogie à l'Ircam et Paola Palumbo, responsable des événements du Forum.

Les présentations ont été poursuivies par des workshops. Pierre Guillot a animé un workshop sur le logiciel ASAP. Benoît Alary a organisé plusieurs sessions d'écoute sur la spatialisation sonore et la réverbération dans le dôme sonore du C-Lab.

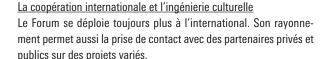
Lors de l'une des journées, un saxophoniste taïwanais a participé à des improvisations sonores.



Ateliers du Forum Hors les Murs, Taipei, 18-19 octobre 2023



Ateliers du Forum Hors les Murs, Taipei, 18-19 octobre 2023



Sónar

En juin, le Forum était invité par le <u>Sónar+D Festival</u> à Barcelone. Du 15 au 17 juin 2023, l'équipe du Forum a eu un stand offert dans la Project Area. L'équipe composée de Paola Palumbo et Pierre Guillot a présenté le Forum, les technologies des laboratoires, et en particulier le logiciel ASAP. Le chercheur Nicolas Obin était également invité et il est intervenu au colloque «The sound of uncertainty» sur l'IA dans la musique. (Re)voir le <u>souvenir vidéo</u>.

La présence au Sónar a permis de rencontrer les artistes de la sphère électro et techno qui ont manifesté beaucoup d'appétence et de curiosité pour le Forum.

Cela a permis également de continuer un dialogue avec les organisateurs et programmateurs du Sónar pour des futures collaborations et de consolider le dialogue avec des partenaires déjà actifs tel Espronceda.



@ Arts Korea Lab

C-Lab

Outre la présence du C-Lab aux Ateliers Forum parisiens et l'organisation d'Ateliers Hors les Murs à Taipei en octobre, l'équipe Forum a contribué à la poursuite du partenariat avec le C-Lab de Taipei avec des points réguliers sur la mise à disposition de technologies, des échanges de communication et le montage d'événements.

Corée

L'équipe était invitée également à l'<u>Opening Festival du Arts Korea Lab</u> à Séoul du 25 au 27 octobre 2023. L'AKL est un nouveau lieu dans le centre-ville de Séoul, porté par le ministère de la Culture coréen et un incubateur d'entreprises culturelles aux enjeux de formations et d'exposition de prototypes.

Grâce à cette présence, un dialogue avec l'AKL a démarré pour un potentiel partenariat à moyen terme. De nombreux autres contacts ont été lancés, notamment avec l'Université de Séoul avec laquelle les Ateliers du Forum Hors les Murs ont été envisagés pour novembre 2024, puis avec d'autres partenaires coréens, asiatiques et européens rencontrés in situ avec lesquels des échanges se poursuivent.



@ Seoul National University

Le projet Immersion 2024 a été déposé sur la plateforme de l'Institut français ainsi que le projet Ateliers Forum Hors les Murs dans le cadre d'IF Export.

Les membres du Forum

Parmi les institutions qui ont rejoint le Forum en 2023:

Butler School of Music, Conservatory Torino, Boston University, Asociación Encontrarte, Shobi University, Zürcher Hochschule der Künste, EPFL+ECAL Lab Lausanne, College of the Holly Cross, Bangor University, University College London, Bordeaux Métropole, IRSAM, Royal Academy of Music (London), Université de Tours, University of Greenwich, Université de Lille, University of Oxford, Conservatoire de Strasbourg, Haute Ecole de Musique de Genève, Hochschule für Musik Nürnberg, Centre Henri Pousseur (Liège), Ohio State University, University of Auckland, Université de Saint-Étienne et CNSMD Paris.

Informatique

Le service informatique assure la mise en place et la maintenance de l'infrastructure informatique et réseaux de l'Ircam. Il gère l'équipement informatique de l'ensemble des services et départements, mais également les serveurs d'infrastructure, de stockage et de calcul pour l'ensemble des utilisateurs et pour les projets de recherche ou projets artistiques.

En collaboration avec l'ensemble des services et équipes de l'Ircam, l'équipe procède au choix et à l'achat des équipements informatiques et de leurs périphériques, leur installation et leur maintenance.

Ses principales missions sont:

- assurer la fiabilité et la sécurité des réseaux et infrastructures informatiques de l'Ircam
- assurer le bon fonctionnement des outils informatiques des utilisateurs ainsi que leur évolution en fonction des besoins;
- répondre aux problématiques informatiques des utilisateurs, équipes de recherche, productions artistiques
- assurer la sauvegarde, l'archivage et la pérennité des données de l'Ircam
- assister et accompagner les utilisateurs dans la prise en main des outils informatiques proposés

Les principaux projets menés en 2023.

■ Évolution de la sauvegarde des serveurs et stations de travail et archivage

Nous avons terminé cette année les investissements permettant la mise en place de notre nouveau système de sauvegarde des postes utilisateurs.

Ce système est basé sur une grappe de serveurs de partage connectés à un contrôleur de domaine, le tout basé sur Samba (https://www.samba.org).

Côté poste utilisateur Mac, nous utilisons le service TimeMachine d'Apple, qui crée des sauvegardes incrémentales chiffrées des données utilisateurs.

De la même façon, les stations portables Linux utilisent le service DéjaDup, sur la même infrastructure.

Côté serveurs et stations de travail Linux, nous utilisons un système de sauvegarde basé sur BackupPC (https://backuppc.github.io/backuppc/) qui automatise des sauvegardes régulières en réseau.

Par ailleurs, nous généralisons l'usage du système de fichier OpenZFS (https://openzfs.org) sur nos serveurs, nous permettant de bénéficier d'un historique d'instantanés locaux à la machine. Enfin, quelques incidents, et donc restaurations, nous ont permis de valider le bon fonctionnement à la fois de nos sauvegardes, mais également de notre système d'archivage sur bandes LTO.

■ Mise en place de la stratégie de stockage des grappes de virtualisation

Nous administrons plusieurs grappes de serveurs de virtualisation dans différentes zones de notre réseau.

Nous avons principalement une grappe pour nos services virtualisés internes et deux grappes pour les services externes en DMZ. Nous utilisons l'orchestrateur open source OpenNebula (https://opennebula.io) et les grappes sont, chacune, constituées de quatre à huit serveurs physiques, hébergeant au total environ 150 serveurs virtuels.

Nous avons cette année fait évoluer les deux grappes de notre DM7

Notre intention était de fusionner ces grappes afin de faciliter l'administration quotidienne et les mises à jour du système.

Chacun des huit nœuds d'hébergement de machines virtuelles est maintenant relié via une liaison cuivre 10 Gb/s à un serveur de stockage qui héberge les images de machines virtuelles.

Cette nouvelle infrastructure nous permet d'augmenter le débit entre chaque nœud et le serveur de stockages des images de machine virtuelle.

Nous avons par ailleurs quitté le système de stockage distribué (Ceph – https://ceph.io) précédemment utilisé, pour un système de fichier plus classique (OpenZFS).

Ces deux changements nous permettent d'améliorer significativement les performances des instances virtuelles en diminuant la latence disque.

Par ailleurs, cette nouvelle architecture, ainsi que les mises à jour que nous avons effectuées, nous permet maintenant de migrer les instances de machines virtuelles sans coupure.

Nous pouvons donc isoler un des nœuds d'hébergement, à des fins de maintenance ou mise à jour, beaucoup plus rapidement, et surtout sans coupure de service pour nos utilisateurs.

Enfin, les images de nos machines virtuelles sont maintenant stockées sur un serveur de stockage classique (non distribué), ce qui nous permet de bénéficier des mécanismes d'instantané du système de fichier OpenZFS, ainsi que de faciliter les sauvegardes en nous basant sur un système d'envoi et réception de ces instantanés.

Évolution de notre infrastructure web

L'organisation des équipes Web Ircam ayant changé récemment, nous avons fait évoluer notre infrastructure d'hébergement en conséquence. Le but est d'optimiser l'utilisation de nos ressources humaines et matérielles en mutualisant ce qui peut l'être.

Ainsi, nous avons maintenant une infrastructure de quelques serveurs fournissant les services communs à plusieurs sites, tels que l'authentification (https://www.keycloak.org), les statistiques de visites (https://fr.matomo.org), le registre d'image Docker.

Nous avons séparé et dédié des serveurs pour nos « gros » sites tels que le Forum Ircam (https://forum.ircam.fr), notre site ressources (en ligne prochainement) ou encore nos sites statiques (principalement d'anciens sites projets, éditions de festival, ou événements).

Enfin, il a été décidé d'externaliser une partie du développement web, tout en continuant à assurer l'hébergement, la gestion du code et l'infrastructure de développement en interne.

Nous nous sommes donc coordonnés avec nos prestataires pour faire en sorte que la passation de ces projets, ainsi que leur maintien, se fasse de facon fluide.

■ Système et réseau

Nous avons continué le déploiement d'une infrastructure réseau 10 Gb/s dans notre bâtiment, et principalement entre nos différents espaces. En effet, le but pour l'instant n'est pas de fournir une connectivité 10 Gb/s jusqu'à l'utilisateur final (principalement pour des raisons de coût), mais plutôt que les liaisons entre les bâtiments de l'Ircam ainsi que les connexions à nos salles d'hébergement soient en 10 Gb/s.

Par ailleurs, une réflexion conjointe avec le Centre Pompidou et la BPI a été lancée pendant l'année afin d'étudier nos différentes options de raccordement réseau pendant la période de travaux à venir. Ces options ne sont pas encore tranchées et la mise en œuvre reste à venir, mais le but commun d'assurer le maintien d'une connectivité entre nos différents établissements est confirmé.

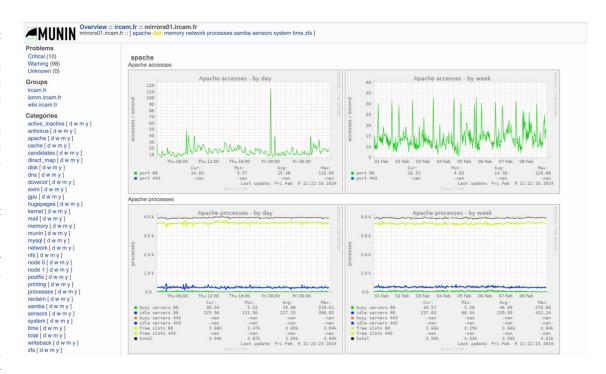


Figure 1. Les systèmes de surveillance et monitoring utilisés

Quelques incidents réseau et électriques au cours de l'année nous ont amenés à repenser notre système de monitoring.

Jusqu'à maintenant, nous monitorions nos services de l'intérieur, ce qui, bien qu'efficace pour connaître l'état de nos serveurs et services, ne nous permettait pas d'avoir des informations de métriques sur notre accessibilité depuis l'extérieur en cas de coupures de notre fournisseur d'accès à Internet.

Nous avons donc monté un clone de notre système de monitoring, mais sur un serveur externe, afin de pallier ce manque.

Ces deux systèmes interne et externe sont basés sur Nagios (https://www.nagios.org) et Munin (http://munin-monitoring.org).

Enfin, nous continuons la réfection de notre réseau interne, en particulier en séparant les espaces par type d'usage (par exemple studio, salle de cours ou bureau administratif).

Ces séparations nous permettent d'implémenter des stratégies réseau différentes en fonction des usages attendus (par exemple DHCP Snooping, détection de boucle réseau ou Broadcast storm). Cette année, nous avons donc repensé le réseau du bâtiment B de l'Ircam (principalement les locaux Pédagogie) sur ce modèle.

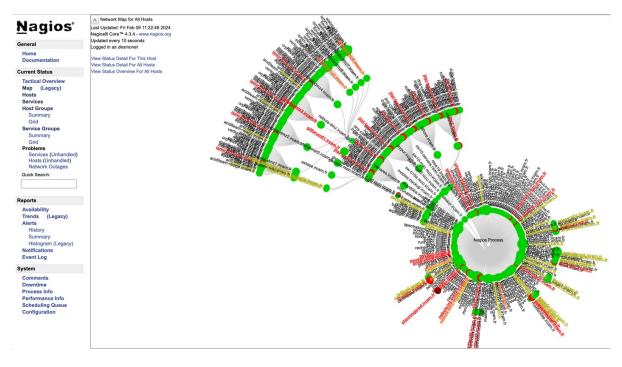


Figure 2. Les systèmes de surveillance et monitoring utilisés

■ Services

Nous avons participé cette année à l'installation ou à la mise en place de nombreux services pour les différentes équipes de l'Ircam.

Entre autres, nous avons:

mis en place une infrastructure d'intégration continue associée à notre forge logicielle. Cela permet à nos développeurs de définir des processus automatisés de tests de compilation et de mise à disposition de versions de logiciels. Cette infrastructure est intégrée à notre forge logicielle (Gitlab —

https://about.gitlab.com) et permet de compiler à destination de Linux, Windows, Apple Intel et Apple ARM

- assisté la direction et notre équipe comptabilité dans la transition des outils comptables ainsi que les différentes équipes Ircam dans la prise en main de ces outils. Nous avons par ailleurs développé un environnement qui nous permet d'utiliser au mieux ces outils et d'assurer leur fiabilité
- participé à l'organisation de nombreux événements, concerts et conférences, en fournissant l'infrastructure réseau nécessaire (wifi, Dante, OSC, streaming HOA) ou matérielle, et l'assistance à sa mise en place

 assisté l'équipe Pédagogie dans la refonte de la salle de cours et des studios des étudiants du Cursus. Nous avons en particulier travaillé sur l'évolution matérielle et sur les moyens de déployer automatiquement des environnements de travail logiciels complexes (logiciels audio, plug-ins, environnement de développement...)

■ Sécurité

Nous avons subi quelques alertes sécurité au cours de l'année qui nous ont amenés à repenser notre politique de sécurité. Ce chantier est encore en cours, cependant, certaines actions ont déjà été menées.

Nous avons développé une interface permettant à nos utilisateurs de changer leur mot de passe. Parallèlement, nous avons redéfini notre politique de sécurité de mot de passe conformément aux recommandations de l'ANSSI et la CNIL.

De la même façon, nous avons généralisé le cryptage des données sur toutes les machines portables, ainsi que les disques de sauvegarde de l'Ircam.

■ Écologie

Nous avons commencé à réfléchir à nos usages vis-à-vis de l'écologie et ce que nous pouvions améliorer. Cette réflexion est en cours, mais certaines choses ont d'ores et déjà été mises en place.

Côté imprimantes, nous utilisons des consommables reconditionnés et nous reconditionnons nos consommables usagés. De même, nous utilisons du papier recyclé et certifié Blue Angel ou FSC, et nous collectons le papier blanc bureautique sans le froisser. Il nous reste à consolider notre parc d'imprimantes sur des multifonctions (et augmenter le nombre d'utilisateurs par équipement d'impression) et surtout, à limiter les impressions en général et en couleur en particulier.

Côté poste utilisateur, nous généralisons le WakeOnLan sur les stations de travail et serveurs de calcul de la recherche (permet d'allumer une station ou un serveur par le réseau uniquement lorsqu'on en a besoin).

Nous généralisons l'usage des ordinateurs portables (qui se mettent en veille, s'éteignent la nuit), et incitons nos utilisateurs à faire réparer leur matériel informatique plutôt que de le remplacer. De la même façon, nous remplaçons nos serveurs uniquement quand ils ne fonctionnent plus et ne peuvent plus être mis à jour, pour l'aspect matériel, ou réparés.

Côté serveur, nous travaillons également à la densification de notre hébergement, afin de réduire nos besoins en refroidissement et en électricité.

Même si cette politique était déjà en place à l'Ircam, nous continuons à éviter le recours à des clouds externes et favorisons au maximum l'auto-hébergement dans notre salle serveur.

De même, nous nous efforçons d'adapter l'architecture physique des serveurs à leur usage et virtualisons les services ne nécessitant pas d'infrastructure physique.





Figure 3. Le nodal hébergement serveur Ircam

Pôle web

SFRVICE WFB

Responsables: Clément Gérard, puis Salah-Eddin Chaouch (depuis février 2023)

Le service Web a poursuivi ses efforts pour améliorer les plateformes existantes et développer de nouveaux services. Dans le cadre du projet Ressources, nous avons concentré nos efforts sur divers aspects techniques, répondant ainsi à notre engagement continu envers l'innovation et l'amélioration de nos solutions. Ces initiatives techniques ont été essentielles pour atteindre nos objectifs et garantir que nos plateformes répondent aux besoins évolutifs de notre organisation et de nos utilisateurs.

■ ManiFeste

En 2023, une nouvelle version du site ManiFeste a été conçue avec une architecture headless. Cette architecture repose sur le framework Directus pour la gestion administrative, tandis que les interfaces utilisateurs ont été développées avec Sveltekit. Cette approche moderne offre une meilleure séparation des préoccupations entre le back-end et le front-end, permettant une plus grande flexibilité et une expérience utilisateur améliorée. De plus, nous avons entrepris le développement du service réseaux sociaux pour renforcer l'interaction et l'engagement des utilisateurs sur la plateforme ManiFeste.

■ Klef

Dans le cadre du projet Klef, nous avons élaboré un système de gestion des clés physiques, des badges, des départements, et bien plus encore, à la demande de la Régie Bâtiment Sécurité. Conçu pour être polyvalent, le système d'administration développé pour Klef a également été identifié comme répondant aux besoins similaires du projet Ressources. Toutefois, en raison de la priorité accordée à la finalisation de Ressources, le développement de Klef a été mis en attente.

Ressources

L'ensemble d'applications Ressources lié au pôle documentaire regroupe: la base de données des compositeurs de musique contemporaine (BRAHMS), le CMS dédié au stockage et à la publication des œuvres électroniques (Sidney), une collection d'analyses musicales d'œuvres créées à l'Ircam (Analyses), une base de données d'archives sonores et audiovisuelles des événements organisés par l'Institut depuis 1977 (Médias) et un système de gestion des documents physiques de la médiathèque (Flora), en coordination avec les départements Pédagogie et documentation, UMR et Production.

Dans le cadre de ce projet, nous avons mené plusieurs tâches techniques cruciales, notamment:

- Développement d'un microservice pour l'encodage des audios et vidéos: un effort substantiel a été déployé pour développer un nouveau service d'encodage des médias, assurant une compatibilité optimale avec les différents navigateurs utilisés. Nous avons conçu et implémenté un microservice robuste basé sur une architecture pub/sub pour l'encodage efficace des fichiers audio et vidéo. Cette architecture garantit une extensibilité et une évolutivité maximales. L'utilisation d'un microservice dédié a permis d'améliorer considérablement les performances et la fiabilité de l'encodage des médias, offrant ainsi une expérience utilisateur plus fluide et réactive.
- Développement d'un système de génération des routes GraphQL et de formulaires Vue: nous avons conçu un système polyvalent capable de générer à la fois des routes GraphQL et des formulaires Vue. Ce système indépendant de Ressources a été développé avec l'intention de le rendre modulaire et flexible, permettant son intégration facile dans d'autres projets à l'avenir. L'objectif était de fournir à nos utilisateurs des outils puissants et intuitifs pour interagir avec nos plateformes, tout en simplifiant le processus de développement pour notre équipe.

- La gestion des permissions d'utilisateurs et l'intégration de Keycloak: nous avons mis en place un système robuste de gestion des permissions d'utilisateurs, garantissant un accès sécurisé et approprié aux différentes fonctionnalités de la plateforme. L'intégration de Keycloak a renforcé la sécurité de nos systèmes d'authentification et d'autorisation.
- La migration des données des anciennes bases de données vers les nouveaux serveurs: la migration des données a été une tâche complexe et exigeante, en particulier pour les données sensibles et volumineuses provenant des applications telles que Médias, Sidney, BRAHMS et Flora. Cette opération a nécessité une planification minutieuse, une coordination étroite entre les équipes et une attention particulière aux détails pour garantir l'intégrité et la cohérence des données tout au long du processus. De plus, nous avons modernisé notre infrastructure en adoptant un système d'object storage Minio à la place du filesystem traditionnel pour le stockage des données. Cette transition vers un object storage offre plusieurs avantages, notamment une meilleure scalabilité, une gestion plus efficace des données volumineuses, une réduction des coûts de stockage et une amélioration de la disponibilité des données.

Le développement de la version bêta de Ressources devrait être finalisé d'ici la fin du premier semestre 2024.

www.ircam.fr et stms-lab.fr

En ce qui concerne les sites institutionnels de l'Ircam et de STMS — www.ircam.fr et stms-lab.fr — reposant sur la même base applicative et notamment de back-end, un accord a été conclu avec Pilot Systems pour leur infogérance, l'hébergement restant assuré par le service informatique de l'Ircam.

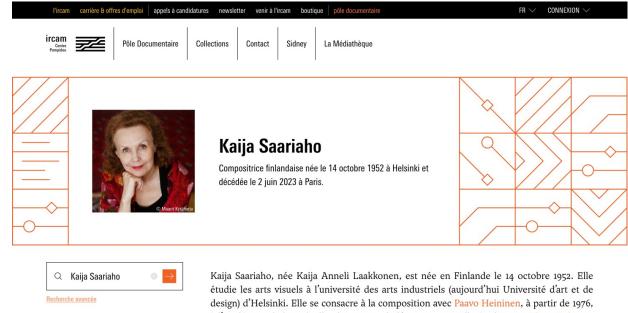




Figure 1. Prototype d'une page compositeur

Kaija Saariaho, née Kaija Anneli Laakkonen, est née en Finlande le 14 octobre 1952. Elle étudie les arts visuels à l'université des arts industriels (aujourd'hui Université d'art et de design) d'Helsinki. Elle se consacre à la composition avec Paavo Heininen, à partir de 1976, à l'académie Sibelius où elle obtient son diplôme en 1980. Elle étudie avec Klaus Huber et Brian Ferneyhough à la Musikhochschule de Freibourg-en-Breisgau de 1981 à 1983, puis s'intéresse à l'informatique musicale à l'Ircam durant l'année 1982. Elle vit depuis à Paris. Elle enseigne la composition à San Diego, Californie en 1988-1989 et à l'académie Sibelius à Helsinki de 1997 à 1998, puis à nouveau entre 2005 et 2009.

Le travail de Kaija Saariaho s'inscrit dans la lignée spectrale avec, au cœur de son langage depuis les années quatre-vingt, l'exploration du principe d'« axe timbral », où « une texture bruitée et grenue serait assimilable à la dissonance, alors qu'une texture lisse et limpide correspondrait à la consonance ». Les sonorités ductiles du violoncelle et de la flûte se prêtent parfaitement à cette exploration continue : *Laconisme de l'aile* pour flûte (1982) ou *Près* pour violoncelle et électronique (1992) travaillent entre sons éthérés, clairs et sons saturés. bruités.



Figure 2. Prototype d'une page média

■ Optimisation des processus

Afin d'améliorer l'efficacité de notre équipe de développement, nous avons mis en place plusieurs initiatives visant à optimiser nos processus de travail. Cela inclut la mise en œuvre du *pair programming* et des revues de code qui ont permis d'améliorer la qualité du code et de favoriser le partage des connaissances au sein de l'équipe. De plus, nous avons amélioré la gestion des sprints pour favoriser une planification et une exécution plus efficaces des tâches de développement.

■ Sécurité et fiabilité

Enfin, nous avons accordé une attention particulière à la sécurité et à la fiabilité de nos plateformes en menant régulièrement des audits de sécurité pour identifier et résoudre les vulnérabilités potentielles. Nous avons également mis en place des mesures de surveillance proactive pour détecter et prévenir les incidents de sécurité.

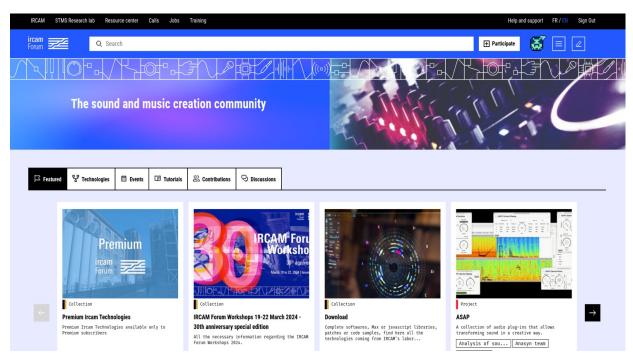


Figure 1. Page d'accueil du Forum v4

ÉQUIPE WEB, AUDIO, MUSIQUE (WAM)

Responsable: Guillaume Pellerin

Les principaux projets réalisés en 2023 sont présentés ci-après.

■ Plateforme Forum

L'année 2023 a été marquée par la mise en ligne de la version 4 du Forum, nouvelle version majeure incluant des changements au niveau de l'interface, ainsi que des fonctionnalités attendues par les utilisateurs.

La nouvelle interface a été retravaillée de façon à simplifier la navigation et optimiser l'ergonomie générale. Celle-ci apporte une meilleure lisibilité du contenu avec l'ajout de catégories éditoriales représentées sous forme de cartes.

Parmi les nouvelles fonctionnalités apportées par la version 4, nous pouvons citer les éléments significatifs suivants :

- ajout d'un moteur de recherche dynamique permettant d'accéder au contenu à partir d'une entrée sémantique, de son type (article, événement, projet, collection), des catégories éditoriales ou bien des tags; les résultats sont indexés et retournés via l'API Forum
- amélioration des actions participatives incitant la création d'articles et le partage des événements par les membres de la communauté Forum
- ajout de contenu en favoris affichés dans la page profil de l'utilisateur
- clarification de l'offre et parcours utilisateur menant à l'abonnement repensé

- gestion de l'abonnement Premium et génération des clés d'activation des logiciels directement depuis la page profil
- référencement et vente des produits Forum (abonnement, ateliers, produits partenaires) depuis le site du Forum et non plus depuis le site institutionnel

L'API du Forum a été mise à jour afin d'inclure ces nouvelles fonctionnalités et permettre d'interfacer des applications externes de façon dynamique.

La mise à jour de PrestaShop – l'application de gestion commerciale du Forum – représente le dernier chantier à mener afin de parvenir à l'aboutissement de la version 4 spécifiée dans le cahier des charges initial. La finalisation de cette mise à jour est prévue pour le premier trimestre 2024.

Enfin, la plateforme a fait l'objet de nombreuses opérations de maintenance et d'ajustement de fonctions administratives qui ont permis d'accélérer le développement de la communauté.

https://forum.ircam.fr

■ DAFNE+

L'équipe a poursuivi son engagement dans le projet de recherche européen visant à étudier les critères d'usage des blockchains et des NFT pour la diffusion d'œuvres d'art numériques, plus particu-lièrement musicales, dans un cadre éthique et cocréatif. Des cas d'usages spécifiques ont été proposés pour répondre aux critères d'accessibilité, contributivité, interopérabilité et maintenabilité de la plateforme. L'accent est mis sur la rétribution des contributeurs aux versions d'une œuvre en fonction de la valeur globale du NFT lié à cette œuvre et des règles de droits d'auteur.

Une avancée significative en 2023 a été la mise en ligne d'une première version de la plateforme DAFNE+ et l'intégration du projet WebPd par l'équipe WAM. Ceci permet aux utilisateurs d'accéder

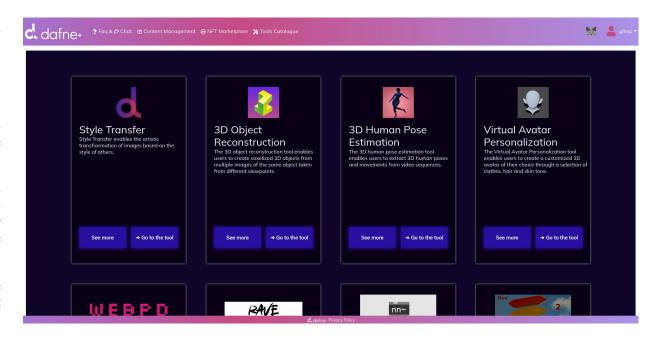


Figure 2. Catalogue des outils de la plateforme DAFNE+

à un outil puissant pour l'exécution de patchs Pure Data directement depuis la plateforme, ouvrant ainsi de nouvelles possibilités créatives pour la création et la manipulation d'œuvres musicales interactives.

Guillaume Piccarreta a également développé un catalogue d'outils de création qui a été intégré à la plateforme dont le développement est coordonné par le partenaire Engineering. Ce catalogue offre aux utilisateurs une sélection d'outils et de ressources internes à la plateforme facilitant le processus de création d'œuvres innovantes. Ceux de l'Ircam sont accessibles à travers l'API Forum qui a fait l'objet d'adaptations spécifiques.

La conduite de tests sur l'ensemble de la plateforme a permis

d'évaluer et mettre en évidence les points d'amélioration permettant de répondre aux cas d'usages définis en amont, notamment ceux spécifiques à la création d'œuvres génératives musicales.

https://dafneplus.eu

■ WebPd

WebPd est un compilateur pour le langage de programmation audio Pure Data permettant d'exécuter des patchs .pd dans des pages web. WebPd est très modulaire et adopte une approche « boîte blanche » de la programmation audio. Il convertit le graphe audio et les objets de traitement d'un patch en JavaScript ou AssemblyScript.



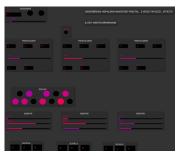


Figure 3. Compilateur en ligne et player WebPd chargé dans le navigateur sur la base d'un patch complexe (patch: Martin Brinkmann)

Dans le cadre du projet DAFNE+, Sébastien Piquemal a produit une première version alpha en mars 2023 afin d'étendre les capacités du logiciel, notamment le moteur de compilation, des objets et des fonctions d'interfaçage. La version 1.0. a inclus 133 nouveaux objets, un lecteur de patchs et un compilateur en ligne, de nouvelles sorties de compilation (JavaScript, WebAssembly, WAV), l'ajout des AudioWorklet de l'API WebAudio ainsi qu'une nouvelle CLI.

D'un point de vue utilisateur, l'accent a été mis sur les possibilités de partage de l'état du patch compilé, notamment en traitant tous les paramètres audio comme des paramètres d'URL, y compris l'adresse du patch source.

https://github.com/sebpig/WebPd

■ TACT

Tact est un dispositif multimédia interactif destiné à l'interaction geste-musique-image, dans un contexte d'accès public en autonomie (sans médiation). Le dispositif est pensé pour une interaction tout public. Le public interagit avec un écran tactile et performe une œuvre audiovisuelle élaborée par un binôme artiste sonore/artiste visuel. Il est développé dans le cadre d'un projet commun



Figure 4. Vernissage de TACT v2 au fort de l'île d'Hoëdic © Quentin Chevrier

Ircam coordonné par l'Action culturelle/Les Causeuses avec Zoé Aegerter et Romain Barthélémy.

Suite au développement de la version 1.0 réalisé par une équipe externe, l'équipe WAM a été mobilisée pour finaliser et optimiser l'application web embarquée et la gestion toucher de l'OS Windows. L'expérience tactile fait en effet appel à une application web chargée dans un navigateur et interfacée avec un patch Max grâce à une websocket.

Après une première production au Centre Pompidou en mai 2022, le projet d'une 2º version a fait l'objet de nouveaux développements au cours de l'année 2023. En coordination avec la Production Ircam et les designers externes, WAM a proposé une nouvelle architecture plus robuste, défini le cahier des charges, assuré la coordination technique et produit un back-end qui permet d'éditer en ligne, depuis un simple navigateur, des pièces pour TACT. La machine centrale a été remplacée par un NUC sous Debian GNU/Linux et fait office de serveur et de client web, le patch audio étant

exécuté sur un Mac sous OSX. Le front-end web a été adapté pour lire les données depuis l'API REST du back-end. Cette v2 a été finalisée, présentée et déployée pour une résidence de création Mondes Nouveaux sur l'île d'Hoëdic (Morbihan) au cours de l'été 2023.

La version 1.0 est quant à elle présentée à la Seine Musicale depuis le mois de septembre 2023, une nouvelle exposition de la version 2 est prévue pour l'été 2024 à Oslo.

https://forum.ircam.fr/projects/detail/tact/

■ TimeSide

TimeSide est un framework et un serveur scalable de traitement audio écrit en Python. Il est développé depuis 13 ans dans le cadre de projets de R&D centrés sur les grands corpus de données audio. Il a récemment été étendu pour convenir à ces appels de calculs externes avec une API REST. La version 1.1 a fait l'objet de nouveaux développements en 2023 pour permettre des agrégations plus rapides et souples depuis des fournisseurs externes comme YouTube ainsi qu'une couche de plug-ins VAMP. Le player dédié a été également optimisé pour faciliter l'ajout de tracks d'analyse spectro-temporelles à la demande.

L'API et le SDK de TimeSide ont aussi bénéficié de nouveautés développées pour les besoins du projet de recherche européen AI4Media, notamment l'ajout de presets et d'attributs paramétriques fournis en amont de l'analyse audio.

https://github.com/Ircam-WAM/TimeSide

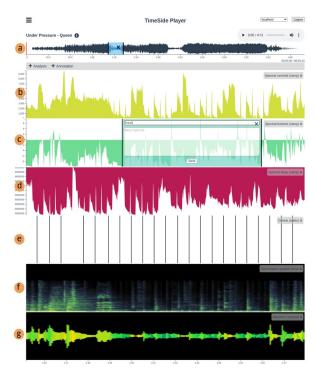


Figure 5. Vue d'ensemble de l'interface du TimeSide Player mixant des analyses timbrales et rythmiques pour le titre « Under Pressure » de Queen

■ Music Explorer

L'équipe WAM a contribué au développement du projet Music Explorer dans le cadre du projet de recherche européen Al4Media au cours de l'année 2023 en lien avec l'équipe Analyse et synthèse des sons. Music Explorer est un démonstrateur de moteur de recherche musical intelligent basé sur des labels de prédiction et de similarité musicale. L'application web développée par l'équipe WAM intègre un moteur de recherche basé sur des étiquettes présélectionnées, des critères de similarité et une analyse automatique du contenu audio d'un large catalogue musical (Free Music Archive, >100 000 musiques). Le système d'étiquetage automatique est calculé à l'aide d'une technologie de machine learning dédiée aux signaux musicaux.

La prédiction des étiquettes est basée sur les travaux de l'équipe Analyse et synthèse des sons, et la similarité musicale sur les travaux de Fraunhofer – IDMT, en particulier, depuis une étude de S. Ribecky, J. Abeßer et H. Lukashevich, « Multi-Input Architecture and Disentangled Representation Learning for Multi-Dimensional Modeling of Music Similarity », *Journal of the Audio Engineering Society*, 2022, qui propose six concepts musicaux permettant de définir la similarité musicale: le genre, l'humeur, l'instrument, l'époque, le tempo et la tonalité.

Le projet Music Explorer est basé sur le processus d'analyse du framework TimeSide, la librairie a été adaptée pour les besoins du projet en intégrant le module d'analyse par similarité ainsi que l'ajout de paramètres aux processeurs d'analyse. Une application dédiée a également été développée par l'équipe WAM permettant d'afficher les résultats d'analyse par attributs sémantiques ainsi que par similarité à travers une interface web communiquant avec l'API TimeSide.

https://play.forum.ircam.fr/music-explorer-2/

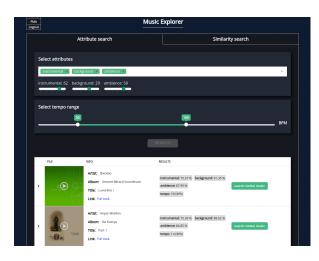


Figure 6. Interface web de l'application Music Explorer démontrant les résultats d'analyse par similarité à partir d'une sélection d'attributs et de paramètres musicaux

Les principaux

logiciels

Nouveautés 2023

■ Équipe Analyse et synthèse des sons

Vax (Python/DNN - Versions: 1.0.0, 1.0.1)

 Alignement texte (mots) audio pour des langues arbitraires et textes très longs: utilisation interne (création de bases d'apprentissage, création de bases ISiS) et prestations Amplify

RIUSeparate (Python/DNN – Versions: 0.6.5, 0.7.0, 0.7.1)

• Séparation du chant, mise à jour des modèles et correction d'erreurs. Utilisation: interne, Amplify, ARS Analysis Modules

FCN FO (Python/DNN – Version: 0.3.0)

- Estimation de la F0 pour les voix. Implémentation support stéréo, correction d'erreurs, préparation.
- Intégration dans ARS Analysis Modules. Utilisation: interne, ARS Analysis Modules

ARS Analysis Modules (Python – Versions: 0.2.0, 0.2.1)

- Paquets de modules pour l'analyse de style de chant.
 Utilisation sur serveur web du partenaire Passages XX-XXI pour la communauté de musicologues intéressée par le chant.
- Intégration de FCN_F0, RIUSeparate, Vax

SuperVP

- Version 2.103.21
 - Support d'analyse F0 multicanaux en entrée
 - Nouvelle analyse F0 utilisant un modèle tensorflow
 - Support du mode avec pré-allocations uniquement dans les modules d'analyse utilisés par Partiels
 - Support de BPF en mémoire pour la dilatation (pour ASAP)
 - Ajout d'un mode « pass » dans les filtres surface
 - Corrections dans l'analyse f0p
 - Corrections pour arm64

■ Équipe Interaction son musique mouvement

MuBu

- Version 1.10.8
 - 4 releases
 - Amélioration de la documentation dont 4 tutoriels vidéo par Matthew Ostrowski
 - Optimisation/stabilisation/corrections de bugs
 - Ajout de plusieurs fonctionnalités mineures
 - Nouveaux modules Pipo: loudness, intensity, orientation, rms
 - Mises à jour exemples MuBu et CataRT

CataRT-MuBu

- Version 1.5
 - Transformation en format Max package, révision et complétion de la documentation (in/outlets), nettoyage messages d'erreur publication sur Max package manager (base), advanced examples sur Forum
 - Nouveaux modules camu.voice, camu.taboo, simplifications de camu.imubu.control, camu.target, camu.select
 - Maintenance/corrections de bugs

SkataRT (conjointement avec l'équipe PDS)

- Version 1.6
 - Choix et visualisation d'enveloppes (sin, cos, trapez, nouveau: exponentielles avec paramètres de courbe), intégration avec Push controller
 - Maintenance/corrections de bugs
 - Création de corpus

SuperVP for Max

Maintenance/corrections de bugs

Gesture And Sound

• Maintenance/corrections de bugs

Max Sound Box

- Ajout de deux vieux objets de 2002 fog~ et fofb~ (Michael Clarke et Xavier Rodet)
- Maintenance/corrections de bugs

CataRT Standalone

- Version 1.6.1
 - Maintenance
 - Compatibilité, version ARM M1

soundworks

- Développement version 4.0 (alpha)
- Écriture de tutoriaux

CoMo

- CoMo-elements, CoMo-education, CoMo-Rééducation, CoMo-Vox
- Maintenance/corrections de bugs

node web audio api

- Version 0.16
 - Améliorations/corrections de bugs
 - Tests (web platform test suite)

@ircam/sc-components

- Version 3.0.0
- Version majeure
- Évolution de l'API
- Documentation

dotpi

- Version 0.0 (alpha)
- Scripts pour la préparation du système Raspberry Pi OS
- Contrôleur

■ Équipe Systèmes et signaux sonores : audio/acoustique, instruments

Modalys:

- Version 3.8.1
- Modalvs∼ for Max
 - Sous-menu «Extras» mis à jour
 - modalys compatible avec mc.wrapper (multicanal)
 - nouveaux exemples
 - mlys.lua: nombreuses améliorations
- ModaLisp: mise à jour des exemples et du contrôleur « foreigncall »
- Mise à jour de la documentation en ligne (format mkdocs)

The Snail

- Version 1.4.2 (Mac et Windows)
 - Fenêtre d'autorisation visible avec écrans multiples
- Version 3.0.0 bêta (Mac, Windows, iOS, Android)
 - openGL
 - « UX » (expérience utilisateur)
 - Vue «bulles»
 - Vue « partition »
 - Vue « harmonicité »
 - Tempéraments
- Version 0.2.6 bêta (Linux embedded, basé sur Raspberry PI 4B)
 - Mêmes fonctionnalités que la version 3.0.0
 - UX entièrement repensée (conciliant boutons physiques et écran tactile)
 - Entrée « combo » XLR monosymétrique + Jack 6.35 stéréo asymétrique
 - Sortie moniteur
 - Micro à électret intégré

■ Équipe Représentations musicales

OpenMusic

- Markers pour l'objet SOUND: create, select, move and save
- Multi-seg: merging des chords sélectionnés
- Fluidsynth: midi-to-audio
- Mode de segmentation des CHORD_SEQs pour la quantification
- Chargement automatique de Fluidsynth lors du lancement du workspace
- Nombreuses améliorations et corrections de bugs

OMLibraries

- · Patterns update
- RQ update

Antescofo

- · Portage natif sur les architectures Apple Silicon
- Nouvelles fonctions de transport
- Travaux préparatoires pour le développement d'une version open source du langage de programmation dédié
- Amélioration de la documentation
- Correction de bugs et maintenance préventive

Dicy2

Dicy2 pour Max et Ableton Live:

- Sortie des nouvelles implémentations de Dicy2 pour Max (https://forum.ircam.fr/projects/detail/dicy2/) et Dicy2 pour Live (https://forum.ircam.fr/projects/detail/dicy2-for-live/)
- Correction de bugs et maintenance
- Publication de tutoriels vidéo sur la chaîne YouTube de l'Ircam (https://youtube.com/playlist?list=PL-C_JLZNFAGco5003loQkBRliNrs0tCkt&si=gkSZaitMBoGgWyYh)
- Threads Forums consacrés aux projets de productions utilisant Dicy2 à l'Ircam et par la communauté Forum (https://discussion.forum.ircam.fr/c/dicy2/755)

Somax2

- Distribution officielle Somax2.5 (application et librairie Max)
- Set complet de documentation: user's guide, max tutorials, max helps, video tutorials

■ Pôle Ingénierie et prototypes

R IoT

- Version 2.1 (pour CC3200 sous Energia 23)
 - Extension de l'API Lua (~75 %)
 - Correction de l'échelle des magnétomètres à 4 gauss (pas de changement sur le filter d'orientation Madgwick grâce à la normalisation des valeurs)
 - Correction de l'implémentation du filtre Madgwick
 - Filtre d'orientation/angles d'Euler plus stable

■ Équipe Espaces acoustiques et cognitifs

Spat

- Ajout décodeur HOA vers binaural par magLS, et égalisation de casque
- Ajout d'outils pour la synthèse et le contrôle de diagrammes de directivité: spat5.hoa.directivity et spat5.hoa. directivityshaper
- Ajout encodeur Eigenmike em64
- Maintenance/corrections de bugs

Panoramix

- Ajout de retards par envoi bus
- Ajout de retards sur la tranche Master
- Ajout de boutons solo par bus
- Ajout option pour copier/coller les réglages d'une piste ou bus
- Ajout option « ignore-z » pour réduire une scène 3D sur un bus 2D
- Maintenance/corrections de bugs

Séminaires

■ Séminaires – Les Mercredis de STMS

22 février

Bruce Walker

«Sound Science, Recherche et développement d'écrans multimodaux dans le Georgia Tech Sonification Lab»

22 mars

Gonzalo Romero-García

«Texture et harmonie: une relation sous haute tension»

12 avril

Lauri Savioja

"Machine Learning in Room Acoustic Modeling"

3 mai

Leandro Garber et Agustín Spinetto
"AudioStellar, an open-source experimental sampler
using dimensionality reduction technique"

31 mai

Cristof Ressi

"Audio over OSC"

7 juin

Sandra Pauletto

«Concevoir le son pour le développement durable»

14 juin

Emily Graber

« Recherches sur la perception de la hauteur et de la durée dans la musique contemporaine »

4 octobre

Laetitia Sonami

«Le geste disrupteur – du Lady's glove au Spring Spyre»

6 décembre

Jérôme Sueur et Sébastien Gaxie

« Introduction à l'éco-acoustique : écoutes et analyses du monde vivant »

Soutenances

■ Thèses soutenues à Ircam

12 janvier

Martin Fouilleul

«Un environnement de programmation temporelle pour le spectacle vivant et les installations artistiques »

21 février

Antoine Caillon

«Apprentissage temporel hiérarchique pour la synthèse audio neuronale de la musique»

23 février

Claire Richards

«Le son portable: le design intégratif pour entendre et ressentir les vibrations»

27 février

Clément Le Moine Veillon

 $\mbox{\ensuremath{\mbox{\textbf{w}}}}$ Conversion neuronale des attitudes sociales dans les signaux de parole »

10 mars

Constance Douwes

« Sur l'impact environnemental des modèles génératifs profonds pour l'audio »

31 mai

Théis Bazin

« Conception de nouvelles échelles de la création musicale à l'aide de l'apprentissage statistique hiérarchique »

7 juillet

Yann Teytaut

« De l'étude de contraintes temporelles pour l'alignement de voix par réseaux profonds »

21 septembre

Frederik Bous

« Un cadre neuronal de transformation de la voix pour la modification de la hauteur et de l'intensité »

18 octobre

Daniel Bedoya

«Capturer la prosodie musicale par le biais d'annotations audiovisuelles interactives»

15 novembre

Gonzalo Romero-García

« Morphologie mathématique pour l'analyse et la génération de représentations temps-fréquence de la musique »

24 novembre

Paul Lascabettes

« Modèles mathématiques pour la découverte de motifs musicaux et de structures musicales, et pour l'analyse de performances musicales »

8 décembre

Antoine Lavault

« Réseaux antagonistes génératifs pour la synthèse et le contrôle des sons de hatterie »

■ Thèses soutenues hors Ircam

15 février, Sorbonne Center for Artificial Intelligence (SCAI) Mireille Fares

« Gestuelle expressive multimodale avec style »

20 octobre, Institut national du patrimoine

Loïc Forma

« Système de contrôle actif de vibrations pour la préservation des objets du patrimoine »

■ Habilitation à diriger des recherches soutenue à l'Ircam

12 septembre

Nicolas Obin

« De la représentation du signal à l'apprentissage de représentations : modélisation structurée de signaux de parole »

Publications et communications

■ Publications multi-équipes

Articles parus dans des revues à comité de lecture

Aaron Einbond, Thibaut Carpentier, Diemo Schwarz, Jean Bresson, "Embodying Spatial Sound Synthesis with Al in Two Compositions for Instruments and 3D Electronics", *Computer Music Journal*, 2024. (10.1162/comj a 00664)

Emanuelle Majeau-Bettez, Aliénor Golvet, Clément Canonne, "Tracking auditory attention in group performances: A case study on Éliane Radigue's *Occam Delta XV*", *Musicae Scientiae*, 2023. DOI:10.1177/10298649231203641

■ Publications et communications de l'équipe Analyse des pratiques musicales

Articles parus dans des revues à comité de lecture

Elzė Sigutė Mikalonytė, Clément Canonne, "Does the Phineas Gage effect extend to aesthetic value?", *Philosophical Psychology*, 2023. http://dx.doi.org/10.1080/09515089.2023.2249517

Thomas Wolf, Louis Goupil, Clément Canonne, "Beyond togetherness: interactional dissensus fosters creativity and tension in freely improvised musical duos", *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2023. https://doi.org/10.1037/aca0000588

Hugo Rodriguez, Pablo Arias, Clément Canonne, "Contrasts of register underlie the perception of musical humor", *Music Perception*, 40/4, 2023, p. 316-333.

Communication avec actes dans un congrès international

Clément Canonne, Yann Teytaut, "Negative interactions and humor in collective free improvisation", International Conference on Music Perception and Cognition, 17 août 2023, Tokyo, Japon.

François-Xavier Féron, Laura Zattra, « L'empreinte de John Chowning dans la reconstruction de l'Ircam: de sa rencontre avec Pierre Boulez en 1973 à la création de *Stria* en 1977 », Journées d'informatique musicale, JIM2023, mai 2023, Saint-Denis, France. (halshs-04140906v1)

Baptiste Bacot, Vincent Tiffon, François-Xavier Féron, «Recherche et acoustique musicale à Marseille en 1968 et 1989 », Journées d'informatique musicale, JIM2023, mai 2023, Saint-Denis, France. (halshs-04243921v1)

Communication sans actes dans un congrès international

Clément Canonne, Sébastien Roux, "Musical games as a hybrid artform: the Sonic Games project", Colloque international Games as Critical Practice, janvier 2023, Bâle, Suisse.

François-Xavier Féron, «L'implantation d'un «Petit Beaubourg» sous terre: retour sur la genèse et la construction de l'Ircam dans les années 1970», XIV° congrès de la Société française d'histoire des sciences et des techniques (SFHST), avril 2023, Bordeaux, France. khalshs-04328911v1)

François-Xavier Féron, «Une traversée de l'Ircam: Hugues Dufourt, Pierre Boulez et le CNRS», Hugues Dufourt. Itinéraire et œuvre d'un musicien pensif, octobre 2023, Paris, France.

François-Xavier Féron, Aurore Baudin, Jérôme Boutinot, Philippe Langlois, Serge Lemouton, Éric de Gélis, Maxime Jourdil, Laura Zattra, «Les archives de l'Ircam: un bien beau capharnaüm. De la commande au processus de création», Réflexions sur la numérisation des fonds en musique contemporaine, novembre 2023, Saint-Étienne, France. (halshs-04452832)

François-Xavier Féron, "The art of illusion and ambiguity: A comparison between Ligeti's musical pieces and Escher's graphical works", Ligeti 1923-2023 — Composition as invention, between memory and experimentation, novembre 2023, Milan, Italie. halshs-04346840v1

Laurent Feneyrou, «Les guerres de Bernd Alois Zimmermann», Le Conflit dans la création musicale contemporaine. Violences, idéologies, territoires, hybridations, Sorbonne Université, avril 2023.

Laurent Feneyrou, "Suoni di confine: il timbro a prova del silenzio. Il timbro come fattore costitutivo del linguaggio musicale contemporaneo", Fermo, Italie, mai 2023.

Laurent Feneyrou, "Cinéma-Diderot, secondo Giovanni Morelli», Giovanni Morelli, Venise, Italie, mai 2023.

Laurent Feneyrou, «Trois folies religieuses», Musique et Maladie, Ircam. France. octobre 2023.

Articles de presse

François-Xavier Féron, « Du studio à l'instrumental : les recherches musicales de Pierre-Yves Macé », Festival d'automne 2023 — Portrait Pierre-Yves Macé, p. 5-6. (hal-04332028)

Ouvrages

Laurent Feneyrou, *Emmanuel Nunes*. *Écrits*, Genève, Contrechamps, 2023.

Laurent Feneyrou, *Gino Brazzoduro. Œuvre poétique I*, Paris, Éditions de l'éclat. 2023.

Laurent Feneyrou, *Biagio Marin. La Guirlande de ma sœur*, Paris, Éditions de l'éclat, 2023.

Chapitres d'ouvrage

- Pierre Saint-Germier, "A Carnapian Logic of Conceivability", in Béziau, Desclés, Mokefti, Pascu (éds.), Logic in Question, Birkhauser, p. 353-373, 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94452-0_19
- Pierre Saint-Germier, «L'analyse conceptuelle de l'essence», in Claudine Tiercelin, Alexandre Declos (éds.), *Connaissance philosophique et connaissance des essences*, Éditions du Collège de France, 2023. https://books.openedition.org/cdf/13827

■ Publications et communications de l'équipe Analyse et synthèse des sons

Articles parus dans des revues à comité de lecture

- Lenny Renault, Rémi Mignot, Axel Roebel, "DDSP-Piano: a Neural Sound Synthesizer Informed by Instrument Knowledge", AES Journal of the Audio Engineering Society Audio-Accoustics-Application, 2023, Special Issue on New Trends in Audio Effects, Part. 2, 71 (9), p. 552-565. (10.17743/jaes.2022.0102), (hal-04073770)
- Mireille Fares, Catherine Pelachaud, Nicolas Obin, "Zero-shot style transfer for gesture animation driven by text and speech using adversarial disentanglement of multimodal style encoding", Frontiers in Artificial Intelligence, 2023, 6, p. 114299. (10.3389/frai.2023.1142997), (hal-04293262)
- Laurent Benaroya, Nicolas Obin, Axel Roebel, "Manipulating Voice Attributes by Adversarial Learning of Structured Disentangled Representations", *Entropy*, 2023, 25 (2). (10.3390/e25020375), (hal-04004399)
- Carmine-Emanuele Cella, Daniele Ghisi, Yan Maresz, Alessandro Petrolati, Alexandre Teiller, Philippe Esling, "Dynamic Computer-Aided Orchestration in Practice with Orchidea", *Computer Music Journal*, 2023, 45 (4), 40-56. (hal-04467272)

Guillaume Doras, Yann Teytaut, Axel Roebel, "A Linear Memory CTC-Based Algorithm for Text-to-Voice Alignment of Very Long Audio Recordings", *Applied Sciences*, 2023, 13 (3), p. 1854. (10.3390/app13031854), (hal-04041926)

Communications avec actes dans un congrès international ou national

- Lenny Renault, Rémi Mignot, Axel Roebel, "Expressive Piano Performance Rendering from Unpaired Data", International Conference on Digital Audio Effects (DAFx23), septembre 2023, Copenhague, Danemark, p. 355-358. <a href="mailto: <a href
- Mireille Fares, Catherine Pelachaud, Nicolas Obin, "I-Brow: Hierarchical and Multimodal Transformer Model for Eyebrows Animation Synthesis", Artificial Intelligence in HCI, HCII 2023, août 2023, Copenhague, Danemark, p. 435-452. (10.1007/978-3-031-35894-4 33), (hal-04293273)
- Constance Douwes, Giovanni Bindi, Antoine Caillon, Philippe Esling, Jean-Pierre Briot, "Is Quality Enoughf Integrating Energy Consumption in a Large-Scale Evaluation of Neural Audio Synthesis Models", IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), juin 2023, Rhodes Island, Grèce, p. 1-5. (hal-04467266)
- Ninon Devis, Nils Demerlé, Sarah Nabi, David Genova, Philippe Esling, "Continuous descriptor-based control for deep audio synthesis", ICASSP 2023-2023 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), p. 1-5. (hal-04467264)

- Mireille Fares, Nicolas Obin, Catherine Pelachaud, "Zero-Shot Style Transfer for Multimodal Data-Driven Gesture Synthesis", International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition 2023, Workshop on Socially Interactive Humanlike Virtual Agents, janvier 2023, Waikoloa (Hawaii), États-Unis. (hal-03972560)
- Chris Donahue, Antoine Caillon, Adam Roberts, Ethan Manilow, Philippe Esling, Andrea Agostinelli, Mauro Verzetti, Ian Simon, Olivier Pietquin, Neil Zeghidour, Jesse Engel, "SingSong: Generating musical accompaniments from singing", International Conference on Machine Learning ICML 2023, 2023, Hawaii, États-Unis. (hal-04467269)

Thèses, mémoires et travaux universitaires

- Nicolas Obin, "From signal representation to representation learning: structured modeling of speech signals", Habilitation à diriger des recherches, Sorbonne Université, 2023. (tel-04223614)
- Antoine Caillon, "Hierarchical temporal learning for multi-instrument and orchestral audio synthesis", PhD Thesis, Sorbonne Université, 2023. (tel-04137258)
- Constance Douwes, "On the Environmental Impact of Deep Generative Models for Audio", Artificial Intelligence [cs.Al], Sorbonne Université, 2023. (tel-04100243)
- Mireille Fares, "Multimodal Expressive Gesturing With Style", Human-Computer Interaction [cs.HC], Sorbonne Université, 2023. (tel-04100511)
- Yann Teytaut, "On temporal constraints for deep neural voice alignment", Sound [cs.SD], Sorbonne Université, 2023. (tel-04229423)
- Frederik Bous, "A neural voice transformation framework for modification of pitch and intensity. Signal and Image Processing", Sorbonne Université, 2023. (tel-04353490)
- Clément Le Moine, "Neural Conversion of Social Attitudes in Speech Signals", Computer Science [cs], Sorbonne université, 2023. (tel-04185117).

- Antoine Lavault, "Generative Adversarial Networks for Synthesis and Control of Drum Sounds", Sorbonne Université, 2023 (à paraître).
- Clémentine Berger, "Learning power-balanced systems for audio applications", Rapport de stage Master ATIAM, 2023.
- Théo Nguyen, "Investigating joint singing voice separation and alignment", Rapport de stage Master ATIAM, 2023.
- Theodor Lemerle, «Synthèse vocale et représentation de l'identité du locuteur», Rapport de stage Master ATIAM, 2023.

Concerts et installations

- Judith Deschamps, "An.other voice (Taipei)", résultat de la résidence artistique 2020-2022.
- Judith Deschamps, "An.other voice (Luxembourg)", résultat de la résidence artistique 2020-2022.

Organisation workshops

- Nicolas Obin, IEEE workshop on Socially-Interactive Virtual Agents (SIVA), Hawaii, États-Unis, 5 janvier 2023.
- Nicolas Obin, Speech Synthesis Workshop (SSW'23), Grenoble, France, 26-28 août 2023.

Diffusion des connaissances

- Nicolas Obin, Animation Table ronde "Ethicals issues in Generative Speech Technologies", Grenoble, France, 27 août 2023.
- Nicolas Obin, "The Sound of Uncertainty", Round table on Music and Al with Nao Tokui and Yotam Mann, Sonar Music Festival, 16 juin 2023.
- Nicolas Obin, « Entre nature et culture : l'intelligence artificielle pour interpréter un monde de sons, la nature et ses musiques », Exposition et colloque, Philharmonie de Paris, 19 janvier 2023.
- Philippe Esling, Table ronde, Conférence SATIS (15 novembre 2023), Musique et IA: ce qu'il faut savoir.
- Axel Roebel, Table ronde, Conférence SATIS (15 novembre 2023), <u>IA</u> et audio: un panel d'applications autour de la voix.

- Guillaume Doras, «Quantifier le monde», Fictions Science, Centre-Pompidou, 5 avril 2023.
- Guillaume Doras, «L'expérience de la musique est-elle individuelle ou collective?», Festival Radio France Occitanie, Montpellier, 18 juillet 2023.
- Rémi Mignot, "Invariance learning for a music indexing robust to sound modifications", Présentation journée GDR ISIS: traitement du signal pour l'audio et l'écoute artificielle Musique, 16 novembre 2023.
- Axel Roebel, Présentation/table ronde sur la création de voix d'André Breton, «Patrimonialisation de l'éphémère », Journées d'études transversales du HAR. 4 décembre 2023.
- Philippe Esling, "Directions for the future of artificial creativity at Ircam", National Institute for Informatics, Tokyo, Japon.
- Philippe Esling, "Deep machine Learning in MaxMSP", Tokyo University of the arts, Japon. (https://github.com/esling/maxmsp_ai)
- Philippe Esling, Al in 64Kbps, "Can we do the same with less?", NAP Competition, Tokyo, Japon.

Comités et expertises

Jury de thèses

- Nicolas Obin (rapporteur), pour Olivier Zhang, « Méthodes neuronales d'analyse et de synthèse multi-aspects et leur application à la voix», Université de Rennes, direction: Damien Lolive (IRISA), codirection: Nicolas Gengembre, Olivier Le Blouch (Orange Innovation), 2023
- Axel Roebel (examinateur), pour Gaspar Rochette, "Time-Series Generation by Connecting Scales with Phase and Random Features, and Applications to Audio", Université PSL, 2023.

Comité de suivi de thèses

- Nicolas Obin, pour Daniel Molina-Villota, « Effets audio numériques interactifs et style vocal », thèse de doctorat (2020-2023), financement projet ANR ArS, direction: Christophe d'Alessandro (LAM), École doctorale sciences mécaniques, acoustique, électronique et robotique de Paris (ED 391)
- Philippe Esling, pour Nathan Fradet (1er novembre 2023).
 Encadrement: Jean-Pierre Briot, co-jury: Gaetan Hadieres
- Philippe Esling, pour Mustafa Shukor (20 novembre 2023).
 Encadrement: Mathieu Cord, co-jury: Kevin Bailly
- Philippe Esling, pour Hugo Laurençon (20 novembre 2023).
 Encadrement: Mathieu Cord, co-jury: Kevin Bailly
- Philippe Esling, pour Lenny Renault (13 décembre 2023).
 Encadrement: Axel Roebel, co-jury: Geoffroy Peeters
- Axel Roebel, pour Alain Riou, «Apprentissage auto-supervisé de représentations musicales pour génération de musique contrôlable », ED 626, Telecom Paris. Direction Geoffroy Peeters, co-jury: Stephane Lathiulière

Articles de presse et radios

- Nicolas Obin, Entretien, «L'intelligence artificielle pour modifier sa voix: pour un être humain, la différence va devenir impossible à détecter», Valentin Cebo, *Le Monde*, 17 mars 2023.
- Nicolas Obin, « Musique et IA », avec Whim Therapy (artiste) et Michael Turbot (Sony CSL), Côté Club, France Inter, 4 mai 2023, animé par Laurent Goumarre.

Philippe Esling, Entretien, «B-Smart», décembre 2023.

Philippe Esling, Entretien, L.A. Times, octobre 2023.

Philippe Esling, Entretien, VDT Magazine, juin 2023.

Axel Roebel, Entretien, Les Jours (30 novembre 2023). *L'attaque des clones vocaux*, épisode 1, «<u>T'as mangé un clone?</u>», et épisode 2, «<u>IA dans la musique: le clone du spectacle</u>», *Les Jours*, 7 et 14 janvier 2024.

■ Publications et communications de l'équipe Espaces acoustiques et cognitifs

Articles parus dans des revues à comité de lecture

- Stephan Bilbao, Benoît Alary, "Directional Reverberation Time and the Image Source Method for Rectangular Parallelepipedal Rooms", accepé pour publication in *Journal of the Acoustical Society of America*, 2024. (hal-04457732)
- Thibaut Carpentier, «Spatialisation sonore Réverbération artificielle», *Techniques de l'ingénieur*, 2023, Le traitement du signal et ses applications (BR1152). (10.51257/a-v1-br1152), (hal-03991468)
- Thibaut Carpentier, Aaron Einbond, "Spherical correlation as a similarity measure for 3-D radiation patterns of musical instruments", *Acta Acustica*, 2023, 7 (40). (10.1051/aacus/2023033), (hal-04194122)
- Isabelle Viaud-Delmon, Georges Chapouthier, « Qu'est-ce qu'une émotion? », Intellectica La revue de l'Association pour la recherche sur les sciences de la cognition (ARCo), inPress, Au-delà de la cognition, les émotions, 79 (2). (hal-04308483)

Communications avec actes dans un congrès international

- Benoît Alary, Archontis Politis, "A dataset for location and direction dependent reverberation analysis", Forum Acusticum, 10th Convention of the European Acoustics Association (EAA), septembre 2023, Turin, Italie. (10.61782/fa.2023.0833), (hal-04450632)
- Thibaut Carpentier, Olivier Warusfel, Jean-Marc Jot, "Software Tools for Flexible Control of Radiation Synthesis", 2023 Immersive and 3D Audio: from Architecture to Automotive (I3DA), septembre 2023, Bologne, Italie. (10.1109/I3DA57090.2023.10289260), (hal-04270806)
- Thibaut Carpentier, "Spherical beampatterns with fractional orders", Forum Acusticum, 10th Convention of the European Acoustics Association (EAA), septembre 2023, Turin, Italie. (10.61782/fa.2023.0531), (hal-04223988)

- Jean-Marc Jot, Thibaut Carpentier, Olivier Warusfel, "Perceptually Motivated Spatial Audio Scene Description and Rendering for 6-DoF Immersive Music Experiences", 2023 Immersive and 3D Audio: from Architecture to Automotive (I3DA), septembre 2023, Bologne, Italie. (10.1109/I3DA57090.2023.10289196), (hal-04270811)
- Michael Mihocic, Piotr Majdak, Franz Zotter, Fabian Brinkmann, Julien de Muynke, Markus Noisternig, "Recent Advances In The Spatially Oriented Format For Acoustics" (SOFA, AES69), Forum Acusticum 2023, 10th Convention of the European Acoustics Association, European Acoustics Association, septembre 2023, Turin, Italie. (10.61782/fa.2023.0729)
- Marine Taffou, Augustin Amiel, David Hartnagel, Lise Hobeika, Isabelle Viaud-Delmon, "Spatial sensory organization around the body: anisotropy of audio-tactile integration", International multisensory research forum, juin 2023, Bruxelles, Belgique. (hal-04308210)
- Isabelle Viaud-Delmon, Olivier Warusfel, Peter Brugger, Marine Taffou, "Auditory and body perception in microgravity", 21st International Multisensory Research Forum, juin 2023, Bruxelles, Belgique. (hal-04308209)
- Olivier Warusfel, "Identification of best matching HRTFs From Binaural Selfies and Machine Learning", Forum Acusticum 2023, 10th Convention of the European Acoustics Association, European Acoustics Association, septembre 2023, Turin, Italie. (https://doi.org/10.61782/fa.2023.1179), (hal-04211052)

Communications sans actes dans un congrès international

- Olivier Warusfel, Table ronde, "Moving through a spatial audio scene: perception and applications", AES conference, Spatial and Immersive Audio, Huddersfield, Royaume-Uni, 23 août 2023.
- Olivier Warusfel, Table ronde, «La spatialisation sonore Retours d'expérience », JTSE, Aubervilliers, 30 novembre 2023.

Enseignement

- Benoît Alary, Cours de troisième cycle, "Artificial reverberation and spatial sound reproduction", Department of Contemporary Music, Hanyang University, Séoul, Corée du Sud, octobre 2023.
- Markus Noisternig, Cours sur la spatialisation sonore, École supérieure d'art et de design Esad TALM Le Mans, octobre-novembre 2023.
- Markus Noisternig, Cours sur la spatialisation sonore, École nationale supérieure Louis Lumière, Paris (ENS LL), novembre 2023.
- Markus Noisternig, Cours Spatial Audio Technologies/Room Acoustics Modeling, M2 ISI, Sorbonne Université, 12 octobre et 23 novembre 2023.
- Markus Noisternig, Cours Traitement du signal MIMO, Master M2, Université de musique et des arts du spectacle de Graz (KUG), mars-iuin 2023.
- Nadine Schütz, Cours sur l'acoustique paysagère, "Landscape Acoustics", pour les étudiants (Master) en architecture et en architecture de paysage à l'École polytechnique fédérale (EPF) de Zurich, Suisse.
- Nadine Schütz, Cours "Sound and Space" dans le programme «Arts, Media, Technologies » à l'École d'art et de design The New School Parsons à Paris.
- Nadine Schütz, Intervenante invitée et encadrement des étudiants pour le projet « Echo Echo » de la filière Arts en situation à l'École nationale supérieure des Beaux-Arts de Paris.
- Isabelle Viaud-Delmon, Responsable UE Intégration professionnelle, Master ATIAM Ircam – Sorbonne Université.

Comités et expertises

Benoît Alary:

- Revue d'articles: Journal of the Audio Engineering Society, Acta Acustica, Journal of the Acoustical Society of America, IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing.
- Revue articles de conférence: Forum Acusticum, ICASSP, WASPAA, DAFx.
- Comité d'évaluation de bourses Mitacs, Canada.

Thibaut Carpentier:

- Expertise de projets FRQSC (Fonds de Recherche du Québec Société et Culture).
- Revue d'articles: Journal of the Acoustical Society of America, Journal of the Audio Engineering Society, Acta Acustica, AES (Audio Engineering Society), Spatial Audio Conference, DAFx (International Conference on Digital Audio Effects), SMC (Sound & Music Computing Conf.), I3DA (International Conference on Immersive and 3D Audio).
- Rapporteur de Master ATIAM Ircam.
- Jury pour compétition de mixage 3D: S3DAPC (Student 3D Audio Production Competition).

Markus Noisternig:

- Council Member, Technical Committee on Audio Signal Processing, European Acoustics Association (EAA).
- Co-Chair of the Working Group on Audio File Transfer and Exchange (SC-02-08) of the AES Standardisation Committee.
- 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).

Nadine Schütz:

- Jury du concours d'étudiants « Place au son! », organisé par la Semaine du Son de l'Unesco.
- Revues d'articles: 2024 Design Research Society (DRS) conference.

Isabelle Viaud-Delmon:

- Expertises pour la Commission européenne
- Expertises pour dossiers CIFRE de l'ANRT
- Revues d'articles: Virtual Reality, Scientific Reports, Sound and Music Computing (SMC)
- Jury de thèse: Valentin Bauer (Université Paris-Saclay, examinatrice)
- Jury de diplôme ENS Louis Lumière: Dorian Vernet
- Comité de suivi de thèse: Sarabeth Mullins (Sorbonne Université)
- Comité de sélection pour le recrutement d'un professeur des universités: Sorbonne Université, CNAM
- Membre du comité de rédaction de la revue Intellectica

Coralie Vincent:

- Évaluatrice pour le concours d'entrée du Master Son de l'ENS Louis Lumière (1^{er} tour).
- Jury de concours externe CNRS pour le recrutement d'un ingénieur d'études affecté à l'IJLRDA.
- Jury de diplômation pour la Formation supérieure aux métiers du son (FSMS) du CNSMDP.

Olivier Warusfel:

- Revues d'articles: Acta Acustica.
- Jury d'Habilitation à diriger des recherches: Gaël Mahé, Université Paris Cité, 9 janvier 2023.
- Jury de diplôme ENS Louis-Lumière: Martin Antiphon, 27 juin 2023.

- Comités de suivi thèse: Thomas Charpentier, INSA-Lyon (15 septembre 2023), Julien de Muynke, Sorbonne Université, Clément Rappin, Sorbonne Université (27 novembre 2023), Lyon (septembre 2023).
- Membre du bureau de la Société française d'acoustique.

Diffusion des connaissances

- Benoît Alary, Thibaut Carpentier, Markus Noisternig, Marine Taffou, Isabelle Viaud-Delmon, Coralie Vincent, Olivier Warusfel, Portes ouvertes Ircam, 13-14 janvier 2023.
- Benoît Alary, Forum Hors les Murs, Taïwan, "Designing immersive virtual spaces", 8-19 octobre 2023.
- Benoît Alary, Arts Korea Lab (Séoul), "New Paradigms for Immersive Reverberation". 25-27 octobre 2023.
- Thibaut Carpentier, Workshop Spat5 lors des Ateliers du Forum, Ircam. 31 mars 2023.
- Thibaut Carpentier, Présentation des nouveautés de l'équipe EAC. Ateliers du Forum, Ircam, 29-31 mars 2023.
- Thibaut Carpentier, Action pédagogique : Rencontre métier avec des étudiants de l'INA de 3º année (études en son), Ircam, 21 avril 2023
- Nadine Schütz, Participation à la table ronde «Architecture sonore et bruit urbain», JCAAS Journées jeunes chercheur·se·s en audition, acoustique musicale et signal audio, 5-7 avril 2023, Paris
- Nadine Schütz, Intervention au colloque «Résonnances Bois», 29 novembre 2023. Lausanne. Suisse.
- Nadine Schütz, Intervention dans le cadre de l'événement inaugural «LVML x Design++» à l'ETH de Zurich, Suisse, 3 octobre 2023.

- Nadine Schütz, «Son-Eaux», Conférence de la présidente du jury, remise publique des prix du concours d'étudiants «Place au son!», organisé par la Semaine du Son de l'Unesco, 19 janvier 2023, Unesco, Paris.
- Coralie Vincent, Présentation de l'axe «Son/Musique & Santé», Journée Arts/Sciences de l'école des Mines, 1er juin 2023, Paris.

Articles de presse et radio

- Nadine Schütz, Chroniques de Terrain #9, Nadine Schütz, chronique radiophonique par Mélia Roger, Radio du Festival Archipel, avril 2023
- Nadine Schütz, « Designer les ambiances sonores/Designing Soundscapes », podcast publié par PCA-STREAM, Stream Talks #7, 15 mai 2023.
- Nadine Schütz, «(((echora)))», article de blog par Barbara Polla (Galerie Analix Forever). 9 octobre 2023.
- Nadine Schütz, Participation au plateau radio « Sound futures/ Futures sonores », diffusé en direct dans le cadre du programme Radio Utopia au pavillon français de la Biennale d'architecture de Venise. 4 août 2023.
- Nadine Schütz, «Transposition Relocating site-specific sound work/Transposition restituer une œuvre sonore contextuelle », article publié dans *L'Architecture d'aujourd'hui*, numéro spécial « Ball theater Son, fiction, occupation », novembre 2023.
- Isabelle Viaud-Delmon, émission *Affaire en cours*, Marie Sorbier, France Culture, janvier 2023.

■ Publications et communications de l'équipe Interaction son musique mouvement

Articles parus dans des revues à comité de lecture

- Iseline Peyre, Agnès Roby-Brami, Maël Segalen, Alain Giron, Baptiste Caramiaux et al., "Effect of sonification types in upper-limb movement: a quantitative and qualitative study in hemiparetic and healthy participants", Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 2023, 20 (1), p. 136. <a href="mailto:, <a href="mailto: (10.1186/s12984-023-01248-y), <a href="mailto:, <a href="mailto: (10.1186/s12984-023-01248-y), <a href="mailto:
- Antoine Loriette, Wanyu Liu, Frédéric Bevilacqua, Baptiste Caramiaux, "Describing movement learning using metric learning", PLoS ONE, 2023, 18 (2). (10.1371/journal.pone.0272509), (hal-03790829)
- Benjamin Matuszewski, Otto Rottier, "The Web Audio API as a Standardized Interface Beyond Web Browsers", *Journal of the Audio Engineering Society*, 2023, 71 (11), p. 790-801. \(\(\delta\) 10.17743/jaes.2022.0114\), \(\delta\) 10.17743/jaes.2022.0114\), \(\delta\)

Communications avec actes dans un congrès international

- Victor Paredes, Frédéric Bevilacqua, Jules Françoise, "Polyspring: a Python Toolbox to Manipulate 2-D Sound Database Representations", Sound Music Computing, KMH Royal College of Music, KTH Royal Institute of Technology, juin 2023, Stockholm, Suède. k10.5281/zenodo.8399016), k10.5281/zenodo.8399016)
- Diemo Schwarz, "Touch Interaction for Corpus-based Audio-Visual Synthesis", New Interfaces for Musical Expression (NIME), mai 2023, Mexico, Mexique. (hal-04355949)
- Benjamin Matuszewski, Aliénor Golvet, "Rapid Prototyping of Distributed Musical Things using Web Technologies", 4th International Symposium on the Internet of Sounds, octobre 2023, Pise, Italie. (10.1109/IEEECONF59510.2023.10335368), (hal-04352459)

Communication avec actes dans un congrès national

Aliénor Golvet, Benjamin Matuszewski, Frédéric Bevilacqua, «Simone: un instrument distribué pour l'étude des interactions improvisées collectives», Journées d'informatique musicale (JIM 2023), mai 2023, Saint-Denis, France. (hal-04249506)

Communication avec poster dans un congrès national

Iseline Peyre, Pascale Pradat-Diehl, Véronique Marchand-Pauvert, Agnès Roby-Brami, Coralie Vincent et al., «La sonification du mouvement pour la rééducation post lésion cérébrale acquise: une expérience perceptive atypique?», Journées perception sonore (JPS2023), novembre 2023, Paris, France. \databox hal-04427102)

Conférences invitées dans des congrès nationaux et internationaux

- Frédéric Bevilacqua, Keynote, EAI ArtsIT 2023, 12th EAI International Conference: ArtsIT, Interactivity & Game Creation.
- Frédéric Bevilacqua, conférences invitées aux Entretiens du Nouveau Monde Industrie, Centre Pompidou, 18 décembre 2023

Diffusion des connaissances

- Diemo Schwarz, Research visit Microtonal Music Studios/Myymälä2 Gallery, Helsinki, Finlande, mars 2023.
- Diemo Schwarz, Présentation sur la recherche en science-musique, JJCAAS 2023 – Journées jeunes chercheur.se.s en audition, acoustique musicale et signal audio, Paris, 7-9 avril 2023.
- Frédéric Bevilaqua, Diemo Schwarz, Cours New York University, États-Unis. 20 février 2023.
- Frédéric Bevilaqua, Diemo Schwarz, Cours à l'academie Ircam, ManiFeste, 19 juin 2023.
- Frédéric Bevilacqua, Cours au master AlMove, Écoles des Mines, Paris, PSL, 6-10 février 2023.

- Frédéric Bevilacqua, Formation professionnelle « Capteurs Ircam, interfaces et machine learning interactif pour la musique », 9-12 mai 2023.
- Benjamin Matuszewski, Formation professionnelle Ircam «Design d'expériences audio sur le web Initiation», 4-6 décembre 2023
- Frédéric Bevilacqua, Diemo Schwarz, Benjamin Matuszewski, Aliénor Golvet, Coralie Vincent, Iseline Peyre, Marion Voillot, Jean-Philippe Lambert, Aki Ito, Journée Portes ouvertes Ircam, 14 ianvier 2023.
- Frédéric Bevilacqua, Iseline Peyre, Fêtes de la Sciences, Sorbonne Université, 13-15 octobre 2023.

Résidence

Basile Chassaing, «Le corps instrument, recherche artistique», en collaboration avec Diemo Schwarz, Frédéric Bevilacqua, Victor Paredes. Sarah Nabi.

Organisation de colloques

- Benjamin Matuszewski, Frédéric Bevilacqua, Sarah Fdili Alaoui, «Technologies interactives et communautés de pratiques artistiques », Ircam, 12-13 octobre 2023.
- Aliénor Golvet, Victor Paredes, participation à l'organisation des JJCAAS 2023 Journées jeunes chercheur.se.s en audition, acoustique musicale et signal audio, Paris, 7-9 avril 2023.

Prix

Aliénor Golvet, Prix AFIM Jeune chercheuse 2023.

Jurys de thèses, expertises et revues d'articles

- Frédéric Bevilacqua, Jury de thèse, Bavo Van Kerrebroeck, Ghent University. 24 février 2023.
- Frédéric Bevilacqua, Jury de thèse, Sam Bilbow, Sussex University, 16 novembre 2023.
- Frédéric Bevilacqua, Jury de thèse, Liu Yang, Sorbonne Université, 8 décembre 2023.
- Frédéric Bevilacqua, Jury de thèse, Yohan Zeitoun, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. 11 décembre 2023.
- Frédéric Bevilacqua, Jury HDR, Florent Berthaut, Université de Lille, 27 octobre 2023
- Diemo Schwarz, Revues d'articles: 3 conférences SMC, ICMC, NIME. 1 revue CMJ.
- Victor Paredes, Revue d'article: conférence IHM.
- Frédéric Bevilacqua, Revues d'articles: *International Journal of Human-Computer Studies*, Revue de projets Carnot.
- Benjamin Matuszewski, Revues d'articles : JIM, SMC, Audio Mostly, IS2, JAES, Frontiers.

■ Publications et communications de l'équipe Perception et design sonores

Revue à comité de lecture

- Baptiste Bouvier, Patrick Susini, Catherine Marquis-Favre, Nicolas Misdariis, "Revealing the stimulus—driven component of attention through modulations of auditory salience by timbre attributes", *Scientific Reports*, 2023, 13, p. 6842. (hal—04144690)
- Victor Rosi, Pablo Arias Sarah, Olivier Houix, Nicolas Misdariis, Patrick Susini, "Shared mental representations underlie metaphorical sound concepts", *Scientific Reports*, 2023, 13 (1), p. 5180. (hal-04052606)
- Patrick Susini, Nicolas Wenzel, Olivier Houix, Emmanuel Ponsot, "Psychophysical characterization of auditory temporal and frequency streaming capacities for listeners with different levels of musical expertise", JASA Express Letters, 2023. hal-04180667)

Mondher Ayari, «Contribution à une ethnopsychologie cognitive», in Samir Becha (dir.), Encyclopédie de la musique et de la musicologie en Tunisie: Fondements théoriques et méthodologiques, article publié dans le cadre des activités scientifiques du Laboratoire de recherche en culture, Nouvelles technologies et développement – CUNTIC, éditions SOTUMEDIA, Tunis, Tunisie. 2023.

Communication dans un colloque national ou international

- Baptiste Bouvier, Emmanuel Ponsot, Patrick Susini, "Reorganization of temporal local/global processing with auditory salience", 10th Convention of the European Acoustics Association Forum Acusticum 2023, septembre 2023, Turin, Italie. (hal-04292086)
- Matthieu Duroyon, Nicolas Misdariis, Patrick Susini, Nicolas Dauchez, Louis-Ferdinand Pardo *et al.*, "How do Automotive Acousticians talk about Sounds and Comfort in Electric Vehicle", 10th Convention of the European Acoustics Association Forum Acusticum 2023, septembre 2023, Turin, Italie, p. 6335-6342. (hal-04456709)
- Nicolas Misdariis, Sandra Pauletto, Nicolas Bonne, Chris Harrison, Kate Meredith, Anita Zanella, "The audible universe workshop: An interdisciplinary approach to the design and evaluation of tools for astronomical data sonification", International Conference on Auditory Displays, ICAD, Norrköping, Suède, 2023. (hal-04476321v1)
- Mondheer Ayari, « Modélisation computationnelle des processus de perception et de reconnaissance des structures musicales », acte de la Journée d'étude internationale Comment mener et valoriser une étude dite « scientifique ?, journée organisée par Samir Becha et Mondher Ayari à l'Institut supérieur de musique à Tunis, en collaboration avec l'ACCRA de Strasbourg, 27 avril 2023.

Mondher Ayari, « Réflexions sur la détermination des critères analytiques et des modèles d'étude des phénomènes musicaux en ethnomusicologie », acte du Panel scientifique, « L'ethnomusicologie appliquée et ses dimensions pédagogiques », organisé par Rachid Cherif à l'Institut supérieur de musique de Sousse, Université de Sousse (article soumis en avril 2023).

Direction d'ouvrage collectif

Mondher Ayari et Samir Becha, «Comment mener et valoriser une étude scientifique?», actes de la journée d'étude internationale tenue le 27 avril 2023 à l'ISM de Tunis en collaboration avec l'Université de Strasbourg, édition Sotumedias de Riadh Chniter, Tunis, décembre 2023, http://www.ismt.rnu.tn/actualites/

Thèses, mémoires et travaux universitaires

Claire Richards, "Wearable sound: integrative design for hearing and feeling vibrations", Sorbonne Université. (tel-04125241)

Baptiste Bouvier, "Auditory salience: A study of the influence of timbre attributes using the additional singleton paradigm", Sorbonne Université. (hal-04082872)

Contributions à l'équipe/au laboratoire

Emmanuel Ponsot, Patrick Susini, Nicolas Misdariis, Olivier Houix

Gestion des articles/news de la page web PDS.

Liens avec Amplify, suivi des travaux de Romain Barthélémy, interaction avec Anjali Morard.

Accueil des stages d'observation de 3e.

Poursuite de la collaboration avec le réseau « Modulation Group », qui rassemble plusieurs équipes de recherche fondamentales et cliniques en audition à Paris (l'INCC à l'Université Paris Cité, le Laboratoire des systèmes perceptifs à l'ENS, l'équipe Audition/ORL de l'hôpital Robert Debré et l'Institut Arthur-Vernes).

Installation et mise en place d'un système EEG dans les cabines d'écoute de l'équipe PDS (travail Clémence Basire, IE dans l'équipe PDS, avril-juillet 2023). Première campagne de mesure menée chez l'adulte dans le cadre du projet HEARDEVCOMP.

Pédagogie

Olivier Houix, Nicolas Misdariis, Patrick Susini, Emmanuel Ponsot

Coordination, pour l'Ircam, de la mention Design Sonore à l'Esad TALM — Le Mans. La formation a été présentée au Forum des métiers du son à la Femis en-ligne (18 janvier 2023) dans le cadre de la Semaine du Son ainsi que lors des Journées Portes ouvertes de l'Ircam (14 janvier 2023).

Organisation et encadrement du workshop applicatif à l'Abbaye de l'Epau (Sarthe) sur le thème des parcours sonores, avec des étudiants du DNSEP Design Sonore (16-27 octobre 2023).

Enseignements : M2 Musicologie et Conception Sonore (Université Aix-Marseille).

Enseignements: M1 & M2 DNSEP Design Sonore (Esad TALM – Le Mans); 3º année Ingénieur, option Musique et science (École Centrale de Nantes); option Design acoustique (UTC).

Séminaires: Esad TALM – Le Mans (L2).

Cours "Functional Models of the Auditory System», PSL Week Audition https://cognition.ens.fr/fr/psl-week-audition-du-gene-la-perception-17135 (ENS Paris, 29 novembre 2023).

Événements

Patrick Susini, Emmanuel Ponsot, Mondher Ayari, Nicolas Misdariis Co-organisation de la 4º édition des Journées perception sonore à l'Ircam avec le Groupe perception sonore (GPS) de la Société française d'acoustique (SFA), l'INCC (Université Paris Cité) et le LSP (ENS) autour du thème Perception sonore et santé. L'organisation locale des JPS a été assurée par Emmanuel Ponsot et Patrick Susini avec l'aide de Brigitte Cruz-Barney, 21 et 22 novembre 2023. Ces journées ont permis de rassem-

bler les acteurs de la communauté scientifique française des sciences de l'audition (125 personnes inscrites aux deux journées) autour de présentations magistrales (keynotes) données par sept invités et de sessions posters (53 posters). Le programme scientifique complet est disponible ici: https://sites.google.com/view/jps-2023/accueil

Concert-laboratoire « Sur la piste de l'écoute musicale »: nous avons profité de la tenue des JPS pour organiser un événement art-re-cherche inédit sous la forme d'un concert-laboratoire le soir du 21 novembre dans l'Espace de projection de l'Ircam. Il s'agissait d'une expérimentation grandeur nature, conçue dans le cadre d'un projet de recherche financé par le Collegium Musicæ (SU) et le CNRS, visant à mesurer in situ, sur le public présent, les mécanismes sous-tendant l'écoute en situation de concert, à travers plusieurs pièces de musique improvisées, d'une série de miniatures électroniques spécialement écrites pour l'occasion par le compositeur Sébastien Roux.

Co-organisation workshops: Atelier «IHMs et multisensorialité» pour le GT-SON (conf. AFIHM 2023).

Organisation d'une journée d'étude internationale: Comment mener et valoriser une étude dite «scientifique?, organisée par Mondher Ayari et Samir Becha à l'Institut supérieur de musique à Tunis, en collaboration avec l'ACCRA de Strasbourg, 27 avril, 2023. http://www.ismt.rnu.tn/programme-journee-detude-comment-mener-et-valoriser-une-etude-scientifique/

Conférence plénière au Panel scientifique international:

«L'ethnomusicologie appliquée et ses dimensions pédagogiques», Mondher Ayari, «Réflexions sur la détermination de
critères analytiques et de modèles d'étude des phénomènes
musicaux en ethnomusicologie». Panel scientifique organisé
par Rachid Cherif et Fakher Hakima à l'Institut supérieur de
musique de Sousse, Université de Sousse, Tunisie, les 29 et
30 mai 2023.

Coordination/animation de sessions spéciales Sound Design pour Forum Acusticum 2023, Turin, Italie.

Co-coordination/co-animation d'une session spéciale "Astronomical Data Sonification" pour ICAD 2023.

Montages de projets

- Olivier Houix, Patrick Susini, Nicolas Misdariis, Rodolphe Alexis (Esad TALM – Le Mans), Mathieu Lagrange (LS2N, Université Nantes), Romain Serizel (LORIA, Université Nancy), Celine Manetta (IFF).
- Montage du projet avec le département de la Sarthe pour le développement de parcours sonores intérieurs et extérieurs pour l'abbaye de l'Epau. Dans le cadre du workshop applicatif, Esad TALM – Le Mans/Ircam du 16 au 27 octobre 2023.
- Montage du projet ANR ReNAR (Reducing Noise with Augmented Reality) ANR-23-CE33-0012.
- Montage d'un projet de thèse CIFRE, en collaboration avec IFF.

Expertise scientifique

- Emmanuel Ponsot, Mondher Ayari, Olivier Houix, Patrick Susini, Nicolas Misdariis.
- Review pour différentes revues: JASA, *Acta Acustica*, *Applied Acoustics*, *Glossa Psycholinguistics*, *Epilepsy Research*.
- Membre (Président) du jury de thèse de Quentin Consigny (soutenance le 12 octobre 2023, ISEN).
- Professeur visiteur pour un cours/séminaire analytique: Analyse, perception et cognition musicales, Mondher Ayari, Institut supérieur de musique de Tunis, Université de Tunis, 2 mai 2023.
- Membre du jury des International Sound Awards Edition N° 6, de l'Audio Branding Academy.
- Membre du jury du concours «Place au son!» organisé par Cécile Regnault et Gilles Paté, dans le cadre de la Semaine du Son à l'Unesco.
- Membre du jury (*external reviewer*) pour les Art Papers de la conférence SIGGRAPH2023

Diffusion des connaissances

- Matthieu Duroyon, Patrick Susini, Emmanuel Ponsot, Nicolas Misdariis. Nadine Schütz.
- «Comment les acousticiens automobiles parlent du son et du confort dans les véhicules électriques?», JJCAAS 2023, Journées jeunes chercheur·se·s en audition, acoustique musicale et signal audio, 7-9 avril 2023, Paris. (hal-04073767)
- «Qu'entend-on quand on écoute des sons? Les mots pour le dire. Le projet SpeaK », Séminaire invité LMA, CNRS, Marseille.
- Séminaire « Déficits de codage auditif supraliminaire et troubles de perception de la parole dans le bruit : quels nouveaux outils pour l'audiologie de demain ? » donné aux étudiants de l'IFA La Musse à l'Ircam. 13 mars 2023.
- Journée MAEVAS GHU Paris Psychiatrie & Neurosciences, «Innovation et créativité au profit du soin en psychiatrie L'apport des sciences du son, de la musique et du design ».
- Ircam, Journées Portes ouvertes Ircam en Fête, « Évaluer l'impact d'une installation sonore sur le paysage sonore urbain », janvier 2023
- Ircam, Festival ManiFeste-2023, présentation de l'équipe Perception et design sonores, juin 2023.
- Rencontre Métier Ircam/Univ. La Rochelle, «La perception et le design sonores».
- René Caussé, Thomas Helie, Olivier Warusfel, Nicolas Misdariis, Patrick Susini, «L'acoustique à l'Ircam, des premiers temps à la création de l'UMR Sciences et technologies de la musique et du son ». *Acoustique & Techniques*, décembre 2023, n° 100, p. 77-82.

■ Publications et communications de l'équipe Représentations musicales

Articles parus dans des revues à comité de lecture

- Gérard Assayag, Laurent Bonnasse-Gahot, Joakim Borg, "Cocreative Interaction: Somax2 and the REACH Project", *Computer Music Journal*, 1:19, MIT Press, 2024.
- Shlomo Dubnov, Vignesh Gokul, Gérard Assayag, "Switching Machine Improvisation Models by Latent Transfer Entropy Criteria", *Physical Sciences Forum*, 2023, 5 (1), p. 49. (hal-04010744)
- Moreno Andreatta, Corentin Guichaoua, Nicolas Juillet, "New hexachordal theorems in metric spaces with a probability measure", *Rendiconti del Seminario Matematico della Università di Padova*. (hal-04306887)
- Moreno Andreatta, Corentin Guichaoua, Nicolas Juillet, "Taking music seriously: on the dynamics of 'mathemusical' research with a focus on Hexachordal Theorems", Symmetry, Integrability and Geometry: Methods and Applications, 2024, 20 (009). (10.3842/SIGMA.2024.009), (hal-04306896v2)
- Marc Chemillier, "The smile of Velonjoro. Bi-musicality and the use of artificial intelligence in the analysis of Madagascar zither music", submitted to *Analytic Approch to African Music*, 2022 (preprint).
- Marc Chemillier, Yohann Rabearivelo, Rémi Jaylet, "Observing Musical Communities Dedicated to Improvisation and Duet Practice on TikTok Using Web Scraping", *Musicologica Austriaca, Journal for Austrian Music Studies,* Special Issue TikTok-Music-Cultures, "Perspectives on the Study of Musicking Practices On & Through TikTok", printemps 2023.
- Marc Chemillier, Yohann Rabearivelo, «Valeur de la musique sur TikTok et nouvelles pratiques musicales», *Volume!*, numéro spécial «La valeur de la musique à l'ère des plateformes de streaming», 20 (1), 2023, p. 107-121 (preprint).
- Marc Chemillier et Yuri Prado, «L'hybridité vue à partir du sujet: le cas de Charles Kely Zana-Rotsy et "l'open gasy"», *Cahiers d'ethnomusicologie*, n° 36, 2023, p. 125-143 (preprint).

Corentin Guichaoua, Paul Lascabettes, Elaine Chew, "End-to-end Bayesian Segmentation and Similarit Assessment of Performed Music Tempo and Dynamics without Score Information", *Music & Science*, Sage, 2024, accepted.

Communications avec actes dans un congrès international

- José Luis Besada, Erica Bisesi, Moreno Andreatta, "Cognitive Inspections of the Tonnetz: A Multimodal Approach", Proceedings of the ICMPC17-APSCOM7 Conference, Tokyo, Japon, 24-28 août 2023. (hal-04306920)
- Marco Fiorini, Mikhail Malt, "Somax2 A Distributed Co-Creative System for Human-Machine Co-Improvisation", Proceedings of the Second International Conference on Hybrid Human-Artificial Intelligence HHAI 2023, juin 2023, Munich, Allemagne. (hal-04444997)
- Nicolas Brochec, Tsubasa Tanaka, "Toward Real-Time Recognition of Instrumental Playing Techniques for Mixed Music: A Preliminary Analysis", International Computer Music Conference (ICMC 2023), octobre 2023, Shenzhen, Chine.
- Keren Shao, Ke Chen, Taylor Berg-Kirkpatrick, Shlomo Dubnov, "Towards Improving Harmonic Sensitivity and Prediction Stability for Singing Melody Extraction", Proceedings of ISMIR the 24th International Society for Music Information Retrieval Conference, 657-663. https://doi.org/10.5281/zenodo.10265373
- Ke Chen, Yusong Wu, Liu Hui, Marianna Nezhurina, Taylor Berg-Kirkpatrick, Shlomo Dubnov, "MusicLDM: Enhancing Novelty in Text-to-Music Generation Using Beat-Synchronous Mixup Strategies", arXiv preprint, 2023. doi:10.48550/ arXiv.2308.01546
- Hao-Wen Dong, Ke Chen, Shlomo Dubnov, Julian McAuley, Taylor Berg-Kirkpatrick, "Multitrack Music Transformer", ICASSP 2023, 2023 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Rhodes Island, Grèce, 2023, p. 1-5. doi: 10.1109/ICASSP49357.2023.10094628

- Yusong Wu, Ke Chen, Tong Zhang, Liu Hui, Taylor Berg-Kirkpatrick, Shlomo Dubnov, "Large-Scale Contrastive Language-Audio Pretraining with Feature Fusion and Keyword-to-Caption Augmentation", ICASSP 2023 2023 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Rhodes Island, Grèce, 2023, p. 1-5. doi: 10.1109/ICASSP49357.2023.10095969
- Devansh Zurale, Shlomo Dubnov, "Learning Sub-Dimensional HRTF Representations Towards Individualization Applications-Traditional and Deep Learning Approaches", IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics (WASPAA), Mohonk Mountain House, New Paltz, NY, USA, 2023.
- Devansh Zurale, Shlomo Dubnov, "Spatial Upsampling of Sparse Head Related Transfer Functions A VQ-VAE & Transformer based Approach", Audio Engineering Society, AES 2023 International Conference on Spatial and Immersive Audio, University of Huddersfield, Royaume-Uni, 2023.
- Constantin Basica, Prateek Verma, Patricia Alessandrini, Alexandru Berceanu, "Accessible Co-Creativity with AI through Language and Voice Input", The International Conference on AI and Musical Creativity, The University of Sussex (AIMC), 2023.
- Marc Chemillier, « Du machine learning au web scraping: interaction des musiciens de TikTok avec un logiciel d'improvisation musicale », conférencier invité, 5^e symposium du GDR CNRS MaDICS (Masses de données, informations et connaissances en sciences), 25 mai 2023.
- Marc Chemillier, «La bi-musicalité à l'ère de l'intelligence artificielle », Journées d'études Musique, identité et numérique, Université des Antilles, 21 avril 2023 (en visioconférence).
- Marc Chemillier, Justin Vali, "Bi-musicality in the Age of Artificial Intelligence", Filippo Borini Baraldi (eds.), Proceedings of the Second Symposium of the ICTM Study Group on Sound, Movement, and the Sciences (SoMoS), Barcelone, 26 octobre 2022, publication 2023, p. 5-9.

- Dominique Costa, Séraphin Costa, Mikhail Malt, Marc Chemillier, Gérard Assayag, "Machine-Musician Co-improvisation: A Djazz Incursion into Flamenco", Filippo Borini Baraldi (eds.), Proceedings of the Second Symposium of the ICTM Study Group on Sound, Movement, and the Sciences (SoMoS), Barcelone, Espagne, 26 octobre 2022, publication 2023, p. 59-62.
- Marc Chemillier, Shlomo Dubnov, Ke Chen, Mikhail Malt, Gérard Assayag, "A posthumous improvisation by Toots Thielemans", Toots Thielemans (1922-2016). A Century of Music across Europe and America, Librairie royale de Belgique, Bruxelles, 2023.
- Gonzalo Romero-García, Isabelle Bloch, Carlos Agon, "Mathematical Morphology Applied to Feature Extraction in Music Spectrograms", Third International Conference on Discrete Geometry and Mathematical Morphology (DGMM), 2024, Florence, Italie, accepté.
- Paul Lascabettes, Elaine Chew, Isabelle Bloch, "Characterizing and Interpreting Music Expressivity through Rhythm and Loudness Simplices", International Computer Music Conference (ICMC 2023). Shenzen, Chine, 2023.
- Paul Lascabettes, Isabelle Bloch, "Discovering Repeated Patterns from Onsets", Third International Conference on Discrete Geometry and Mathematical Morphology (DGMM), 2024, Florence, Italie, accepté.

Chapitres d'ouvrage

Jean-Louis Giavitto, «Le mariage du calcul et de la musique, de Pythagore à l'intelligence artificielle générative», in *Le calcul dans tous ses états – Les modèles et les architectures de calcul* (titre provisoire), Projet d'ouvrage INS2I sous la direction de Mokrane Bouzeghoub, Michel Daydé et Christian Jutten, sous presse.

- Marc Chemillier, Ke Chen, Mikhail Malt, Shlomo Dubnov, Gérard Assayag, "A posthumous improvisation by Toots Thielemans", Hugo Rodriguez, Hélène Sechehaye (éds.), *Toots Thielemans* (1922-2016), A Century of Music across Europe and America, Bruxelles, Peter Lang, à paraître.
- Mikhail Malt, Collaboration avec Laurent Feneyrou pour la traduction en français des écrits d'Emmanuel Nunes, *Emmanuel Nunes, Écrits, Textes réunis et annotés par Laurent Feneyrou*, Contrechamps, 2023

Thèses

- Martin Fouilleul, «Un environnement de programmation temporelle pour le spectacle vivant et les installations artistiques », thèse de doctorat, Sorbonne Université, janvier 2023, direction Jean-Louis Giavitto et Jean Bresson. (tel-04051156v2)
- Gonzalo Romero-García, "Mathematical Morphology for the Analysis and Generation of Time-Frequency Representations of Music", thèse de doctorat, novembre 2023, direction Carlos Agon et Isabelle Bloch.
- Paul Lascabettes, "Mathematical Models for the Discovery of Musical Patterns, Structures and for Performances Analysis", thèse de doctorat, novembre 2023, direction Elaine Chew et Isabelle Bloch.
- Daniel Bedoya, « Capturer la prosodie musicale par le biais d'annotations audiovisuelles interactives », thèse de doctorat, direction Elaine Chew et Carlos Agon.

Mémoires de Master

- Marco Fiorini, "Improvised Musical Interaction with Creative Agents",
 Aalborg University, Copenhague, Danemark, juin 2023. https://kbdk-aub.primo.exlibrisgroup.com/permalink/45KBDK_AUB/a7me0f/alma9921564418005762
- Gil Geva, "Binaural sound source localization using a hybrid time and frequency domain model", Master Reichman University, septembre 2023, direction Shlomo Dubnov, Olivier Warusfel, Gérard Assayag.

Diffusion des connaissances

- Giovanni Bindi, Nils Demerlé, Rodrigo Diaz, David Genova, Aliénor Golvet *et al.*, "Al (r)evolution where are we heading? Thoughts about the future of music and sound technologies in the era of deep learning", 2023.
- Jean-Louis Giavitto, « Musique et IA: lune de miel ou noces funèbres? », Interview dans un article de François Moreau pour *Les Inrockuptibles*, 17 mai 2023.
- Jean-Louis Giavitto, «Manipuler la voix humaine grâce à l'IA: une révolution technologique et beaucoup d'interrogations », Interview France Musique dans *Musique matin* (4 mn) à l'occasion du programme de réouverture de l'Espace de projection à l'Ircam, 13 janvier 2023.

Articles de presse, radio, web

- Gérard Assayag, «La Symphonie Synthétique», *Pianiste Magazine*, n°14, numéro sur l'IA musicale. https://www.discount-mags.com/magazine/pianiste-november-1-2023-digital/in-this-issue/21
- Gérard Assayag, Shlomo Dubnov, Manuel Poletti, Mikhail Malt, «Intelligence artificielle: la petite musique qui monte, qui monte...», émission *L'art au défi de l'intelligence artificielle*, France Culture, 7 juillet 2023, https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/le-reportage-de-la-redaction/intelligence-artificielle-la-petite-musique-qui-monte-qui-monte-3251684
- Gérard Assayag, série «L'IA et la créativité artistique», Les Échos, https://www.lesechos.fr/tech-medias/intelligence-artificielle/lia-une-baguette-magique-entre-les-mains-des-musiciens-1970776
- Gérard Assayag, «Jazz et intelligence artificielle peuvent-ils s'entendre?», *Pour qui sonne le jazz*, TSF Jazz, émission du 1er février 2023, https://www.tsfjazz.com/programmes/PourQuiSonneLeJazz/2023-02-01/09-30
- Gérard Assayag, « Quand musique et intelligence artificielle s'allient », euradio à Paris, 8 mai 2023, https://euradio.fr/emission/KOdm-euradio-a-paris/ey3k-quand-musique-et-intelligence-artificielle-sallient
- Gérard Assayag, émission *Flèche Sensible*, Radio Fréquence Paris Pluriel, 16 décembre 2023, https://www.youtube.com/watch?v=LA0B1XjMwvo
- Joëlle Léandre, « Quand la contrebassiste Joëlle Léandre improvise avec l'IA », *Les Matins Jazz*, TSF Jazz, 16 juin 2023, https://www.tsfiazz.com/programmes/les-matins-iazz/2023-06-16/06-00
- Joëlle Léandre, «Intelligence artificielle ou intelligence-artificielle?», France Culture, 6 mai 2023, https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/la-suite-dans-les-idees/intelligence-artificielle-ou-intelligence-artificielle-9318258

- REACH, L'Humanité, annonce du festival Improtech @ Uzeste 2023, https://www.humanite.fr/culture-et-savoir/bernard-lubat/festival-uzeste-musical-limpro-pour-creer-et-resister-de-retour-engironde-805676
- Shlomo Dubnov, Georges Bloch, "Generative Al Transforms Poetry into Music", UC San Diego Today, https://today.ucsd.edu/story/new-generative-ai-transforms-poetry-into-music
- Shlomo Dubnov, "Creative Computing Teaching computers to think like a human", UC San Diego Today, https://today.ucsd.edu/story/jazz

Conférences invitées, séminaires, communications

- Gérard Assayag, "Sistemas musicais interativas e co-criação com IA", Ciclo de Seminários Cátedra Heitor Villa-Lobos Inteligência artificial, artes e criatividade CBAE-UFRJ 2023, Rio de Janeiro, Brésil.
- Gérard Assayag, participation au panel Sustaining music in the digital arena du 11° European Music Forum (International Music Council) à Budapest, 10 juin 2023, https://www.youtube.com/watch?v=0374bvxBx4A
- Marco Fiorini, "Human-Al Musical Co-Creativity", ReGAInS and Milano Digital Week, Università degli studi Milano Bicocca, Italie, octobre 2023, https://sites.google.com/unimib.it/mdw23-regains/programma
- Pierre Saint-Germier, Clément Canonne, Marco Fiorini, « Coprésence et incarnation dans les interactions improvisées cyber-humaines », REACHing IN!, Ircam, juin 2023, Paris, France. (hal-04385809)
- Gérard Assayag, «Le projet REACH, histoire, résultats, directions pour la co-créativité », Workshop REACHing IN!, Ircam, juin 2023.
- Marc Chemillier, « Modélisation et performance des savoirs dans REACH », Workshop REACHing IN!, Ircam, juin 2023.

- Shlomo Dubnov, « Modèles génératifs pour REACH: IA et Machine Learning », Workshop REACHing IN!, Ircam, juin 2023.
- Mikhail Malt et Marco Fiorini, « Performance, contrôle et instrumentalité dans REACH », Workshop REACHing IN!, Ircam, juin 2023.
- Mikhail Malt (avec Tatiana Catanzarro), Participation au colloque Eliane Radigue, Antenne parisienne du Computer Music Cente de Columbia University, séminaire "Jetsun Mila (1986), From program to form", 23 mai 2023.
- Mikhail Malt, Conférence IA, CAC, Creativity & Improvisation, 2 novembre 2023.
- Adrien Mamou-Mani et Louis Courrai (Hyvibe), «REACH, MERCI et la réalité mixte: l'instrument acoustique créatif », Workshop REACHing IN!, Ircam, juin 2023.
- Yohann Rabearivelo, «Co-improvisation et réseaux sociaux», Workshop REACHing IN!, Ircam, juin 2023.
- Jean-Louis Giavitto, "Modellare la Morfogenes", intervention dans une soirée grand public, traduction simultanée S. Polyakov, Université de Rome et Institut français, Arpino, 14 novembre 2023. Italie.
- "Listening evening: Two examples of issues addressed in contemporary music today, Electronic Sound, and Gesture and Movements", soirée musicale ouverte au grand public organisée avec Marco Stroppa dans le cadre de l'école d'hiver "Sound and Fury of Modeling", Arpino, 16 novembre 2023, Italie.
- Jean-Louis Giavitto, participation au groupe de travail « Sciences et fictions de l'humain », organisé par Le Fresnoy.
- Jean-Louis Giavitto, «IA & musique entre autotélisme et créativité computationnelle: dépasser l'imitation», séminaire invité de la journée doctorale Paris-Nord, juin 2023.
- Yohann Rabearivelo, «TikTok et la musique », séminaire Modélisation des savoirs musicaux relevant de l'oralité, EHESS Paris, janvier 2023.

- Yohann Rabearivelo, « Djazz et les musiciens de TikTok: entretiens et premières expériences en distanciel avec des musiciens de lo-fi beats », séminaire Modélisation des savoirs musicaux relevant de l'oralité, EHESS Paris, juin 2023.
- Yohann Rabearivelo, Collaboration entre jeunes chercheurs-chercheuses/artistes: « Djazz sur TikTok: co-créativité avec les musiciens Kristoffer Eikrem et Bryn Morgan», Journées de restitution du projet jeune chercheurs-chercheuses/artistes, Bibliothèque musicale La Grange-Fleuret/Paris, novembre 2023.
- Gonzalo Romero-García, «Harmonie et texture, une relation sous haute tension», séminaire Mathémusique de l'IRMA-CREAA, Strasbourg.
- Gonzalo Romero-García, «Harmonie et texture, une relation sous haute tension», communication dans Les Mercredis de STMS, Ircam. 22 mars 2023.

Résidences artistiques et créations musicales

- Sasha J. Blondeau, *Cortèges*, création pour grand orchestre, électronique, danseur et récitant, Philharmonie de Paris, 2023.
- José Miguel Fernandez, « Création de sources rayonnantes pour 12 musiciens spatialisés », pièces en temps réel réalisées avec AntesCollider avec suivi du geste du chef d'orchestre, Espace de projection, Ircam, juin 2023.
- Jean-Louis Giavitto, Sasha J. Blondeau et Jérôme Nika, résidence de recherche artistique sur la dramaturque musicale.
- Sylvain Luc, Jean-Marc Montera, Turner Williams Jr, Gérard Assayag, Marco Fiorini, résidence de recherche artistique REACH. octobre 2023.
- Georges Bloch, Nurith Aviv, Mixage à Lille chez France 3 Régions pour le film de Nurith Aviv *Lettre Errante*; enregistrement en studio des performances du grand poète sonore Jaap Blonk avec le logiciel Somax2.

- Klang Festival (Festival international pour la musique contemporaine), Royal Danish Academy of Music, A.I. Komboï (I. Xenakis/Somax2) by Marco Fiorini (Somax2) and Lorenzo Colombo (percussion), world premiere, Copenhague, Danemark, 6 juin 2023.
- Jöelle Léandre, "Horse Lords", Gérard Assayag, Mikhail Malt (Somax2), Marco Fiorini (el. guitar and Somax2), Manuel Poletti, résidence de recherche artistique et production du concert REACHing OUT!, concert Festival ManiFeste, Centre Pompidou, Paris, 16 juin 2023.
- Improtech @ Uzeste 2023: concert REACHing OUT! avec Joëlle Léandre et les Who/Men et Jen-Brice Godet en guest, double duo Gérard Assayag/Joëlle Léandre, Evan Parker/Jean-Marc Foussat, Artisticiel (Bernard Lubat, Assayag, Chemillier), Lubax Lux (Sylvain Luc, Lubat, Assayag, Chemillier), Collectif Trans(e)-musical, Uzeste (France), août 2023.
- Justin Vali (cithare, voix), Charles Kely Zana-Rotsy (guitare, voix), Marc Chemillier (ordinateur Djazz), Lucas Lemoine (électronique), Sabina Covarrubias (vidéo). Trio: Benny Sluchin (trombone), Mikhail Malt (ordinateur Somax2), Pavlos Antoniadis (piano). Trio: Marco Fiorini (guitare, ordinateur Somax2), Francesco Diodati (guitare), Lorenzo Colombo (percussions), août 2023
- Divadlo 29 Pardubice (Czech Republic), trio concert by Jonas Gerigk (double bass), Marco Fiorini (el. guitar and Somax2), Michal Wróblewski (sax), 27 juin 2023.
- Improtech @ Uzeste 2023: trio concert by Marco Fiorini (el. guitar and Somax2), Francesco Diodati (guitar) and Lorenzo Colombo (percussion), Uzeste (France), 11 août 2023.
- REACHing OUT!, Improtech @ Uzeste 2023: Joëlle Léandre, Jean-Brice Godet, Gérard Assayag, Mikhail Malt, Marco Fiorini (Somax2), Uzeste (France), 12 août 2023.
- Germi, Luogo di contaminazione, Milano Digital Week (Italy): Cibernetica e fantasmi, improvvisazione su Calvino, trio concert by Marco Fiorini (Somax2), Sara Simionato (voice), Corrado Cerutti (el. guitar), 7 novembre 2023.

- Présentation de Somax à l'association coréenne de compositeurs, Marco Fiorini et Mikhail Malt, Ircam, 30 novembre 2023.
- Mikhail Malt, participation au Concert Musical Diversity avec l'ensemble Contemporary insights, Berlin, 28 septembre 2023.
- Mikhail Malt, présentation de Somax2 à la chanteuse Claron McFaden, Ircam, 15 décembre 2023.
- Marco Fiorini, tellKujira (Francesco Diodati, Ambra Chiara Michelangeli, Stefano Calderano, Francesco Guerri), résidence de recherche artistique, enregistrement de l'album avec Somax2.
- Marco Fiorini, Lorenzo Colombo, résidence de recherche artistique, répétition de *A.I. Komboï*, Royal Danish Academy of Music, Copenhague, Danemark.
- Marco Fiorini, William Teixeira, Somax2, commande avec William Teixeira (violoncelle) pour la pièce *Chronos IIIc* de Roberto Victório.
- Karim Haddad, *Étude Nr. 10* pour deux voix et électronique (création mondiale), La Beaudelie, août 2023.
- Yohann Rabearivelo, Bryan Morgan, Kristoffer Eikrem, collaborations musicales et entretiens à distance autour de Djazz Midi et la plateforme TikTok.
- José Miguel Fernandez, résidence pour la création de *Lithophonic* de Lara Morciano pour cinq instruments, électronique en temps réel avec l'utilisation de AntesCollider et Somax2 avec l'ensemble TM+, vidéo Justine Emard. Concerts à la Maison de la Musique de Nanterre les 19-20 octobre 2023 et à la Seine Musicale le 19 janvier 2024.
- José Miguel Fernandez, *Thermo-Fantasia*, improvisation sur *Thermophones* développés par Jacques Rémus, concert aux Frigos, Paris, 6-7 octobre 2023.
- José Miguel Fernandez, concert à Asahi Hall sur *lki-no-Michi* d'Ichiro Nodaïra, Tokyo, Japon, 6 février 2023
- José Miguel Fernandez, «Bam! Charge», performance interactive pour cinq danseurs et captation gestuelle, Fête de la science, Jussieu et Paris-Saclay, 14 octobre 2023.

- José Miguel Fernandez, concert *Dispersions de trajectoires* pour saxophone et électronique en temps réel réalisé avec AntesCollider, Musée archéologique de Sienne, Italie, 24 novembre 2023.
- Gérard Assayag, *Performing Somax2* au festival de Jazz de Montreux avec Christophe Fellay et Alain Renaud, atelier Performing the Archives, 11 juillet 2023.

Organisation de colloques

- REACHing IN!, workshop de bilan REACH, pendant ManiFeste, 17 juin 2023, https://www.stms-lab.fr/article/reaching-in
- Workshop-Festival Improtech @ Uzeste, trois concerts, 40 musiciens, 1 200 spectateurs, avec Evan Parker, Bernard Lubat, Joëlle Léandre, Sylvain Luc, Miller Puckette, Jaap Blonk, Nurith Aviv, André Minvielle, Laurent Mariusse, Jean-Brice Godet, Rob Frye, Justin Vali, 11-13 août 2023, https://improtech.ircam.fr/ikuzeste/
- Sound and Fury of Modeling, winter school in Arpino, Comité scientifique et d'organisation: Francesco dell'Isola, Jean-Louis Giavitto, Thierry Paul. Cours par Italo Capuzzo Dolcetta, Jean-Michel Coron, Debora Di Giacchino, Jean-Stéphane Dhersin, Antoine Falaize, Jean-Louis Giavitto, Francesco dell'Isola, Thierry Paul, Mario Pulvirenti, Marco Stroppa, 13-17 novembre, 2023, Arpino, Italie.

Enseignement

- Jean-Louis Giavitto, Modeling as programming: declarative and domain-specific languages, cours de 3h à destination de mathématiciens, école d'hiver sur la modélisation, Arpino, novembre 2023.
- Mikhail Malt, Cursus Ircam, Présentation de la recherche.
- Mikhail Malt, formation Interactions, improvisations et compositions de processus génératifs, Ircam.
- Mikhail Malt, participation à l'académie ManiFeste, Atelier d'improvisation voix et électronique, 19-24 juin 2023. Concert de restitution, 24 juin 2023, Espace de projection, Ircam, Paris.

Mikhail Malt, Conférences et master classes sur la composition assistée par ordinateur des algorithmes à l'intelligence artificielle, Geidai, Tokyo, Japon, 30 octobre-3 novembre 2023.

Carlos Agon, cours d'informatique, Sorbonne Université.

Moreno Andreatta, Master ATIAM, UE fondamentaux pour ATIAM (coordination de l'UE, volume total: 60h).

Marco Fiorini, académie ManiFeste, cours d'atelier sur Somax2, Ircam Paris, juin 2023.

Marco Fiorini, Università degli studi Milano Bicocca, cours sur Somax2, dans le cadre de la Milano Digital Week, octobre 2023.

Gonzalo Romero García. ATER Sorbonne Université.

José Miguel Fernandez, Master class à Tokyo College of Music, Tokyo, Japon, 7 février 2023.

José Miguel Fernandez, Cours d'informatique musicale au conservatoire de Sienne, Italie, 23 novembre 2023.

José Miguel Fernandez, Cours d'informatique musicale à Paris-Saclay, 8 décembre 2023.

Comités et expertises

Gérard Assavag

- Membre du comité de pilotage de l'IRN (International Research Network), CNRS France-Japon sur l'IA, du comité de pilotage du programme Horizon MSCA Cofund Sound.Al porté par Sorbonne Université qui financera 30 thèses en IA.
- Membre fondateur du comité éditorial de Journal of Mathematics and Music, Mathematical and Computational Approaches to Music Theory, Analysis, Composition and Performance, Official Journal of the Society for Mathematics and Computation in Music, Taylor & Francis Ltds. depuis 2012, du Journal of New Music Research, Taylor & Francis.
- Membre du comité de programme de SMC (Sound and Music Computing), JIM (Journées d'informatique musicale), ICMC (International Computer Music), TENOR International Conference on Technologies for Music Notation and Representation, MCM Mathematics and Computation in Music

- Membre du jury de thèse de Joséphine Calandra, « L'algorithmie cognitive et ses applications musicales », Sorbonne Université, 2023.
- Membre du jury de thèse de Paul Lascabettes, "Mathematical Models for the Discovery of Musical Patterns and Structures, and for Performances Analysis", Sorbonne Université.

Moreno Andreatta

 Membre du comité d'experts de l'HCERES pour l'évaluation de l'IREMUS.

Jean-Louis Giavitto

- Membre nommé du conseil de l'école doctorale ED-STIC, Université de Paris Saclay.
- Membre du conseil de l'école doctorale EDITE, Sorbonne Université
- Commission de recrutement de l'université de Lille, laboratoire Cristal.
- Participation au comité de programme de DaFx23, GECCO 23, SMC/SMAC 23. TENOR 23. Complex Network 23.

Carlos Agon

- Président de la commission des HDR de l'UFR d'Ingénierie à Sorbonne Université, 2023.
- Président d'un comité de promotion interne dans le corps de PR (repyramidage), section 27 à Sorbonne Université, 2023.
- Président d'un comité de sélection pour le recrutement des personnels enseignants-chercheurs, section 27 à Sorbonne Université, 2023.
- Président d'un comité de sélection pour le recrutement des personnels enseignants-chercheurs, section 27 à l'Institut national polytechnique de Bordeaux, 2023.
- Rapporteur du doctorat de Victoria Callet, « Modélisation topologique des structures et processus musicaux », Université de Strasbourg, 2023.

 Examinateur du doctorat de Basile Pesin, Verified Compilation of a Synchronous Dataflow Language with State Machines, Université PSL/École normale supérieure, 2023.

Karim Haddad

• Membre de jury de Masters, Université Catholique de Louvain.

Mikhail Malt

• Comité du suivi de Hana Do, étudiante de Marc Chouvel.

Mobilité

Gérard Assayag, Professeur invité à Todai Université de Tokyo, JFLI, Japon, mars 2023.

■ Publications et communications de l'équipe Systèmes et signaux sonores: audio/acoustique, instruments

Article dans revue à comité de lecture

Loïc Forma, Henri Boutin, Marguerite Jossic, Sandie Le Conte, Nicolas Wilkie-Chancellier, "Vibrations and cultural heritage preservation: a new approach to protect object", *The European Physical Journal Plus*, 2023, 138 (310), (10.1140/epjp/s13360–023–03908–3), (hal-04159972).

Communications avec actes dans congrès national ou international

- Marc Wijnand, Brigitte d'Andréa-Novel, Thomas Hélie, David Roze, "Experimental implementation of a finite-time controller for the axisymmetric vibration modes of a tom-tom drum", Forum Acusticum, septembre 2023, Turin, Italie.
- Marc Wijnand, Henri Boutin, Marguerite Jossic, Thierry Maniguet, "A physical model for the electromagnetic loudspeaker used in early ondes Martenot diffuseurs", Forum Acusticum, septembre 2023, Turin, Italie.
- Thomas Risse, Thomas Hélie, Fabrice Silva, Victor Wetzel, "Lumped parameter modelling and simulation of a simplified apparatus in the port-Hamiltonian framework", Forum Acusticum, septembre 2023, Turin, Italie.
- Vincent Martos, Henri Boutin, Thomas Hélie, Brigitte d'Andréa-Novel, "Radiation Impedance control of brass resonators to reshape sounds with vowel spectral envelopes: a numerical study", Forum Acusticum, septembre 2023, Turin, Italie. (hal-04163646).
- Thomas Hélie, Charles Picasso, Robert Piéchaud, Michael Jousserand, Tom Colinot, "Real-Time Visualisation of the Musical Timbre based on the Spectral Estimates of the Snail–Analyser", 26th Conference on Digital Audio Effects (DAFx), septembre 2023, Copenhague, Danemark, p. 1-4. khal-04162814)

- Thomas Hélie, Charles Picasso, Robert Piéchaud, Michael Jousserand, Tom Colinot, "A Real-Time Cent Sensitive Strobelike Tuning Software Based on Spectral Estimates of the Snail-Analyser", Sound and Music Computing Conference, juin 2023, Stockholm, Suède, p. 1-7. (hal-04084087).
- Judy Najnudel, Müller Remy, Thomas Hélie, David Roze, "Power-balanced dynamic modeling of vactrols: application to a VTL5C3/2", 26th International Conference on Digital Audio Effects (DAFx-23), septembre 2023, Copenhague, Danemark. (hal-04452215).
- Loïc Forma, Henri Boutin, Marguerite Jossic, Nicolas Wilkie-Chancellier, Sandie Leconte, "A unified approach to compare active vibration control performances and its application in a museal context", Forum Acusticum 2023, septembre 2023, Turin, Italie, (10.61782/fa.2023.0757), (hal-04390075).

Préprint

Judy Najnudel, Thomas Hélie, David Roze, Rémy Muller, "From equilibrium statistical physics under experimental constraints to macroscopic port-Hamiltonian systems", 2023. (hal-03935899).

Autres formes de diffusion/production

- Diffusion des connaissances, organisation de visites
- Marc Wijnand, Henri Boutin, Marguerite Jossic, Thierry Maniguet, «Étude du haut-parleur électromagnétique utilisé avec les anciennes ondes Martenot», JJCAAS –Journées jeunes chercheur·se·s en audition, acoustique musicale et signal audio, 7-9 avril 2023, Paris. (hal–04061985).
- Vincent Martos, Henri Boutin, Thomas Hélie, Brigitte d'Andréa-Novel, « Contrôle actif des cuivres : le cas du trombone », JJCAAS

 Journées jeunes chercheur·se·s en audition, acoustique musicale et signal audio, 7-9 avril 2023, Paris. (hal-04163653)

- Marc Wijnand, Brigitte d'Andréa-Novel, Thomas Hélie, Lionel Rosier, David Roze, « Contrôle en temps fini de systèmes vibratoires hybrides », Visite HCERES – UMR STMS, équipe S3AM, novembre 2023, Paris, France. (hal-04291878).
- Giovanni Bindi, Nils Demerlé, Rodrigo Diaz, David Genova, Aliénor Golvet et al., "Al (r)evolution – where are we heading? Thoughts about the future of music and sound technologies in the era of deep learning", 2023. (hal-04276793).



