ÉDUCATION A LA CREATIVITE : EXPERIENCE CREATIVE AVEC LE LOGICIEL GENESIS ET LE RETOUR HAPTIQUE

Claude Cadoz
ACROE
claude.cadoz@acroe-ica.org

Annie Luciani
ACROE
annie.luciani@acroe-ica.org

Nicolas Castagné
INP-Grenoble
nicolas.castagne@grenoble-inp.fr

RÉSUMÉ

Cet article décrit une expérience de création musicale, menée avec des jeunes de 14 et 15 ans de la MJC-Parmentier de Grenoble avec les outils de modélisation et d'interaction gestuelle développés par l'ACROE : le logiciel GENESIS et les systèmes gestuels à retour d'effort permettant l'improvisation en temps réel sur les instruments virtuels créés avec ce logiciel. Ils ont été conviés à créer des modèles physiques d'instruments virtuels et à en jouer en temps réel. Il ne s'agissait pas uniquement de proposer un apprentissage de GENESIS mais aussi d'amener à la découverte et à l'exploration de trois concepts nouveaux supportés par ces outils : (1) l'inter et la supra instrumentalité ; (2) la composition de l'instrument physique ou processus "méta-scriptique" ; (3) la cohérence entre jeu en temps réel et structures musicales pré calculées, portée par les modèles physiques instrumentaux. Étonnamment, alors que les participants n'avaient aucune connaissance préalable de ces technologies et que l'expérience se soit déroulée sur un temps court de seulement trois demi-journées, les modèles créés ont été assez complexes, induisant des modes de jeux très riches. D'où le souhait des auteurs de partager cette expérience avec la communauté d'informatique musicale.

1. INTRODUCTION

Depuis quelques années, l'ACROE accroît ses activités de portage aux usages artistiques et pédagogiques des outils technologiques pour la création artistique qu'elle a développés. Ces activités s'organisent autour d'un projet générique appelé "Les Résidences Artistiques de l'Hélicanthe".

Le principe général de ces résidences est d'associer des personnes expertes des outils technologiques de l'ACROE et des novices ou apprentis, pour expérimenter collectivement de nouvelles formes de création.

Ces résidences se développent sur la plateforme éponyme "la Plateforme Hélicanthe"

Cette plateforme intègre en un tout cohérent l'ensemble des principes et des technologies issues de plus de 4 décennies de travaux de recherche et création. Elle met en œuvre 3 catégories de fonctionnalités qui sont à la pointe de l'état de l'art dans les trois domaines de la création sonore et visuelle : la simulation physique, des systèmes gestuels à retour d'effort (haptique) et des interfaces de modélisation physique pour les applications à la création musicale, visuelle et multisensorielle.

La modélisation physique s'appuie sur le formalisme CORDIS-ANIMA [2,5] créé par l'ACROE. Celui-ci met en jeu deux types d'algorithmes modulaires complémentaires : des algorithmes dits « matériels » appelés <MAT> et des algorithmes dits « d'interaction », appelés <LIA>. Les <MAT> simulent des particules inertielles qui se déplacent dans l'espace (1 dimension pour les applications sonores, 3 pour les applications visuelles) sous l'effet de forces qui leurs sont appliquées. Les trois principaux exemples de <MAT> sont : le module MAS, simulant une particule inertielle élémentaire ; le module CEL simulant un oscillateur élémentaire composé d'une inertie, d'une élasticité et d'une viscosité ; le module SOL simulant un point fixe, équivalant à une masse de valeur infinie. Les <LIA> élaborent les forces qui seront appliqués aux particules qu'ils relient. Les principaux exemples de modules <LIA> de base sont le RES, pour RESsort simulant une élasticité, FRO, pour FROttement simulant une viscosité, et REF, pour REssortFrottement, intégrant une élasticité et une viscosité en parallèle. Aux côtés de ces modules <LIA> linéaires, l'utilisateur dispose de modules non linéaires dont les deux principaux sont : le module BUT, simulant une butée et le module LNL permettant de modéliser des interactions non linéaires. Celles-ci peuvent être définies soit par le tracé interactif de courbes quelconques Forces (Positions) ou Forces (Vitesses), soit par des fonctions algébriques telles que des polynômes du 2nd ou 3ème degré. Ces fonctionnalités permettent par exemple de modéliser des interactions de frottement d'archet colophané, de anches battantes, de plectrage, ainsi que des non-linéarités géométriques comme celles qui se présentent dans des plaques vibrantes.

Les interfaces gestuelles à retour d'effort sont des dispositifs électromécaniques dotés de capteurs de position et de moteurs (selon la technologie des TGR brevetée par l'ACROE). La mécanique porteuse de ces systèmes se présente comme un clavier à touches multiples et qui peuvent être « habillées » de diverses façons : touche de piano, stick 2D ou 3D, pince, bâtonnet à 6D, etc. Le mouvement des touches est capté par les capteurs de position de haute précision de technologie LVDT. Ce mouvement résulte de l'action de

l'instrumentiste et des réactions de l'objet simulé par l'ordinateur et constitue le phénomène porteur des perceptions haptiques, et plus généralement tactilo-proprio-kinésthésiques. Le TGR de l'ACROE peut mettre en œuvre jusqu'à 12 degrés de liberté sur un même poste, chacun d'eux ayant la capacité de développer des forces de réaction allant jusqu'à une centaine de Newtons. Plusieurs dispositifs (5 actuellement à l'ACROE) de ce type peuvent être associés à une ou plusieurs stations de simulation temps réel de modèles physiques CORDIS-ANIMA pour une utilisation à plusieurs instrumentistes en même temps, qui sont alors placés en « interaction instrumentale directe ». La Figure 4 montre 2 dispositifs TGR à retour d'effort de 12 touches, chacun montés en touche de piano.

Enfin, le 3ième composant est l'environnement de modélisation centré utilisateur. Il s'agit de l'environnement GENESIS pour les applications musicales et MIMESIS pour les applications visuelles. L'un et l'autre proposent un ensemble de fonctionnalités très élaborées pour la construction des modèles selon le formalisme CORDIS-ANIMA, à quoi s'ajoutent un ensemble de fonctionnalités allant de la création et l'édition des modèles, jusqu'à la composition de pièces artistiques musicales et/ou visuelles associant au moins les trois formes de supports : descriptif complet des modèles, enregistrement des trois catégories de phénomènes coordonnés : le son, l'image, le geste (gestes effectués et mouvements/efforts produits en résultat par la simulation).

Cet ensemble est accompagné d'une documentation large décrivant et expliquant les modèles élaborés depuis environ 3 décennies depuis 1996.

Comme de nombreux outils développés jusqu'à ce jour en informatique musicale, ceux proposés par l'ACROE ont vocation à étendre les possibilités offertes par les technologies numériques. Cependant, ils cherchent à renouer avec des nécessités qui ont disparu du fait de la dématérialisation provoquée par les techniques numériques : celles du rapport au corps et à la tangibilité des objets producteurs de sons et d'images, que nous estimons profondément constitutives de l'acte créatif dans les arts musicaux et visuels. Ainsi, les Réalités Virtuelles développées par l'ACROE (systèmes gestuels à retour d'effort, logiciel de modélisation d'objets virtuels instrumentaux, ordinateur temps réel pour le jeu instrumental à plusieurs sur les instruments virtuels, sorties sonores et visuelles temps réel) proposent aux artistes - musiciens de renouer avec leurs savoir-faire ancestraux de l'instrument et du geste instrumental.

Cependant, une spécificité nouvelle apparaît : le fait que l'instrument virtuel, bien qu'il ait la plupart des propriétés instrumentales des objets mécano-acoustiques lorsqu'il est joué avec un système gestuel à retour d'effort, n'en est pas moins abstrait. Ainsi, différemment de l'instrument mécano-acoustique réel, l'objet virtuel lui-même, du fait qu'il soit virtuel, se prête à l'écriture et à la composition. Un nouveau cadre apparaît, qui est celui d'une écriture - ou d'une composition - portant sur des entités inédites pour celles-ci : celles des objets-instruments virtuels - donc abstraits - eux-mêmes. Cette mutation est qualifiée par Claude Cadoz de "méta-scriptique" et "supra-instrumentale" [1].

2. METHODOLOGIE

Le contexte théorique et technologique étant posé, l'exploration créative se fonde davantage sur une méthode que sur des procédés pédagogiques identifiés :

- Organiser un collectif d'explorateurs constitué d'artistes experts dans la manipulation des technologies de l'ACROE, et de non experts (amateurs, apprenants, novices) pour lesquels ces technologies et processus peuvent être totalement inconnus,
- Prototyper un premier ensemble d'instruments virtuels reconfigurables et ré-assemblables avec le logiciel GENESIS, ce qui revient à disposer d'un ensemble instrumental virtuel, incluant les modes de jeu potentiels,
- Jouer instrumentalement sur ces objets avec un ou deux systèmes à retour d'effort, seul ou à plusieurs, dans l'écoute des gestes de chacun,
- Aboutir, au bout d'un certain nombre de cycles, à une expérience finale qui sera donnée en restitution publique, cette restitution elle-même faisant partie intégrante de la création puisque, sur scène, les pièces seront redonnées dans de nouvelles formules. À ce point, le public peut être invité lui aussi à monter sur scène, pour créer, à partir des propositions du collectif, de nouvelles esquisses.
- Capter tous les cycles du processus pour les rendre accessibles, ne serait-ce que sous forme brute sans traitement d'aucune sorte, pour des analyses éventuelles ultérieures des processus de création.

3. L'EXPERIENCE CREATIVE

3.1. La plateforme de l'Hélicanthe

La plateforme de l'Hélicanthe [4] située à Grenoble dans les locaux de Grenoble INP dispose de 3 espaces de recherche-création et d'espaces de recherche et de développement technologique. Ces espaces sont équipés de l'ensemble de technologies issues de la recherche scientifique et technologique.

Ils sont utilisés en recherche, scientifique et technique, en pédagogie scientifique et artistique, en création et diffusion artistique en arts musicaux, visuels et corporels.

Les expériences se sont déroulées dans l'un des espaces de recherche-création, l'Auditorium Immersif « Helicanthe », équipé de deux systèmes gestuels à retour d'effort de 12 touches chacun, d'une station de simulation temps réel de modèles physiques CORDIS-ANIMA, d'un système d'écoute octophonique et d'un dôme sonore immersif de 24 hauts parleurs, ainsi que de surfaces de projection vidéo multiples et multiformes.

3.2. Déroulé de l'atelier de création "Toucher le son numérique"

L'expérience spécifique relatée dans cet article, dans le cadre de la méthode décrite ci-dessus, s'est intitulée "Toucher le son numérique".

Trois jeunes de 14 et 15 ans du pôle Musique de la MJC Parmentier de Grenoble (classe de 3ième), avec leur responsable "musique", ont réalisé un parcours complet de création durant trois demi-journées, sur la plateforme Hélicanthe immersive multisensorielle de l'ACROE [4]. Cette expérience s'est déroulée, selon le prototype de principe présenté ci-dessus en 4 phases. Les détails des modèles créés et des objectifs, sont développés au paragraphe suivant. À chaque étape, un concept musical, propre à GENESIS, est expérimenté.

Phase 1 :

• Jeu instrumental improvisé collectif sur un instrument virtuel avec retour d'effort créé au préalable par les experts (4h) => Concept de "l'inter-instrumentalité"

Phase 2 :

• Création de plusieurs instruments virtuels par les participants, paramétrage ; accordage ; ajustage : énoncés de plusieurs idées, réalisation expérimentale avec le logiciel => Concept "l'intuitivité de modules et modèles physiques, mis en scène dans GENESIS"

• Création d'un instrument virtuel composite, par l'assemblage avec GENESIS des 4 instruments élémentaires => Concept "Composer l'instrument ou principe de supra-instrumentalité"

Phase 3 :

• Transfert et ajustage des instruments élémentaires et de l'instrument composite créés dans GENESIS-III sur la station GENESIS-IV - Temps réel et Jeu instrumental improvisé avec retour d'effort individuel et collectif sur l'instrument MMS-F_Oct24.

• Improvisation individuelle et collective sur l'instrument MMS-F_Oct24 inséré dans un cadre élargi de projection sonore et visuelle sur une composition sonore et visuelle « *Quetzalcoatl* » réalisée par Claude Cadoz [3]. => Cohérence entre jeu en temps réel et structures musicales précalculées, portée par les modèles physiques instrumentaux.

3.3. Le modèle Temps réel "serpent à sornettes"

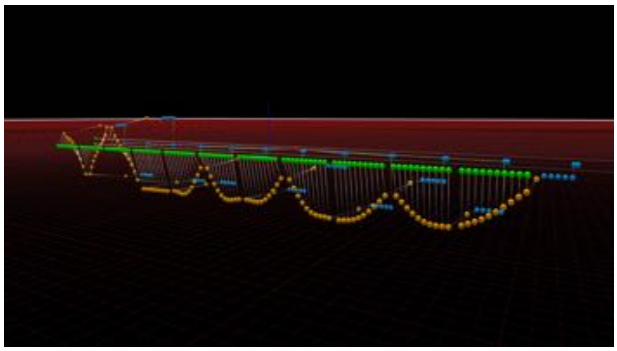

Figure 1. Image d'écran GENESIS IV de l'instrument « Le serpent à sornettes » joué à plusieurs.

Ce modèle implante le concept d'inter-instrumentalité, tel que développé dans [1,2]. Il montre qu'à l'aide de modèles physiques GENESIS et de systèmes gestuels à retour d'effort TGR, il est possible : (1) de jouer à plusieurs sur un même instrument, en des localisations impossibles dans le monde réel ; (2) de ressentir les gestes des autres instrumentistes sur ce même instrument ou sur n'importe quel autre ; (3) de créer par modèles physiques des excitateurs à comportement très complexes ayant leur propre évolutivité dynamique.

Le "serpent à sornettes" est un modèle GENESIS composite, constitué de 2 parties : (1) un modèle d'excitateur complexe manipulé par des gestes via le système gestuel à retour d'effort "le serpent" et (2) un modèle de structures vibrantes multiples excitées par pincement.

(1) l'excitateur complexe "le serpent".

C'est un excitateur virtuel manipulé par 12 touches à retour d'effort. Chaque touche permet de pincer 12 objets élémentaires appelés « anneaux ». Ces anneaux sont attachés entre eux par une corde souple qui se déforme lentement. Les pincements effectués par les instrumentistes se propagent le long des anneaux du serpent. Chaque instrumentiste perçoit alors dans ses doigts les pincements des autres et peut donc réagir à leurs gestes.

La photographie d'écran GENESIS ci-dessus (fig. 1) montre les propagations des gestes des « pinceurs » le long de toute la chaine des anneaux du « serpent à sornettes »

"Le serpent" est une longue corde de 120 masses de 394g (points jaunes sur la figure 1) formant une longue ligne qui se déforme lentement. Chaque masse jaune constitue un anneau du serpent.

Douze touches du système gestuel à retour d'effort TGR sont reliées aux 12 anneaux de cette corde. Pour mettre en mouvement cette corde lente, il suffit d'actionner une ou plusieurs touches. Lorsque la déformation de la corde se propage le long de celle-ci, toutes les touches sont animées de ce mouvement. Ainsi, les autres touches connectées à la corde, se mettent à bouger en conséquence, animées par le mouvement de la corde. Tout se passe comme si les touches du TGR étaient couplées par une corde virtuelle à mouvement lent non acoustique. Les instrumentistes peuvent voir et sentir le mouvement de la corde et des touches sur l'écran et sur le TGR. Ils sentent le "serpent" sous leurs doigts. Chaque instrumentiste ressent le jeu de tous les autres.

2. Excitation de structures vibrantes par pincement : À chacun des 12 anneaux accrochés aux touches du TGR est attaché un plectre. Chaque plectre excite une structure vibrante (points bleus sur l'image). Il y a donc 12 structures vibrantes pincées. Ce pincement a lieu lorsque les anneaux du serpent auxquels sont attachés les plectres descendent, au cours de l'ondulation du serpent, en dessous des structures vibrantes.

La corde "serpent" joue donc le rôle d'un excitateur complexe, composée de 12 plectres excitant 12 structures vibrantes. Les plectres attachés à la corde et aux touches du TGR viennent pincer les structures vibrantes. Les

plectrages prennent alors un profil dynamique non prescriptible, selon l'amplitude variable et oscillante de la corde à l'approche de la structure vibrante. Les sons émergent ou non, en fonction de la dynamique de tous les intervenants : instrumentistes, corde excitatrice, plectres, oscillateurs sonores.

Dans le cas présenté sur l'image, les structures vibrantes sont composées chacune d'un unique oscillateur GENESIS masses-interactions. Chacune de ces structures vibrantes peut toutefois être un modèle GENESIS plus complexe : une corde vibrante, un gong, etc. Cependant, il s'avère inutile de trop complexifier les structures vibrantes, car même avec des structures vibrantes simples la complexité des interactions (*interactions entre instrumentistes et instruments, ressenti de la propagation des gestes d'un instrumentiste à l'autre, ressenti des gestes de l'un par les autres, assurées par le serpent*) rend l'expérience instrumentale particulièrement riche et évolutive.

3.4. Les modèles GENESIS d'instruments individualisés

La figure 2 est une photographie de l'écran de conception interactif de GENESIS. Les points jaunes sont des masses. Les carrés rouges sont des sorties de force SOF vers les hauts parleurs. Les points rouges sont des percuteurs.

Le modèle MMS4, dans le rectangle rouge, est composé 7 cordes de différentes tailles : 3 de 30 masses, 1 de 24 masses, 1 de 18 masses, 1 de 12 masses et 1 de 60 masses. Les masses sont reliées entre elles par des REF (interactions ressort-frottement). Elles sont sommées, par des REF, sur un module SOF (carré rouge), qui est un module de sortie force envoyée sur un haut-parleur. Elles sont excitées par une butée percussive (petit point rouge sur chaque corde à une de leurs extrémités à gauche). L'autre extrémité est libre, ce qui dote cette corde de modes vibratoires d'un tube acoustique.

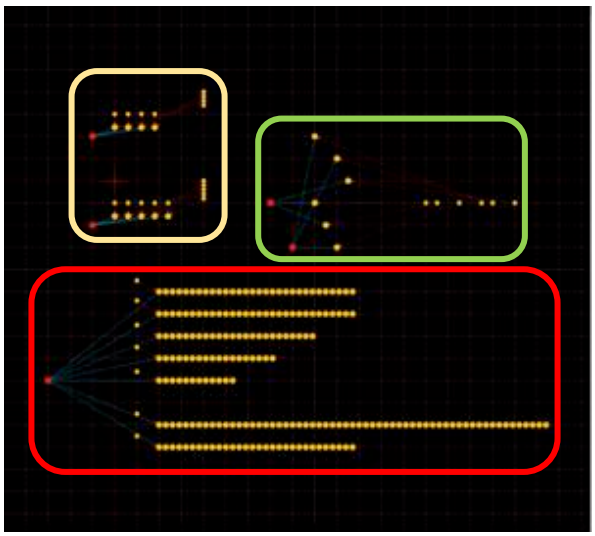

Figure 2. Les 4 modèles instrumentaux GENESIS MMS1, MMS2, MMS3, MMS4 sur l'établi de GENESIS

L'accordage rigoureux opéré par la fonction "analyseur modal" de GENESIS est de haut en bas : ré1, ré#1, fa#1, la#1, fa2, ré0(18Hz), ré0.

Le modèle MMS1, en haut du rectangle jaune, est composé de 4 masses reliés au SOF par 4 REF, chacune excitée par des percuteurs, selon une succession temporelle de percussions, de gauche à droite de 1s, 2s, 3s, 4s, puis à 5s, elles sont toutes percutées de la même façon.

L'accordage est de gauche à droite : do#3, mi3, sol#3, do#4 à l'octave supérieur.

Le modèle MMS2, en bas du rectangle jaune, est similaire à MMS1 avec 5 masses. L'accordage est de gauche à droite : do#3, sol3, sol#3, ré3, mi4

Le modèle MMS3, dans le rectangle est composé de 2 fois 3 masses, reliées par des REF au SOF (sortie de force), et percutées aux instants 1s, 2s, 4s, 5s, 6s, 8s. Il est stéréo via les 2 SOF (sortie de force)

L'accordage est : do4, la4, mi4 pour chacun des 3 ensembles de masses.

3.5. Le modèle GENESIS de l'instrument composé

Le modèle GENESIS MMS-F-Oct24, représenté sur la Figure 3, est composé par assemblage des 4 instruments individualisés précédents, dont l'intégration a été portée en GENESIS4-temps réel.

Il contient 4 instruments (2 rectangles rouges, 1 rectangle jaune, 1 rectangle vert). Il peut être joué par un ou plusieurs instrumentistes via 12 touches à retour d'effort du TGR. Ces derniers sont représentés sur la Figure 3 par les triangles jaunes placés sur une horizontale.

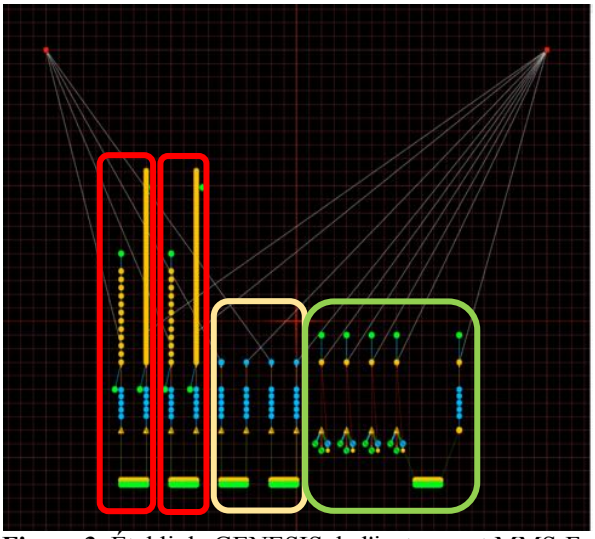

Figure 3. Établi de GENESIS de l'instrument MMS-F-Oct24 composé à partir des 4 précédents et intégrant le système à retour d'effort.

Un premier instrument est représenté dans le rectangle rouge de gauche. Il est composé de 2 cordes jaunes à gauche dans le rectangle rouge, reliées aux hauts parleurs

gauche et droit par des modules SOF (carrés rouges). En bas, les touche 1 et 2 sont reliées par une petite ligne de propagation jaune (masses jaunes et SOL(s) verts). Toute action faite sur la 1ière des 2 touches se reproduit sur la 2ième avec un retard de 1s, et réciproquement. Les deux segments bleus verticaux constituent 2 excitateurs composés de 4 masses bleues, chacun venant pincer une extrémité de la corde jaune près du point d'attache (en bas de la corde). La corde de gauche (sol#5) est fixée à son autre extrémité et fournie des modes vibratoires de type "Corde". La corde de droite ré0 (18Hz) n'est pas fixée et donne des modes vibratoires de type "Tube" et va agir comme une résonance basse.

Un deuxième instrument est une duplication du premier (rectangle rouge à gauche) mais accordé différemment : la4 un peu désaccordé vers le bas (celle qui est attachée), fa#2 (celle qui n'est pas attachée (tube). Ces 2 instruments forment une composition instrumentale en eux-mêmes.

Un troisième instrument (rectangle jaune) est composé de 4 cellules vibrantes GENESIS CEL, pincées par 4 plectres, et accordées de gauche à droite : sol#3, si3, ré4, sol4, à l'aide de la fonctionnalité "analyse et accordage modal" de GENESIS.

Un quatrième instrument (rectangle vert) est composé de 4 petits instruments de un oscillateur chacun (boules jaunes), attachés chacun à une 1 touche du TGR (triangle), via un petit dispositif d'excitation complexe composé de 3 éléments : à droite, une baguette ressort-frottement REF attachée à la touche qui va venir percuter la boule jaune ; et à gauche, un mécanisme ressort-frottement qui produit une forme temporelle complexe sur la touche par un certain nombre de rebonds de celle-ci sur le fond de touche. La touche va être frappée puis rebondir un certain nombre de fois sur son fond de touche. La baguette qui va percuter l'instrument va donc avoir aussi ce mouvement de percussions répétées.

Les Figures 4 et 5 sont des illustrations du jeu instrumental temps réel par 2 instrumentistes sur l'instrument composé MMS-F-Oct24 sur 2 * 12 touches à retour d'effort.

Figure 4. Jeu instrumental temps réel à 2 instrumentistes sur l'instrument composé MMS-F-Oct24 sur 2 * 12 touches à retour d'effort.

Figure 5. Sur l'écran de visualisation de l'instrument intégré MMS-F-Oct24 en cours de jeu.

3.6. Jeu improvisé intégré dans un instrument orchestral GENESIS de grande taille pré-calculé

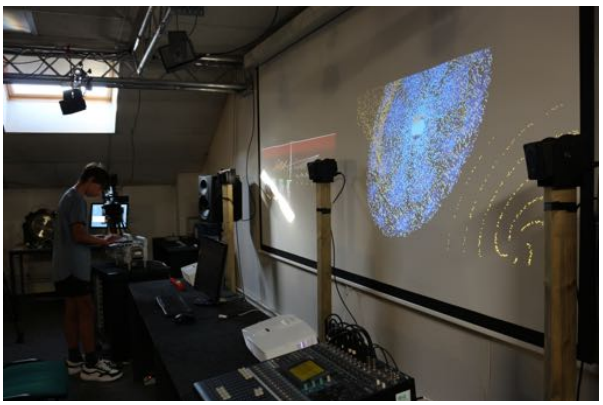

Figure 6. Un instrumentiste improvisant en soliste sur l'instrument virtuel temps réel intégré MMS-F-Oct24 venant s'insérer dans un orchestre instrumental complexe de 140 000 modules GENESIS précalculé de la pièce "*Quetzalcoatl*".

Dans la pièce "*Quetzalcoatl*" de C. Cadoz [3], le concept mis en œuvre est celui où une partie de l'orchestre virtuel constitué d'un très grand nombre de modules GENESIS complexes est extraite pour être jouée en temps réel à plusieurs sur les systèmes gestuels à retour d'effort, de telle manière que ni les auditeurs, ni même les instrumentistes ne puissent déceler de quelle partie (la partie précalculée ou le sous-ensemble joué instrumentalement en temps réel) les sons proviennent.

Dans le cas présent (Figure 6), l'instrument joué en temps réel MMS-F-Oct24 n'est pas une sous partie de celui qui aura été calculé en temps différé. Cependant, il a été agréable de constater que l'effet aussi bien sur les instrumentistes que sur le public a été de même nature : les deux parties se superposent parfaitement bien "sans couture", sans que ni les uns ni les autres ne puissent dissocier ce qui provient du jeu et de l'instrument temps réel ou de l'instrument de grande taille précalculé.

4. CONCLUSION

Outre le fait d'acculturer à la synthèse de sons par modélisation physique et à la création musicale un jeune public entièrement novice en la matière, nous avons pu mettre en expérimentation différents concepts sous-jacents de la philosophie de création musicale à l'ACROE :

(1) l'intuitivité de la conception d'instruments musicaux virtuels par modèles physiques au moyen de CORDIS-ANIMA et de GENESIS ;

(2) l'inter-instrumentalité, vue comme un dépassement de l'instrumentalité mécano-acoustique, d'une part par la mise en œuvre d'interactions qui bien que physiques sont néanmoins impossibles à réaliser dans le monde réel, et d'autre part de la possibilité de jouer à plusieurs, avec retour d'effort, d'un même instrument en combinant les ressentis individuels et à plusieurs ;

(3) La cohérence dans le mélange d'instruments différents et dans le mélange de situations de restitution différentes (improvisations et sons GENESIS fixés précalculés), due probablement aux propriétés de cohérence énergétique que le modèle physique intègre dans le son.

Ces différents éléments, mis en expérience par des créateurs novices, illustrent le concept de *méta-scriptique*, proposé par C. Cadoz dans [1], qui tend à indiquer que plutôt qu'un méta-instrument, la synthèse par modèle physique est une nouvelle forme d'écriture, à la fois des instruments, des modes de jeux et des décours temporels capable de mêler les processus "en temps réel ", tels que le jeu instrumental et "hors temps réel" , tels que les séquences fixées de grande taille et la modélisation interactive.

5. REFERENCES

[1] Cadoz Claude. "Instrumentalité, écriture, technologie numérique : une dynamique supra-instrumentale et méta-scriptique du processus de création musicale". Enactive Systems Books. Créativité instrumentale - Créativité ambiante, pp.91-145, 2012. https://hal.science/hal-01089709v1

[2] Cadoz Claude. 2020. "Genesis 4th Generation / Nomadicity / Gesture Emulation. Real-Time CORDIS-ANIMA Physical Modeling And High Performance Force-Feddback Interaction Within The HÉLICANTHE Workstation". Proceedings of the 17th Sound and Music Computing Conference, Torino, Italy. June 24th-26th. 2020. https://hal.science/hal-04069704v1

[3] Cadoz Claude. 2024. "Quetzalcoatl, Musical and multisensory artwork, including force-feedback for two instrumentalists on stage. Eurohaptics 2024. Art Design Track.

[4] Cadoz Claude, Castagné Nicolas, Luciani Annie. "La Plateforme Art Science Technologie (AST) Grenoble INP – ACROE". Février 2025.

[5] Castagné Nicolas, Luciani Annie. 2020. "The Physics Networks Scripting Language To Design Masses-Interactions Physical Models For Arts". Proceedings of the 17th Sound and Music Computing Conference, Torino, Italy. June 24th-26th. 2020. https://hal.science/hal-04070211v1