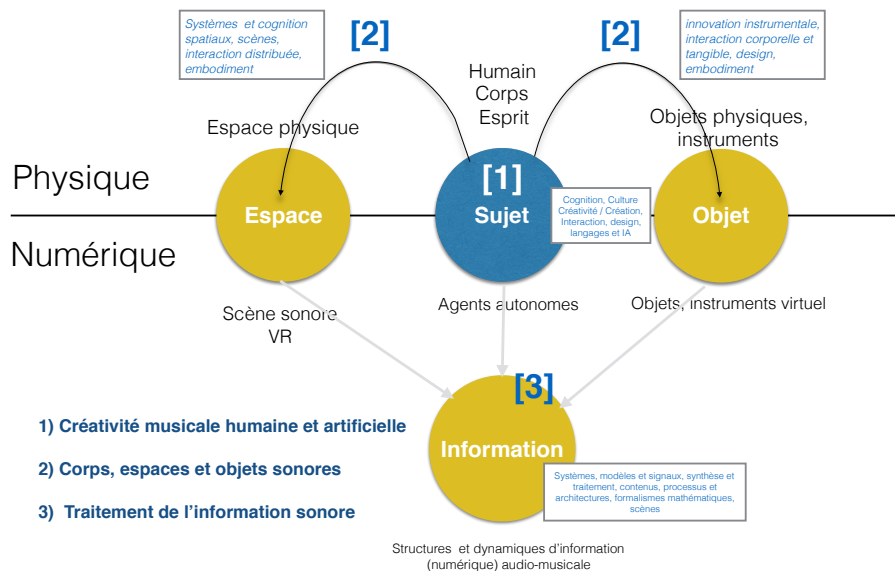


UMR 9912 STMS (Ircam, CNRS, UPMC)

Cadre de référence et pôles structurants du projet d'unité

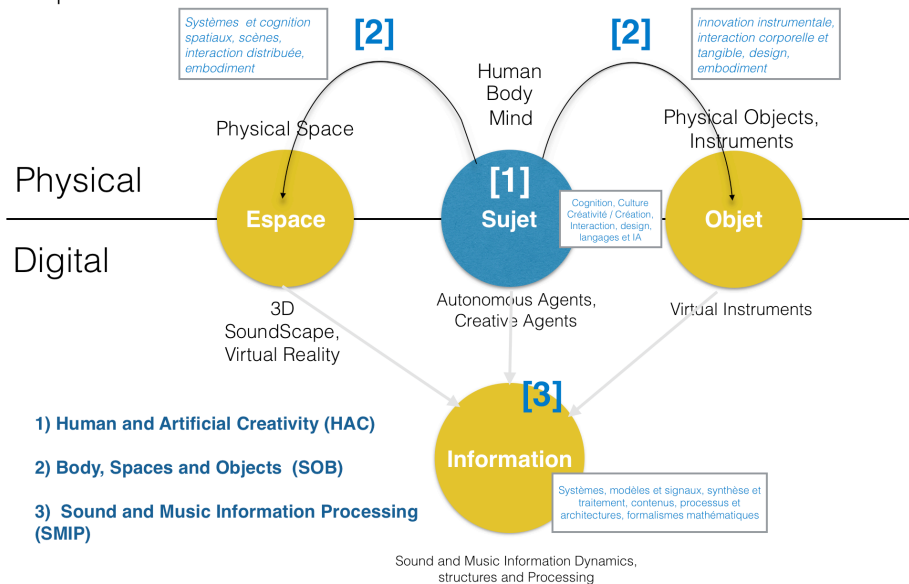
Elaborés dans l'UMR à l'occasion du conseil scientifique 2016, pour organiser les présentations pluri-disciplinaires des équipes R&D et préfigurer le prochain projet d'unité.

Thématiques structurantes



STMS Structuring Thematics beyond 2016

Préparation HCERES 2017



Les catégories (modélisation, interaction, langages, fondements) qui structuraient les présentations de la recherche dans le laboratoire pour les deux précédentes évaluations nationales représentaient plutôt des disciplines ou des modalités méthodologiques. Elles cadraient plus ou moins bien avec les frontières des équipes, dont la pluri-disciplinarité interne croissante les projetait chacune dans plusieurs de ces thématiques.

Avec l'évolution technique et scientifique, et des projets collaboratifs de plus en plus complexes, ces catégories ont désormais tendance à se combiner au sein d'un même projet, voire d'un même prototype logiciel. C'est un peu comme pour l'ancien débat sur les approches temps-réel / temps différé ou signal / symbolique, qui peuvent se retrouver désormais articulées au sein d'un même projet ou environnement logiciel, et faire l'objet de compétences pluri-disciplinaires au sein d'une même équipe (par exemple langages symboliques et traitement du signal sonore et spatial dans OpenMusic). Ces anciens « métiers » pourraient même traverser la barrière logicielle et se trouver combinés dans un instrument cyber-physique (e.g. smartInstrument embarquant un « partenaire » musical artificiel).

Une manière de faire pour renouveler notre propos consiste donc à dépasser les catégories méthodologiques (puisque de toutes façons le mapping avec les équipes est (et sera de plus en plus) compliqué, pour baser les thématiques ou les grandes lignes de forces notamment sur les enjeux de *création et de créativité*, de *réalités physiques*, ou de *structures d'information, dans leurs relations au monde sonore et musical*, qui motivent profondément notre communauté. Si l'on se place ici et aujourd'hui, avec la richesse des travaux et des idées qui traversent le laboratoire, et que l'on essaie d'identifier les visées prospectives que ces derniers sous-tendent (ou que l'on souhaite renforcer ou promouvoir), on peut distinguer ainsi plusieurs idées intéressantes qui se dégagent. Dans notre forge à concepts, pour soutenir les trois plans sus-cités, nous proposons de poser des entités fondamentales qui, par combinatoire et circulation, permettent de les engendrer de la manière la plus naturelle. Ceci non pas par vaine abstraction, mais pour repérer dans ces entités un *cadre de référence* simple et puissant, proche de nos réalités et enjeux de recherche, qui nous permettra de formuler notre projet à nouveaux frais et surtout de lui donner une unité, de plus en plus problématique au fur et à mesure que les travaux se diversifient à l'infini et que la recherche par financements extérieurs se généralise.

Dans ce cadre ainsi proposé, quatre "précurseurs" en interaction permanente structurent le champ qui nous importe : *sujet, objet, espace et information*. Dans l'acception la plus intuitive : le sujet (percevant, créatif, avec sa complexité psycho-physique), l'espace (champ physique dans lequel le sujet est plongé et interagit), l'objet (source physique, tangible, avec lequel le sujet agit et interagit), et l'information (immatérielle, numérique, contenu ou processus).

Mais bien entendu ces entités (du moins les trois premières) outre leur attestation dans le monde physique possèdent aussi une contrepartie dans la virtualité, et les trois instances sujet, objet et espace sont en réalité traversées par une ligne de clivage entre mondes matériels et numériques. Elles présentent deux faces selon qu'elles s'instancient dans l'un (dispositif physique, personnes) ou l'autre (dispositifs simulés ou virtuels, agents autonomes).

Notre quatrième terme (information), non réductible aux trois premiers, est constitué par les contenus et processus informationnels (essentiellement immatériels, le calcul, le signal, le langage). La question d'une ligne de clivage matériel - immatériel pour cette catégorie de l'information (actuellement absente dans le schéma) se pose (présence matérielle du signe), notamment pour la question importante de la notation et des symbolismes manifestes et dynamiques (nouvelles représentations performatives en plein développement). Le schéma deviendrait alors circulaire. Cette question non encore traitée fera l'objet d'une deuxième phase d'élaboration réflexive pour raffiner ou transformer ce premier schéma, aussi bien en fonction de la mise à l'épreuve et de la discussion collective de ces idées.

Ainsi le sujet musical (humain ou artificiel) est pris dans sa dimension pleinement autonome et créative, considéré dans sa relation à l'objet (instrument physique ou virtuel), à l'immersion spatiale

(espace physique ou virtuel), et dans son rapport aux contenus et processus numériques.

Bien entendu, espace (comme *champ*) et objet (comme source) forment eux-même une dualité intime, comme on le voit par exemple en acoustique des salles, où le sujet reçoit une information complexe et totalement imbriquée de sources vibrantes et d'interaction spatiale. De même pour sujet et espace (points de vue egocentré versus exocentré commutant, toujours en acoustique).

C'est donc d'évidence, plus que les topiques S, O, E et I, les *relations* entre eux (les flèches) qui nous importent ici, et leur capacité à engendrer des idées (notamment ces lignes thématiques qui commencent à émerger) ou des projets. En regardant la relation entre sujet humain / virtuel et instruments physiques / numériques et en passant par le traitement algorithmique de l'information, vient par exemple l'idée d'utiliser les instruments hybrides non plus seulement comme source d'effets timbraux ou d'acoustique contrôlée, mais comme des agents autonomes actifs capables de co-improviser de façon créative avec le musicien qui les manipule ! Imagine-t-on des "agents spatiaux" qui combindraient de manière similaire, en introduisant l'espace dans l'équation, composition, instrument, synthèse, performance, et « présence » délocalisée ou multiple de l'espace sonore ? La combinatoire est ainsi riche, ludique et engendre des objectifs de recherche musicale quelque fois partiellement explorés, quelquefois radicalement ouverts vers de nouvelles formes ou situations (ou vers des *formes-situations*, embryon de réponse au renouvellement de la forme qui nous est si souvent demandé, sujet de réflexion ouvert).

Ces repères simples voire banals, centrant la réflexion sur le sujet créatif musicien, et définissant quelques pôles, ne sont, nous y revenons encore, qu'une ossature pour tenter d'imaginer les thématiques (pluri-disciplinaires, multi-équipes) scientifiques et de recherche musicale spécifiques.

A ce stade, et c'est l'état d'élaboration atteint pour le Conseil scientifique de l'Ircam de Mars 2016, une première structuration en trois pôles de notre approche de l'univers musical et sonore a émergé, en observant quelques relations simples sur notre schéma.

Cette structuration puise 1) dans l'idée même de sensibilité / créativité caractérisant les sujets (humains ou agents numériques), 2) dans celle de dualité espace / objet médiatisée par des acteurs, ou 3) celle de contenus et de processus caractérisant les structures de calcul et de traitement de l'information au niveau signal, sensoriel et symbolique.

Pôle 1) Créativité musicale humaine et artificielle (HAC)

Pôle 2) Corps, espaces et objets sonores (SOB)

Pôle 3) Traitement de l'information sonore et musicale (SMIP)

(les trois acronymes utilisent la version anglaise)

Le pôle 1 traite spécifiquement de musique alors que les pôles 2 et 3 plus généralement de son. Le pôle 2 reste dans le champ du physique dans son lien au corps du sujet. Le sujet et donc la cognition seraient donc présents dans ces deux premières thématiques selon l'objet d'étude, dans la première sur les situations en lien avec la (co-) création, et dans la seconde sur les interactions physiques et multisensorielles. De même par exemple pour l'historiographie, selon qu'elle porte sur la création ou la lutherie. Idem pour les études en IHM, selon qu'elles concernent les interactions collaboratives ou les interfaces pour la CAO (thématique 1) ou l'interaction geste/son ou multimodale (thématique 2), ainsi de suite. La dernière thématique 3) porterait donc sur les aspects numériques, plus particulièrement sur les modèles de traitement du son (modèles de signaux, voix, modèles physiques, calcul spatial), mais aussi les architectures informatiques (web, bases de données).

1) Créativité musicale humaine et artificielle (HAC)

Cette ligne inclut le soutien à la créativité musicale (et à sa connaissance) par des dispositifs scientifiques et techniques et va de la musicologie des interactions improvisées collectives aux méthodologies récentes de l'IA (apprentissage profond et génératif, visualisation et mining, agents

autonomes adaptatifs, écoute et générativité, gestualité etc.), aux langages formels et systèmes auteurs d'aide à l'écriture, de design etc. Composer, improviser, interagir, ressentir, ces actions sont fortement liées au temps, à la mémoire et sont centrées sur des sujets créatifs autonomes. Il s'agit plutôt ici d'une *synthèse du temps* (au sens de Deleuze).

mots clefs

modèles créatifs en IA et apprentissage, agents autonomes, dispositifs d'aide à l'écriture (son, temps, espace, forme, matériau), environnement de composition, orchestration, improvisation, performance, interactions créatives individuelles et collectives, humaines et artificielles, interactions distribuées, musicologie des processus créatifs, design d'interactions, corps et voix comme outil de design, émotions et affects, approches neuro-cognitives, impact créatif

2) Corps, espaces et objets sonores (SOB)

Cette ligne prend acte des développements actifs dans le « continuum » numérique - monde physique sonore et musical, qu'il s'agisse des champs sonores et de leur analyse-synthèse ou de la structure matérielle vibrante naturelle ou augmentée (objet, instrument). Elle incorpore aussi évidemment la dimension perceptive et cognitive de ces espaces physiques et leurs dimensions modales multiples, ainsi que le corps du sujet réceptif et productif au sein de cet espace et contrôlant l'objet. Il s'agit ici plutôt d'une *synthèse de l'espace* (comme source ou comme champ) pour reprendre la métaphore précédente, avec le sujet physiquement au centre.

mots clefs

objets sonores tangibles connectés et distribués, nouveaux instruments, contrôle actif, analyse - synthèses des champs sonores, des scènes auditives, sources diffuses, représentations temps-fréquence-espace, synthèse & spatialisation distribuée, immersion, CAO spatiale, interaction audition, corps, espace (autres modalités), espace et émotions, corps, gestualité, feed-back sonore : agency, cognition, objets tangibles : affordance, le design, l'esquisse, le geste, le contrôle, psycho-motricité etc.

3) Traitement de l'information sonore et musicale (SMIP)

Cette ligne procède de l'analyse et de la simulation numérique ou symbolique engageant techniques mathématiques, algorithmes, architectures, langages de sorte à traiter numériquement de flux, contenus, scènes et structures musicaux, sonores ou multimedia. Elle ouvre notamment les techniques traditionnelles du signal à des hybridations (systèmes complexes, automatique, modèles de l'expressivité, big data, machine learning etc.) ou à d'autres modélisations mathématiques pouvant donner lieu à la compréhension et la création d'une information structurée complexe.

Les représentations symboliques (mathématiques discrètes, géométries, topologies) contribuent de leur côté à représenter des systèmes d'organisation musicale et compositionnelle pour l'analyse comme pour la simulation.

Il s'agit ici d'une *synthèse des structures d'information* dans le sens le plus large.

mots clefs

analyse-synthèse, spatialisation, modèles physiques, systèmes multi-physique, modèles non linéaires, systèmes dynamiques / complexes, voix et expressivité : synthèse, transformation, casting, conversion, MIR, reconnaissance et identification de structures musicales, nouvelles méthodes d'apprentissage, scènes sonores, identification sonore, extraction, caractérisation, ségrégation, décomposition informée, aspects mathématiques et symboliques : géométries différentielles pour la mécanique, les morphologies (algébriques et topologiques) des structures et systèmes musicaux, architectures des langages synchrones et systèmes cyber-temporels : actions,

processus, synchronisation adaptative, acteurs temporels, visualisation.

A titre d'exemple, voici le programme du conseil scientifique de Mars 2016 organisé selon les trois pôles HAC, SOB et SMIP, sous lesquelles sont regroupés une partie des projets particuliers dans les équipes. Ceci ne représente évidemment qu'une petite partie des activités du laboratoire toute une autre partie ayant fait l'objet d'ateliers individualisés, mais cette liste donne une première idée de la façon dont l'inventivité des chercheurs peut (ou pas) se saisir de cette structuration en pôles (nous n'avons indiqué que les titres, notre propos étant ici surtout thématique).

Theme 1 : Human and Artificial Creativity (HAC)

- Tracking the Creative Process in Music: from Individuals to Groups
- Computational Creativity in Orchestration and Improvisation
- Mathemusical Morphologies
- Temporal Musical Systems for Music

Theme 2 : Sound and Music Information Processing (SMIP)

- Learning in/from Music Information Retrieval
- Non-Negative Decomposition and Sound Scene Analysis
- Analysis/ Synthesis of Sound Textures
- Audio Signal Processing with Adaptive Frames
- Nonlinear Systems

Theme 3 : Body, Spaces, Objects (SOB)

- Smart and Connected Musical Instruments
- Perspectives in Sonic Interaction Design
- User-centered Machine Learning for Sound/Music Interaction
- Mediated Human-Human Interaction: from Cognitive Science to Applications
- Studying Imitative Vocalizations and Gestures to Explore Auditory Cognition
- Affective Neurosciences of Music: from Tools to Experiments

Bien entendu ces idées constituent seulement un état de notre réflexion collective pour l'élaboration du futur projet d'unité, et elles sont susceptibles d'évoluer avec l'avancée de cette réflexion et les interactions entre les différentes communautés d'ici l'été.

Notamment la question de la notation symbolique, ou le traitement de l'information sensorielle, perceptive et sémantique, par exemple, pourraient requérir des raffinements supplémentaires pour être parfaitement intégrés.

Gérard Assayag, janvier 2017