

# Performances Artistiques Immersives Collaboratives

**Noms des conseillers doctoraux :** Florent Berthaut (CRIStAL), Ronan Gagne (IRISA), Valérie Gouranton (IRISA)

**Laboratoire d'accueil :** CRIStAL

**Nom du/de la candidat/e :** Guillaume Vallet

**Genre :** H

**Institution qui sera l'employeur du doctorant :** Université de Lille

## Description de la proposition de doctorat

### Contexte (et scénarios éventuels)

De nouvelles pratiques artistiques numériques se développent à travers des expériences collectives immersives proposées par des musiciens renommés. Par exemple, Jean-Michel Jarre a collaboré avec la plateforme métavers de l'entreprise VRrOOM pour offrir des concerts immersifs, tandis que des artistes comme Aya Nakamura et Lady Gaga se sont produites virtuellement sur Fortnite. Ces initiatives ouvrent de nouvelles perspectives dans l'interaction entre les artistes et leur public, en proposant des expériences interactives et immersives innovantes. Pour concrétiser ces expériences, des plateformes logicielles dédiées ont été développées, utilisant des moteurs de jeu avancés tels qu'Unreal Engine d'Epic Games pour Fortnite. Ces dispositifs permettent l'élaboration de performances artistiques immersives dans des environnements virtuels partagés, ouvrant la porte à de nouvelles relations entre artistes et public. Cela permet d'envisager de nouvelles opportunités expressives et des formes d'interaction originales, enrichissant ainsi l'expérience offerte au public.

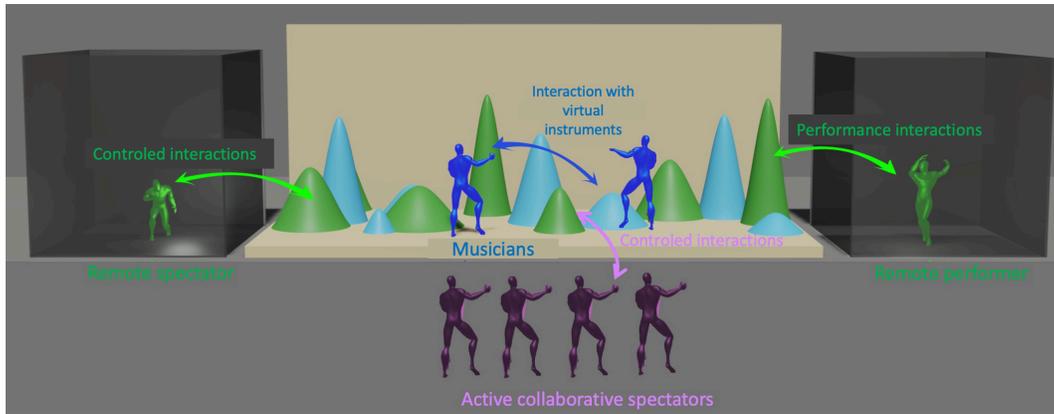
Cependant, ces productions ne profitent pas pleinement des possibilités ouvertes par les travaux menés dans le domaine des environnements virtuels collaboratifs, qui fournissent une richesse d'interactions et de représentations 3D ainsi que des méthodes pour amplifier le sentiment de co-présence. Par exemple, le public est le plus souvent immergé dans ces performances à l'aide de casques de réalité virtuelle, représenté sous forme d'avatars simples avec des interactions limitées avec l'environnement virtuel. Il est important de renforcer le sentiment de présence et d'engagement du public, à l'aide d'interactions plus riches et pertinentes, à la fois pour augmenter la perception de la performance, et pour permettre aux spectateurs d'interagir avec les artistes [13]. De manière réciproque, ce type de performance numérique permet d'envisager de mettre à disposition des artistes, des outils permettant d'une part d'améliorer l'expressivité de leur performance, et d'autre part d'obtenir un feedback de la part du public pouvant influencer le contenu de la performance.

Ce contexte de performance artistique constitue également une source de questionnements scientifiques, par exemple sur la conception et l'adaptation des outils d'interaction 3D à l'expression artistique [3, 1], l'influence des environnements immersifs sur l'expérience des spectateurs et leur état émotionnel ([12, 7]) ou encore sur les choix de scénographie [17].

Un scénario collaboratif typique de ces contextes, présenté schématiquement sur la Figure 1, serait une performance musicale immersive composée de plusieurs artistes interagissant avec un instrument virtuel partagé à l'aide de casques de réalité mixte. Les spectateurs participeraient à la performance soit en partageant un grand affichage immersif, soit à l'aide de casques individuels, et pourraient agir sur la performance dans des limites définies par les artistes.

### Problématique et objectifs

La problématique principale est d'améliorer l'interaction collaborative et sa compréhension entre les artistes et le public lors de performances immersives participatives.



**Figure 1.** Vue schématique d'un scénario collaboratif en performance artistique immersive

Les objectifs principaux sont : 1) la conception de métaphores de collaboration entre artistes et public, notamment en adaptant des métaphores de collaboration virtuelles existantes au contexte des performances expressives et en imaginant de nouvelles scénographies; 2) la conception de dispositifs et techniques d'interaction asymétriques pour artistes et public, donnant des capacités d'expression plus ou moins complexes et/ou contrôlées sur les mêmes contenus virtuels (par exemple musicaux); 3) des méthodes et outils pour le partage de scènes et la gestion de la synchronisation/latence dans les performances artistiques distribuées sur des équipements variés; 4) le développement de connaissances sur l'expérience des artistes et du public lors de ces performances, notamment concernant l'impact du degré de participation ou de la visibilité des interactions sur l'agentivité attribuée ou la compréhension des performances.

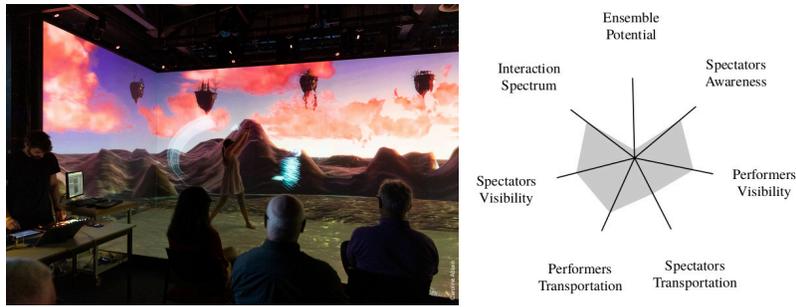
### Bref état de l'art

La thèse devra s'appuyer sur les travaux issus de plusieurs communautés. L'étude des interfaces collaboratives immersives en réalité étendue (réalité virtuelle ou mixte) a ainsi conduit à la conception de techniques ou métaphores efficaces pour la coopération de plusieurs utilisateurs au sein d'un environnement virtuel partagé [11], mais également à l'établissement de fondements théoriques de la collaboration [14], qui pourront être adaptés aux performances immersives. Dans des contextes artistiques, l'étude des instruments de musique numériques multi-utilisateurs et des orchestres numériques a permis d'identifier les catégories d'interactions entre musiciens et les informations devant être fournies pour faciliter le jeu collectif avec des instruments numériques non familiers [5, 4], ce qui pourra informer la conception d'instruments immersifs. La thèse pourra s'appuyer sur les travaux d'adaptation des techniques d'interaction 3D génériques à l'expression artistique [3, 1], et au niveau d'expertise, par exemple en bloquant l'accès à des parties de la scène virtuelle pour le public [6]. Contrairement à d'autres contextes de collaboration immersive, les performances et installations artistiques impliquent de nombreux rôles, qui ont été détaillés dans des travaux précédents [9], y compris au travers de la notion de trajectoires [2] avec le rôle très particulier des spectateurs [15]. L'étude de la perception par ces derniers des instruments de musique numériques a ainsi démontré l'importance des retours visuels leur permettant de révéler à la fois les actions des artistes et les mécanismes des instruments, afin d'accroître leur compréhension subjective des performances et l'implication perçue des artistes [7, 8]. Finalement, la collaboration entre les rôles d'artistes et de membres du public dans le cadre de performances immersives a également été étudiée sous différents angles, par exemple celui de l'effet des performances sur le sentiment de co-présence ou le lâcher-prise des spectateurs actifs [12, 13, 10], mais également sous l'angle plus technique de la scénographie des performances [17].

Ces travaux précédents permettront d'informer les travaux de thèse, en fournissant des méthodologies de conception, d'évaluation et des appuis théoriques.

### Questions de recherche

Les questions de recherche abordées par cette thèse seront : 1) Quelles métaphores de collaboration et/ou quelles



**Figure 2.** Exemple de scénographie pour une performance immersive sur grand affichage stéréoscopique (gauche). Espace de dimensions pour l’analyse et la conception de scénographies immersives (droite).

scénographies immersives peuvent ouvrir des possibilités d’expression aux artistes et de nouvelles expériences pour le public ? 2) Quels dispositifs et techniques d’interaction pourraient permettre une collaboration asymétrique artiste-public expressive en tenant compte de l’expertise de chacun ? 3) Quel impact sur l’expérience des spectateurs peuvent avoir ces nouvelles performances immersives collaboratives ?

### Fondements théoriques

La thèse s’appuiera sur l’étude des situations de collaboration dans des espaces physiques et virtuels [14], en abordant les notions d’awareness ou de co-présence [16]. Elle utilisera également les résultats des travaux portant sur les rôles d’utilisateurs impliqués dans des installations artistiques [15, 2]. La conception de la scénographies des performances immersives pourra s’appuyer sur l’espace de conception proposé pour les instruments de musique virtuels immersifs [17], tel que présenté sur la Figure 2. Finalement, la compréhension de l’expérience des spectateurs lors des performances collaboratives empruntera les méthodologies utilisées par les équipes encadrantes pour évaluer l’expérience globale, la présence ou encore l’agentivité attribuée (degré de contrôle perçu chez l’autre) [12, 8, 7].

### Approche et méthodes

La thèse s’appuiera sur des phases de prototypage en laboratoire, notamment pour la conception et l’implémentation des métaphores de collaboration artistes-public et des dispositifs et techniques d’interaction expressive asymétriques. La conception pourra démarrer par l’adaptation de travaux en réalité étendue existants aux performances collaboratives artistiques, tels que les techniques de co-manipulations ou les environnements multi-échelles. Le prototypage sera effectué dans les plateformes Immersia, REVICA et Tore, ainsi qu’avec des casques de réalité virtuelle / mixte.

La thèse s’appuiera aussi sur des méthodologies de ”Research in-the-wild” et ”Performance-led research” lors de la conception de performances avec les collectifs d’artistes partenaires, qui impliqueront l’analyse du processus de co-conception et d’appropriation des outils pendant les étapes de résidence, mais également l’évaluation de l’expérience des artistes et du public lors des performances.

### Évaluation des contributions

L’évaluation se fera de différentes manières, en fonction des phases de recherche et des contributions.

Les métaphores de collaboration, les techniques et dispositifs développés seront ainsi testés dans un premier temps lors d’expérimentations contrôlées en laboratoire, avec des artistes (utilisateurs experts) et des spectateurs potentiels (utilisateurs novices), qui auront pour objectif de vérifier l’utilisabilité mais également l’expressivité, à l’aide de questionnaires, d’observations et d’entretiens s’appuyant sur les séances d’interaction filmées.

Sur du plus long terme, les outils proposés seront évalués lors de séances de résidence avec les artistes des collectifs de recherche partenaires, en s’appuyant sur des observations et des analyses qualitatives.

Finalement l’expérience des spectateurs lors des performances sera évaluée en s’appuyant sur les travaux menés à CRISAL et à l’IRISA, par le biais de questionnaires de compréhension subjective et objective [7, 12] et d’entretiens suivis d’analyse qualitative (de type analyse thématique réflexive).

# Nature de la collaboration numérique

Dans le contexte des performances artistiques immersives, la collaboration est **synchrone** et en **temps-réel**. Elle concerne un groupe potentiellement **large** d'utilisateurs avec des **rôles différents**. Ainsi les performances seront réalisées par un ou plusieurs artistes, mais partagées à au moins une dizaine de spectateurs. Un rôle supplémentaire de médiateur peut exister dans le cas où plusieurs spectateurs partagent un dispositif immersif qui nécessite la navigation dans un espace virtuel par exemple, à la manière d'un ingénieur son ou d'un facilitateur [9].

De la même façon, les artistes et spectateurs pourront être co-localisés et partager un espace physique (au travers de casques de réalité mixte ou d'un grand affichage immersif tel qu'Immersia) ou bien être distants et représentés sous la forme d'avatars.

Dans ces contextes, la collaboration sera également **fortement asymétrique**, puisque les manipulations principales et plus expressives seront effectuées par les artistes (par ex. déclencher des séquences sonores), tandis que le public se verra offrir des interactions simplifiées et avec un impact contrôlé par les artistes (par ex. appliquer des effets sur la scène visuelle uniquement).

Dans un contexte expressif, la collaboration implique :

- la manipulation coopérative de contenus virtuels, par exemple d'une structure représentant une séquence musicale
- la synchronisation d'actions spatialement (par ex. sur des contrôles virtuels ou des portions d'espace d'interaction) et temporellement (par ex. sur un tempo)
- la communication non-verbale entre artistes et entre public et artistes, devant permettre de percevoir les actions et implication de chacun

# Contribution à la collaboration numérique : Résultats attendus et impact

La thèse pourra mener à des contributions méthodologiques, techniques et empiriques autour de la collaboration en performances artistiques immersives, qui pourront à la fois informer les travaux ultérieurs mais également la conception de performances.

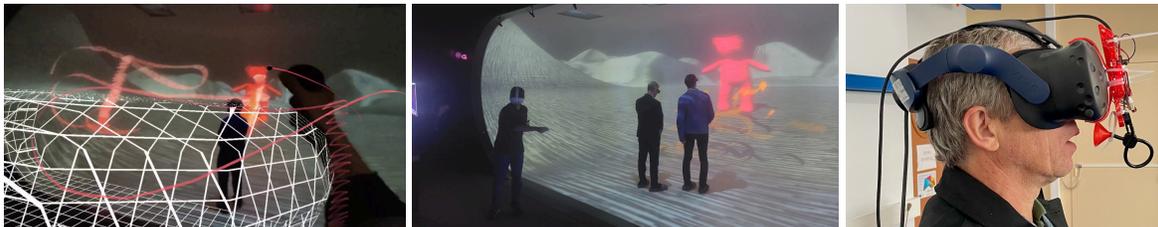
Les contributions méthodologiques comprendront des recommandations sur la conception de performances immersives ou encore des méthodologies d'évaluation de l'expérience des artistes et publics lors de ces performances (par ex. protocoles, questionnaires ...).

Les contributions empiriques incluront de nouvelles connaissances sur l'expérience des spectateurs au sein de ces performances, notamment l'effet des choix de scénographies et de collaboration sur le sentiment de présence, de co-présence ou encore sur l'agentivité attribuée.

Nous attendons finalement des contributions techniques sous la forme de nouvelles techniques et dispositifs d'interaction permettant une expression asymétrique entre. Seront également produites de nouvelles métaphores de collaboration artiste - public, telle que la métaphore de World-In-Miniature présentée sur la Figure 3, couramment utilisée en interaction 3D et ici transposée à une performance de dessin 3D musical.

Globalement, ces contributions auront :

- un impact scientifique, montrant de nouveaux cas d'usages et ouvrant de nouvelles questions pour la communauté de recherche en IHM et XR, et apportant des outils et connaissances pour les communautés de recherche sur les interfaces expressives comme NIME.
- un impact artistique et sociétal, par la production de performances et leur diffusion lors de représentations publiques.



**Figure 3.** Exemple de métaphore de collaboration pour la performance immersive : l'artiste avec le casque de réalité mixte performe avec un outil de dessin 3D musical autour d'une représentation miniature en fil de fer (gauche) de l'écran dans lequel le public est immergé (centre), lui permettant de facilement jouer sur la spatialisation des visuels et des sons. (Droite) Exemple d'interface basée sur le souffle conçue pour une interaction artistique.

# Positionnement dans le programme eNSEMBLE

Le sujet s'inscrit dans le Projet Ciblé 1 CATS "Espaces de collaboration". En effet, il implique le travail sur des espaces immersifs de collaboration (co-localisés ou distants) partagés entre artistes et public, ainsi qu'une collaboration synchrone et asymétrique.

La nature du cas d'usage, et des espaces collaboratifs associés, visés par le sujet de thèse nécessite de travailler sur les 4 axes identifiés dans le PC1 CATS.

Pour ce qui concerne le premier axe relatif à la diversité des interfaces et des modalités, le travail de thèse implique deux plateformes majeures de Continuum, Immersia et le Tore, toutes deux équipées de grands espaces immersifs et de casques de réalité virtuelle. Notre projet impliquera également le développement de dispositifs dédiés, à l'instar de l'interface de souffle en cours d'évaluation dans l'équipe Hybrid, dans un contexte d'expression artistique (Fig. 3, droite).

Pour le second axe, relatif à la diversité des utilisateurs, notre environnement collaboratif doit prendre en compte la diversité de rôles, entre artistes, spectateurs actifs et passifs, médiateurs, avec une forte asymétrie entre ces rôles.

Le contexte de performance artistique impose de gérer des types de données de différentes natures (images, son) en temps réel, ainsi que des environnements collaboratifs hétérogènes.

Enfin, un espace de performance est un espace hautement dynamique qui nécessite une attention particulière pour tout ce qui concerne la gestion de transitions à la fois temporelles durant la performance, avec différentes phases (changements de tempo, de morceaux, ...) et spatiales (changement de scénographie virtuelle, point de vue performeur vs point de vue spectateur, ...)

# References

- [1] Bazoge, N., Gaugne, R., Nouviale, F., Gouranton, V., and Bossis, B. (2019). Expressive potentials of motion capture in the vis insita musical performance. In *NIME 2019-The International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, pages 1–5.
- [2] Benford, S., Greenhalgh, C., Hazzard, A., Chamberlain, A., Kallionpää, M., Weigl, D. M., Page, K. R., and Lin, M. (2018). Designing the audience journey through repeated experiences. In *Proceedings of ACM CHI*.
- [3] Berthaut, F. (2020). 3D interaction techniques for musical expression. *Journal of New Music Research*.
- [4] Berthaut, F. and Dahl, L. (2016). BOEUF: A Unified Framework for Modeling and Designing Digital Orchestras. *Lecture Notes in Computer Science*, 9617:153 – 166.
- [5] Berthaut, F. and Dahl, L. (2022). The Effect of Visualisation Level and Situational Visibility in Co-located Digital Musical Ensembles. In *New Interfaces for Musical Expression*, Auckland, New Zealand.
- [6] Berthaut, F., Desainte-Catherine, M., and Hachet, M. (2010). Drile: An Immersive Environment for hierarchical live-looping. In *New Interface for Musical Expression*, page page 192, Sydney, Australia.
- [7] Capra, O., Berthaut, F., and Grisoni, L. (2020a). All You Need Is LOD : Levels of Detail in Visual Augmentations for the Audience. In *The 20th International Conference of New Interfaces for Musical Expression*, Royal Birmingham Conservatoire, United Kingdom.
- [8] Capra, O., Berthaut, F., and Grisoni, L. (2020b). Have a SEAT on Stage : Restoring Trust with Spectator Experience Augmentation Techniques. In *Designing Interactive Systems (DIS)*, Eindhoven, Netherlands.
- [9] Greuter, S., Mueller, F. and Hoang, T. (2022). Designing public vr installations. In *Proceedings of the 2022 ACM Designing Interactive Systems Conference*, pages 792–806.
- [10] Jégo, J.-F. and Meneghini, M. B. (2020). Let’s resonate: How to elicit improvisation and letting go in interactive digital art. In *Proceedings of the 7th International Conference on Movement and Computing, MOCO ’20*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- [11] Le Chénéchal, M., Lacoche, J., Royan, J., Duval, T., Gouranton, V., and Arnaldi, B. (2016). When the giant meets the ant an asymmetric approach for collaborative and concurrent object manipulation in a multi-scale environment. In *2016 IEEE third VR international workshop on collaborative virtual environments (3DCVE)*, pages 18–22. IEEE.
- [12] Lomet, J., Gaugne, R., and Gouranton, V. (2022a). Could you relax in an artistic co-creative virtual reality experience? In *ICAT-EGVE*,, pages 1–9.
- [13] Lomet, J., Gaugne, R., Plessiet, C., Laurent, J., and Gouranton, V. (2022b). Collaboration in a virtual reality artwork: the experience of co-presence, co-creation and letting go. In *MOCO*.
- [14] Margery, D., Arnaldi, B., and Plouzeau, N. (1999). A general framework for cooperative manipulation in virtual environments. In *Virtual Environments’ 99: Proceedings of the Eurographics Workshop in Vienna, Austria, May 31-June 1, 1999*, pages 169–178. Springer.
- [15] Reeves, S. (2011). *Designing interfaces in public settings: Understanding the role of the spectator in Human-Computer Interaction*. Springer Science & Business Media.
- [16] Skarbez, R., Brooks, Jr., F. P., and Whitton, M. C. (2018). A Survey of Presence and Related Concepts. *ACM Computing Surveys*, 50(6):1–39.
- [17] Zappi, V., Berthaut, F., and Mazzanti, D. (2022). From the Lab to the Stage: Practical Considerations on Designing Performances with Immersive Virtual Musical Instruments. In *Sonic Interactions In Virtual Environments*. Springer VS.